

**KLASIFIKASI KEMATANGAN CITRA BUAH TOMAT BERDASARKAN  
EKSTRAKSI FITUR WARNA MENGGUNAKAN METODE K-NN**

**SKRIPSI**



Oleh :

**AHMAD BADRI MAULANA WIDAT**  
**2020503002**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS IBRAHIMY  
SITUBONDO**

**2024**

**HALAMAN JUDUL****KLASIFIKASI KEMATANGAN CITRA BUAH TOMAT BERDASARKAN  
EKSTRAKSI FITUR WARNA MENGGUNAKAN METODE K-NN****SKRIPSI**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam Menyelesaikan Program  
Sarjana (S-1) pada Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Sains dan  
Teknologi Universitas Ibrahimy

Oleh :

**AHMAD BADRI MAULANA WIDAT**  
**2020503006**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS IBRAHIMY**

**SITUBONDO**

**2024**

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Ahmad Badri Maulana Widat**

NPM/NIRM : 2020503006

Program Studi : S-1 Teknologi Informasi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa tugas akhir/skripsi ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sebagai sumber referensi dan disebut dalam daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir/skripsi ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Situbondo, 13 Agustus 2024

Saya yang menyatakan,



**Ahmad Badri Maulana Widat**

**NPM : 2020503006**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : **AHMAD BADRI MAULANA WIDAT**  
NPM/NIRM : **2020503006**  
Judul : **KLASIFIKASI KEMATANGAN CITRA BUAH  
TOMAT BERDASARKAN EKSTRAKSI FITUR  
WARNA MENGGUNAKAN METODE K-NN**



Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1

**Achmad Rajuri, M.Kom**

**NIDN : 0715078902**

Pembimbing 2

**Farihin Lazim, M. Tr. T**

**NIDN : 0711099201**

**PENGESAHAN****SKRIPSI****KLASIFIKASI KEMATANGAN CITRA BUAH TOMAT BERDASARKAN  
EKSTRAKSI FITUR WARNA MENGGUNAKAN METODE K-NN**

Telah dipertahankan di depan dewan penguji Sidang/Munaqasah Skripsi pada hari  
Selasa Tanggal 13 Agustus 2024 sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana (S.Kom) pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimi.

Tim Penguji.

Ketua Sidang,

Dr. Ach. Khumaidi, M.P  
NIDN : 0722049001

Sekretaris Sidang,

Ach. Syaughil Jazil, S.kom

Penguji I,

Ahmad Lutfi, M.Kom  
NIDN : 0714108803

Penguji II,

Abd. Ghofur, M.Kom  
NIDN : 0711088303

Mengetahui  
Dekan,

Abd. Ghofur, M.Kom  
NIDN : 0711088303

**MOTTO**

**HIDUPLAH ENKAU DIANTARA MANUSIA SEBAGAIMANA POHON  
YANG BERBUAH, MEREKA MELEMPARINYA DENGAN BATU TAPI  
DIA MEMBALASNYA DENGAN BUAH.**



## PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam, dengan diselesaikannya Skripsi ini Penulis mempersembahkannya kepada :

1. Allah SWT yang telah mentakdirkan hamba bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidupku, Ayahanda Sunadi dan Ibunda Mirhamsi tercinta. Keduanyalah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga aku bisa sampai pada tahap dimana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan do'a yang tidak henti-hentinya kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai Orangtua ku.
3. Kepada kakak perempuanku Mbak Warda sekeluarga yang telah membantu kepetingan-kepentinganku dan juga Doa dari Mbahku tersayang.
4. Kepada H. Amiruzzamani Guru sekaligus paman saya sendiri yang telah memberikan saya tempat untuk meneliti.
5. Kepada Almamater saya Program Studi Teknologi Informasi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ibrahimi.
6. Sahabat-sahabat se-prodi yang selalu ada dalam keadaan suka maupun duka, senang maupun sedih, kalianlah yang ikut berpartisipasi mewarnai masa-masa kuliahku, mungkin tanpa kehadiran kalian masa perkuliahanku akan monoton.
7. Kepada pendamping hidup yang kini masih ngeblur gak keliatan sosoknya entah siapa dan ada dimana, dimanapun engkau berada semoga selalu dalam Lindungan-Nya dan semoga kita lekas bertemu. Amin.

## KATA PENGANTAR

Segala puji Syukur peneliti sampaikan kepada Allah SWT, karena atas Rahmat dan Hidayah-Nya, perencanaan, pelaksanaan dan penyelesaian tugas akhir/skripsi dengan judul “Klasifikasi Kematangan Citra Buah Tomat Berdasarkan Ekstraksi Fitur Warna Menggunakan Metode K-NN” sebagai salah satu syarat penyelesaian program diploma/sarjana dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.

Kesuksesan ini dapat peneliti peroleh karena dukungan beberapa pihak.

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada :

1. KHR. Ach. Azaim Ibrahimi, M.H selaku Pengasuh Pondok Pesantren Salafiyah Syafi'iyah Sukorejo Situbondo.
2. KH. Ach Fadlail, S.H., M.H selaku Rektor Universitas Ibrahimi Situbondo.
3. Abd. Ghofur, M.Kom selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
4. Firman Santoso, M.Kom Sebagai Ketua Program Studi Teknologi Informasi
5. Achmad Baijuri, M.Kom selaku Ketua Program Studi Sistem Informasi dan Pembimbing 1
6. Farihin Lazim, M. Tr. T selaku Ketua Program Studi Ilmu Komputer dan sekaligus Pembimbing 2
7. Seluruh Dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan kami ilmu sehingga sampai pada masa Tugas Akhir ( Skripsi ) saat ini.

Semoga semua amal baik yang telah diberikan oleh Bapak/Ibu kepada peneliti mendapat balasan yang terbaik dari Allah SWT, Amin.

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	iii
PENGESAHAN .....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR RUMUS .....	xiv
SEGMENT PROGRAM .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Rumusan Masalah .....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
1.7 Metode Penelitian.....	6
1.7.1 Jenis Penelitian.....	6

1.7.2 Teknik Pengumpulan Data.....	7
1.7.3 Metode Pengembangan Sistem .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
2.2 Landasan Teori .....	13
2.2.1 Klasifikasi .....	13
2.2.2 Kematangan.....	14
2.2.3 Citra Digital.....	14
2.2.4 Buah Tomat.....	15
2.2.5 Fitur Ekstraksi .....	15
2.2.6 K-Nearest Neighbor (K-NN).....	16
2.2.7 Pengolahan Citra Digital .....	16
2.3 Perangkat Lunak Yang Digunakan.....	17
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>19</b>
3.1 Pengumpulan Data .....	19
3.2 <i>Preprocessing</i> .....	19
3.3 Variabel penelitian.....	20
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	22
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM.....</b>	<b>24</b>
4.1 Hasil Dan Pembahasan .....	24
4.1.1 Proses Dan Hasil <i>PreProcessing</i> .....	24
4.1.2 Proses Dan Hasil Pengujian Buah Tomat .....	38
4.2 Segmen Program .....	63
4.2.1 Segmen Program <i>Resize</i> .....	63
4.2.2 Segmen Program Segmentasi.....	64

4.2.3 Segmen Program Praproses .....	66
4.2.4 Segmen Program Klasifikasi.....	67
BAB V PENUTUP.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74
CURICULUM VITAE.....	80
LAMPIRAN.....	81



**DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Variabel Citra Buah Tomat .....	21
Tabel 4.1 Proses resize sedang berlangsung .....	26
Tabel 4.2 Proses segmentasi sedang berlangsung.....	31
Tabel 4.3 Dataset HSV.....	34
Tabel 4.4 Hasil klasifikasi citra matang k=3.....	43
Tabel 4.5 Hasil klasifikasi citra matang k=5.....	43
Tabel 4.6 Hasil klasifikasi citra matang k=7.....	44
Tabel 4.7 Hasil klasifikasi citra matang k=9.....	44
Tabel 4.8 Hasil klasifikasi citra matang k=11.....	45
Tabel 4.9 Hasil klasifikasi citra mengkal k=3.....	51
Tabel 4.10 Hasil klasifikasi citra mengkal k=5.....	51
Tabel 4.11 Hasil klasifikasi citra mengkal k=7.....	52
Tabel 4.12 Hasil klasifikasi citra mengkal k=9.....	52
Tabel 4.13 Hasil klasifikasi citra mengkal k=11.....	53
Tabel 4.14 Hasil klasifikasi citra mengkal k=3.....	59
Tabel 4.15 Hasil klasifikasi citra mengkal k=5.....	59
Tabel 4.16 Hasil klasifikasi citra mengkal k=7.....	60
Tabel 4.17 Hasil klasifikasi citra mengkal k=9.....	60
Tabel 4.18 Hasil klasifikasi citra mengkal k=11.....	61
Tabel 4.19 Hasil Akurasi.....	62

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
Gambar 4.1 Citra tomat matang sebelum preprocessing .....	25
Gambar 4.2 Citra tomat mengkal sebelum preprocessing .....	25
Gambar 4.3 Citra tomat mentah sebelum preprocessing .....	25
Gambar 4.4 Path resize .....	26
Gambar 4.5 Input nilai piksel.....	26
Gambar 4.6 terminal visual studio code.....	26
Gambar 4.7 Ukuran citra sebelum resize .....	29
Gambar 4.8 Ukuran citra setelah resize .....	29
Gambar 4.9 Path segmentasi .....	30
Gambar 4.10 Terminal visual studio code .....	30
Gambar 4.11 Citra sebelum di segmentasi.....	33
Gambar 4.12 Citra setelah di segmentasi .....	33
Gambar 4.13 Path preproses .....	34
Gambar 4.14 Terminal praproses .....	34
Gambar 4.15 Input nilai k .....	39
Gambar 4.16 Terminal klasifikasi.....	39
Gambar 4.17 Tampilan Awal GUI.....	39
Gambar 4.18 Pengujian Citra Matang 1.jpg.....	40
Gambar 4.19 Pengujian Citra Matang 2.jpg.....	41
Gambar 4.20 Pengujian Citra Matang 3.jpg.....	42
Gambar 4.21 Input nilai k .....	46
Gambar 4.22 Terminal klasifikasi.....	46
Gambar 4.23 Tampilan Awal GUI.....	47
Gambar 4.24 Pengujian Citra Mengkal 1.jpg.....	48
Gambar 4.25 Pengujian Citra Mengkal 2.jpg.....	49
Gambar 4.26 Pengujian Citra Mengkal 15.jpg.....	50
Gambar 4.27 Input nilai k .....	54
Gambar 4.28 Terminal klasifikasi.....	55
Gambar 4.29 Tampilan Awal GUI.....	55

Gambar 4.30 Pengujian Citra Mentah 1.jpg.....	56
Gambar 4.31 Pengujian Citra Mentah 2.jpg.....	57
Gambar 4.32 Pengujian Citra Mentah 3.jpg.....	58



**DAFTAR RUMUS**

Rumus 2.1 Jarak Euclidean Distance .....	16
Rumus 4.1 Menghitung Tingkat Akurasi.....	62
Rumus 4.2 Implementasi Tingkat Akurasi.....	62



**SEGMENT PROGRAM**

Segmen Program 4.1 Proses Resize .....	63
Segmen Program 4.2 Proses Segmentasi .....	64
Segmen Program 4.3 Proses Pembuatan Dataset CSV .....	66
Segmen Program 4.4 Proses Klasifikasi Citra .....	67



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A : Surat Penelitian.....	81
Lampiran B : Kartu Bimbingan.....	82



## ABSTRAK

Ahmad Badri Maulana Widat. 2023. **Klasifikasi Kematangan Citra Buah Tomat Berdasarkan Ekstraksi Fitur Warna Menggunakan Metode K-NN**. Skripsi, Program Studi Teknologi Informasi, Universitas Ibrahimy. Pembimbing ; (I) Ach. Bajuri, M.Kom, (II) Farihin Lazim, M.Tr. T.

Tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat, kematangan tomat memainkan peran penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan produk tomat. Proses kematangan tomat hanya memakan waktu yang singkat. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan metode K-NN untuk melakukan klasifikasi kematangan buah tomat berdasarkan ekstraksi fitur warna. Pada proses klasifikasi tingkat kematangan buah tomat ini memakai 150 dataset dari 3 kelas kematangan yang berbeda yaitu 50 matang, 50 mengkal dan 50 mentah. Dari 150 dataset tadi dibagi menjadi 90 data latih dan 60 data uji. Hasil klasifikasi menggunakan K-NN menunjukkan nilai optimal yaitu  $k=5$  dengan akurasi 98.33%.

**Kata Kunci : K-Nearest Neighbor (K-NN), Klasifikasi Kematangan, Ekstraksi Fitur Warna.**

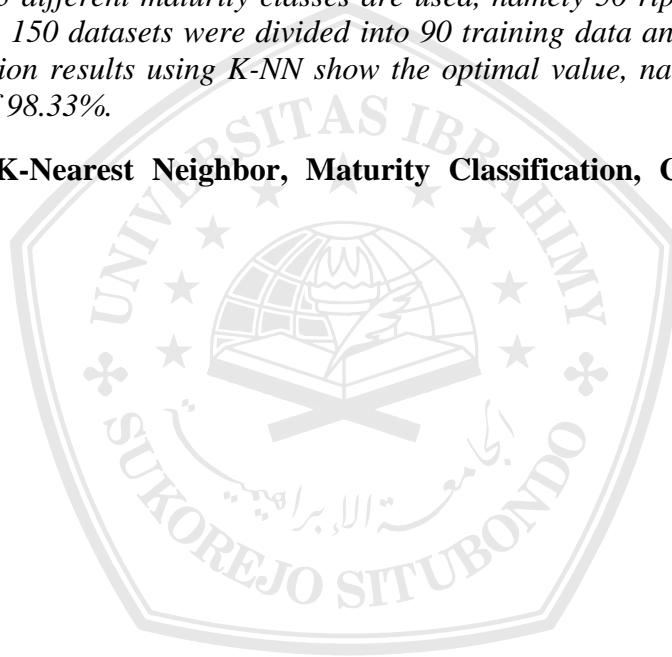


**ABSTRACT**

Ahmad Badri Maulana Widat. 2023. **Classification of Tomato Fruit Image Ripeness Based on Color Feature Extraction Using the K-NN Method.** Thesis, Information Technology Study Program, Ibrahimi University. Mentor ; (I) Ach. Baijuri, M.Kom, (II) Farihin Lazim, M.Tr. T.

*Tomatoes are a vegetable commodity that has high economic value and is widely consumed by the public. Tomato ripeness plays an important role in determining the quality and durability of tomato products. The process of ripening tomatoes only takes a short time. To overcome this problem, researchers used the K-NN method to classify tomato fruit ripeness based on color feature extraction. In the process of classifying the maturity level of tomatoes, 150 datasets from 3 different maturity classes are used, namely 50 ripe, 50 ripe and 50 unripe. The 150 datasets were divided into 90 training data and 60 test data. The classification results using K-NN show the optimal value, namely  $k=5$  with an accuracy of 98.33%.*

**Keywords : K-Nearest Neighbor, Maturity Classification, Color Feature Extraction.**



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Tomat (*Solanum lycopersicum*) adalah salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan banyak dikonsumsi oleh Masyarakat, Kematangan tomat memainkan peran penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan produk tomat. Kematangan pada buah tomat dapat dilihat dari perubahan warna pada buah, Semakin matang buah tomat komposisi warna merah lebih dominan daripada komposisi warna hijau pada kulit tomat. Tomat sudah menjadi kebutuhan pokok penunjang pangan di Indonesia akan tetapi cara mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah tomat yang dilakukan disuatu industri masih banyak menggunakan cara manual. Cara manual dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi [1].

Pada umumnya, klasifikasi kematangan tomat dilakukan secara visual oleh para ahli atau petani berdasarkan pengalaman mereka. Namun, metode ini cenderung subjektif, tergantung pada penilaian individual, dan dapat memakan waktu yang lama untuk proses pemilahan yang besar. Oleh karena itu, penelitian dalam pengembangan metode klasifikasi kematangan tomat yang efektif dan akurat sangatlah penting. Karena hasil seleksi manual kurang memuaskan, perlu metode untuk memilih dan mengklasifikasi tomat dengan baik [2].

Kematangan tomat adalah faktor kunci yang mempengaruhi kualitas dan daya tarik produk tomat. Identifikasi kematangan tomat secara manual dapat menjadi

tugas yang memakan waktu dan rentan terhadap subjektivitas manusia. Oleh karena itu, pengembangan metode otomatis untuk mengklasifikasikan kematangan tomat menjadi penting dalam industri pertanian dan pengolahan makanan. Klasifikasi kematangan tomat dapat membantu petani dan produsen dalam mengontrol proses panen, penyimpanan, dan distribusi tomat. Dengan kemampuan untuk secara otomatis membedakan antara tomat yang mentah, mengkal, matang dan busuk, efisiensi operasional dapat ditingkatkan dan hasil akhir yang lebih konsisten dapat dicapai. Warna adalah salah satu indikator visual yang kuat untuk menentukan kematangan buah tomat. Proses ekstraksi warna bertujuan untuk mengekstrak informasi warna dari citra digital buah tomat. Dalam konteks klasifikasi kematangan tomat, ekstraksi warna menjadi langkah kunci dalam mengidentifikasi pola-pola yang berkaitan dengan tingkat kematangan.

Didalam industri pengolahan hasil pertanian dan perkebunan sangat berkembang pesat. Salah satu tahap dalam proses pengolahan hasil perkebunan adalah pemilihan produk berdasarkan kualitasnya (misalnya tingkat kematangan buah). Proses pemilihan produk hasil pertanian dan perkebunan umumnya sangat bergantung pada persepsi manusia terhadap komposisi warna yang dimiliki citra (buah-buahan) [3]. Oleh karena itu, penggunaan teknologi pengolahan citra digital menjadi semakin penting dalam pemantauan kematangan buah, termasuk tomat.

Proses kematangan tomat hanya memakan waktu yang singkat [4]. Oleh karena itu, tingkat klasifikasi kematangan buah tomat sangat penting. Tujuan

klasifikasi adalah untuk mendeskripsikan kelas yang telah ditentukan untuk setiap instance tertentu. Dengan melakukan ini, kita dapat memahami bagaimana data dapat digunakan untuk memprediksi perilaku kasus baru. Untuk mengatasi masalah ini, pengembangan teknologi informasi memungkinkan identifikasi kematangan buah dengan bantuan komputer [5].

Tomat yang akan peneliti klasifikasi adalah jenis tomat mawar, tomat mawar merupakan jenis tomat belimbing kualitas unggul produksi Bintang asia. Tomat jenis ini cocok dibudidayakan di daerah dataran rendah hingga dataran tinggi. Jenis ini tergolong tanaman tomat yang tahan terhadap serangan penyakit layu bakteri. Tomat mawar berbentuk beruas-ruas seperti buah belimbing, jika dilihat dari sisi atas buahnya, tomat ini mirip seperti mawar, karena itu disebut tomat mawar. Berwarna oranye hingga merah ketika matang, tomat mawar memiliki ruang biji yang beruas-ruas. Ukuran buah tomat lumayan besar, namun agak tipis. Memiliki rasa cenderung asam, tomat yang disebut juga dengan tomat keriting ini cocok untuk membuat sambal, campuran salad dan tambahan pada olahan sayuran. Tomat mawar juga sering dijumpai di Indonesia [6].

Salah satu pendekatan yang berkembang dalam pengolahan citra digital adalah ekstraksi fitur warna, yang memungkinkan identifikasi kematangan berdasarkan perbedaan warna pada buah. Metode yang akan peneliti gunakan dalam mengklasifikasi tingkat kematangan buah tomat adalah algoritma *K-Nearest Neighbor*. Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) merupakan metode klasifikasi data yang cukup sederhana dengan tingkat akurasi yang tinggi yaitu bekerja berdasarkan pada jarak terdekat dari data *training* ke data *testing* dengan

penghitungan jarak *Euclidean Distance* [7]. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem untuk mengklasifikasikan tingkat kematangan buah tomat berdasarkan ekstraksi fitur warna menggunakan metode K-NN. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pemantauan kematangan buah tomat, serta membantu dalam pengambilan keputusan terkait manajemen pasokan dan pemasaran produk. Peneliti menambahkan fitur warna yang digunakan tidak hanya dengan 1 fitur warna saja, akan tetapi memakai 2 fitur warna yakni fitur warna RGB & HSV.

Salah satu indikator untuk menentukan kematangan tomat yang dipakai adalah warna buah yang mentah, mengkal, dan matang. Untuk mendeteksi tiga jenis ciri-ciri kematangan buah tersebut, dapat dilakukan dengan memanfaatkan pengolahan citra menggunakan metode K-NN (*K-Nearest Neighbor*).

### 1.2 Identifikasi Masalah

Melihat latar belakang di atas, ditemukan permasalahan dalam penelitian ini, yaitu :

- a. Mengklasifikasi kematangan buah tomat dengan menggunakan ekstraksi warna memakai 2 fitur warna.
- b. Seberapa akurat metode K-NN dalam proses pengolahan citra digital untuk mengklasifikasi kematangan buah tomat.

### 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Merancang dan membuat perangkat lunak yang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan buah tomat dengan ekstraksi 2 fitur warna RGB dan HSV.
- b. Menerapkan metode K-NN dalam melakukan pengolahan citra digital untuk mengklasifikasi kematangan buah tomat.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Pentingnya untuk membatasi permasalahan ini, dengan beragamnya faktor yang mendasari pembuatan laporan tugas akhir ini, peneliti memberi batasan sebagai berikut:

- a. Penelitian ini tertuju untuk mengetahui tingkat kematangan buah tomat berdasarkan ekstraksi fitur warna RGB dan HSV.
- b. Citra mentah, mengkal, dan matang adalah jenis citra yang diklasifikasi untuk menentukan kriteria tingkat kematangan.

#### **1.5 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah :

- a. Merancang dan membuat perangkat lunak untuk melakukan klasifikasi kematangan buah tomat dengan memanfaatkan proses pengolahan citra digital.
- b. Mengukur seberapa akurat penggunaan metode K-NN dalam melakukan klasifikasi kematangan buah tomat.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan akan diperoleh dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

- a. Peneliti dapat langsung memanfaatkan informasi yang diperolehnya selama kuliah berkat pengalaman berharga yang diberikan oleh penelitian ini.
- b. Semoga dengan adanya penelitian ini, Petani dan Pedagang dapat mengklasifikasi tingkat kematangan buah tomat secara akurat agar dapat menyimpan tomat dengan tingkat kematangan yang berbeda di lokasi yang sesuai untuk memastikan pasokan tomat segar dan sesuai permintaan pasar.

## 1.7 Metode Penelitian

Salah satu hal penting dalam melakukan penelitian adalah perumusan metode penelitian. Metode penelitian sendiri adalah langkah-langkah yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data atau informasi untuk diolah dan dianalisis untuk mencapai tujuan.

### 1.7.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penulis adalah metode penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif digunakan untuk meneliti suatu obyek, dengan penulis yang berperan sebagai instrument kunci. Obyek yang diteliti tidak dimanipulasi oleh peneliti dan kehadiran peneliti tidak mempengaruhi dinamika pada obyek tersebut. Penelitian kualitatif bisa dipahami sebagai prosedur riset yang

memanfaatkan data deskriptif, berupa kata-kata tertulis atau lisan dari orang-orang dan pelaku yang dapat diamati.

### 1.7.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam rangka mendapatkan data-data yang dibutuhkan bagi kegiatan penelitian ini, maka data-data yang berada di lapangan dikumpulkan dengan beberapa cara sebagai berikut :

#### a. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan wawancara dengan para petani terkait kematangan buah tomat yang akan/sudah dipanen. Selanjutnya diperoleh dari data yang dikumpulkan berupa foto-foto, yang kemudian diteliti untuk dijadikan sumber data dan diterapkan pada program yang dikembangkan. Data diambil dengan menggunakan kamera Samsung A20s dengan resolusi 13 *megapiksel* dengan jarak 5 cm menggunakan kardus agar dapat mengendalikan sumber cahaya sehingga intensitas dan arah cahaya tetap konsisten, menghasilkan pencahayaan yang seragam di seluruh objek.

#### b. Studi Pustaka

Peneliti menambahkan teknik pengumpulan data melalui studi kepustakaan dengan cara menggali informasi dari publikasi yang berkaitan dengan penulisan, serta mencari data dan informasi dari jurnal dan lain-lain sebagai bahan referensi untuk menambah literature yang berkaitan dengan penelitian.

### 1.7.3 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah *Water Fall Model*. *Waterfall* adalah model yang sederhana dengan aliran sistem linier. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

- a. *Software Engineering*, adalah suatu usaha untuk mentahapkan proses rekayasa perangkat lunak.
- b. *Analisis*, adalah kegiatan dalam mengidentifikasi berbagai kebutuhan perangkat lunak untuk menentukan spesifikasi fungsi sistem, kinerja sistem dan kendala sistem.
- c. *Design*, tahapan ini merupakan tahapan penerjemahan dari keperluan atau data yang telah dianalisis kedalam bentuk yang lebih mudah dimengerti oleh pengguna.
- d. *Coding*, impelementasi dari design yang menjadi bentuk yang dimengerti oleh mesin computer.
- e. *Testing*, pengetesan memfokuskan pada logika internal dari perangkat lunak, fungsi internal dan mencari segala kemungkinan kesalahan serta memeriksa apakah sesuai dengan hasil yang diharapkan.
- f. *Maintenance*, penerapan secara keseluruhan disertai pemeliharaan jika terjadi perubahan struktur baik dari segi software maupun hardware.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

##### **“Klasifikasi Tingkat Kematangan Apel Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma *K-Nearest Neighbor* dan Ekstraksi Warna HSV”**

Apel merupakan salah satu buah-buahan yang memiliki banyak penggemar dengan kandungan buah seperti tinggi serat, vitamin C, dan berbagai macam antioksidan. Satu buah apel diketahui mengandung 95 kalori, yang sebagian besarnya berasal dari kandungan karbohidrat di dalamnya. Meski tinggi kalori, apel merupakan buah yang bebas lemak, natrium, dan kolesterol. Buah ini juga kaya air karena 86 persen kandungan apel adalah air oleh karena itu akan sangat berguna bila dilakukan sebuah penelitian yang dapat membantu penggemar buah apel ini apakah sudah mencapai tingkat kematangan yang layak untuk dimakan melalui warna kulit luarnya.

Hasil prediksi dengan target yang telah ditentukan menghasilkan hasil yang serupa atau sama sehingga dapat diberikan keterangan bahwa hasil percobaan dengan menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor* telah menghasilkan model yang sesuai karena telah menghasilkan target sesuai yang diharapkan. Kemudian diperlukan adanya evaluasi model yang telah dibuat untuk dapat mengetahui seberapa baik akurasi dari klasifikasi yang dilakukan dengan algoritma tersebut maka dengan metode hold out estimation dilakukan proses evaluasi model dan dari percobaan tersebut didapatkan bahwa hasil evaluasi yang mendekati sempurna karena accuracy yang didapatkan sebesar 95% lalu untuk sensitivity

hasil yang didapatkan sebesar kurang lebih 95% dan hasil specificity yang mendapat nilai sempurna sebesar 100.

Berdasarkan hasil penelitian yang kami lakukan dengan menggunakan 20 data testing yang kami tes dengan menggunakan dataset yang diujikan sebanyak 19 citra apel matang dan 1 citra apel belum matang untuk memprediksi serta melakukan pengetesan terhadap model klasifikasi yang telah dibuat maka didapatkan hasil bahwa seluruh citra yang kami ujikan menghasilkan prediksi hasil yang sama dengan target sehingga hasilnya sesuai dengan target percobaan dataset tersebut [8].

#### **“Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN”**

Penelitian ini membahas terkait bagaimana melakukan klasifikasi kematangan buah mangga berdasarkan fitur HSV citra menggunakan metode KNN. Tujuan penelitian ini adalah mengklasifikasi kematangan buah mangga berdasarkan fitur HSV menggunakan KNN.

Pengambilan citra dilakukan dengan menggunakan kotak yang memiliki warna latar putih (background). Warna latar putih bertujuan untuk mempermudah proses ekstraksi ciri di mana warna latar tidak mempengaruhi nilai dari masing-masing nilai ciri citra. Hasil klasifikasi citra merupakan data testing yang sudah diproses dalam sistem klasifikasi berdasarkan ciri masing-masing citra dengan 10 nilai jarak yang berbeda-beda. Dilakukan menggunakan 40 data testing dengan masing-masing kelas memiliki 10 citra asli. Setelah itu akan dilakukan hitung manual untuk menentukan tingkat akurasi dari masing-masing jarak/nilai k. Hasil

klasifikasi pada citra mangga dengan nilai  $k=1$ , nilai akurasinya 56%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan nilai  $k=2$ , nilai akurasinya 80%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=3$ , nilai akurasinya 78%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=4$ , nilai akurasinya 53%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=5$ , nilai akurasinya 48%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=6$ , nilai akurasinya 45%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=7$ , nilai akurasinya 48%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=8$ , nilai akurasinya 53%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=9$ , nilai akurasinya 43%. Hasil klasifikasi pada citra mangga dengan  $k=10$ , nilai akurasinya 48%. Akurasi yang didapatkan dari pengujian data testing memiliki nilai akurasi tertinggi 80 % dengan jarak  $k=2$ . Sehingga bisa digunakan sebagai acuan dalam melakukan klasifikasi menggunakan metode KNN, nilai K terbaik adalah 2.

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan penerapan metode K-NN dapat diterapkan dengan baik dalam sistem klasifikasi kematangan mangga berdasarkan warna HSV. Akurasi yang didapatkan dari pengujian data testing memiliki rata-rata akurasi 55 % dengan jarak antara  $k=1-10$ . Menggunakan data training sebanyak 129 mangga dan data testing sebanyak 40 mangga dengan masing-masing kelas yakni kelas mentah, kelas cukup, kelas matang, dan kelas sangat matang. Sehingga Sistem klasifikasi kematangan buah mangga berdasarkan ekstraksi fitur warna HSV menggunakan metode K-Nearest Neighbors (KNN) tersebut layak untuk digunakan sebagaimana mestinya [9].

**“Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna”**

Belimbing merupakan salah satu buah yang tidak jarang ditemukan di suatu pasar tradisional maupun pinggir jalan sekalipun lebih tepatnya di kota Depok, karena Depok merupakan kota belimbing. Belimbing juga memiliki nilai jual di Indonesia dan memiliki porsi pasar yang cukup luas. Dapat dikatakan bahwa buah belimbing banyak dikonsumsi dan digemari oleh penduduk di Indonesia, juga memiliki daya tarik dan daya saing.

Salah satu cara untuk membedakan tingkat kematangan belimbing dalam bidang informatika yaitu dengan mengenali ciri dari belimbing tersebut menggunakan pengolahan citra. Pada penelitian ini digunakan Algoritma klasifikasi K-Nearest Neighbor (KNN) dan dengan menggunakan ekstraksi ciri HSV (hue, saturation, value) untuk mendapatkan ciri dari tingkat kematangan belimbing.

Pada penelitian ini, menggunakan buah belimbing berjenis belimbing dewi sebanyak 15 buah dalam pengambilan data. Dari 15 buah belimbing terdapat 5 belimbing mentah, 5 belimbing setengah matang, dan 5 belimbing matang. Proses pengambilan citra dilakukan 5 kali setiap buah dengan cara memutar buah belimbing sesuai dengan sisi nya, jumlah citra yang diambil sebanyak 75 citra yang terdiri dari 25 citra belimbing mentah, 25 citra belimbing setengah matang, dan 25 citra belimbing matang. Pengambilan citra diperoleh dari kamera handphone di kejauhan 20 cm dari buah belimbing yang merupakan objek penelitian.

Hasil ekstraksi ciri sebanyak 60 data training di kelompokkan menjadi 20 data citra belimbing mentah, 20 data citra belimbing setengah matang, dan 20 data

citra belimbing matang. Data testing yang digunakan sebanyak 15 data yang dibagi menjadi 5 data citra belimbing mentah, 5 data citra belimbing setengah matang, dan 5 data citra belimbing matang.

Hasil klasifikasi KNN mempresentasikan bahwa akurasi dari nilai  $k=1$ ,  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$ , Didapatkan hasil optimal yaitu  $k=7$ , dengan akurasi = 93.33% dan dengan nilai rata-rata akurasi yaitu 82.66%, Hasil evaluasi sistem diatas menunjukkan kenaikan akurasi terhadap peningkatan nilai K. Tetapi ada penurunan pada  $K=9$  yang nilainya sama dengan  $K=5$ .

Kesimpulan yang baik dari ekstraksi ciri HSV dapat klasifikasikan oleh algoritma KNN, dari penelitian yang dibuat ini algoritma KNN dengan jarak  $K=7$  dapat mengklasifikasikan ciri HSV pada citra buah belimbing dengan keakuratan sebesar 93.33%. Bisa dibilang pada penelitian ini semakin tinggi nilai K maka semakin meningkat nilai akurasi, walaupun terjadi penurunan akurasi pada nilai  $K=9$  [10].

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Klasifikasi

Klasifikasi adalah penyusunan bersistem dalam kelompok atau golongan menurut kaidah atau standar yang ditetapkan. Secara harfiah bisa pula dikatakan bahwa klasifikasi adalah pembagian sesuatu menurut kelas-kelas. Menurut ilmu pengetahuan, klasifikasi adalah proses pengelompokan benda berdasarkan ciri-ciri persamaan dan perbedaan.

Klasifikasi merupakan suatu proses untuk menemukan sekumpulan model maupun fungsi yang menjelaskan dan membedakan data kedalam kelas-kelas

tertentu, dengan tujuan menggunakan model tersebut dalam menentukan kelas dari suatu objek yang belum diketahui kelasnya. Ada 2 proses dalam klasifikasi, yaitu proses *learning/training* melakukan pembangunan model menggunakan data *training*. Proses *testing* melakukan tes terhadap data *testing* menggunakan model yang telah diperoleh dari proses *training* [11].

### 2.2.2 Kematangan

Kematangan adalah keadaan morfologi dan fisiologi tertentu pada buah yang memungkinkannya dapat dikonsumsi atau siap untuk menjalankan fungsi reproduksinya.

Tingkat kematangan dapat dilihat dari beberapa aspek seperti ukuran, berat, ciri warna, aroma buah, dan faktor lainnya. Salah satu unsur penting dalam menentukan kematangan buah adalah kriteria warna kulit buah. Klasifikasi kematangan buah biasanya dibagi menjadi 3 yaitu, mentah, mengkal (setengah matang), matang [12].

### 2.2.3 Citra Digital

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra [13]. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata manusia, kamera dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam [14]. Foto hasil cetak dari printer tidak dapat disebut sebagai citra digital, namun foto

yang tersimpan dalam *file* gambar (bmp, jpg, png atau format lainnya) pada komputer dapat disebut sebagai citra digital [15].

#### 2.2.4 Buah Tomat

Tomat atau rangam (*solanum lycopersicum*) adalah tumbuhan dari keluarga Solanaceae, tumbuhan asli Amerika Tengah dan Selatan, dari Meksiko sampai Peru. Tomat merupakan tumbuhan siklus hidup singkat, dapat tumbuh setinggi 1 sampai 3 meter. Tumbuhan ini memiliki buah berwarna hijau, kuning dan merah yang biasa dipakai sebagai sayur dalam masakan atau dimakan secara langsung tanpa diproses. Tomat memiliki batang dan daun yang tidak dapat dikonsumsi karena masih sekeluarga dengan kentang dan terung yang mengandung alkaloid.

Buah tomat dapat dinikmati dalam berbagai bentuk. Tomat segar dapat dijadikan sebagai sayuran, jus, atau semacam campuran bumbu masak. Buah tomat juga banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri. Buah tomat merupakan buah yang sangat kompleks warnanya dalam menentukan kematangannya, tomat memiliki 3 warna, yaitu warna merah ketika matang, kuning ketika setengah matang dan hijau ketika mentah [16].

#### 2.2.5 Fitur Ekstraksi

Fitur adalah objek yang memiliki karakteristik atau sifat. Ekstraksi fitur merupakan proses pengambilan nilai fitur atau ciri dari sebuah gambar. Ekstraksi fitur warna dilakukan dengan menghitung rata-rata setiap komponen *red*, *green* dan *blue* pada citra. Hasil perhitungan mean RGB dari data latih dan uji digunakan sebagai inputan pada proses klasifikasi.

### 2.2.6 K-Nearest Neighbor (K-NN)

Algoritma *K-Nearest Neighbor* (KNN) dapat didefinisikan berdasarkan namanya dimana K melambangkan sejumlah nilai tetangga terdekat (*Nearest Neighbor*) yang digunakan untuk mengidentifikasi kemiripan sebuah titik baru dengan titik tetangganya. Algoritma *K-Nearest Neighbor* (K-NN) merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut [17].

Data pembelajaran digambarkan ke ruang berdimensi banyak dengan tiap-tiap dimensi mewakili tiap ciri/fitur dari data. Klasifikasi data baru dilakukan dengan mencari label  $k$  tetangga terdekat. Label terbanyak yang muncul menjadi label data baru. Bila  $k = 1$ , data baru dilabeli dengan label tetangga terdekat. Jarak yang biasa dipakai adalah jarak Euclidean dengan rumus :

$$(x, y) = \sqrt{\sum p (xi - yi)^2} \quad 2.1$$

Keterangan :

$d(x,y)$  : Jarak data latih dan uji,

$x_i$  : Data latih,

$y_i$  : Data uji,

$i$  : Variabel data,

$p$  : Dimensi data.

### 2.2.7 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah salah satu cabang ilmu komputer yang berkuat pada usaha untuk melakukan transformasi suatu citra menjadi citra lain dengan menggunakan teknik tertentu.

Pengolahan citra merupakan suatu metode atau teknik yang dapat digunakan untuk memproses citra atau gambar dengan cara memanipulasinya menjadi data citra yang diinginkan untuk mendapatkan informasi tertentu. Sistem pengolahan citra memberikan kemudahan untuk memproses suatu citra.

Pengolahan citra digital adalah salah satu bentuk pemrosesan informasi dengan inputan berupa citra (image) dan keluaran yang juga berupa citra atau dapat juga bagian dari citra tersebut. Tujuan dari pemrosesan ini adalah memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia atau mesin komputer [18].

### **2.3 Perangkat Lunak Yang Digunakan**

Alat yang digunakan untuk membuat suatu aplikasi disebut program penunjang. Pemberdaya tertentu digunakan untuk membuat suatu aplikasi.

#### **a. Python**

Python adalah bahasa pemrograman yang diinterpretasikan, berorientasi objek, dan memiliki semantik dinamis. Struktur data tingkat tinggi bawaan, dikombinasikan dengan pengetikan dinamis dan pengikatan dinamis, membuat Python sangat menarik untuk pengembangan aplikasi cepat dan sebagai bahasa scripting atau penghubung untuk menghubungkan komponen yang ada. Sintaks Python yang sederhana dan mudah dipelajari menekankan keterbacaan, sehingga mengurangi biaya pemeliharaan program. Python mendukung modul dan paket, yang mendorong modularitas program dan penggunaan kembali kode. Interpretasinya dan perpustakaan standar yang luas tersedia dalam bentuk sumber

atau biner tanpa biaya untuk semua platform utama dan dapat didistribusikan secara bebas [19].

#### **b. Library OpenCv**

OpenCv adalah pustaka pengolahan citra yang paling populer di dunia, yang menyediakan berbagai tutorial dan contoh penggunaan untuk pemula hingga tingkat lanjut. Pustaka ini mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti C++, Python, dan Java, serta berbagai model pembelajaran mesin dan deep learning untuk tugas-tugas seperti klasifikasi gambar dan deteksi objek [20].

#### **c. Visual Studio Code**

Visual Studio Code adalah sebuah teks editor ringan dan handal yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi multiplatform, yang artinya aplikasi VS Code dapat digunakan pada sistem operasi Linux, Mac os dan Windows. VS Code bersifat open source, hal ini juga yang membuat VS Code menjadi favorit para pengembang aplikasi, karena mereka dapat ikut serta dalam proses pengembangan Visual Studio Code.

Visual Studio Code adalah editor coding gratis yang membantu Anda memulai coding dengan cepat. Gunakan untuk membuat kode dalam bahasa pemrograman apa pun, tanpa berpindah editor. Visual Studio Code memiliki dukungan untuk banyak bahasa, termasuk Python, Java, C++, JavaScript, dan banyak lagi [21].

## BAB III

### ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pendekatan wawancara dengan para petani di daerah Cermee Bondowoso terkait kematangan buah tomat yang akan/sudah dipanen. Selanjutnya diperoleh data yang dikumpulkan berupa foto-foto, yang kemudian diteliti untuk dijadikan sumber data dan diterapkan pada program yang dikembangkan.

Data diambil dengan menggunakan kamera Samsung A20s dengan resolusi 13 megapiksel dengan jarak 5 cm menggunakan kardus sebagai penutup agar dapat mengendalikan sumber cahaya sehingga intensitas dan arah cahaya tetap konsisten, menghasilkan pencahayaan yang seragam di seluruh objek.

Ada total 150 dataset yang dikumpulkan dengan rincian 50 citra matang, 50 citra mengkal dan 50 citra mentah. Selanjutnya dataset citra dipisah masing-masing diambil 30 citra matang, 30 citra mengkal, 30 citra mentah yang akan dijadikan sebagai data latih untuk pembuatan model klasifikasi dan 20 citra matang, 20 citra mengkal, 20 citra mentah yang akan dijadikan sebagai data testing untuk menguji model klasifikasi yang telah dibuat. Data akan diuji menggunakan library OpenCV dengan model klasifikasi K-NN.

#### 3.2 Preprocessing

Data latih yang dikumpulkan terdiri dari 3 tingkat kematangan yakni matang, mengkal dan mentah. Data tersebut nantinya akan di proses untuk dijadikan sebagai data acuan untuk pembuatan model klasifikasi. Langkah pertama untuk

membuat data acuan dari data latih tersebut adalah mengubah ukuran citra yang awalnya 3088 x 3088 piksel diubah menjadi 500 x 500 piksel guna meringankan proses ekstraksi warna, meningkatkan kinerja algoritma dan mengurangi noise serta detail yang tidak diperlukan.



Selanjutnya dataset yang telah di resize akan di segmentasi, tujuan proses segmentasi ini adalah untuk memisahkan buah dari latar belakang dan elemen tidak relevan lainnya, sehingga analisis warna dapat dilakukan dengan lebih akurat dan konsisten. Dengan isolasi area yang relevan, pengurangan noise dan fokus pada fitur yang bermakna, segmentasi membantu dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi kematangan buah tomat. Hal ini memungkinkan pemanfaatan warna sebagai indikator yang lebih andal untuk menentukan tingkat kematangan buah tomat.

Dibagian preproses ini data latih(data acuan) yang telah diekstrak rata-rata nilainya akan disimpan sebagai dataset berbentuk csv untuk pembuatan model klasifikasi.


### **3.3 Variabel penelitian**

Variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah seperti tabel dibawah ini :

Tabel 3.1 Variabel Citra Buah Tomat

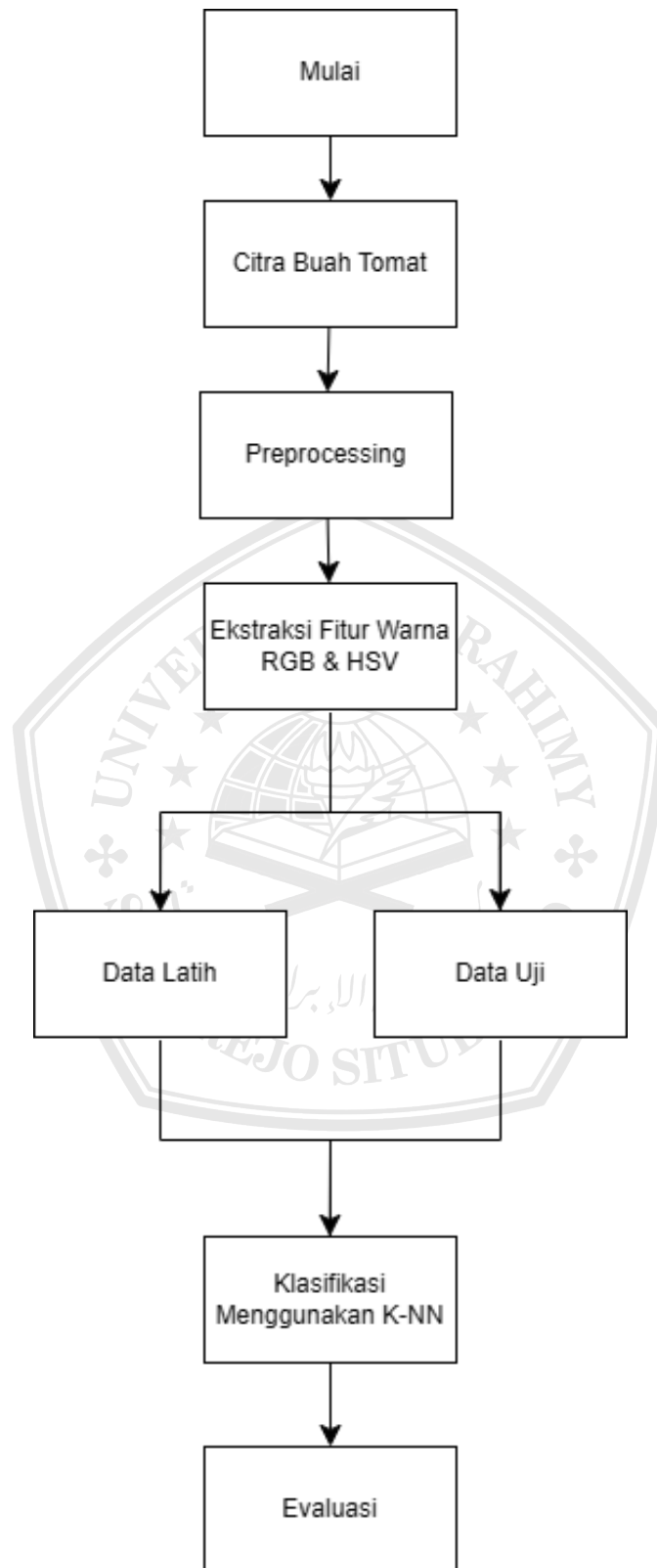
Citra Buah Tomat	Nama Variabel	Definisi Operasi Variabel
	<p>Matang</p>	<p>Tomat matang adalah tomat yang telah mencapai tahap perkembangan penuh. Tomat matang adalah buah yang telah mencapai tahap optimal untuk dikonsumsi, dengan karakteristik warna merah, tekstur lembut dan rasa yang seimbang antara manis dan asam.</p>
	<p>Mengkal</p>	<p>Tomat mengkal adalah tomat yang sedang berada dalam tahap peralihan antar mentah dan matang. Dengan karakteristik warna yang mulai berubah dari hijau ke warna merah muda atau kuning, tergantung varietasnya. Warnanya tidak sepenuhnya merah seperti tomat matang. Tekstur yang lebih lembut dari tomat mentah.</p>

Tabel Lanjutan 3.1 Variabel Citra Buah Tomat

	Mentah	Tomat mentah adalah tomat yang belum mengalami proses pematangan, ditandai dengan warna hijau, tekstur keras, rasa asam dan rendahnya kandungan gula dan likopen. Tomat pada tahap ini belum siap untuk dikonsumsi sebagai buah segar karena belum mencapai rasa, aroma dan tekstur yang diinginkan.
---	--------	--

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data berupa citra buah tomat dari pertanian di daerah Cermee Bondowoso. Setelah data terkumpul maka tahap selanjutnya adalah tahap preprocessing untuk menghasilkan citra yang lebih baik, pada tahap preprocessing tersebut dilakukan 2 proses, yang pertama proses resize (mengubah ukuran citra) dan yang kedua proses segmentasi (menghapus background). Setelah preprocessing selesai maka citra hasil preprocessing akan diekstrak rata-rata nilainya dan digunakan sebagai data acuan untuk pembuatan model klasifikasi. Langkah selanjutnya adalah mengklasifikasi citra buah tomat dengan menggunakan metode K-NN. Tahap akhir dari penelitian ini adalah mengevaluasi hasil klasifikasi. Berikut ini merupakan gambar dari diagram alir penelitian yang dilakukan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN SISTEM

#### 4.1 Hasil Dan Pembahasan

Bagian ini membahas proses dan hasil keakuratan klasifikasi dengan menggunakan metode K-NN yang telah dibuat menggunakan bahasa pemrograman python dan library OpenCv.

##### 4.1.1 Proses Dan Hasil *PreProcessing*

Preprocessing merupakan Langkah pertama yang dilakukan untuk menyiapkan citra sebelum melakukan proses klasifikasi. Tujuan preprocessing ini adalah untuk meningkatkan kualitas citra menjadi lebih baik. Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam melakukan preprocessing :

a. Persiapan dataset

Persiapan dataset adalah langkah paling awal dalam melakukan proses preprocessing. Ada total 150 dataset yang dikumpulkan dengan rincian 50 citra matang, 50 citra mengkal dan 50 citra mentah. Selanjutnya dataset citra dipisah masing-masing diambil 30 citra matang, 30 citra mengkal, 30 citra mentah yang akan dijadikan sebagai data latih untuk pembuatan model klasifikasi dan 20 citra matang, 20 citra mengkal, 20 citra mentah yang akan dijadikan sebagai data testing untuk menguji model klasifikasi yang telah dibuat, jadi dari total 150 citra terbagi menjadi 90 data latih dan 60 data uji. Dataset tersebut berukuran 3088 x 3088 piksel.



Gambar 4.1 Citra tomat matang sebelum preprocessing



Gambar 4.2 Citra tomat mengkal sebelum preprocessing



Gambar 4.3 Citra tomat mentah sebelum preprocessing

b. Proses resize

Pada tahap ini adalah mengubah ukuran citra dari 3088x 3088 menjadi 500 x 500 piksel. Tujuan dari proses resize ini adalah untuk meringankan proses ekstraksi warna, meningkatkan kinerja algoritma dan mengurangi noise serta detail yang tidak diperlukan.

Untuk melakukan proses resize langkah pertama adalah membuka program yang telah dibuat, selanjutnya ubah path ke direktori tempat data yang akan di resize seperti gambar 4.4 dan sesuaikan nilai piksel yang ingin dihasilkan seperti gambar 4.5 dibawah ini.

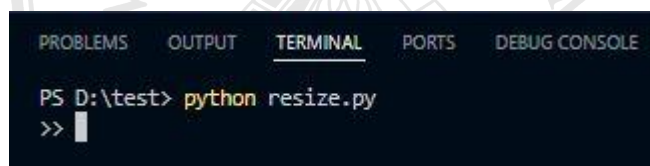
```
# Path ke direktori input dan output
input_dir = r"D:\test\uji"
output_dir = r"D:\test\uji_resize"
```

Gambar 4.4 Path resize

```
def resize_and_save_images(input_dir, output_dir, target_size=(500, 500)):
```

Gambar 4.5 Input nilai piksel

Setelah diubah lalu buka new terminal di visual studio code. Selanjutnya masukan perintah “python resize.py” seperti gambar 4.6 untuk menjalankan program tersebut lalu tekan enter, maka data akan diubah ukurannya sesuai dengan keinginan, pada penelitian ini peneliti memakai nilai 500 x 500 piksel.



```
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL PORTS DEBUG CONSOLE
PS D:\test> python resize.py
>> |
```

Gambar 4.6 terminal visual studio code

Tabel 4.1 dibawah ini merupakan pembacaan citra yang di resize sedang berlangsung, dan akan tersimpan secara otomatis dalam folder baru sesuai dengan perintah didalam program.

Tabel 4.1 Proses resize sedang berlangsung

Gambar 1.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\1.jpg
Gambar 10.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\10.jpg
Gambar 11.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\11.jpg
Gambar 12.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\12.jpg
Gambar 13.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\13.jpg
Gambar 14.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\14.jpg
Gambar 15.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\15.jpg
Gambar 16.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih_resize\matang\16.jpg

Gambar 17.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\17.jpg  
Gambar 18.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\18.jpg  
Gambar 19.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\19.jpg  
Gambar 2.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\2.jpg  
Gambar 20.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\20.jpg  
Gambar 21.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\21.jpg  
Gambar 22.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\22.jpg  
Gambar 23.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\23.jpg  
Gambar 24.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\24.jpg  
Gambar 25.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\25.jpg  
Gambar 26.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\26.jpg  
Gambar 27.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\27.jpg  
Gambar 28.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\28.jpg  
Gambar 29.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\29.jpg  
Gambar 3.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\3.jpg  
Gambar 30.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\30.jpg  
Gambar 4.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\4.jpg  
Gambar 5.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\5.jpg  
Gambar 6.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\6.jpg  
Gambar 7.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\7.jpg  
Gambar 8.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\8.jpg  
Gambar 9.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\matang\9.jpg  
Gambar 1.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\1.jpg  
Gambar 10.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\10.jpg  
Gambar 11.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\11.jpg  
Gambar 12.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\12.jpg  
Gambar 13.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\13.jpg  
Gambar 14.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\14.jpg  
Gambar 15.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\15.jpg  
Gambar 16.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\16.jpg  
Gambar 17.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\17.jpg  
Gambar 18.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\18.jpg  
Gambar 19.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\19.jpg  
Gambar 2.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\2.jpg  
Gambar 20.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\20.jpg  
Gambar 21.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\21.jpg  
Gambar 22.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\22.jpg

Gambar 23.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\23.jpg  
Gambar 24.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\24.jpg  
Gambar 25.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\25.jpg  
Gambar 26.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\26.jpg  
Gambar 27.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\27.jpg  
Gambar 28.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\28.jpg  
Gambar 29.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\29.jpg  
Gambar 3.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\3.jpg  
Gambar 30.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\30.jpg  
Gambar 4.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\4.jpg  
Gambar 5.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\5.jpg  
Gambar 6.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\6.jpg  
Gambar 7.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\7.jpg  
Gambar 8.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\8.jpg  
Gambar 9.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mengkal\9.jpg  
Gambar 1.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\1.jpg  
Gambar 10.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\10.jpg  
Gambar 11.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\11.jpg  
Gambar 12.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\12.jpg  
Gambar 13.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\13.jpg  
Gambar 14.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\14.jpg  
Gambar 15.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\15.jpg  
Gambar 16.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\16.jpg  
Gambar 17.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\17.jpg  
Gambar 18.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\18.jpg  
Gambar 19.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\19.jpg  
Gambar 2.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\2.jpg  
Gambar 20.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\20.jpg  
Gambar 21.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\21.jpg  
Gambar 22.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\22.jpg  
Gambar 23.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\23.jpg  
Gambar 24.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\24.jpg  
Gambar 25.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\25.jpg  
Gambar 26.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\26.jpg  
Gambar 27.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\27.jpg  
Gambar 28.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\28.jpg  
Gambar 29.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\29.jpg

Gambar 3.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\3.jpg  
 Gambar 30.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\30.jpg  
 Gambar 4.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\4.jpg  
 Gambar 5.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\5.jpg  
 Gambar 6.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\6.jpg  
 Gambar 7.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\7.jpg  
 Gambar 8.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\8.jpg  
 Gambar 9.jpg berhasil diubah ukurannya dan disimpan di D:\test\latih\_resize\mentah\9.jpg  
 Proses resize selesai.

Apabila proses resize selesai maka ukuran akan berubah seperti gambar

4.7 dan 4.8 berikut ini

Image	
Image ID	
Dimensions	3088 x 3088
Width	3088 pixels
Height	3088 pixels
Horizontal resolution	96 dpi
Vertical resolution	96 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	
Color representation	
Compressed bits/pixel	

Gambar 4.7 Ukuran citra sebelum resize

Image	
Image ID	
Dimensions	500 x 500
Width	500 pixels
Height	500 pixels
Horizontal resolution	96 dpi
Vertical resolution	96 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	
Color representation	
Compressed bits/pixel	

Gambar 4.8 Ukuran citra setelah resize

c. Proses segmentasi

Selanjutnya dataset yang telah di resize akan di segmentasi, tujuan proses segmentasi ini adalah untuk memisahkan buah dari latar belakang dan elemen tidak relevan lainnya, sehingga analisis warna dapat dilakukan dengan lebih akurat dan konsisten. Dengan isolasi area yang relevan, pengurangan noise dan fokus pada fitur yang bermakna, segmentasi membantu dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi kematangan buah tomat. Hal ini memungkinkan pemanfaatan warna sebagai indikator yang lebih andal untuk menentukan tingkat kematangan buah tomat.

Untuk melakukan proses segmentasi pertama-tama ialah membuka program segmentasi yang telah dibuat, selanjutnya ubah path ke direktori tempat data yang akan disegmentasi seperti gambar 4.9 dibawah ini.

```
# Path folder input dan output
input_folder = r'D:\test\latih_resize\matang'
output_folder = r'D:\test\latih_resize\matang_segmentasi'
```

Gambar 4.9 Path segmentasi

Setelah path disesuaikan lalu buka new terminal di visual studio code dan masukkan perintah “ python segmentasi.py” seperti gambar 4.10, untuk menjalankan proses tersebut lalu tekan enter, maka data akan diproses.

```
PROBLEMS  OUTPUT  TERMINAL  PORTS  DEBUG CONSOLE
PS D:\test> python segmentasi.py
>> |
```

Gambar 4.10 Terminal visual studio code

Tabel 4.2 dibawah ini merupakan pembacaan citra yang di segmentasi sedang berlangsung, dan akan tersimpan secara otomatis dalam folder baru sesuai perintah didalam program.

Tabel 4.2 Proses segmentasi sedang berlangsung

```

Processing D:\test\latih_resize\matang\1.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\1.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\10.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\10.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\11.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\11.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\12.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\12.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\13.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\13.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\14.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\14.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\15.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\15.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\16.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\16.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\17.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\17.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\18.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\18.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\19.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\19.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\2.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\2.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\20.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\20.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\21.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\21.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\22.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\22.jpg

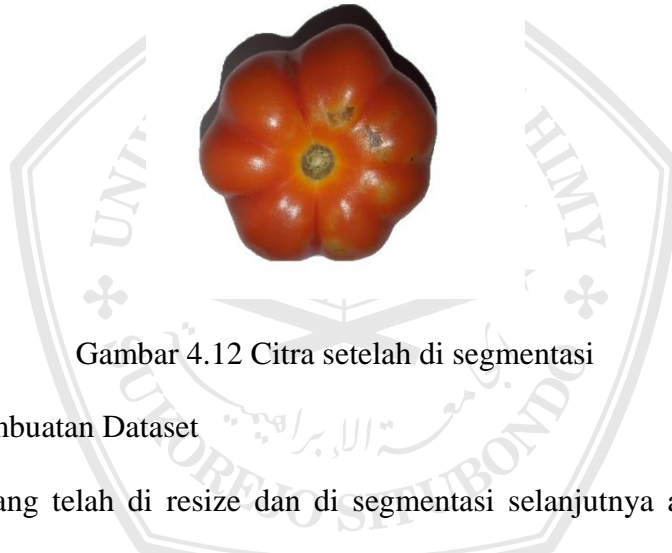
```

```
Processing D:\test\latih_resize\matang\23.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\23.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\24.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\24.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\25.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\25.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\26.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\26.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\27.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\27.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\28.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\28.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\29.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\29.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\3.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\3.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\30.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\30.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\4.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\4.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\5.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\5.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\6.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\6.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\7.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\7.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\8.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\8.jpg
Processing D:\test\latih_resize\matang\9.jpg...
Saved result to D:\test\latih_resize\matang_segmentasi\9.jpg
Proses segmentasi selesai.
```

Apabila proses segmentasi telah selesai maka citra akan berubah seperti gambar 4.11 dan 4.12 dibawah ini.



Gambar 4.11 Citra sebelum di segmentasi



Gambar 4.12 Citra setelah di segmentasi

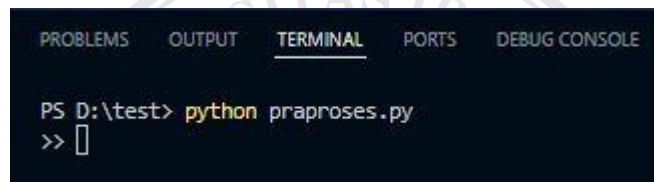
d. Pembuatan Dataset

Data yang telah di resize dan di segmentasi selanjutnya akan di hitung nilai rata-rata RGB dan HSV. Dan hasil dari nilai rata-rata tersebut akan disimpan dalam bentuk CSV untuk dijadikan sebagai data acuan dalam pembuatan model klasifikasi. Untuk membuat dataset dalam bentuk CSV langkah awal adalah membuka program untuk preproses yang telah dibuat, selanjutnya sesuaikan path ke direktori tempat data yang sudah di resize dan di segmentasi berada seperti gambar 4.13 dibawah ini.

```
# Path ke direktori dataset
dataset_dir = r"D:\test\latih_resize"
# Nama kategori kematangan
categories = ["matang_segmentasi", "mangkal_segmentasi", "mentah_segmentasi"]
```

Gambar 4.13 Path preproses

Selanjutnya buka new terminal di visual studio code dan masukan perintah “python praproses.py” seperti gambar 4.14 dibawah untuk menjalankan program tersebut lalu tekan enter, maka program akan secara otomatis menghitung nilai rata-rata RGB dan HSV serta menyimpan dataset dalam bentuk CSV.



```
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL PORTS DEBUG CONSOLE
PS D:\test> python praproses.py
>> █
```

Gambar 4.14 Terminal praproses

Berikut dataset nilai rata-rata RGB dan HSV dalam bentuk CSV yang akan digunakan sebagai data acuan dalam pembuatan model klasifikasi.

Tabel 4.3 Dataset HSV

R_mean	G_mean	B_mean	H_mean	S_mean	V_mean	Label
184.0182	193.8331	219.1954	4.858468	59.04905	219.2086	0
194.2376	199.8763	221.9425	4.134464	49.24752	221.9636	0
197.8605	201.1112	216.9115	13.18219	41.16037	218.1271	0
190.2094	195.9363	218.9473	4.651356	51.60814	218.9636	0
200.0543	205.0699	222.4832	3.216908	43.49418	222.4931	0
171.7236	177.8835	211.1337	5.992208	66.59889	211.1481	0
158.402	167.2465	203.6293	6.086364	78.92156	203.6431	0

Tabel Lanjutan 4.3 Dataset HSV

166.1252	179.2655	213.2601	4.949548	74.92424	213.2742	0
199.9545	203.0442	219.8205	5.078848	41.74547	219.8415	0
190.9483	193.952	214.3637	12.25603	48.32013	215.6567	0
188.2835	193.5291	216.9913	4.457824	53.18603	217.0073	0
179.9178	186.3046	214.1917	4.877124	60.51867	214.2168	0
197.3606	201.2995	220.9722	3.585424	45.80887	220.9834	0
195.5786	201.2865	223.7149	3.867728	48.76201	223.7277	0
195.6996	202.9942	223.2093	3.632712	48.84552	223.2187	0
179.4461	186.8048	215.2204	4.420708	62.41764	215.2318	0
179.6088	186.8299	217.1215	4.434168	62.60401	217.1337	0
180.5678	187.0934	215.8145	4.348692	60.72368	215.827	0
191.2174	196.065	215.0858	4.192804	50.50702	215.0973	0
203.3341	207.1849	224.2832	4.668908	40.93381	224.3049	0
191.7526	196.9568	219.977	4.633468	51.05204	220.0042	0
205.8447	208.2584	223.3588	5.530488	36.53844	223.3845	0
176.4248	182.533	211.9433	4.357128	64.52766	211.9573	0
188.5822	195.4372	218.6755	4.64488	54.10909	218.6868	0
187.9244	191.3385	213.999	13.19495	50.82148	215.3022	0
179.6676	185.9421	213.9838	6.767396	60.29441	214.0105	0
192.186	196.9791	217.4591	9.713848	48.74948	218.2315	0
188.6431	195.8641	220.0317	5.547228	54.19044	220.0668	0
178.0357	186.1607	213.5436	4.424512	63.22224	213.5559	0
189.7346	195.4381	218.4389	4.372608	52.78887	218.461	0

Tabel Lanjutan 4.3 Dataset HSV

187.5761	200.7368	205.4532	15.1405	45.45684	206.7406	1
191.1951	207.02	210.537	8.607904	45.42581	210.726	1
158.1091	185.0935	208.3773	8.05956	83.0033	208.4049	1
170.2439	192.7716	210.0502	7.632928	71.05158	210.0778	1
159.099	186.6655	203.4437	8.895276	80.88581	203.4919	1
179.8546	196.2012	201.2941	14.97218	51.47489	202.2617	1
180.9314	198.7743	201.3477	12.86377	51.18164	202.0453	1
177.9914	194.7018	198.7918	17.16642	53.44387	200.0952	1
144.2485	176.2226	201.1085	9.27108	95.25832	201.1333	1
147.9232	177.9201	201.4666	9.196408	91.51211	201.4973	1
164.4968	189.1721	193.6391	12.05377	64.97246	193.9207	1
182.9292	196.6443	199.467	13.04584	47.84466	200.3758	1
160.6696	184.0022	196.8725	10.12469	73.25678	197.1994	1
162.372	190.2279	194.6606	13.01266	68.11849	195.1981	1
181.7546	201.01	208.801	9.10822	55.85918	209.1797	1
163.0655	188.4571	195.1623	11.91121	68.9515	195.6905	1
160.9865	188.7372	192.7092	14.15416	68.6487	193.3992	1
187.4679	202.8482	210.1194	7.824424	51.3149	210.3642	1
183.6325	200.8015	207.3253	8.8774	52.86656	207.9032	1
169.3794	190.884	196.576	11.27456	62.02214	197.3311	1
184.452	201.2898	207.2598	8.8079	53.05341	207.8865	1
195.8732	208.2279	213.9746	6.616272	44.8847	214.3028	1
197.1566	209.5899	216.0036	6.686184	42.44835	216.2551	1

Tabel Lanjutan 4.3 Dataset HSV

185.7971	201.5139	204.0771	11.87526	49.01796	204.8649	1
187.2438	203.8801	206.5117	9.529476	47.43659	206.8561	1
182.3093	198.0348	204.5475	8.30276	54.07598	204.8707	1
169.2935	191.3196	195.0529	12.09358	61.03252	195.786	1
187.7304	202.727	208.8607	7.897388	49.0818	209.0609	1
173.4945	193.728	199.7654	10.12484	59.77034	200.153	1
184.5389	202.3275	205.7185	9.459372	51.16567	205.9655	1
171.393	193.4152	189.4705	17.01081	50.96424	193.4424	2
182.5001	199.1204	195.4524	15.5332	40.32272	199.1435	2
166.4432	188.6419	185.419	16.6359	52.62464	188.7114	2
167.1246	192.5481	186.1558	19.3251	55.90209	192.5568	2
186.5477	200.167	197.4095	16.6018	36.54798	200.2199	2
173.6356	194.3373	192.2064	15.95198	46.63607	194.4387	2
160.5168	184.59	178.9333	20.33447	54.31227	184.6195	2
170.3317	190.1671	187.0076	16.72754	46.39181	190.2028	2
172.8409	193.1725	191.8996	15.07046	47.15484	193.4096	2
172.5313	191.7276	186.0877	18.10913	46.92663	191.7451	2
159.7726	185.4962	180.3879	19.09833	58.13792	185.5206	2
172.6869	195.5019	191.1286	16.8452	51.22455	195.5225	2
178.692	200.9234	199.4203	14.1068	49.38628	201.0331	2
167.4169	187.4864	183.2157	18.4401	49.08304	187.5469	2
172.029	193.7361	188.1842	17.82501	50.1285	193.7547	2
181.3444	200.4368	195.9538	15.16212	46.10145	200.4487	2

Tabel Lanjutan 4.3 Dataset HSV

162.9418	187.9956	183.2958	18.02442	56.49763	188.0223	2
178.8505	195.1951	192.2836	15.20571	41.49367	195.2451	2
172.1171	191.9758	189.3724	15.9102	47.31735	192.1255	2
164.1816	187.4557	184.9342	17.22512	52.44821	187.4921	2
173.013	194.529	190.4485	17.04004	48.68904	194.5513	2
177.8725	195.9832	192.6865	15.9568	43.67739	196.0106	2
162.3581	187.2289	181.3793	19.45837	56.1966	187.2514	2
178.1145	195.6643	192.2518	15.9465	43.37914	195.6947	2
169.9439	191.6228	185.3694	18.39042	52.60076	191.6393	2
160.6192	184.0188	178.7324	20.18896	53.86418	184.0491	2
183.2679	199.1753	196.0276	15.08116	39.63734	199.2242	2
181.626	199.3927	195.8309	15.27662	42.9687	199.4097	2
159.4743	185.6761	182.536	17.93718	57.41531	185.7217	2
177.9325	196.6916	192.3099	16.23979	45.48862	196.7095	2

#### 4.1.2 Proses Dan Hasil Pengujian Buah Tomat

##### a. Pengujian data tomat matang

Pengujian dilakukan dengan library OpenCV menggunakan model klasifikasi K-NN. Berikut langkah-langkah menjalankan model klasifikasi K-NN :

Langkah pertama adalah membuka program model klasifikasi yang telah dibuat.

Lalu sesuaikan nilai k yang akan digunakan, pada penelitian ini peneliti menggunakan nilai k=5 seperti pada gambar 4.15 dibawah ini.

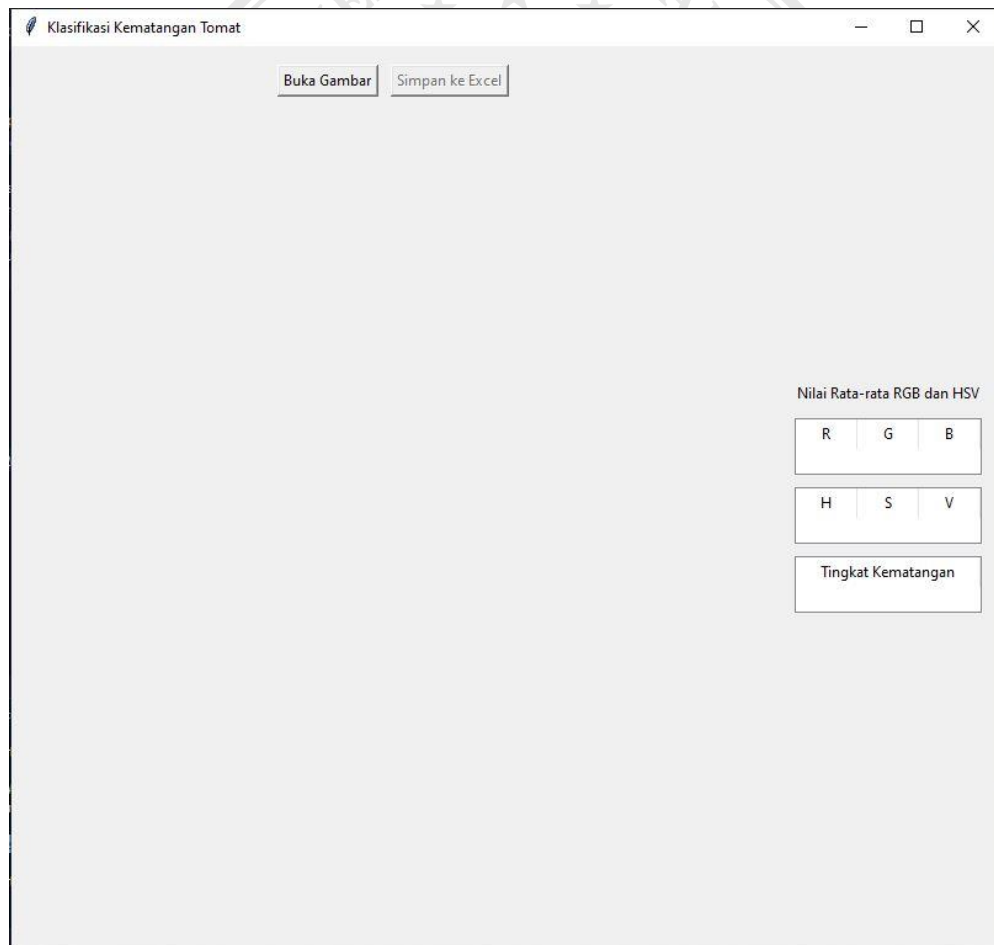
```
# Inisialisasi model KNN  
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
```

Gambar 4.15 Input nilai k

Selanjutnya buka new terminal pada visual studio code dan masukkan perintah “python klasifikasi-gui.py” untuk menjalankan GUI klasifikasi kematangan buah tomat yang telah dibuat, lalu tekan enter.

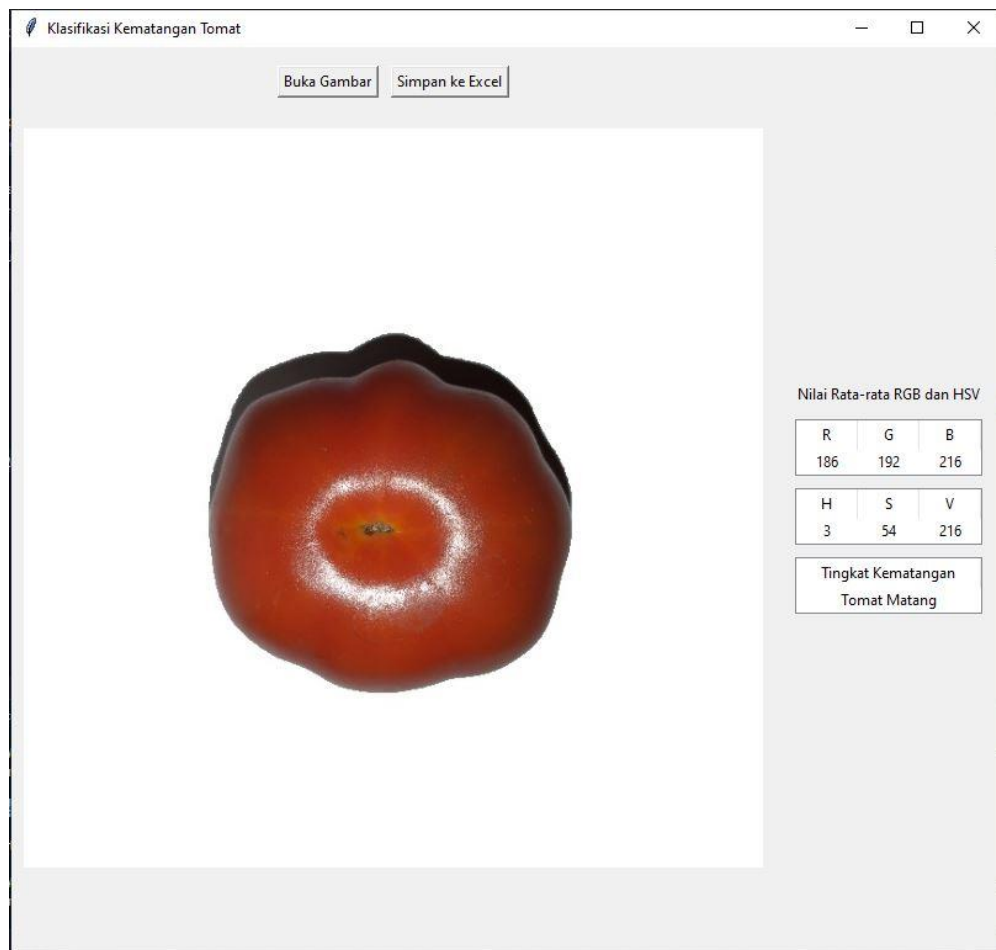
```
PROBLEMS  OUTPUT  TERMINAL  PORTS  DEBUG CONSOLE  
PS D:\test> python klasifikasi-gui.py  
>> █
```

Gambar 4.16 Terminal klasifikasi



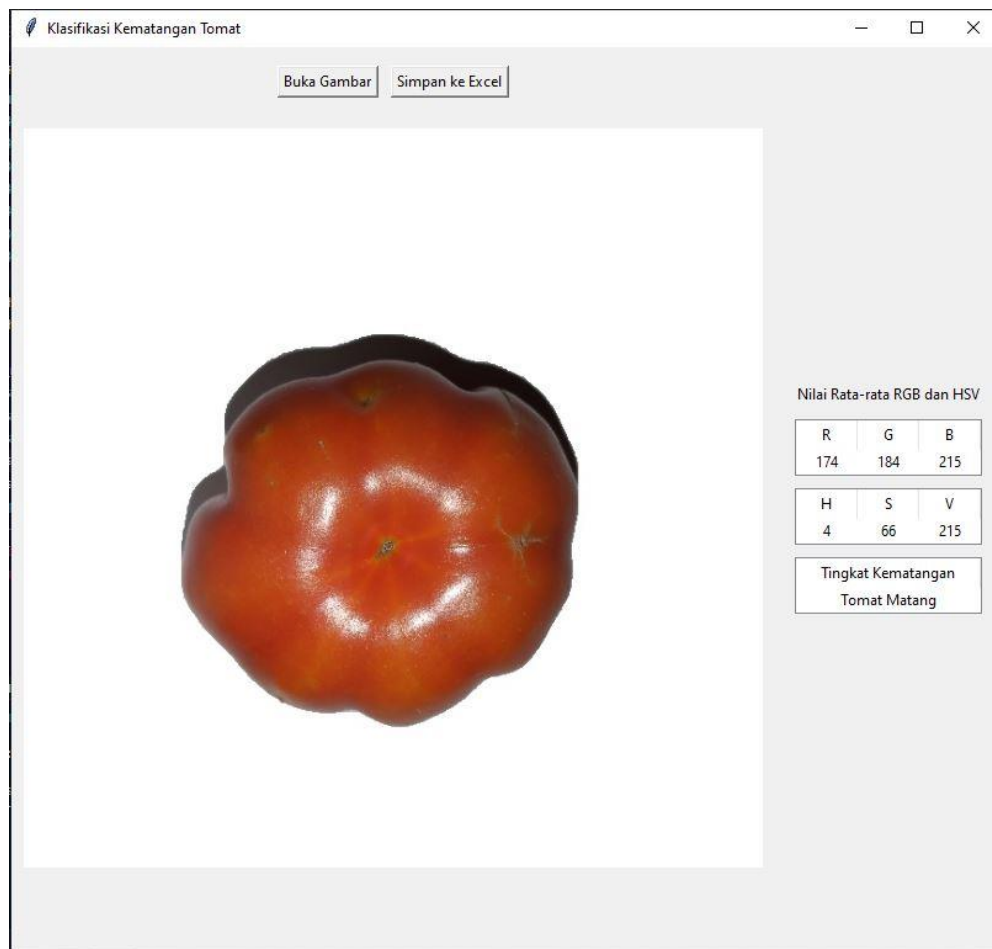
Gambar 4.17 Tampilan Awal GUI

Pada gambar 4.17 diatas merupakan tampilan awal saat program GUI dijalankan. Ada tombol buka gambar untuk membuka citra buah tomat yang akan diklasifikasi dan tombol simpan ke excel untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV citra yang telah diuji ke dalam excel. Serta terdapat juga tabel yang menampilkan nilai citra yang diklasifikasi.



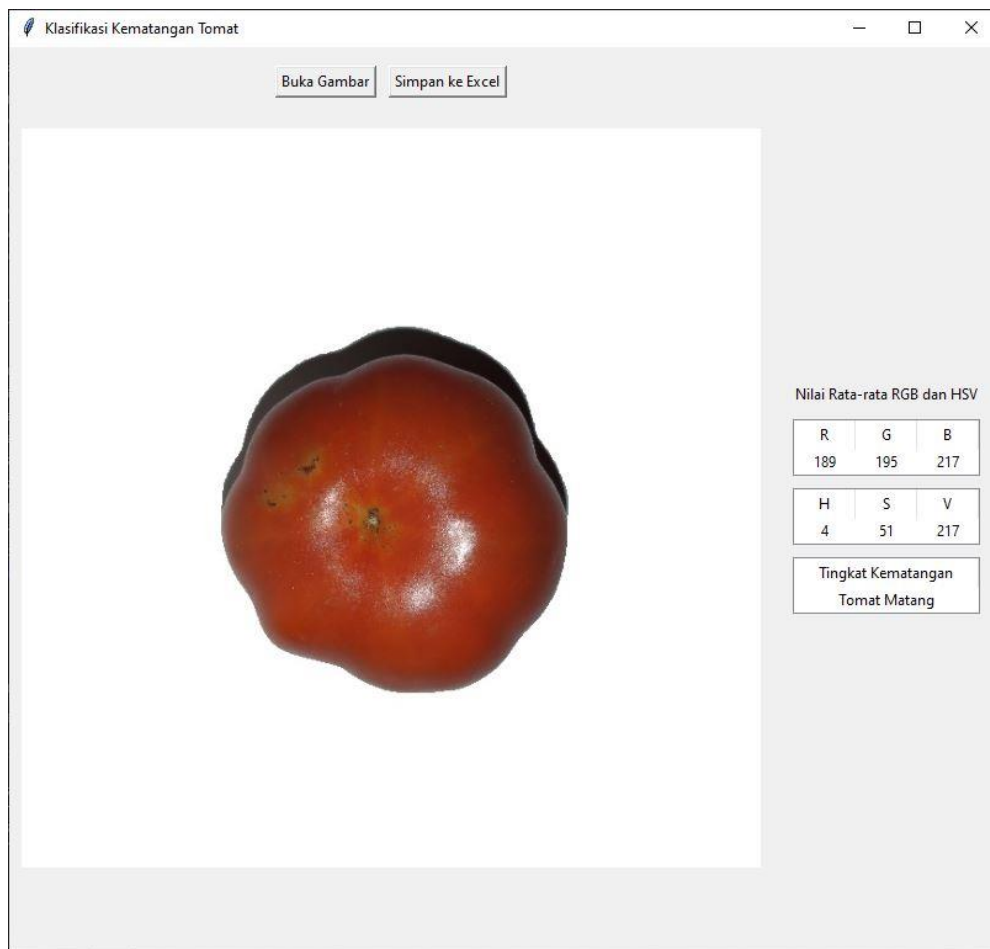
Gambar 4.18 Pengujian Citra Matang 1.jpg

Pada gambar 4.18 merupakan citra matang 1.jpg yang diuji, kemudian klik tombol “simpan ke excel” untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.18 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra matang pada gambar 1.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.19 Pengujian Citra Matang 2.jpg

Pada gambar 4.19 merupakan citra matang 2.jpg yang diuji, kemudian klik tombol "simpan ke excel" untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.19 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra matang pada gambar 2.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.20 Pengujian Citra Matang 3.jpg

Pada gambar 4.20 merupakan citra matang 3.jpg yang diuji, kemudian klik tombol “simpan ke excel” untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.20 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra matang pada gambar 3.jpg dilakukan dengan benar.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan kepada 20 citra matang, dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ . Agar setiap nilai  $k$  diuji dengan kesempatan yang sama, dan dapat membandingkan kinerja model untuk berbagai nilai  $k$  dengan cara yang adil dan akurat. Berikut ini tabel klasifikasi citra matang dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ .

Tabel 4.4 Hasil klasifikasi citra matang k=3

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	186 192 216	3 54 216	matang	benar
2	174 184 215	4 66 215	matang	benar
3	189 195 217	4 51 217	matang	benar
4	199 203 219	3 42 219	matang	benar
5	167 178 209	5 72 209	matang	benar
6	182 188 215	4 57 215	matang	benar
7	204 207 222	3 38 222	matang	benar
8	177 185 214	5 62 214	matang	benar
9	191 196 219	4 50 219	matang	benar
10	181 189 214	4 59 214	matang	benar
11	194 198 219	3 48 219	matang	benar
12	177 181 207	5 60 207	matang	benar
13	167 178 211	5 73 211	matang	benar
14	195 201 220	4 47 220	matang	benar
15	171 184 218	5 72 218	matang	benar
16	182 187 213	5 58 213	matang	benar
17	183 191 217	5 57 217	matang	benar
18	195 199 219	3 47 219	matang	benar
19	182 187 210	7 56 211	matang	benar
20	183 193 219	4 59 219	matang	benar

Tabel 4.5 Hasil klasifikasi citra matang k=5

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	186 192 216	3 54 216	matang	benar
2	174 184 215	4 66 215	matang	benar
3	189 195 217	4 51 217	matang	benar
4	199 203 219	3 42 219	matang	benar
5	167 178 209	5 72 209	matang	benar
6	182 188 215	4 57 215	matang	benar
7	204 207 222	3 38 222	matang	benar
8	177 185 214	5 62 214	matang	benar
9	191 196 219	4 50 219	matang	benar
10	181 189 214	4 59 214	matang	benar
11	194 198 219	3 48 219	matang	benar
12	177 181 207	5 60 207	matang	benar
13	167 178 211	5 73 211	matang	benar
14	195 201 220	4 47 220	matang	benar
15	171 184 218	5 72 218	matang	benar

Tabel Lanjutan 4.5 Hasil klasifikasi citra matang k=5

16	182 187 213	5 58 213	matang	Benar
17	183 191 217	5 57 217	matang	Benar
18	195 199 219	3 47 219	matang	benar
19	182 187 210	7 56 211	matang	benar
20	183 193 219	4 59 219	matang	benar

Tabel 4.6 Hasil klasifikasi citra matang k=7

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	186 192 216	3 54 216	matang	benar
2	174 184 215	4 66 215	matang	benar
3	189 195 217	4 51 217	matang	benar
4	199 203 219	3 42 219	matang	benar
5	167 178 209	5 72 209	matang	benar
6	182 188 215	4 57 215	matang	benar
7	204 207 222	3 38 222	matang	benar
8	177 185 214	5 62 214	matang	benar
9	191 196 219	4 50 219	matang	benar
10	181 189 214	4 59 214	matang	benar
11	194 198 219	3 48 219	matang	benar
12	177 181 207	5 60 207	matang	benar
13	167 178 211	5 73 211	matang	benar
14	195 201 220	4 47 220	matang	benar
15	171 184 218	5 72 218	matang	benar
16	182 187 213	5 58 213	matang	benar
17	183 191 217	5 57 217	matang	benar
18	195 199 219	3 47 219	matang	benar
19	182 187 210	7 56 211	matang	benar
20	183 193 219	4 59 219	matang	benar

Tabel 4.7 Hasil klasifikasi citra matang k=9

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	186 192 216	3 54 216	matang	benar
2	174 184 215	4 66 215	matang	benar
3	189 195 217	4 51 217	matang	benar
4	199 203 219	3 42 219	matang	benar
5	167 178 209	5 72 209	matang	benar
6	182 188 215	4 57 215	matang	benar
7	204 207 222	3 38 222	matang	benar

Tabel Lanjutan 4.7 Hasil klasifikasi citra matang k=9

8	177 185 214	5 62 214	matang	Benar
9	191 196 219	4 50 219	matang	benar
10	181 189 214	4 59 214	matang	benar
11	194 198 219	3 48 219	matang	benar
12	177 181 207	5 60 207	matang	benar
13	167 178 211	5 73 211	matang	benar
14	195 201 220	4 47 220	matang	benar
15	171 184 218	5 72 218	matang	benar
16	182 187 213	5 58 213	matang	benar
17	183 191 217	5 57 217	matang	benar
18	195 199 219	3 47 219	matang	benar
19	182 187 210	7 56 211	matang	benar
20	183 193 219	4 59 219	matang	benar

Tabel 4.8 Hasil klasifikasi citra matang k=11

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	186 192 216	3 54 216	matang	benar
2	174 184 215	4 66 215	matang	benar
3	189 195 217	4 51 217	matang	benar
4	199 203 219	3 42 219	matang	benar
5	167 178 209	5 72 209	matang	benar
6	182 188 215	4 57 215	matang	benar
7	204 207 222	3 38 222	matang	benar
8	177 185 214	5 62 214	matang	benar
9	191 196 219	4 50 219	matang	benar
10	181 189 214	4 59 214	matang	benar
11	194 198 219	3 48 219	matang	benar
12	177 181 207	5 60 207	matang	benar
13	167 178 211	5 73 211	matang	benar
14	195 201 220	4 47 220	matang	benar
15	171 184 218	5 72 218	matang	benar
16	182 187 213	5 58 213	matang	benar
17	183 191 217	5 57 217	matang	benar
18	195 199 219	3 47 219	matang	benar
19	182 187 210	7 56 211	matang	benar
20	183 193 219	4 59 219	matang	benar

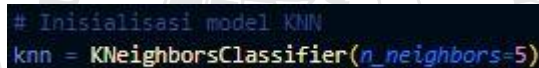
Dari pengujian 20 citra matang dengan 5 kali percobaan menggunakan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$  diperoleh hasil bahwa semua citra diklasifikasi dengan benar.

b. Pengujian data tomat mengkal

Pengujian dilakukan dengan library OpenCV menggunakan model klasifikasi K-NN. Berikut langkah-langkah menjalankan model klasifikasi K-NN :

Langkah pertama adalah membuka program model klasifikasi yang telah dibuat.

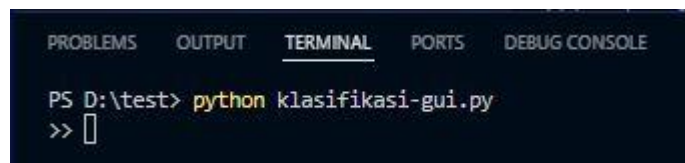
Lalu sesuaikan nilai  $k$  yang akan digunakan, pada penelitian ini peneliti menggunakan nilai  $k=5$  seperti pada gambar 4.22 dibawah ini.



```
# Inisialisasi model KNN
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
```

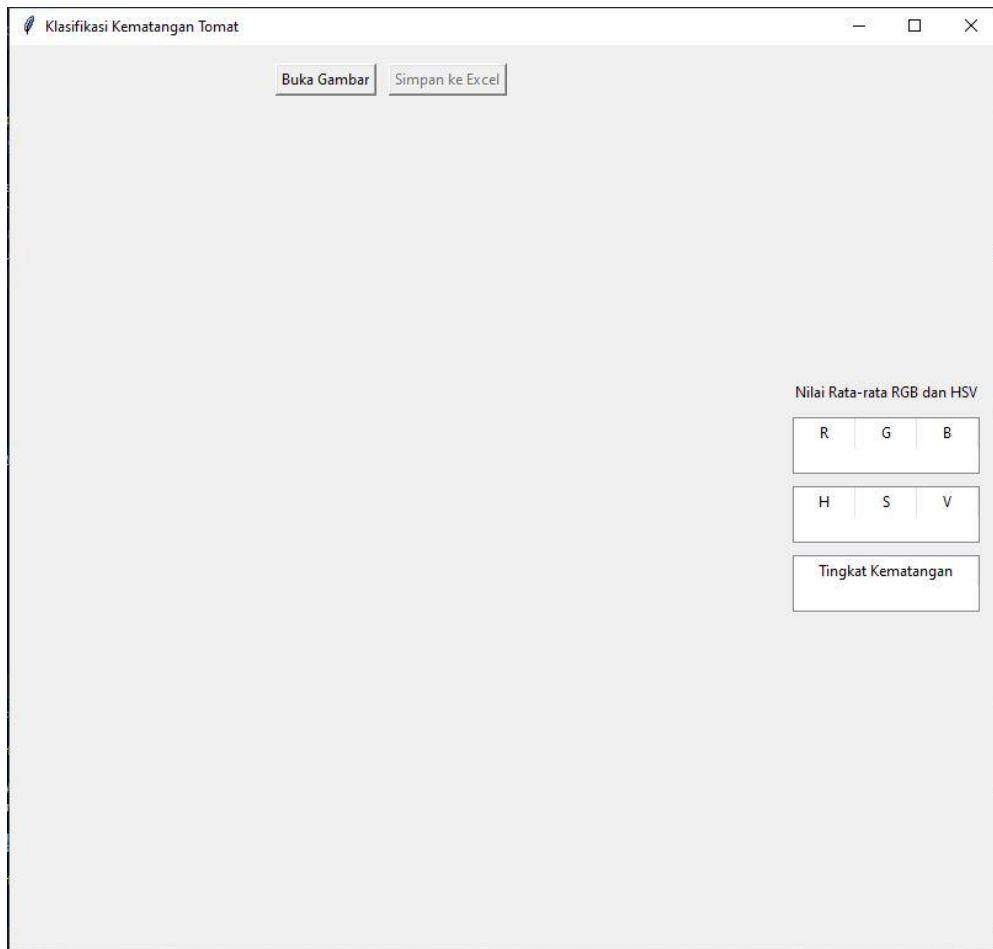
Gambar 4.21 Input nilai  $k$

Selanjutnya buka new terminal pada visual studio code dan masukkan perintah “python klasifikasi-gui.py” untuk menjalankan GUI klasifikasi kematangan buah tomat yang telah dibuat, lalu tekan enter.



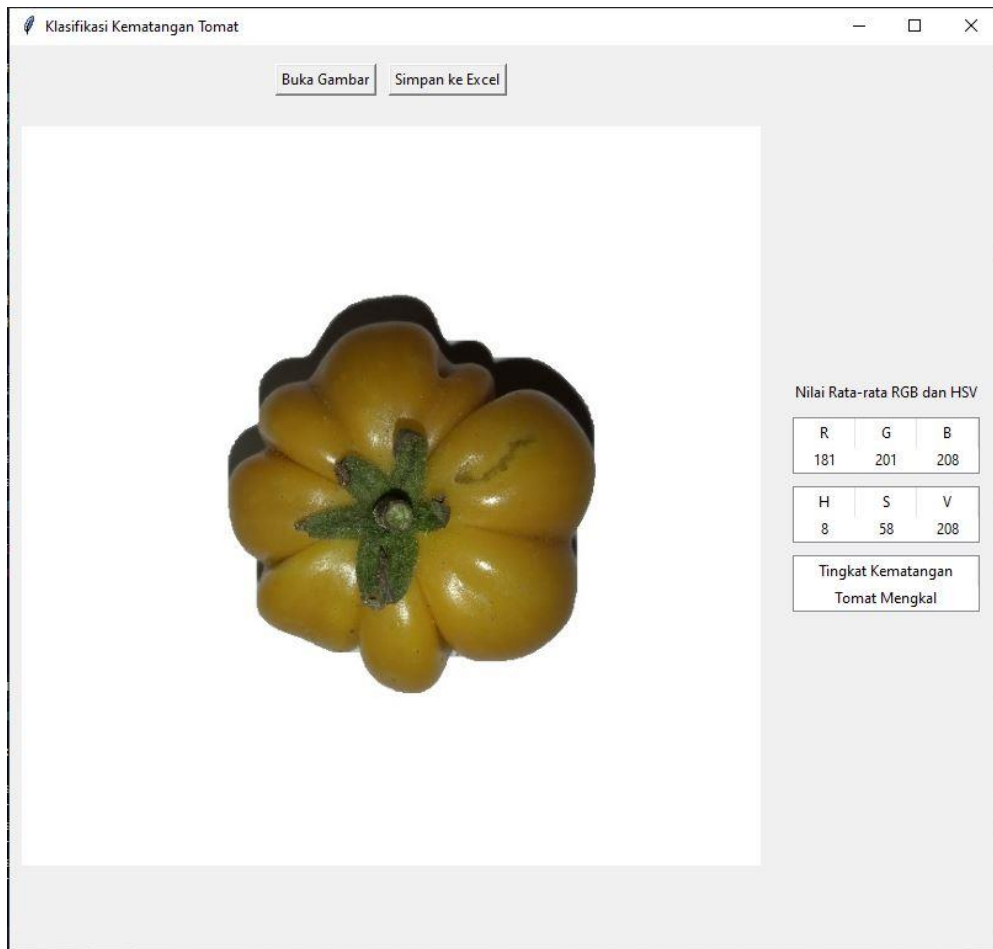
```
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL PORTS DEBUG CONSOLE
PS D:\test> python klasifikasi-gui.py
>> □
```

Gambar 4.22 Terminal klasifikasi



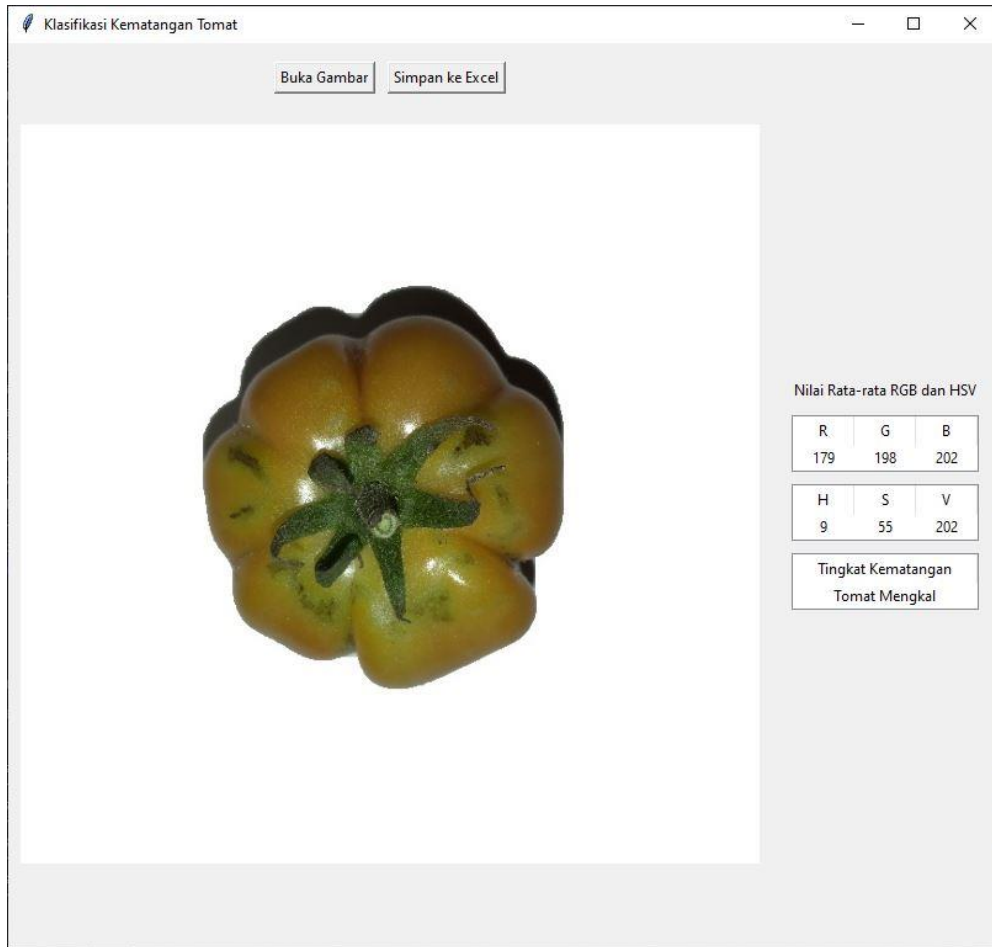
Gambar 4.23 Tampilan Awal GUI

Pada gambar 4.23 diatas merupakan tampilan awal saat program GUI dijalankan. Ada tombol buka gambar untuk membuka citra buah tomat yang akan diklasifikasi dan tombol simpan ke excel untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV citra yang telah diuji ke dalam excel. Serta terdapat juga tabel yang menampilkan nilai citra yang diklasifikasi.



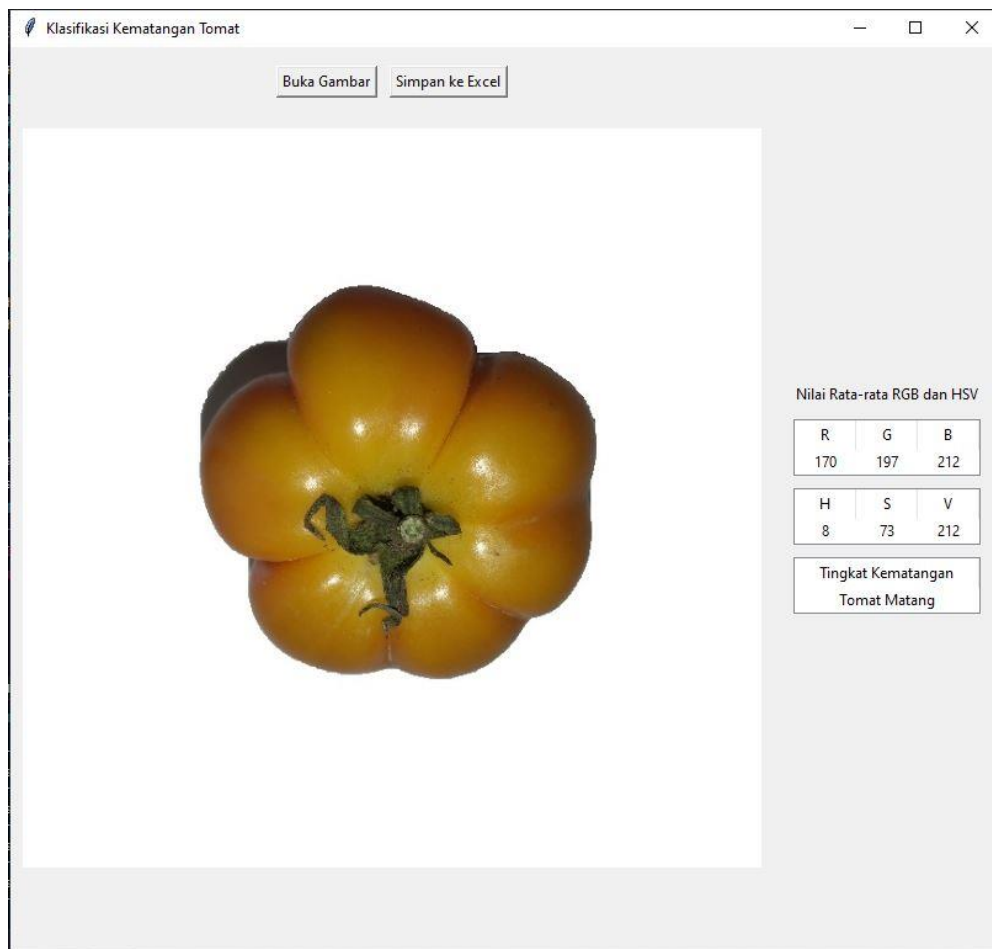
Gambar 4.24 Pengujian Citra Mengkal 1.jpg

Pada gambar 4.24 merupakan citra mengkal 1.jpg yang diuji, kemudian klik tombol "simpan ke excel" untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.24 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mengkal pada gambar 1.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.25 Pengujian Citra Mengkal 2.jpg

Pada gambar 4.25 merupakan citra mengkal 2.jpg yang diuji, kemudian klik tombol "simpan ke excel" untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.25 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mengkal pada gambar 2.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.26 Pengujian Citra Mengkal 15.jpg

Pada gambar 4.26 merupakan citra matang 15.jpg yang diuji, kemudian klik tombol “simpan ke excel” untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.26 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mengkal pada gambar 15.jpg terklasifikasi salah.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan kepada 20 citra mengkal, dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ . Agar setiap nilai  $k$  diuji dengan kesempatan yang sama, dan dapat membandingkan kinerja model untuk berbagai nilai  $k$  dengan cara yang adil dan akurat. Berikut ini tabel klasifikasi citra mengkal dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ .

Tabel 4.9 Hasil klasifikasi citra mengkal k=3

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	181 201 208	8 58 208	mengkal	benar
2	179 198 202	9 55 202	mengkal	benar
3	193 208 211	8 44 212	mengkal	benar
4	186 200 210	6 53 210	mengkal	benar
5	178 196 200	10 52 201	mengkal	benar
6	174 192 200	10 60 200	mengkal	benar
7	179 198 203	10 54 203	mengkal	benar
8	189 204 209	7 49 209	mengkal	benar
9	173 190 202	8 62 203	mengkal	benar
10	194 205 212	6 44 212	mengkal	benar
11	176 196 203	9 57 203	mengkal	benar
12	181 200 205	9 53 206	mengkal	benar
13	173 195 200	10 61 201	mengkal	benar
14	151 180 206	8 88 206	mengkal	benar
15	170 197 212	8 73 212	mengkal	matang
16	150 178 203	8 88 203	mengkal	benar
17	163 187 192	12 67 193	mengkal	benar
18	176 198 201	11 56 201	mengkal	benar
19	168 191 209	7 73 209	mengkal	benar
20	163 193 215	8 82 215	mengkal	benar

Tabel 4.10 Hasil klasifikasi citra mengkal k=5

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	181 201 208	8 58 208	mengkal	benar
2	179 198 202	9 55 202	mengkal	benar
3	193 208 211	8 44 212	mengkal	benar
4	186 200 210	6 53 210	mengkal	benar
5	178 196 200	10 52 201	mengkal	benar
6	174 192 200	10 60 200	mengkal	benar
7	179 198 203	10 54 203	mengkal	benar
8	189 204 209	7 49 209	mengkal	benar
9	173 190 202	8 62 203	mengkal	benar
10	194 205 212	6 44 212	mengkal	benar
11	176 196 203	9 57 203	mengkal	benar
12	181 200 205	9 53 206	mengkal	benar
13	173 195 200	10 61 201	mengkal	benar
14	151 180 206	8 88 206	mengkal	benar
15	170 197 212	8 73 212	mengkal	matang

Tabel Lanjutan 4.10 Hasil klasifikasi citra mengkal k=5

16	150 178 203	8 88 203	mengkal	Benar
17	163 187 192	12 67 193	mengkal	benar
18	176 198 201	11 56 201	mengkal	benar
19	168 191 209	7 73 209	mengkal	benar
20	163 193 215	8 82 215	mengkal	benar

Tabel 4.11 Hasil klasifikasi citra mengkal k=7

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	181 201 208	8 58 208	mengkal	benar
2	179 198 202	9 55 202	mengkal	benar
3	193 208 211	8 44 212	mengkal	benar
4	186 200 210	6 53 210	mengkal	benar
5	178 196 200	10 52 201	mengkal	benar
6	174 192 200	10 60 200	mengkal	benar
7	179 198 203	10 54 203	mengkal	benar
8	189 204 209	7 49 209	mengkal	benar
9	173 190 202	8 62 203	mengkal	benar
10	194 205 212	6 44 212	mengkal	benar
11	176 196 203	9 57 203	mengkal	benar
12	181 200 205	9 53 206	mengkal	benar
13	173 195 200	10 61 201	mengkal	benar
14	151 180 206	8 88 206	mengkal	benar
15	170 197 212	8 73 212	mengkal	matang
16	150 178 203	8 88 203	mengkal	benar
17	163 187 192	12 67 193	mengkal	benar
18	176 198 201	11 56 201	mengkal	benar
19	168 191 209	7 73 209	mengkal	matang
20	163 193 215	8 82 215	mengkal	matang

Tabel 4.12 Hasil klasifikasi citra mengkal k=9

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	181 201 208	8 58 208	mengkal	benar
2	179 198 202	9 55 202	mengkal	benar
3	193 208 211	8 44 212	mengkal	benar
4	186 200 210	6 53 210	mengkal	benar
5	178 196 200	10 52 201	mengkal	benar
6	174 192 200	10 60 200	mengkal	benar
7	179 198 203	10 54 203	mengkal	benar

Tabel 4.12 Hasil klasifikasi citra mengkal k=9

8	189 204 209	7 49 209	mengkal	Benar
9	173 190 202	8 62 203	mengkal	benar
10	194 205 212	6 44 212	mengkal	benar
11	176 196 203	9 57 203	mengkal	benar
12	181 200 205	9 53 206	mengkal	benar
13	173 195 200	10 61 201	mengkal	benar
14	151 180 206	8 88 206	mengkal	benar
15	170 197 212	8 73 212	mengkal	matang
16	150 178 203	8 88 203	mengkal	benar
17	163 187 192	12 67 193	mengkal	benar
18	176 198 201	11 56 201	mengkal	benar
19	168 191 209	7 73 209	mengkal	matang
20	163 193 215	8 82 215	mengkal	matang

Tabel 4.13 Hasil klasifikasi citra mengkal k=11

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	181 201 208	8 58 208	mengkal	benar
2	179 198 202	9 55 202	mengkal	benar
3	193 208 211	8 44 212	mengkal	benar
4	186 200 210	6 53 210	mengkal	benar
5	178 196 200	10 52 201	mengkal	benar
6	174 192 200	10 60 200	mengkal	benar
7	179 198 203	10 54 203	mengkal	benar
8	189 204 209	7 49 209	mengkal	benar
9	173 190 202	8 62 203	mengkal	benar
10	194 205 212	6 44 212	mengkal	benar
11	176 196 203	9 57 203	mengkal	benar
12	181 200 205	9 53 206	mengkal	benar
13	173 195 200	10 61 201	mengkal	benar
14	151 180 206	8 88 206	mengkal	benar
15	170 197 212	8 73 212	mengkal	matang
16	150 178 203	8 88 203	mengkal	benar
17	163 187 192	12 67 193	mengkal	benar
18	176 198 201	11 56 201	mengkal	benar
19	168 191 209	7 73 209	mengkal	matang
20	163 193 215	8 82 215	mengkal	matang

Dari pengujian 20 citra mengkal dengan 5 kali percobaan menggunakan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$  diperoleh hasil yang berbeda dari tiap-tiap nilai  $k$ . Klasifikasi menggunakan nilai  $k=3$  menghasilkan 19 citra diklasifikasi dengan benar dan 1 citra diklasifikasi salah, klasifikasi menggunakan nilai  $k=5$  menghasilkan 19 citra diklasifikasi dengan benar dan 1 citra diklasifikasi salah, klasifikasi menggunakan nilai  $k=7$  menghasilkan 17 citra diklasifikasi dengan benar dan 3 citra diklasifikasi salah, klasifikasi menggunakan nilai  $k=9$  menghasilkan 17 citra diklasifikasi dengan benar dan 3 citra diklasifikasi salah dan klasifikasi menggunakan nilai  $k=11$  menghasilkan 17 citra diklasifikasi dengan benar dan 3 citra diklasifikasi salah.

c. Pengujian data tomat mentah

Pengujian dilakukan dengan library OpenCV menggunakan model klasifikasi K-NN. Berikut langkah-langkah menjalankan model klasifikasi K-NN :

Langkah pertama adalah membuka program model klasifikasi yang telah dibuat.

Lalu sesuaikan nilai  $k$  yang akan digunakan, pada penelitian ini peneliti menggunakan nilai  $k=5$  seperti pada gambar 4.29 dibawah ini.

```
# Inisialisasi model KNN
knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
```

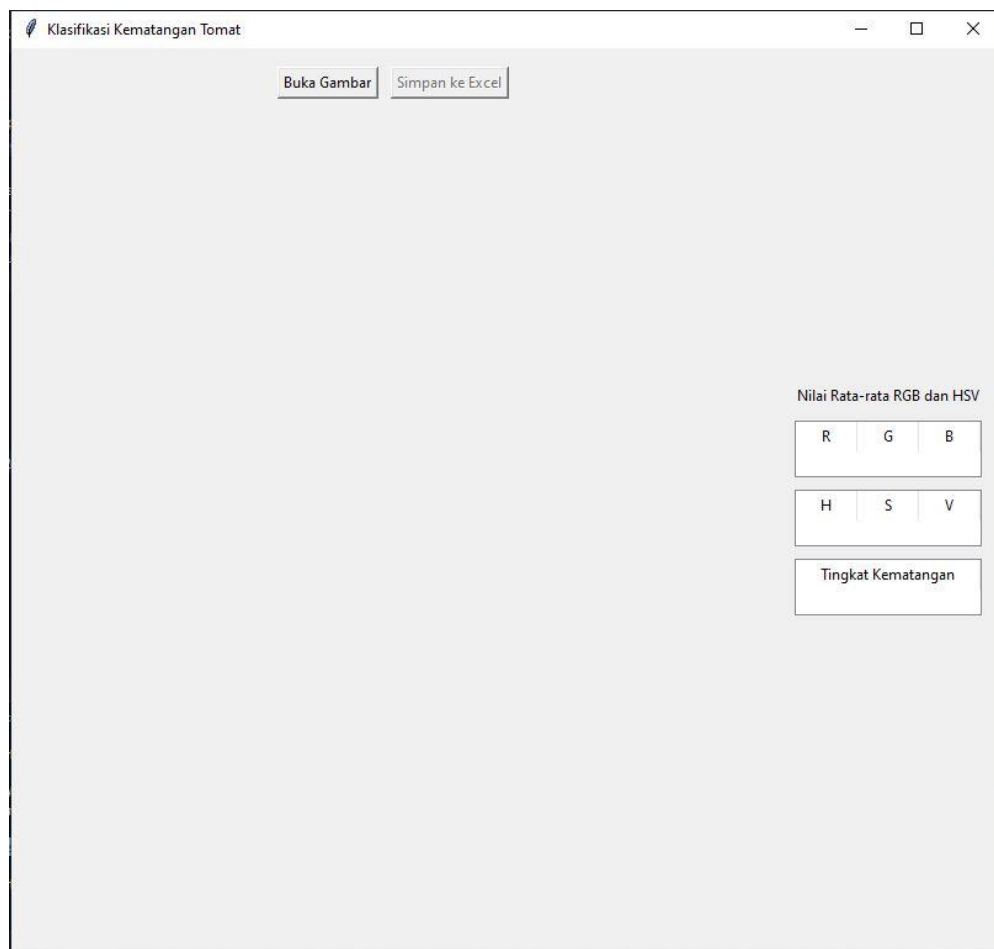
Gambar 4.27 Input nilai  $k$

Selanjutnya buka new terminal pada visual studio code dan masukkan perintah “python klasifikasi-gui.py” untuk menjalankan GUI klasifikasi kematangan buah tomat yang telah dibuat, lalu tekan enter.



```
PROBLEMS OUTPUT TERMINAL PORTS DEBUG CONSOLE
PS D:\test> python klasifikasi-gui.py
>> █
```

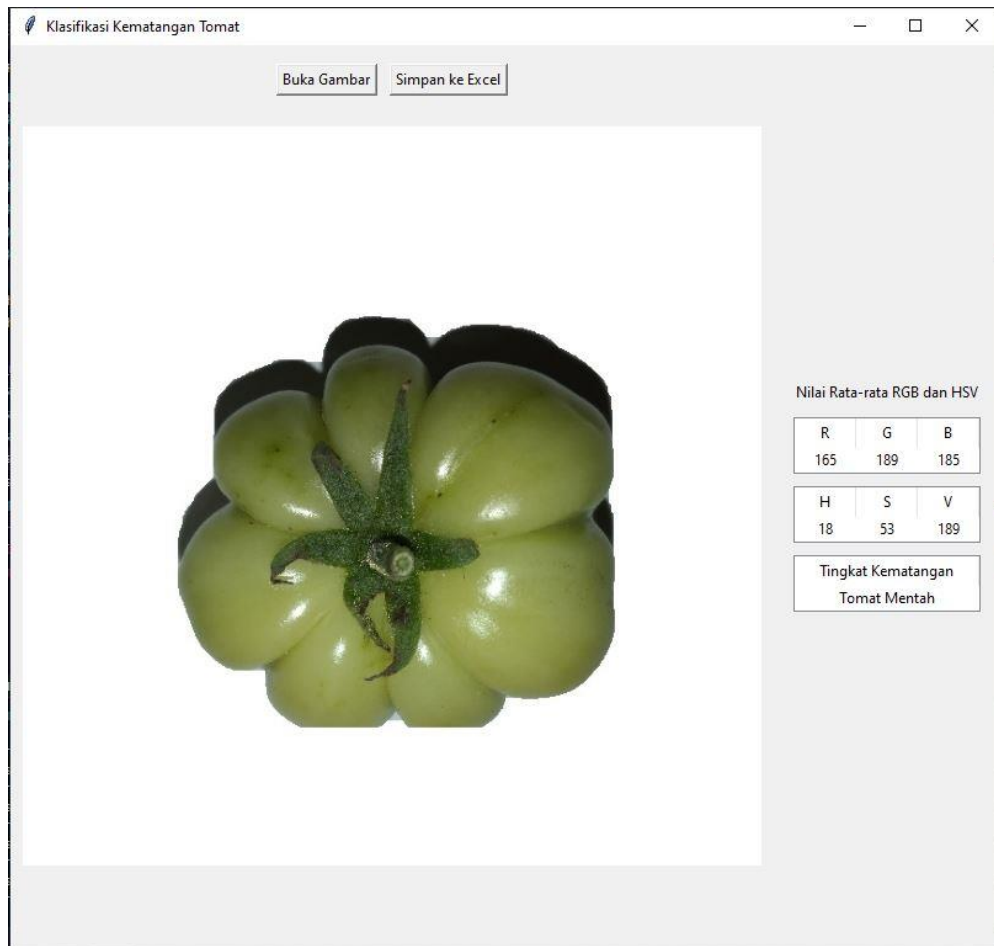
Gambar 4.28 Terminal klasifikasi



Gambar 4.29 Tampilan Awal GUI

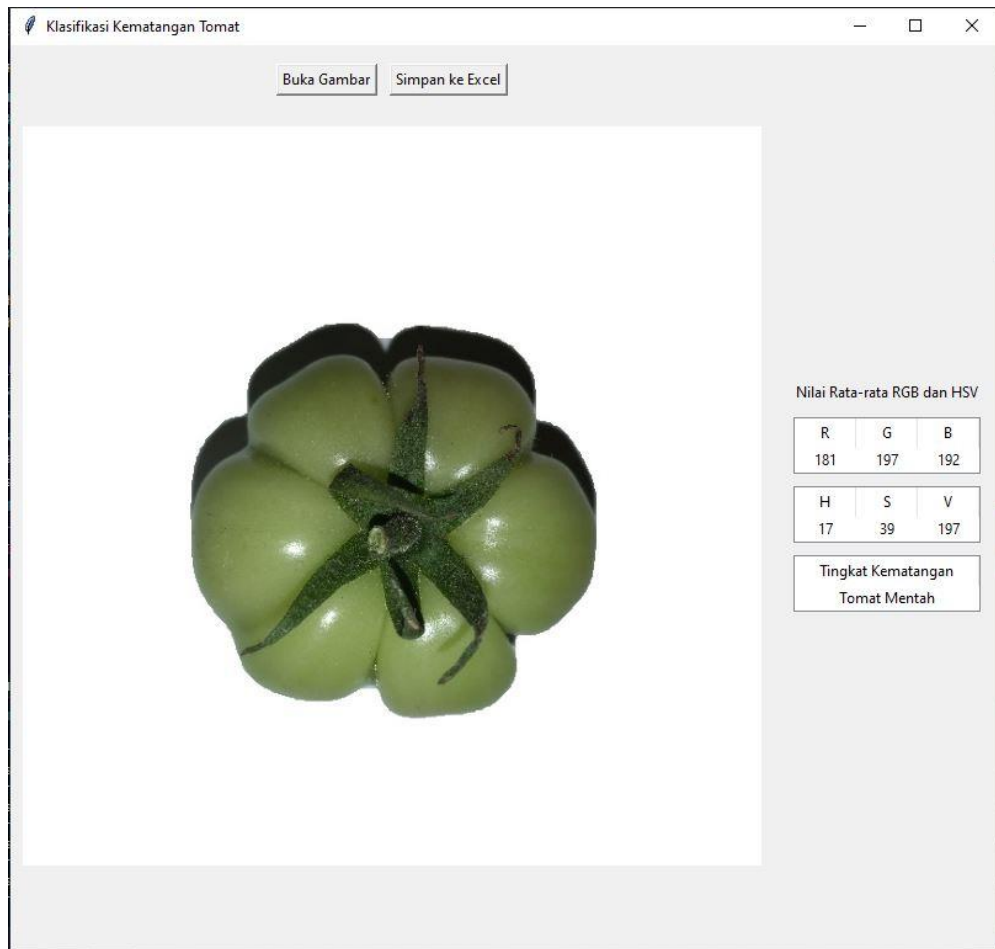
Pada gambar 4.29 diatas merupakan tampilan awal saat program GUI dijalankan. Ada tombol buka gambar untuk membuka citra buah tomat

yang akan diklasifikasi dan tombol simpan ke excel untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV citra yang telah diuji ke dalam excel. Serta terdapat juga tabel yang menampilkan nilai citra yang diklasifikasi.



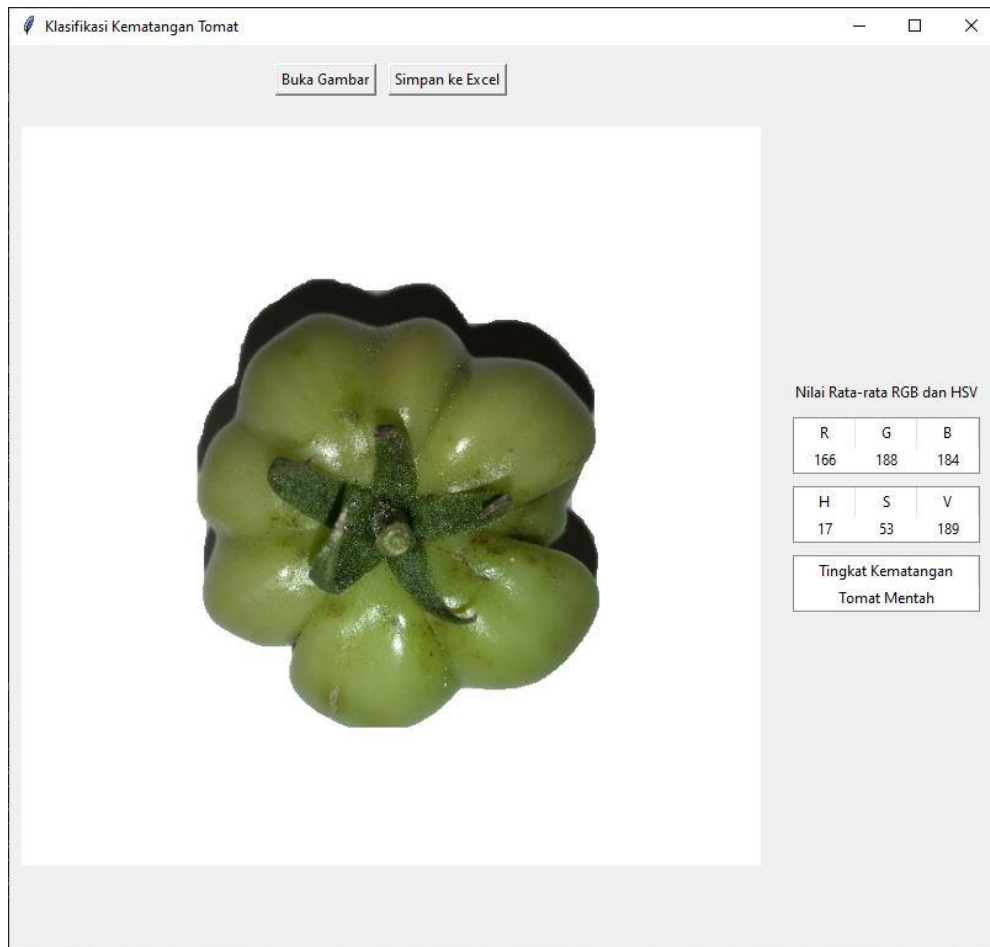
Gambar 4.30 Pengujian Citra Mentah 1.jpg

Pada gambar 4.30 merupakan citra mentah 1.jpg yang diuji, kemudian klik tombol “simpan ke excel” untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.30 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mentah pada gambar 1.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.31 Pengujian Citra Mentah 2.jpg

Pada gambar 4.31 merupakan citra mentah 2.jpg yang diuji, kemudian klik tombol "simpan ke excel" untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.31 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mentah pada gambar 2.jpg dilakukan dengan benar.



Gambar 4.32 Pengujian Citra Mentah 3.jpg

Pada gambar 4.32 merupakan citra mentah 3.jpg yang diuji, kemudian klik tombol "simpan ke excel" untuk menyimpan nilai rata-rata RGB dan HSV. Gambar 4.32 diatas menunjukkan bahwa klasifikasi citra mentah pada gambar 3.jpg dilakukan dengan benar.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan kepada 20 citra mentah, dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ . Agar setiap nilai  $k$  diuji dengan kesempatan yang sama, dan dapat membandingkan kinerja model untuk berbagai nilai  $k$  dengan cara yang adil dan akurat. Berikut ini tabel klasifikasi citra mentah dengan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$ .

Tabel 4.14 Hasil klasifikasi citra mengkal k=3

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	165 189 185	18 53 189	mentah	benar
2	181 197 192	17 39 197	mentah	benar
3	166 188 184	17 53 189	mentah	benar
4	173 193 188	17 46 193	mentah	benar
5	172 191 188	16 47 191	mentah	benar
6	181 197 195	15 39 197	mentah	benar
7	177 198 195	14 48 198	mentah	benar
8	177 194 190	16 42 194	mentah	benar
9	182 200 195	16 42 200	mentah	benar
10	181 198 195	15 39 198	mentah	benar
11	185 201 196	15 37 201	mentah	benar
12	175 195 192	16 44 195	mentah	benar
13	175 195 190	17 45 195	mentah	benar
14	179 199 196	14 47 199	mentah	benar
15	181 201 197	15 45 201	mentah	benar
16	179 197 192	16 44 197	mentah	benar
17	183 200 198	13 41 201	mentah	benar
18	182 198 197	14 39 198	mentah	benar
19	181 198 196	14 41 198	mentah	benar
20	181 198 195	15 40 198	mentah	benar

Tabel 4.15 Hasil klasifikasi citra mengkal k=5

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	165 189 185	18 53 189	mentah	benar
2	181 197 192	17 39 197	mentah	benar
3	166 188 184	17 53 189	mentah	benar
4	173 193 188	17 46 193	mentah	benar
5	172 191 188	16 47 191	mentah	benar
6	181 197 195	15 39 197	mentah	benar
7	177 198 195	14 48 198	mentah	benar
8	177 194 190	16 42 194	mentah	benar
9	182 200 195	16 42 200	mentah	benar
10	181 198 195	15 39 198	mentah	benar
11	185 201 196	15 37 201	mentah	benar
12	175 195 192	16 44 195	mentah	benar
13	175 195 190	17 45 195	mentah	benar
14	179 199 196	14 47 199	mentah	benar
15	181 201 197	15 45 201	mentah	benar

Tabel Lanjutan 4.15 Hasil klasifikasi citra mengkal  $k=5$ 

16	179 197 192	16 44 197	mentah	Benar
17	183 200 198	13 41 201	mentah	benar
18	182 198 197	14 39 198	mentah	benar
19	181 198 196	14 41 198	mentah	benar
20	181 198 195	15 40 198	mentah	benar

Tabel 4.16 Hasil klasifikasi citra mengkal  $k=7$ 

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	165 189 185	18 53 189	mentah	benar
2	181 197 192	17 39 197	mentah	benar
3	166 188 184	17 53 189	mentah	benar
4	173 193 188	17 46 193	mentah	benar
5	172 191 188	16 47 191	mentah	benar
6	181 197 195	15 39 197	mentah	benar
7	177 198 195	14 48 198	mentah	benar
8	177 194 190	16 42 194	mentah	benar
9	182 200 195	16 42 200	mentah	benar
10	181 198 195	15 39 198	mentah	benar
11	185 201 196	15 37 201	mentah	benar
12	175 195 192	16 44 195	mentah	benar
13	175 195 190	17 45 195	mentah	benar
14	179 199 196	14 47 199	mentah	benar
15	181 201 197	15 45 201	mentah	benar
16	179 197 192	16 44 197	mentah	benar
17	183 200 198	13 41 201	mentah	benar
18	182 198 197	14 39 198	mentah	benar
19	181 198 196	14 41 198	mentah	benar
20	181 198 195	15 40 198	mentah	benar

Tabel 4.17 Hasil klasifikasi citra mengkal  $k=9$ 

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	165 189 185	18 53 189	mentah	benar
2	181 197 192	17 39 197	mentah	benar
3	166 188 184	17 53 189	mentah	benar
4	173 193 188	17 46 193	mentah	benar
5	172 191 188	16 47 191	mentah	benar
6	181 197 195	15 39 197	mentah	benar
7	177 198 195	14 48 198	mentah	benar

Tabel Lanjutan 4.17 Hasil klasifikasi citra mengkal  $k=9$ 

8	177 194 190	16 42 194	mentah	Benar
9	182 200 195	16 42 200	mentah	benar
10	181 198 195	15 39 198	mentah	benar
11	185 201 196	15 37 201	mentah	benar
12	175 195 192	16 44 195	mentah	benar
13	175 195 190	17 45 195	mentah	benar
14	179 199 196	14 47 199	mentah	benar
15	181 201 197	15 45 201	mentah	benar
16	179 197 192	16 44 197	mentah	benar
17	183 200 198	13 41 201	mentah	benar
18	182 198 197	14 39 198	mentah	benar
19	181 198 196	14 41 198	mentah	benar
20	181 198 195	15 40 198	mentah	benar

Tabel 4.18 Hasil klasifikasi citra mengkal  $k=11$ 

no	RGB	HSV	kelas	ket
1	165 189 185	18 53 189	mentah	benar
2	181 197 192	17 39 197	mentah	benar
3	166 188 184	17 53 189	mentah	benar
4	173 193 188	17 46 193	mentah	benar
5	172 191 188	16 47 191	mentah	benar
6	181 197 195	15 39 197	mentah	benar
7	177 198 195	14 48 198	mentah	benar
8	177 194 190	16 42 194	mentah	benar
9	182 200 195	16 42 200	mentah	benar
10	181 198 195	15 39 198	mentah	benar
11	185 201 196	15 37 201	mentah	benar
12	175 195 192	16 44 195	mentah	benar
13	175 195 190	17 45 195	mentah	benar
14	179 199 196	14 47 199	mentah	benar
15	181 201 197	15 45 201	mentah	benar
16	179 197 192	16 44 197	mentah	benar
17	183 200 198	13 41 201	mentah	benar
18	182 198 197	14 39 198	mentah	benar
19	181 198 196	14 41 198	mentah	benar
20	181 198 195	15 40 198	mentah	benar

Dari pengujian 20 citra mentah dengan 5 kali percobaan menggunakan nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$  diperoleh hasil bahwa semua citra diklasifikasi dengan benar.

d. Menghitung hasil akurasi

Tabel 4.19 Hasil Akurasi

No	Nilai	Akurasi
1	K=3	98.33%
2	K=5	98.33%
3	K=7	95%
4	K=9	95%
5	K=11	95%

Hasil akurasi ini didapat dari pengujian data citra yang telah diuji diatas.

Tingkat akurasi dapat dinyatakan dengan rumus dibawah ini :

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\text{Jumlah tomat terklasifikasi dengan benar}}{\text{Jumlah total data uji tomat}} \times 100\% \quad 4.1$$

$$\text{Akurasi} = \frac{59}{60} \times 100\% = 98.33\% \quad 4.2$$

Tabel 4.19 diatas menunjukkan bahwa akurasi dari nilai  $k=3$ ,  $k=5$ ,  $k=7$ ,  $k=9$  dan  $k=11$  didapatkan hasil yang optimal yaitu  $k=5$  dengan akurasi 98.33%. pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali percobaan, agar setiap nilai  $k$  diuji dengan kesempatan yang sama, dan dapat membandingkan kinerja model untuk berbagai nilai  $k$  dengan cara yang adil dan akurat. Pengujian dengan nilai  $k=5$  menghasilkan klasifikasi gambar yang benar ada 59 dan yang salah ada 1 dari total 60 gambar yang diuji.

## 4.2 Segmen Program

### 4.2.1 Segmen Program *Resize*

Pada segmen program 4.1 merupakan codingan yang digunakan dalam melakukan proses *resize* yang dibuat pada aplikasi visual studio code dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

#### Segmen Program 4.1 Proses *Resize*

```
import cv2
import os

def resize_and_save_images(input_dir, output_dir,
target_size=(500, 500)):

    # Membuat direktori output jika belum ada
    if not os.path.exists(output_dir):
        os.makedirs(output_dir)

    for category in os.listdir(input_dir):
        category_dir = os.path.join(input_dir, category)
        if os.path.isdir(category_dir):

            category_output_dir = os.path.join(output_dir,
category)
            if not os.path.exists(category_output_dir):
                os.makedirs(category_output_dir)

            for image_name in os.listdir(category_dir):
                # Path gambar input
                input_path = os.path.join(category_dir,
image_name)

                # Cek apakah file gambar ada
                if os.path.isfile(input_path):
                    # Baca gambar
                    image = cv2.imread(input_path)
                    if image is not None:
                        # Ubah ukuran gambar
                        resized_image = cv2.resize(image,
target_size)
```

```
        output_path =  
os.path.join(category_output_dir, image_name)  
  
        # Simpan gambar yang telah diubah  
ukurannya  
        cv2.imwrite(output_path, resized_image)  
        print(f"Gambar {image_name} berhasil  
diubah ukurannya dan disimpan di {output_path}")  
    else:  
        print(f"Gagal membaca gambar  
{image_name} di path {input_path}. Gambar mungkin rusak.")  
    else:  
        print(f"File {input_path} tidak ditemukan.")  
  
# Path ke direktori input dan output  
input_dir = r"D:\test\uji"  
output_dir = r"D:\test\uji_resize"  
  
# Ubah ukuran gambar dan simpan hasilnya  
resize_and_save_images(input_dir, output_dir)  
print("Proses resize selesai.")
```

#### 4.2.2 Segmen Program Segmentasi

Pada segmen program 4.2 merupakan codingan yang digunakan dalam melakukan proses segmentasi yang dibuat pada aplikasi visual studio code dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

##### Segmen Program 4.2 Proses Segmentasi

```
import cv2  
import numpy as np  
import os  
  
def segment_image(image_path, output_path):  
    # Baca citra  
    image = cv2.imread(image_path)  
    if image is None:  
        print(f"Failed to load image: {image_path}")  
        return  
    original_image = image.copy()  
  
    height, width = image.shape[:2]
```

```

    rect = (int(width*0.1), int(height*0.1), int(width*0.8),
int(height*0.8))

    # Inisialisasi mask, background model, dan foreground model
    mask = np.zeros(image.shape[:2], np.uint8)
    bgd_model = np.zeros((1, 65), np.float64)
    fgd_model = np.zeros((1, 65), np.float64)

    # Jalankan GrabCut
    cv2.grabCut(image, mask, rect, bgd_model, fgd_model, 5,
cv2.GC_INIT_WITH_RECT)

    # Modifikasi mask untuk mendapatkan mask biner akhir
    mask2 = np.where((mask == 2) | (mask == 0), 0,
1).astype('uint8')

    # Lakukan operasi morfologi tambahan untuk memperbaiki mask
    kernel = np.ones((5, 5), np.uint8)
    mask2 = cv2.morphologyEx(mask2, cv2.MORPH_CLOSE, kernel,
iterations=3)
    mask2 = cv2.morphologyEx(mask2, cv2.MORPH_OPEN, kernel,
iterations=3)

    # Lakukan thresholding tambahan
    _, mask2 = cv2.threshold(mask2, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY +
cv2.THRESH_OTSU)

    # Pisahkan foreground dari background
    foreground = cv2.bitwise_and(image, image, mask=mask2)
    background = np.full_like(image, 255)
    mask2_inv = cv2.bitwise_not(mask2)
    white_background = cv2.bitwise_and(background, background,
mask=mask2_inv)
    result = cv2.add(foreground, white_background)

    # Simpan hasilnya
    cv2.imwrite(output_path, result)

# Path folder input dan output
input_folder = r'D:\test\uji_resize\matang'
output_folder = r'D:\test\uji_resize\matang_segmentasi'

# Buat folder output jika belum ada
if not os.path.exists(output_folder):
    os.makedirs(output_folder)

```

```
# Proses setiap citra dalam folder input
for filename in os.listdir(input_folder):
    if filename.endswith('.jpg') or filename.endswith('.png') or
filename.endswith('.jpeg'):
        input_path = os.path.join(input_folder, filename)
        output_path = os.path.join(output_folder, filename)
        #print(f"Processing {input_path}...")
        segment_image(input_path, output_path)
        #print(f"Saved result to {output_path}")

print("Proses Segmentasi Selesai !!!.")
```

#### 4.2.3 Segmen Program Praproses

Pada segmen program 4.3 merupakan codingan yang digunakan dalam melakukan proses pembuatan dataset csv yang dibuat pada aplikasi visual studio code dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

##### Segmen Program 4.3 Proses Pembuatan Dataset CSV

```
import cv2
import os
import numpy as np
import pandas as pd

# Fungsi untuk ekstraksi fitur warna
def extract_color_features(image):
    # Ekstraksi fitur warna RGB
    rgb_avg_color = np.mean(image, axis=(0, 1))

    # Konversi gambar ke ruang warna HSV
    hsv_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
    # Ekstraksi fitur warna HSV
    hsv_avg_color = np.mean(hsv_image, axis=(0, 1))

    return np.concatenate([rgb_avg_color, hsv_avg_color])

# Path ke direktori dataset
dataset_dir = r"D:\test\latih_resize"
# Nama kategori kematangan
categories = ["matang_segmentasi", "mengkak_segmentasi",
"mentah segmentasi"]
```

```
# List untuk menyimpan fitur-fitur dan label
features = []
labels = []

# Loop melalui setiap kategori
for category_index, category in enumerate(categories):
    category_dir = os.path.join(dataset_dir, category)
    if os.path.isdir(category_dir):
        for image_name in os.listdir(category_dir):
            image_path = os.path.join(category_dir, image_name)
            # Baca gambar
            image = cv2.imread(image_path)
            # Ekstraksi fitur warna
            color_features = extract_color_features(image)
            # Tambahkan fitur dan label ke list
            features.append(color_features)
            labels.append(category_index) # Gunakan indeks
kategori sebagai label

# Buat DataFrame dari fitur-fitur dan label
data = pd.DataFrame(features, columns=['R_mean', 'G_mean',
'B_mean', 'H_mean', 'S_mean', 'V_mean'])
data['Label'] = labels

# Simpan ke CSV
data.to_csv('data-latih.csv', index=False)
data.to_excel('data-latih.xlsx', index=False)
print("Praproses selesai !!!")
```

#### 4.2.4 Segmen Program Klasifikasi

Pada segmen program 4.4 merupakan codingan yang digunakan dalam melakukan proses klasifikasi citra yang dibuat pada aplikasi visual studio code dengan menggunakan bahasa pemrograman python.

#### Segmen Program 4.4 Proses Klasifikasi Citra

```
import tkinter as tk
from tkinter import filedialog
```

```
from tkinter import ttk
import cv2
import numpy as np
import pandas as pd
from matplotlib.figure import Figure
from matplotlib.backends.backend_tkagg import FigureCanvasTkAgg
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
import openpyxl

def extract_color_features(image):
    resized_image = cv2.resize(image, (500, 500))
    rgb_avg_color = np.mean(resized_image, axis=(0, 1))
    hsv_image = cv2.cvtColor(resized_image, cv2.COLOR_BGR2HSV)
    hsv_avg_color = np.mean(hsv_image, axis=(0, 1))
    return rgb_avg_color, hsv_avg_color

dataset_path = "data-latih.csv"

data = pd.read_csv(dataset_path)

X = data.drop('Label', axis=1)
y = data['Label']

knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=5)
knn.fit(X, y)

def open_image():
    file_path = filedialog.askopenfilename()
    if file_path:
        new_image = cv2.imread(file_path)
        if new_image is not None:
            global rgb_avg_color, hsv_avg_color, prediction_text
            rgb_avg_color, hsv_avg_color =
extract_color_features(new_image)
            predicted_label =
knn.predict([np.concatenate([rgb_avg_color, hsv_avg_color])])[0]

            if predicted_label == 0:
                prediction_text = "Tomat Matang"
            elif predicted_label == 1:
                prediction_text = "Tomat Mengkal"
            else:
                prediction_text = "Tomat Mentah"

    fig = Figure(figsize=(6, 6))
```

```

        ax = fig.add_subplot(111)
        ax.imshow(cv2.cvtColor(new_image,
cv2.COLOR_BGR2RGB))
        ax.axis('off')

        canvas = FigureCanvasTkAgg(fig, master=image_frame)
        canvas.get_tk_widget().grid(row=0, column=0)

        rgb_table.delete(*rgb_table.get_children())
        hsv_table.delete(*hsv_table.get_children())
        maturity_table.delete(*maturity_table.get_children()
)

        rgb_table.insert("", "end",
values=(int(rgb_avg_color[0]), int(rgb_avg_color[1]),
int(rgb_avg_color[2])))
        hsv_table.insert("", "end",
values=(int(hsv_avg_color[0]), int(hsv_avg_color[1]),
int(hsv_avg_color[2])))
        maturity_table.insert("", "end",
values=(prediction_text,))

        save_button.config(state=tk.NORMAL)
    else:
        print("Gagal membaca gambar. Silahkan periksa path
file.")

def save_to_excel():
    rgb_values = [int(rgb_avg_color[0]), int(rgb_avg_color[1]),
int(rgb_avg_color[2])]
    hsv_values = [int(hsv_avg_color[0]), int(hsv_avg_color[1]),
int(hsv_avg_color[2])]
    maturity_value = [prediction_text]

    try:
        book = openpyxl.load_workbook("nilai_warna.xlsx")
        sheet = book.active
    except FileNotFoundError:
        book = openpyxl.Workbook()
        sheet = book.active
        sheet.append(["R", "G", "B", "H", "S", "V", "Tingkat
Kematangan"])

    sheet.append(rgb_values + hsv_values + maturity_value)
    book.save("nilai warna.xlsx")

```

```

        print("Nilai warna dan tingkat kematangan telah disimpan ke
        nilai_warna.xlsx")

root = tk.Tk()
root.title("Klasifikasi Kematangan Tomat")

button_frame = tk.Frame(root)
button_frame.grid(row=0, column=0, padx=10, pady=10)

open_button = tk.Button(button_frame, text="Buka Gambar",
    command=open_image)
open_button.grid(row=0, column=0, padx=5, pady=5)

save_button = tk.Button(button_frame, text="Simpan ke Excel",
    command=save_to_excel, state=tk.DISABLED)
save_button.grid(row=0, column=1, padx=5, pady=5)

image_frame = tk.Frame(root, width=600, height=600)
image_frame.grid(row=1, column=0, padx=10, pady=10)

table_frame = tk.Frame(root)
table_frame.grid(row=1, column=1, padx=10, pady=10)

# Tabel RGB
rgb_label = tk.Label(table_frame, text="Nilai Rata-rata RGB dan
    HSV")
rgb_label.grid(row=0, column=0, padx=5, pady=5)

rgb_table = ttk.Treeview(table_frame, columns=("R", "G", "B"),
    show="headings", height=1)
rgb_table.heading("R", text="R", anchor="center")
rgb_table.heading("G", text="G", anchor="center")
rgb_table.heading("B", text="B", anchor="center")
rgb_table.column("R", width=50, anchor="center")
rgb_table.column("G", width=50, anchor="center")
rgb_table.column("B", width=50, anchor="center")
rgb_table.grid(row=1, column=0, padx=5, pady=5)

# Tabel HSV
hsv_label = tk.Label()
hsv_label.grid(row=2, column=0, padx=5, pady=5)

hsv_table = ttk.Treeview(table_frame, columns=("H", "S", "V"),
    show="headings", height=1)
hsv_table.heading("H", text="H", anchor="center")

```

```
hsv_table.heading("S", text="S", anchor="center")
hsv_table.heading("V", text="V", anchor="center")
hsv_table.column("H", width=50, anchor="center")
hsv_table.column("S", width=50, anchor="center")
hsv_table.column("V", width=50, anchor="center")
hsv_table.grid(row=3, column=0, padx=5, pady=5)

# Tabel tingkat kematangan
maturity_label = tk.Label()
maturity_label.grid(row=4, column=0, padx=5, pady=5)

maturity_table = ttk.Treeview(table_frame, columns=("Tingkat
Kematangan",), show="headings", height=1)
maturity_table.heading("Tingkat Kematangan", text="Tingkat
Kematangan", anchor="center")
maturity_table.column("Tingkat Kematangan", width=150,
anchor="center")
maturity_table.grid(row=5, column=0, padx=5, pady=5)
root.mainloop()
```

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa tingkat kematangan buah tomat dapat diklasifikasikan secara akurat menggunakan metode K-Nearest Neighbor. Ini adalah metode ekstraksi fitur warna yang efektif. Dataset pada penelitian ini menggunakan 150 citra tomat jenis mawar yang dibagi menjadi 90 citra latih dan 60 citra uji. Data citra buah tomat diambil dengan menggunakan kamera Samsung A20s dengan resolusi 13 megapiksel dengan jarak 5 cm dari objek menggunakan kardus sebagai penutup agar cahaya tetap konsisten.

Perbaikan citra pada tahap preproses dilakukan proses resize untuk mengubah ukuran citra dari 3088 x 3088 piksel menjadi 500 x 500 piksel guna meringankan proses ekstraksi warna dan proses segmentasi untuk memisahkan buah dari latar belakang agar membantu dalam meningkatkan akurasi model klasifikasi kematangan buah tomat. Ekstraksi ciri warna yang digunakan dalam pengujian ini adalah RGB dan HSV.

Akurasi tertinggi pada penelitian ini adalah nilai  $k=5$  dengan akurasi 98.33%. Dari 60 citra yang diuji, klasifikasi menggunakan nilai  $k=5$  menghasilkan 59 citra diklasifikasi dengan benar dan 1 citra diklasifikasi salah. Penyebab error pada penelitian ini adalah gambar buah tomat yang mengkal dan matang, data latih kedua kelas tomat tersebut mempunyai rata-rata nilai RGB dan HSV yang hampir sama.

## 5.2 Saran

Untuk meningkatkan kualitas dan akurasi klasifikasi, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan mempertimbangkan ekstraksi fitur yang lebih canggih dan teknik klasifikasi yang lebih maju. Serta validasi hasil dengan menggunakan dataset yang lebih besar dan variasi citra buah tomat yang lebih luas untuk memastikan generalisasi yang lebih baik dari model klasifikasi.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bagoes Maulana Alfaruq, Danang Erwanto, Iska Yanuartanti “Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Metode Support Vector Machine” *Generation Journal /Vol.7 No.3 (Special Issue) / e-ISSN: 2549-2233 / p-ISSN: 2580-4952 Universitas Islam Kediri 2023.*
- [1] M. K. Neighhbor and S. Aprilisa, “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna,” *Pros. Annu. Res. Semin. 2019*, vol. 5, no. 1, pp. 978–979, 2019.
- [2] S. Y. Riska, “Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 9, no. 2, pp. 18–26, 2015.
- [3] T. M. Johan and I. Rifna, “Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Backpropagation,” *J. TIKA*, vol. 7, no. 3, pp. 309–315, 2022, doi: 10.51179/tika.v7i3.1647.
- [4] S. Y. Riska and P. Subekti, “Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Multi-Svm,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2016, doi: 10.35316/jimi.v1i1.442.
- [5] S. Safrizal, “Pengenalan Karakter Jawi Tulisan Tangan Menggunakan Fitur Sudut,” *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 1, 2019, doi: 10.38038/vocatech.v1i0.1.
- [6] R. Amalia, “Pelengkap Makanan, Kenali 9 Jenis Tomat Ini, Yuk!,” 2021. <https://www.idntimes.com/food/diet/regina-amalia/pelengkap-makanan-kenali-9-jenis-tomat-ini-yuk-c1c2?page=all> (accessed Jun. 01, 2024).
- [7] T. P. Rizky, “Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Kebersihan,” no. October, pp. 241–245, 2015.
- [8] A. Ilmi, M. H. Razka, D. S. Wiratomo, and D. S. Prasvita, “Klasifikasi

Tingkat Kematangan Buah Apel Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma KNN dan Ekstraksi Warna HSV,” *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl.*, no. September, pp. 176–182, 2021, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/aelchimminut/fruits262>.

- [9] N. Nafi’iyah, “Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN,” *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 4–7, 2019.
- [10] D. I. Muhammad, E. Ermatita, and N. Falih, “Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna,” *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 17, no. 1, p. 9, 2021, doi: 10.52958/iftk.v17i1.2132.
- [11] P. Sari, L. Muflikah, and R. C. Wihandika, “Klasifikasi Kualitas Susu Sapi Menggunakan Metode Support Vector Machine ( SVM ),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 1204–1211, 2018.
- [12] M. Agnes, N. Tambunan, A. Luhur Prasasti, and R. R. Septiawan, “Implementasi Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Tingkat Kematangan Dan Bobot Buah Pepaya Fuzzy Inference System Implementation for Weight and Ripeness Prediction of Papaya,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, p. 11999, 2021.
- [13] E. Fernando Ade Pratama, Khairil, and J. Jumadi, “Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital,” *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, pp. 291–301, 2022.
- [14] L. Arsy, O. D. Nurhayati, and K. T. Martono, “Aplikasi Pengolahan Citra Digital Meat Detection Dengan Metode Segmentasi K-Mean Clustering Berbasis OpenCV Dan Eclipse,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 322, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.2.2016.322-332.
- [15] A. S. R. Sinaga, “Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital,” *J. Mantik Penusa*, vol. 1, no. 2, pp. 48–51, 2017.

- [16] M. S. Nasution and N. Fadillah, "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr," *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 3, no. 2, pp. 147–150, 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v3i2.1059.
- [17] I. D. Id, *MACHINE LEARNING : Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python*, Edisi 1. UR PRESS, 2021.
- [18] A. B. S, Suma'inna, and H. Maulana, "JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 9 NO. 2, OKTOBER 2016 | 166 Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA)," *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 166–175, 2016.
- [19] P. S. Foundation, "What is Python? Executive Summary," 2024. <https://www.python.org/doc/essays/blurb/> (accessed Jun. 10, 2024).
- [20] L. Team, "Getting Started with OpenCV," 2021. <https://learnopencv.com/getting-started-with-opencv/> (accessed Jun. 10, 2024).
- [21] M. Corporation, "Learn to code with Visual Studio Code." <https://code.visualstudio.com/learn> (accessed Jun. 10, 2024).
- [1] M. K. Neighhbor and S. Aprilisa, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna," *Pros. Annu. Res. Semin. 2019*, vol. 5, no. 1, pp. 978–979, 2019.
- [2] S. Y. Riska, "Klasifikasi Level Kematangan Tomat Berdasarkan Perbedaan Perbaikan Citra Menggunakan Rata-Rata RGB Dan Index Pixel," *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 9, no. 2, pp. 18–26, 2015.
- [3] T. M. Johan and I. Rifna, "Identifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Menggunakan Metode Jaringan Syaraf Tiruan (Jst) Backpropagation," *J. TIKA*, vol. 7, no. 3, pp. 309–315, 2022, doi: 10.51179/tika.v7i3.1647.

- [4] S. Y. Riska and P. Subekti, "Klasifikasi Level Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Multi-Svm," *J. Ilm. Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2016, doi: 10.35316/jimi.v1i1.442.
- [5] S. Safrizal, "Pengenalan Karakter Jawi Tulisan Tangan Menggunakan Fitur Sudut," *VOCATECH Vocat. Educ. Technol. J.*, vol. 1, 2019, doi: 10.38038/vocatech.v1i0.1.
- [6] R. Amalia, "Pelengkap Makanan, Kenali 9 Jenis Tomat Ini, Yuk!," 2021. <https://www.idntimes.com/food/diet/regina-amalia/pelengkap-makanan-kenali-9-jenis-tomat-ini-yuk-c1c2?page=all> (accessed Jun. 01, 2024).
- [7] T. P. Rizky, "Klasifikasi Mutu Telur Berdasarkan Kebersihan," no. October, pp. 241–245, 2015.
- [8] A. Ilmi, M. H. Razka, D. S. Wiratomo, and D. S. Prasvita, "Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Apel Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Algoritma KNN dan Ekstraksi Warna HSV," *Semin. Nas. Mhs. Ilmu Komput. dan Apl.*, no. September, pp. 176–182, 2021, [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/aelchiminut/fruits262>.
- [9] N. Nafi'iyah, "Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV dengan KNN," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 4–7, 2019.
- [10] D. I. Muhammad, E. Ermatita, and N. Falih, "Penggunaan K-Nearest Neighbor (KNN) untuk Mengklasifikasi Citra Belimbing Berdasarkan Fitur Warna," *Inform. J. Ilmu Komput.*, vol. 17, no. 1, p. 9, 2021, doi: 10.52958/iftk.v17i1.2132.
- [11] P. Sari, L. Muflikah, and R. C. Wihandika, "Klasifikasi Kualitas Susu Sapi Menggunakan Metode Support Vector Machine ( SVM )," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 3, pp. 1204–1211, 2018.
- [12] M. Agnes, N. Tambunan, A. Luhur Prasasti, and R. R. Septiawan,

- “Implementasi Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Tingkat Kematangan Dan Bobot Buah Pepaya Fuzzy Inference System Implementation for Weight and Ripeness Prediction of Papaya,” *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 6, p. 11999, 2021.
- [13] E. Fernando Ade Pratama, Khairil, and J. Jumadi, “Implementasi Metode K-Means Clustering Pada Segmentasi Citra Digital,” *J. Media Infotama*, vol. 18, no. 2, pp. 291–301, 2022.
- [14] L. Arsy, O. D. Nurhayati, and K. T. Martono, “Aplikasi Pengolahan Citra Digital Meat Detection Dengan Metode Segmentasi K-Mean Clustering Berbasis OpenCV Dan Eclipse,” *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 4, no. 2, p. 322, 2016, doi: 10.14710/jtsiskom.4.2.2016.322-332.
- [15] A. S. R. Sinaga, “Implementasi Teknik Threshoding Pada Segmentasi Citra Digital,” *J. Mantik Penusa*, vol. 1, no. 2, pp. 48–51, 2017.
- [16] M. S. Nasution and N. Fadillah, “Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan Metode YCbCr,” *InfoTekJar (Jurnal Nas. Inform. dan Teknol. Jaringan)*, vol. 3, no. 2, pp. 147–150, 2019, doi: 10.30743/infotekjar.v3i2.1059.
- [17] I. D. Id, *MACHINE LEARNING : Teori, Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python*, Edisi 1. UR PRESS, 2021.
- [18] A. B. S, Suma’inna, and H. Maulana, “JURNAL TEKNIK INFORMATIKA VOL 9 NO. 2, OKTOBER 2016 | 166 Pengenalan Citra Wajah Sebagai Identifier Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA),” *J. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 166–175, 2016.
- [19] P. S. Foundation, “What is Python? Executive Summary,” 2024. <https://www.python.org/doc/essays/blurb/> (accessed Jun. 10, 2024).
- [20] L. Team, “Getting Started with OpenCV,” 2021. <https://learnopencv.com/getting-started-with-opencv/> (accessed Jun. 10,

2024).

- [21] M. Corporation, “Learn to code with Visual Studio Code.”  
<https://code.visualstudio.com/learn> (accessed Jun. 10, 2024).



**CURICULUM VITAE**

Nama : Ahmad Badri Maulana Widat

NPM : 2020503006

Tempat, Tanggal Lahir : Bondowoso, 09 Oktober 2002

Program Studi : S-1 Teknologi Informasi

Nama Orang Tua

Ayah : Sunadi

Ibu : Mirhamsi

Latar Belakang Pendidikan

SD/MI : SDN Cermee 1

SLTP/MTS : SMPN 1 Cermee

SLTA/MA : SMK Ibrahimi 1 Sukorejo

Alamat Rumah : Desa Cermee, Kecamatan Cermee,  
Kabupaten Bondowoso

E-mail : [Ahmadbadrimw02@gmail.com](mailto:Ahmadbadrimw02@gmail.com)

**LAMPIRAN**

Lampiran A : Surat Penelitian

**PANITIA TUGAS AKHIR DAN SKRIPSI  
UNIVERSITAS IBRAHIMI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

JL. KHR. Syamsul Arifin No. 1-2 PO. Box 2 Phone (0852-3333-7581)  
Fax. (0338) 453068 Situbondo 68374 website: [www.ibrahimy.ac.id](http://www.ibrahimy.ac.id) e-mail : [unib2018@ibrahimy.ac.id](mailto:unib2018@ibrahimy.ac.id)  
SUMBEREJO BANYUPUTIH SITUBONDO JAWA TIMUR

Nomor : 0828/405.159/071.095/M.3/V/2024  
Prihal : Permohonan Izin Penelitian

22 Mei 2024

Kepada  
Yth. Bapak Sunadi Petani Tomat

Di Tempat

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Disampaikan dengan hormat, dalam rangka pelaksanaan penelitian guna penyusunan Skripsi. Judul "**Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Ekstraksi Fitur Warna Menggunakan Metode K-NN**" dengan ini kami bermaksud mengajukan permohonan izin penelitian bagi mahasiswa kami :

Nama : AHMAD BADRI MAULANA WIDAT  
NIM : 2020503006  
Program Studi : S1 Teknologi Informasi  
Waktu : 23 Mei - 2 Juni 2024

Untuk melakukan penelitian di lembaga yang Bapak/Ibu pimpin. Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan :

1. Proposal Skripsi
2. Fotocopy Kartu Tanda Mahasiswa

Demikian permohonan kami, atas berkenannya kami sampaikan *Jazakumullahu khairan.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*


Ketua Panitia,

**Dr. Ach. Khumaidi, M.P**

Lampiran B : Kartu Bimbingan

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI		
TANGGAL	CATATAN	PARAF
3/6/24	Pengesuaian Latar Belakang	<i>[Signature]</i>
1/7/24	Bimbingan Bab 2	
7/7/24	ACC BAB I - BAB III	
1/8/24	Tampilkan gambar Program GUI	
1/8/24	Tata letak tabel di <del>perbaiki</del> Perbaiki	
1/8/24	ACC BAB IV - BAB V	

KARTU BIMBINGAN TUGAS AKHIR / SKRIPSI	
FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI	
UNIVERSITAS IBRAHIMI	
TAHUN AKADEMIK 2023/2024	
	
NPM	: 2020503006
Nama	: Ahmad Badri M W
Program Studi	: Teknologi Informasi
Judul TA / Skripsi	: <u>Klasifikasi kematangan Citra buah tomat berdasarkan ekstraksi fitur warna menggunakan metode K-Means</u>
= CATATAN =	
1. Dalam penyusunan Laporan TA / Skripsi, mahasiswa harus berkonsultasi dengan pembimbingnya secara bertahap. 2. Pada setiap konsultasi, kartu bimbingan harus dibawa dan diisi oleh pembimbing 3. Mahasiswa wajib Konsultasi selama penyusunan Laporan TA / Skripsi ke pembimbing Minimal 6 x 4. Waktu bimbingan dimulai sejak tahapan proposal sampai laporan kegiatan 5. Skedul TA / Skripsi dapat dilihat pada buku panduan penyusunan Laporan Kegiatan.	

Pembimbing I :		
TANGGAL	CATATAN	PARAF

Pembimbing II :			
NO	TANGGAL	CATATAN	PARAF
1	21/6/24	Ambil referensi & tahun terakhir	<i>[Signature]</i>
2	27/6/24	Pengesuaian Penelitian terdahulu	<i>[Signature]</i>
3	3/7/24	ACC BAB I - BAB II	<i>[Signature]</i>
4	16/7/24	ACC BAB III	<i>[Signature]</i>
5	1/8/24	Tambahkan Program GUI	<i>[Signature]</i>
6	10/8/24	ACC BAB IV - BAB V	<i>[Signature]</i>