

**DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG
GAPI MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST
NEIGHBOR (KNN)* DAN *GRAY LEVEL
CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)***

Oleh

FADLUN GONTA

T3116343

SKRIPSI

**Untuk menentukan salah satu syarat ujian
guna memperoleh gelar sarjana**



**PROGRAM SARJANA
TEKNIK INFORMATIKA
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
GORONTALO
2021**

PENGESAHAN SKRIPSI

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG GAPI MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) DAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)

Oleh

FADLUN GONTA

T3116343

SKRIPSI

Telah disetujui dan siap diseminarkan
Gorontalo, 13 November 2021

Pembimbing I

Pembimbing II


Irma Surya Kumala Idris, M.Kom
NIDN : 0921128801


Hastuti Dalai, M.Kom
NIDN : 0918038803

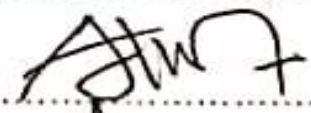
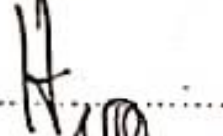
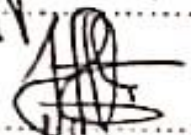
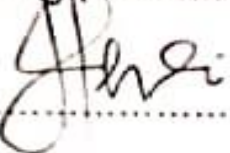
PERSETUJUAN SKRIPSI

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG GAPI MENGGUNAKAN METODE *K-NEAREST NEIGHBOR (KNN)* DAN *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)*

Oleh
FADLUN GONTA
T3116343

Diperiksa oleh Panitia Ujian Sastra Satu (SI)
Universitas Ichsan Gorontalo
Gorontalo, Desember 2021

1. Ketua Penguji
Amiruddin, M.Kom
2. Anggota
Yasin Aril Mustofa, M.Kom
3. Anggota
Mohamad Efendi Lasulika, M.Kom
4. Anggota
Irma Surya Kumala Idris, M.Kom
5. Anggota
Hastuti Dalai, M.Kom

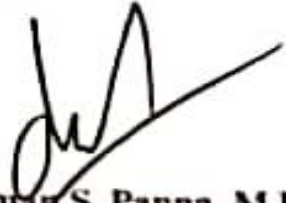

.....

.....

.....

.....

.....

Mengetahui


Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Jorry Karim, S.Kom, M.Kom
NIDN. 0918077302

Ketua Program Studi


Sudirman S. Panna, M.Kom
NIDN. 0928028101

PERNYATAAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Ichsan Gorontalo maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis (Skripsi) saya ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dari Tim Pembimbing.
3. Karya tulis (Skripsi) saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dipublikasi orang lain, kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai acuan/sitasi dalam naskah dan dicantumkan pula dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar, yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma - norma yang berlaku di Universitas Ichsan Gorontalo.

Gorontalo, 13 November 2021

Yang Membuat Pernyataan,

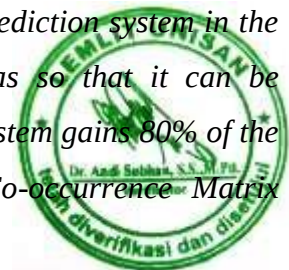


Fadlun Gonta

ABSTRACT

FADLUN GONTA. T3116343. DETECTION OF MATURITY LEVEL OF GAPI BANANA USING K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) AND GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) METHODS

Gapi banana is a fruit that grows in Indonesia in very large quantities, which is rich in vitamins, minerals, and carbohydrates. This type of banana is in great demand and consumed by the community. Each fruit has characteristics to determine the type and maturity, for example, size and color. However, at this time the determination of the classification used by farmers is still manual. One of the problems is the determination of postharvest bananas. A tool is required to identify the maturity level of bananas appropriately. One of them is by using the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method. This research aims to obtain a reliable and effective prediction system in the process of determining the maturity level of bananas so that it can be implemented. Based on the test results, this detection system gains 80% of the results. Thus, the application of the Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) method is feasible to use.



Keywords: *detection, banana fruit, GLCM*

ABSTRAK

FADLUN GONTA. T3116343. DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG GAPI MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOR (KNN) DAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM)

Buah pisang Gapi adalah buah yang tumbuh di Indonesia dengan jumlah yang sangat banyak, yang kaya akan vitamin, mineral dan karbohidrat. Untuk itu buah pisang sangat diminati dan dikonsumsi oleh masyarakat. Setiap buah memiliki ciri untuk dapat ditentukan jenis dan kematangannya, misalkan saja ukuran dan warnanya. Akan tetapi saat ini penentuan klasifikasi tersebut digunakan petani masih secara manual. Salah satu permasalahannya adalah penentuan buah pisang pascapanen. Dengan demikian dibutuhkan alat bantu yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang secara tepat. Salah satunya dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh sistem prediksi yang handal dan efektif dalam proses penentuan tingkat kematangan buah pisang yang baik sehingga dapat diimplementasikan. Berdasarkan hasil uji sistem pendeteksian ini mendapatkan hasil 80%. Dengan demikian penerapan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* ini layak untuk digunakan.

Kata kunci: deteksi, buah pisang, GLCM



KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-nya penulis dapat menyelesaikan proposal ini dengan judul, **“Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Gapi Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor (KNN)* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)*”**.

Penyusunan skripsi ini untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan di Universitas Ichsan Gorontalo Fakultas Ilmu Komputer. Skripsi ini dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Muhammad Ichsan Gaffar, SE.,M.Ak, Selaku Ketua Yayasan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (YPIPT) Ichsan Gorontalo.
2. Bapak Dr. Abdul Gaffar La Tjokke, M.Si Selaku Rektor Universitas Ichsan Gorontalo.
3. Bapak Jorry Karim, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
4. Bapak Sudirman Melangi, S.Kom, M.Kom, Selaku Wakil Dekan I Bidang Akademik Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
5. Ibu Irma Surya Kumala Idris, S.Kom, M.Kom, Selaku Wakil Dekan II Bidang Administrasi Umum dan Keuangan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo, sekaligus Pembimbing I dalam penelitian ini yang telah membimbing penulis selama menyusun hasil penelitian ini.
6. Bapak Sudirman S. Panna, S.Kom, M.Kom, Selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.
7. Ibu Hastuti Dalai, S.Kom, M.Kom, sebagai Pembimbing II dalam penelitian ini yang telah membimbing penulis selama menyusun hasil penelitian ini.

8. Kepada bapak, Ibu, Kakak, Adik dan Keluarga yang selalu memberikan dorongan moral maupun materil dari awal sampai akhir perkuliahan.
9. Teman-teman di jurusan Teknik Informatika dan semua pihak yang ikut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Semoga allah, SWT melimpahkan balasan atas jasa-jasa mereka kepada kami. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang telah dicapai ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang konstruktif. Akhirnya penulis berharap semoga hasil yang telah dicapai ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Aamiin.

Gorontalo, 13 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN SKRIPSI	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi masalah	3
1.3 Rumusan masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat teoritis	4
1.5.2 Manfaat praktis	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Studi	5
2.2 Tinjauan pustaka	6
2.2.1 Pengenalan Buah Pisang	6
2.2.2 Proses Perubahan Pada Pisang	7

2.2.3	Citra Digital	8
2.2.4	Warna Citra	9
2.2.5	Segmentasi.....	9
2.2.6	Deteksi Tepi	9
2.2.7	Metode K-Nearest Neighbor (KNN).....	10
2.2.8	Ekstraksi Ciri (Gray Level Co-Occurrence Matrix).....	12
2.2.9	Confusion Matrix	14
2.3	Kerangka Pikir.....	15
BAB III METODE PENELITIAN		16
3.1	Jenis, Metode, Subjek, Objek, Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2	Pengumpulan Data	17
3.2.1	Data sekunder	17
3.2.2	Data Primer.....	17
3.3	Pemodelan	18
3.3.1	Pra Pengolahan	19
3.3.2	Ekstraksi Ciri	19
3.3.3	Data <i>Training</i>	19
3.3.4	<i>Training</i> Menggunakan K-Nearest Neighbor.....	19
3.3.5	Model.....	19
3.3.6	Data Testing	20
3.3.7	Hasil Klasifikasi	20
3.4	Evaluasi	20
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		21
4.1	Hasil pengumpulan data	21
4.2	Hasil pemodelan	21

4.2.1	Pengambilan Citra pisang.....	21
4.2.2	Pra – Pengolahan	22
4.2.3	Ekstraksi Fitur	25
4.2.3.1	Quantization	25
4.2.3.2	Count matrix.....	26
4.2.3.3	Transpose	27
4.2.3.4	Normalisasi.....	28
4.2.4	Klasifikasi.....	32
4.2.5	Evaluasi	34
4.2.5.1	Confusion Matrix	34
4.2.5.2	<i>Flowchart</i> untuk pengujian white box	37
4.2.5.3	<i>Flowgraph</i> untuk pengujian white box	38
4.2.5.4	Perhitungan CC pada pengujian white box	38
4.2.5.5	Path pada pengujian white box	39
BAB V	PEMBAHASAN	40
5.1	Pembahasan system.....	40
5.2	Pembahasan model	42
BAB VI	PENUTUP	45
6.1	Kesimpulan.....	45
6.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Citra pisang dari masing-masing kelas	6
Gambar 2. 2 Alur algoritma KNN	11
Gambar 2.3 Kerangka pikir.....	15
Gambar 2. 4 Kerangka Pikir	15
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	16
Gambar 3. 2 Pemodelan	18
Gambar 4.1 Flowchart untuk pengujian white box.....	37
Gambar 4.2 <i>Flowgraph</i> untuk pengujian white box	38
Gambar 5.1 Tampilan menu utama.....	40
Gambar 5.2 Load data training	40
Gambar 5.3 Load data testing	41
Gambar 5.4 Hasil pengolahan citra.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terkait	5
Tabel 2. 2 Proses perubahan warna pada kematangan buah pisang [2].....	7
Tabel 2. 3 Hasil Klasifikasi Citra Mangga.....	11
Tabel 2. 4 Hasil Akurasi Uji Coba Sistem	12
Tabel 4.1.1 Data Kematangan Buah Pisang.....	21
Tabel 4.2.1 Perubahan warna RGB ke <i>grayscale</i>	22
Tabel 4.2.2 Normalisasi citra	23
Tabel 4.2.3 Nilai Dari Suatu Citra	25
Tabel 4.2.4 Quantization.....	25
Tabel 4.2.5 Count matrix	26
Tabel 4.2.6 Proses count matrix.....	26
Tabel 4.2.7 Hasil count matrix.....	27
Tabel 4.2.8 Transpose	27
Tabel 4.2.9 Tabel hasil penjumlahan count matrix dan transpose	27
Tabel 4.2.10 Tabel hasil normalisasi	28
Tabel 4.2.11 Tabel nilai data training	32
Tabel 4.2.12 Tabel nilai data testing	32
Tabel 4.2.13 Klasifikasi hasil perhitungan euclidean distance	33
Tabel 4.2.14 Klasifikasi hasil perhitungan euclidean distance	33
Tabel 4.2.15 Hasil perangkungan	34
Tabel 4.2.16 Hasil data testing.....	34
Tabel 4.2.17 Data citra kematangan buah pisang	34
Tabel 4.2.18 Path Pengujian white box.....	39
Tabel 5.1 Data citra kematangan buah pisang.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Kode Program

Data Set

Riwayat Pendidikan

Berita Acara Perbaikan Skripsi/Revisi Ujian Skripsi

Surat Rekomendasi Penelitian

Surat Rekomendasi Plagiasi

Surat Rekomendasi Bebas Pustaka

Hasil Turnitin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang adalah buah yang tumbuh di Indonesia dengan jumlah yang sangat banyak, yang kaya akan vitamin, mineral dan karbohidrat. Untuk itu buah pisang sangat diminati dan dikonsumsi oleh masyarakat. Indonesia merupakan salah satu negara sebagai produsen pisang dunia. Dikarenakan pisang mengandung gizi yang baik yang dibutuhkan oleh tubuh. Karena itu pisang banyak dibudidayakan di masyarakat. Budidaya buah pisang biasanya dilakukan oleh petani maupun orang awam. Selain dimakan buah pisang juga dapat dibuat untuk olahan bahan baku seperti tepung dan kripik [1].

Setiap buah memiliki ciri untuk dapat ditentukan jenis dan kematangannya, misalkan saja tekstur, ukuran dan warnanya. Akan tetapi saat ini penentuan klasifikasi tersebut digunakan petani masih secara manual. Salah satu permasalahannya adalah penentuan buah pisang pasca panen. Selama ini buah pisang diidentifikasi tingkat kematangan berdasarkan analisis kulit buah secara visual mata manusia. Proses identifikasi seperti inilah memiliki banyak kelemahan, yaitu membutuhkan tenaga lebih banyak untuk memilah tingkat persepsi kematangan buah yang dihasilkan berbeda, karena manusia cenderung cepat lelah, tidak konsisten dan penilaian manusia juga bersifat subjektif. Kelemahan-kelemahan tersebut yang mempengaruhi waktu yang dibutuhkan [2].

Pengolahan citra digital merupakan bagian dari perkembangan teknologi yang menginginkan agar mesin atau komputer dapat mengenali citra seperti layaknya penglihatan manusia. Teknologi sekarang telah menciptakan sistem pengenalan secara komputerisasi dengan menggunakan metode atau konsep untuk pemecahannya. Dalam penelitian ini buah pisang akan jadi salah satu objek citra buah yang akan dikenali dalam dua kategori yaitu mentah dan matang. Pengolahan citra adalah cabang ilmu yang

artical *intelegence* menggunakan objek citra dalam bentuk digital untuk penyelesaian kasusnya. Masing-masing objek citra memiliki nilai perbedaan yang dapat diperhitungkan secara matematis sehingga menunjukkan ciri yang berbeda antara objek satu dengan yang lainnya [3].

Dengan demikian dibutuhkan alat bantu yang dapat mengidentifikasi tingkat kematangan buah pisang secara tepat. Salah satunya dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)*. Dengan metode ini akan menghasilkan tingkat kematangan buah pisang tersebut [2].

Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) merupakan metode statistika untuk membentuk fitur atau ciri yang tidak didasarkan pada nilai piksel semata dan hubungan ketetanggaan piksel. Penciri yang akan digunakan adalah tekstur yang merupakan pembeda objek buah pisang dengan yang lain. Citra pisang memiliki pola piksel yang berbeda satu dengan yang lain untuk menentukan nilai kematangannya [3].

Langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah : 1. pengambilan citra(*Image Acquicition*), 2. perbaikan citra(*preprocessing*), 3. ekstraksi ciri(*feature exraction*) dan 4. pengidentifikasian (*indentification*) objek. Objek akan diambil dalam bentuk citra digital dalam format “*jpg*”. Perbaikan citra dengan melakukan perubahan intensitas piksel dengan fungsi *grayscale* dan perubahan ukuran. Kemudian hasil perbaikan citra akan di ekstrasi ciri dengan GLCM, dan terakhir untuk pengenalan objek dengan perhitungan jarak terdekat (*Ecludian Distance*). Nilai penciri masing-masing objek akan diperhitungkan dengan *Contrast, Correlation, Homogenity* dan *Energy*[4].

Berdasarkan penjelasan di atas, metode *Gray Level Co-Occurence Matrix (GLCM)* menunjukkan nilai akurasi yang tinggi dan metode yang telah terbukti menjadi descriptor tekstur yang efektif serta memiliki akurasi dan waktu komposisi yang lebih baik dari metode ekstrasi tekstur yang lain [5].

Warna merupakan salah satu komponen penting dalam mengenali suatu objek. Berbagai jenis warna dapat diklasifikasikan sehingga memudahkan kita dalam mengidentifikasi warna. Objek-objek yang dapat kita lihat disekitar kita dapat ditentukan cirinya berdasarkan warna. Oleh karena itu, warna merupakan salah satu komponen penting dalam mengidentifikasi sebuah objek seperti pada buah pisang. Maka penelitian ini akan menjadikan warna sebagai alat ukur atau parameter dalam menentukan tingkat kematangan dari buah pisang tersebut [5].

1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Teknik pemeriksaan kematangan buah pisang gapi yang masih di tentukan dengan cara analisis manual atau penglihatan manusia secara manual.
2. Adanya kesulitan untuk mengetahui tingkat kematangan buah pisang gapi.

1.3 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat ditarik rumusan masalah sebagai berikut :

1. Menentukan proses kematangan buah pisang gapi menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM).
2. Bagaimana pembuatan sistem ini dapat membantu mempermudah proses penentuan tingkat kematangan buah pisang gapi dengan baik.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menguji coba metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* untuk mengetahui akurasi yang di dapat pada tingkat kematangan buah pisang gapi.
2. Memperoleh sistem prediksi yang handal dan efektif dalam proses penentuan tingkat kematangan buah pisang yang baik sehingga dapat di implementasikan.

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam masyarakat dan terutama di bidang ekspor. Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat teoritis

Secara teoritis hasil penelitian ini sangat di harapkan dapat bermanfaat yaitu sebagai :

- a. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pembelajaran di kalangan universitas yang terus berkembang sesuai dengan tuntutan masyarakat dan sesuai dengan kebutuhan perkembangan zaman.
- b. Memberikan sumbangan ilmiah dalam ilmu pendidikan mahasiswa semester akhir, yaitu mendeteksi perbedaan tingkat kematangan buah pisang menggunakan metode *GLCM*.
- c. Sebagai pijakan referensi pada penelitian – penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan deteksi citra pada suatu objek.

1.5.2 Manfaat praktis

Bagi penulis dapat menambah wawasan langsung tentang cara memilih pisang yang baik dan dapat di konsumsi serta pengalaman dalam pembuatan aplikasi citra digital dengan menggunakan metode *GLCM*. Bagi masyarakat mereka dapat memilih dengan mudah mana buah pisang yang dapat dikonsumsi dan yang tidak dapat di konsumsi.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Studi

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini untuk dijadikan sebagai bahan referensi dalam menentukan metode yang akan digunakan nantinya.

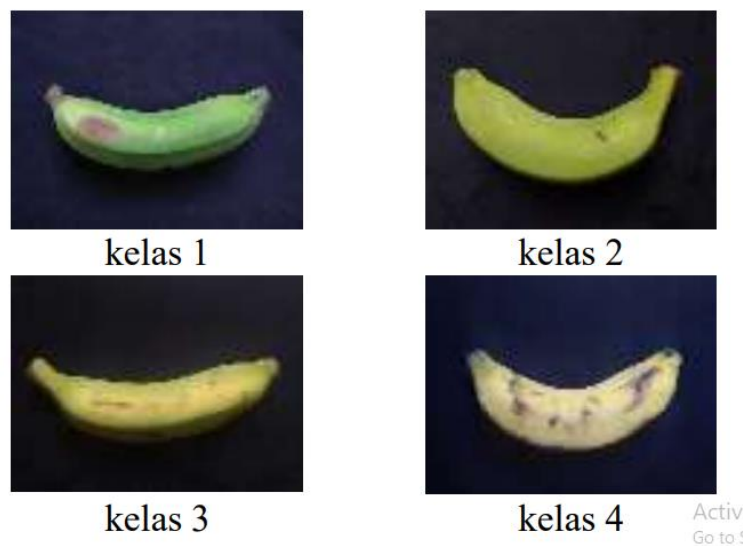
Tabel 2.1 Penelitian terkait

No.	Peneliti	Judul	Tahun	Hasil
1	Ina Najiah, Ifani Hariyanti	Deteksi Jenis Dan Tingkat Kematangan Pisang Menggunakan Metode Extreme Learning Machine	2020	Metode CNN berhasil mendeteksi jenis pisang dan level kematangannya pada penelitian ini dan menghasilkan akurasi baik sebesar 86% tingkat keakurasiannya sehingga questioner dapat memudahkan petani pisang dan karyawannya dikebun pisang.
2	Indarto	Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS	2017	Hasil Deteksi yang dilakukan oleh pengolahan citra dengan metode transformasi warna HIS mempunyai persentase ketepatan yang cukup baik yaitu 70%.

No.	Peneliti	Judul	Tahun	Hasil
3	Husnul Khotimah, Nur Nafi'iyah, Masruroh	Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV Dengan KNN	2019	Penerapan metode K- NN dapat diterapkan dengan baik dalam sistem klasifikasi kematangan mangga berdasarkan warna HSV. Akurasi yang diperoleh dari pengujian ini adalah 55%.

2.2 Tinjauan pustaka

2.2.1 Pengenalan Buah Pisang



Gambar 2.1 Citra pisang dari masing-masing kelas

Gambar diatas menunjukkan contoh dari citra pisang masing-masing kelas yang telah diidentifikasi yaitu kelas 1: buah pisang belum matang (sangat hijau), kelas 2: buah pisang cukup matang (hijau sedang), kelas 3: buah pisang matang (kuning), dan kelas 4: buah pisang sangat matang (sangat kuning).

2.2.2 Proses Perubahan Pada Pisang

Proses perubahan pada pisang dimulai dari tingkat yang menunjukkan kulit pisang masih mentah berwarna hijau dan kulit pisang yang sudah matang berwarna kuning. Selain itu, tingkat kematangan buah pisang yang masih mentah memiliki daya hambat yang lebih besar daripada buah pisang yang sudah matang, ini disebabkan oleh kandungan tannin yang lebih banyak pada buah pisang yang mentah [6].

Klasifikasi perubahan pada buah pisang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara destruktif dan cara non destruktif. Klasifikasi secara destruktif dilakukan dengan cara analisis kimiawi dengan menghancurkan buah pisang tersebut. Sedangkan klasifikasi secara non-destruktif dilakukan dengan melihat warna dan tekstur kulit buah pisang itu sendiri tanpa harus membuka atau mencicipi buah pisang tersebut [7].

Tabel 2.2 Proses perubahan warna pada kematangan buah pisang [2].

No	Keadaan buah	Karakteristik
1		Warna hijau, buah masih mentah
2		Warna hijau dengan sedikit warna kuning
3		Warna hijau lebih dominan dari pada kuning
4		Warna kuning lebih banyak dari pada hijau
5		Semua permukaan kulit pisang berwarna kuning, bagian ujung masih hijau

No	Keadaan buah	Karakteristik
6		Seluruh buah pisang berwarna kuning
7		Buah pisang berwarna kuning dengan sedikit bintik coklat
8		Buah pisang berwarna kuning dengan banyak bercak coklat

2.2.3 Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah bagian dari perkembangan teknologi yang menginginkan mesin atau komputer secara langsung dapat mengenali citra seperti layaknya penglihatan manusia. Sekarang ini teknologi telah menciptakan sistem pengenalan dengan menggunakan metode atau konsep dalam pemecahannya [3].

Citra Digital selalu dilakukan untuk menemukan metode dan konsep yang sesuai dalam penanganan kasus pengenalan objek secara komputerisasi dengan pengolahan citra [3].

Pengolahan citra merupakan cabang ilmu dalam *artificial Intelligence* yang menggunakan objek citra dalam bentuk digital untuk penyelesaian masalahnya. Metode ini dapat dilakukan baik perhitungan matematis pada secara piksel maupun geometris [3].

Masing-masing citra memiliki perbedaan antara objek satu dengan yang lainnya. Penciri tersebut ditentukan dari warna, tekstur dan bentuk. Kemiripan yang digunakan secara umum biasanya dihitung dari data yang mentah. Langkah yang akan diambil terbagi atas 4 yaitu : 1) pengambilan citra, 2) perbaikan citra 3) ekstraksi 4) pengidentifikasian [3].

2.2.4 Warna Citra

Warna citra atau sering disebut RGB merupakan citra yang masing-masing piksel mempunyai tiga komponen warna yang spesifik yaitu komponen merah (red), komponen hijau (green), dan komponen biru (blue) [5].

$$\text{RGB} = (((R \times 256) + G) \times 256) + B \quad [5]$$

Meskipun RGB bagus untuk menampilkan informasi warna tetapi ia tidak akan cocok untuk beberapa aplikasi pemrosesan citra. Pada aplikasi pengenalan objek lebih mudah mengidentifikasi objek dengan perbedaan huenya dengan cara memberikan nilai ambang pada rentang nilai-nilai hue (panjang gelombang spektrum) yang melingkupi objek [2].

2.2.5 Segmentasi

Segmentasi citra adalah proses pengolahan citra yang bertujuan memisahkan wilayah (*region*) dengan objek atau wilayah latar belakang agar mudah di analisis jika mengenali objek yang banyak melibatkan persepsi visual. [8]

2.2.6 Deteksi Tepi

Deteksi tepi adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak (besar) dalam jarak yang singkat. Tepi mencirikan batas-batas objek, tepi berguna untuk identifikasi dan segmentasi objek dalam citra [8].

Berikut tiga macam tepi yang terdapat pada citra digital yaitu;

- 1). Tepi curam adalah tepi dengan arah tepi berkisar 90° dengan perubahan intensitasnya yang tajam.
- 2). Tepi landai adalah tepi yang bersudut kecil dan terdiri dari beberapa jumlah tepi lokal yang berdekatan.
- 3). Tepi yang mengandung noise [8].

Faktor kunci untuk mengekstraksi ciri tersebut adalah dengan mendeteksi keberadaan tepi dari objek didalam citra [8].

Setelah itu ketika tepi objek diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan segmentasi citra menjadi objek atau region, seperti memisahkan objek-objek yang berbeda dengan mengekstraksi batas-batas objek. Langkah terakhir adalah analisis citra dengan mengklasifikasikan. Klasifikasi adalah memetakan segmen-segmen yang berbeda kedalam kelas atau objek yang berbeda [8].

2.2.7 Metode K-Nearest Neighbor (KNN)

Klasifikasi adalah proses pengelompokan. Seperti pengelompokan beberapa benda atau objek yang sama dan tidak sama. *K-Nearest Neighbor* (KNN) adalah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan proses pembelajarannya dimana jarak terdekat dan memiliki beberapa persamaan ciri lebih banyak dengan objek tersebut. Dekat dan jauhnya tetangga biasanya dihitung dengan jarak euclidean. Teknik ini sederhana namun dapat memberi akurasi yang baik terhadap hasil klasifikasi [9].

$$D(i,j) =$$

Keterangan : $d(i,j)$ = Nilai jarak

x_i = Nilai-nilai pada fitur 1

x_j = Nilai-nilai pada fitur 2

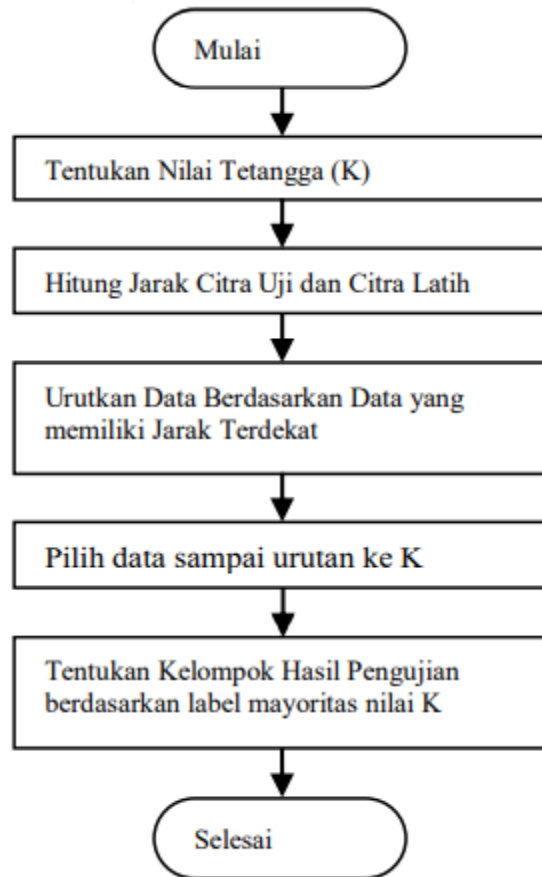
nilai terbaik dalam algoritma ini tergantung dari jumlah data, dan ukuran nilai K yang besar belum tentu menjadi nilai K yang terbaik begitu pula sebaliknya [9].

Langkah untuk menghitung algoritma:

KNN :

1. Menentukan nilai k
2. Menghitung kuadrat jarak *Euclidean* (queryinstance) masing-masing objek terhadap training data.
3. Mengurutkan objek-objek tersebut kedalam kelompok yang mempunyai jarak *Euclidean* terkecil.
4. Menggunakan label class Y (klasifikasi Nearest Neighbor) [9].

Contoh penerapan perhitungan kematangan buah mangga menggunakan metode knn [10] :



Gambar 2.2 Alur algoritma KNN

Tabel 2.3 Hasil Klasifikasi Citra Mangga

Nilai K	Kelas Mentah		Kelas Cukup		Kelas Matang		Kelas Sangat Matang	
	Benar	Salah	Benar	Salah	Benar	Salah	Benar	Salah
1	6	4	8	2	4	6	5	5
2	7	3	10	0	9	1	6	4
3	8	2	8	2	6	4	9	1
4	5	5	6	4	3	7	7	3
5	2	8	6	4	4	6	7	3
6	4	6	5	5	3	7	6	4
7	3	7	8	2	4	6	4	6
8	4	6	5	5	7	3	5	5
9	2	8	7	3	5	5	3	7
10	4	6	8	2	3	7	4	6

Tabel 2.4 Hasil Akurasi Uji Coba Sistem

Nilai k	Data yang Sesuai	Data Keseluruhan	Akurasi
1	23	40	56 %
2	32	40	80 %
3	31	40	78 %
4	21	40	53 %
5	19	40	48 %
6	18	40	45 %
7	19	40	48 %
8	21	40	53 %
9	17	40	43 %
10	19	40	48 %

2.2.8 Ekstraksi Ciri (Gray Level Co-Occurrence Matrix)

Ekstraksi ciri merupakan proses pengambilan ciri-ciri yang terdapat pada objek didalam citra. Pada proses ini objek yang berada didalam citra dihitung properti-properti objek yang berkaitan sebagai ciri. Ciri-ciri tersebut adalah sebagai berikut [4]:

1. *Contrast (Kontras)* : Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra.

$$\sum_{i,j=1}^N P(i,j)(i-j)^2$$

Atau

$$\sum_{i,j=1}^N P(i,j)(i-j)^2$$

2. *Correlation (Korelasi)* : Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra.

$$\sum_{i,j=1}^N \frac{(i - \mu_i)(j - \mu_j)P(i,j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

Atau

$$\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{\{i \times j\} \times P(i,j) - \{\mu_x \times \mu_y\}}{\sigma_x \times \sigma_y}$$

Dengan :

μ_x = nilai rata rata elemen kolom matrix $Pd_{\emptyset}(i,j)$

μ_y = nilai rata-rata elemen baris matrix $Pd_{\emptyset}(i,j)$

σ_x = standar deviasi elemen kolom matrix $Pd_{\emptyset}(i,j)$

σ_y = standar deviasi elemen baris matrix $Pd_{\emptyset}(i,j)$

3. Homogeneity (Homogenitas)

$$\sum_{i,j=1}^N \frac{P(i,j)}{1 + |i - j|}$$

atau

$$\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \frac{1}{1 + (i - j)^2} P(i,j)$$

4. Energy (Energi) : Menyatakan distribusi intensitas piksel terhadap jangkauan aras keabuan.

$$\begin{aligned} \text{Dist}((2, -1), -2, 2) &= \sqrt{(2 - (-2))^2 + ((-1) - 2)^2} \\ &= \sqrt{(2 + 2)^2 + (-1 - 2)^2} \\ &= \sqrt{(4)^2 + (-3)^2} \\ &= \sqrt{25} \\ &= 5. \end{aligned}$$

$$\sum_{i,j=0} P(i,j)^2$$

atau

$$\sum_{i=0}^{G-1} \sum_{j=0}^{G-1} \{P(i,j)\}^2$$

Dimana,

i,j : koordinat di dalam matrix co-occurrence.

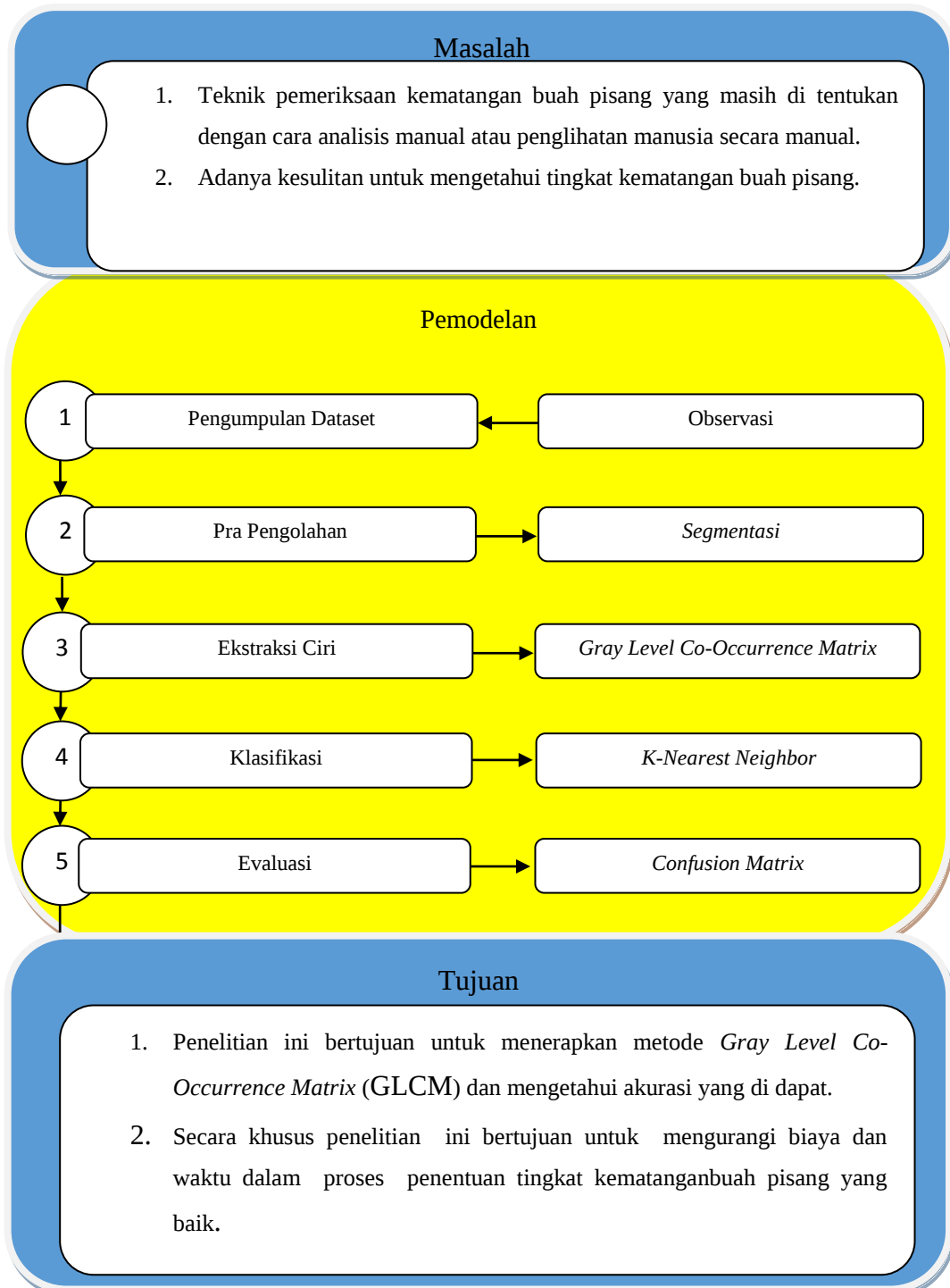
$P(i,j)$: Matrix Co-occurrence nilai pada koordinat i,j .

Dimensi N pada matrix Co-occurrence

2.2.9 Confusion Matrix

Evaluasi model klasifikasi didasarkan pada pengujian untuk memperkirakan objek yang benar dan salah. Urutan pengujian ditabulasikan dalam *confusion matrix* dimana tingkat kematangan buah yang diprediksi ditampilkan dibagian atas matrix dan tingkat kematangan buah yang diamati[11].

2.3 Kerangka Pikir



Gambar 2.4 Kerangka Pikir

BAB III

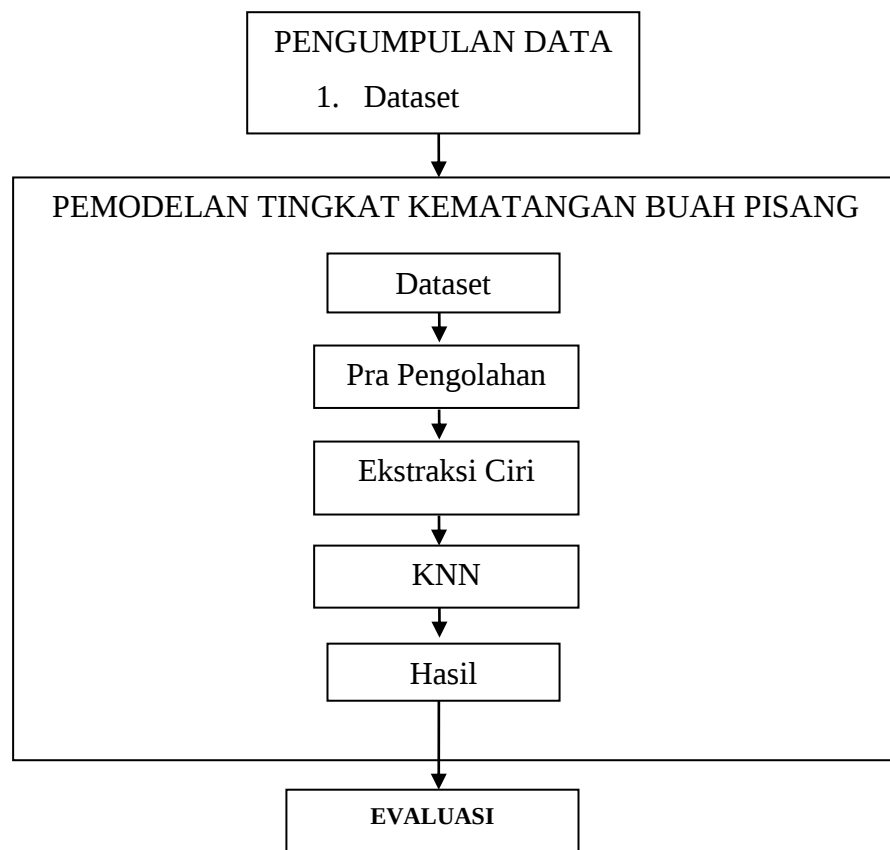
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis, Metode, Subjek, Objek, Waktu Dan Lokasi Penelitian

Berdasarkan dari tingkat penerapan maka penelitian ini merupakan penelitian terapan, dipandang dari jenis informasi yang diolah maka penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi kasus. Dengan demikian jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental.

Subjek penelitian ini adalah klasifikasi pada objek tingkat kematangan buah pisang. Penelitian ini dimulai dari januari s/d maret 2021 yang berlokasi di Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang berasal dari penelitian lapangan dan data sekunder berasal dari penelitian kepustakaan.

3.2.1 Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang tersedia dan kita tinggal mencari dan mengumpulkannya. Data sekunder dari penelitian ini adalah metode kepustakaan yaitu dari teori-teori yang sudah ada, misalnya teori tentang pendeteksian tingkat kematangan buah pisang.

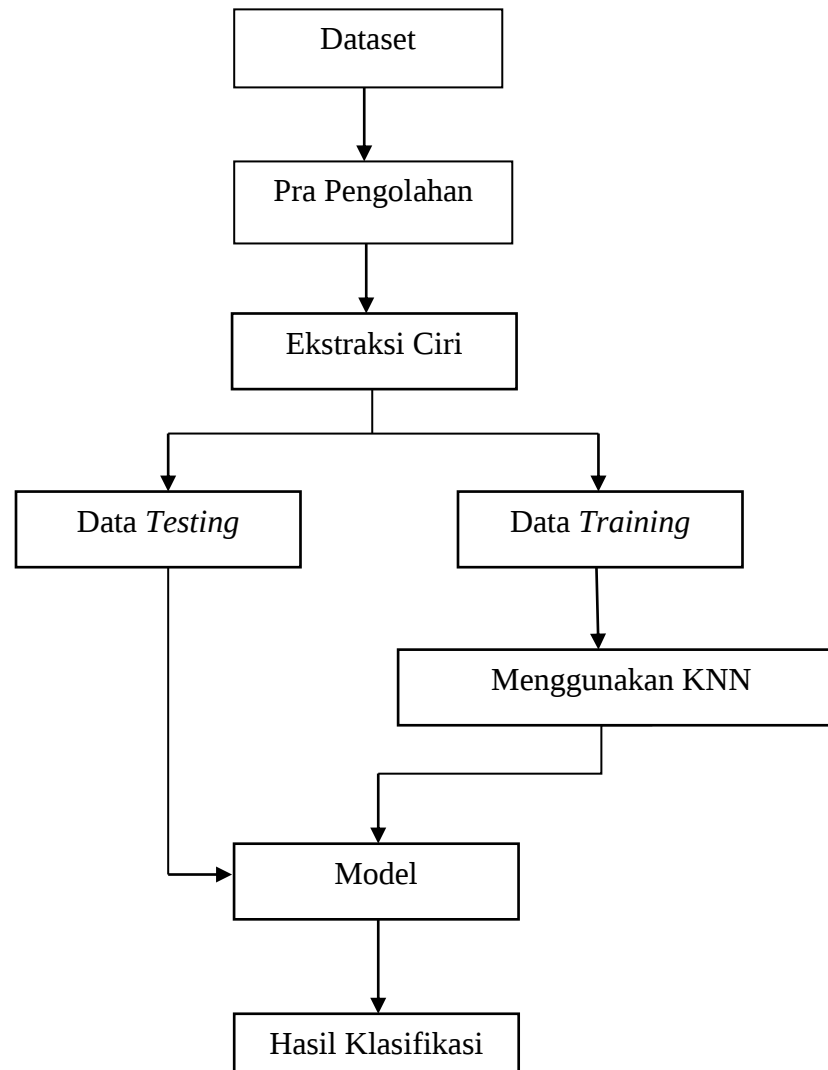
3.2.2 Data Primer

Data Primer merupakan data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti di Dinas Pertanian. Data yang di dapat berupa tingkat kematangan buah pisang.

Sedangkan cara pengumpulan data pada peneliti ini digunakan beberapa cara diantaranya.

1. Observasi, dilakukan pengamatan langsung dilokasi.
2. Wawancara, dilakukan pada pihak yang terkait yakni pada Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo.
3. Dokumentasi, yakni dengan mengambil gambar dengan objek tingkat kematangan buah pisang yang baru diambil dan yang sudah beberapa hari diambil pada Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo.

3.3 Pemodelan



Gambar 3.2 Pemodelan

3.3.1 Pra Pengolahan

Sebelum data diolah, terlebih dahulu dilakukan proses *segmentasi*. Hal ini dilakukan untuk memisahkan antara objek yang dikehendaki dan objek yang tidak dikehendaki.

3.3.2 Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri berfungsi sebagai pendeteksi ciri dari suatu citra. Ciri yang dapat digunakan untuk membedakan citra satu dengan citra lainnya, di antaranya adalah ciri bentuk, ciri ukuran, ciri geometri, ciri tekstur, dan ciri warna. Pada penelitian ini digunakan ekstraksi ciri tektur menggunakan *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)*. Masing-masing citra diekstra cirinya berdasarkan parameter-parameter tertentu dan dikelompokkan pada kelas tertentu. Nilai dari parameter-parameter tersebut kemudian dijadikan sebagai data masukan dalam proses identifikasi/klasifikasi.

3.3.3 Data Training

Data *training* merupakan kumpulan data yang telah terekstraksi cirinya yang selanjutnya akan dilatih menggunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Algoritma ini akan menentukan atau mencari bobot yang terbaik. Data *training* berupa ciri dari hasil ekstraksi *Gray Level Co-Occurrence Matrix* terhadap tingkat kematangan buah pisang.

3.3.4 Training Menggunakan K-Nearest Neighbor

Training menggunakan K-NN dilakukan dengan menjadikan data *training* sebagai input untuk menemukan model yang tepat. Arsitektur dari algoritma KNN akan dilakukan secara eksperimen untuk menentukan persamaan ciri dan memisahkan edintitas yang tidak sama guna mendapatkan hasil kinerja terbaik.

3.3.5 Model

Model merupakan hasil dari proses *training* algoritma *K-Nearest Neighbor* menggunakan data *training*.

3.3.6 Data Testing

Data *testing* merupakan data yang telah terekstraksi cirinya yang digunakan untuk menguji data yang telah dilatih. Data *testing* digunakan untuk mengukur sejauh mana *classifier* berhasil melakukan klasifikasi dengan benar. Karena itu, data yang ada pada data *testing* seharusnya tidak boleh ada pada data *training* sehingga dapat diketahui apakah model *classifier* sudah pintar dalam melakukan klasifikasi. Data *testing* berupa ciri dari hasil ekstraksi *Gray Level Co-Occurrence* terhadap tingkat kematangan buah pisang.

3.3.7 Hasil Klasifikasi

Hasil klasifikasi merupakan hasil *output* pada data *testing* yang didapatkan dari proses klasifikasi yang dilakukan oleh algoritma K-NN berdasarkan model yang diperoleh dari hasil *training*.

3.4 Evaluasi

Evaluasi bertujuan untuk mengetahui kinerja dari metode tekstur analisis yang digunakan. Proses evaluasi dilakukan pada seluruh data *testing* kemudian target output yang dihasilkan akan dipetakan ke dalam *Confusion Matrix* untuk dihitung nilai akurasinya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil pengumpulan data

Dataset yang digunakan pada penelitian ini berupa data real dan merupakan kumpulan dari beberapa foto pisang yang mentah dan matang. Berikut adalah gambar yang telah dikumpulkan.

Tabel 4.1.1 Data Kematangan Buah Pisang

Mentah	Matang
	

4.2 Hasil pemodelan

4.2.1 Pengambilan Citra pisang

Data yang digunakan adalah data citra yang diambil dari kamera hp, dan pisang yang menjadi objek penelitian di ambil dari tempat penjualan pisang di Gorontalo, dimana pisang-pisang tersebut masih bagus. Citra pisang akan dibagi menjadi dua objek yaitu matang dan mentah. Cara pengenalan dari kedua buah pisang tersebut dilihat dari segi warna yaitu pisang mentah berwarna hijau dan pisang matang berwarna kuning. Parameter yang digunakan yaitu dari segi tekstur, ukuran dan warnanya. Untuk citra pisang matang terdapat 107 gambar dan pisang mentah terdapat 59 gambar. Dimana gambar-gambar tersebut diambil dari berbagai angle dengan kemiripan atau pose yang berbeda-beda, dua objek tersebut digunakan sebagai data training sementara untuk data testing terdapat 10 citra pisang, jika ditotal keseluruhan terdapat 176 gambar.

4.2.2 Pra – Pengolahan

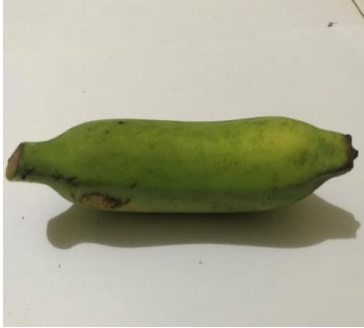
Pra – Pengolahan citra (*image pre-processing*) adalah proses paling awal dalam pengolahan citra. Pada saat ini citra dikonversi agar dapat diperoleh data citra pisang yang sesuai kebutuhan. Tahap ini diperlukan agar citra dapat dinormalisasi dari permasalahan luminasi yang terlalu gelap atau terlalu terang sehingga dapat meningkatkan performa dari sistem pengenalan citra pisang. Pra pengolahan dilakukan dengan dua tahap yaitu ;

1. Pengubahan citra warna menjadi *grayscale*

Tahap ini adalah tahap untuk merubah citra *training* dan citra *testing* yang awalnya RGB menjadi *grayscale*, perubahan ini untuk menyederhanakan dan mengurangi kebutuhan memori karena *grayscale* memiliki persamaan warna yang sederhana dimana nilai dari warna putih diwakili dengan angka 255 dan nilai warna hitam diwakili dengan 0.

Tabel 4.2.1 Perubahan warna RGB ke *grayscale*

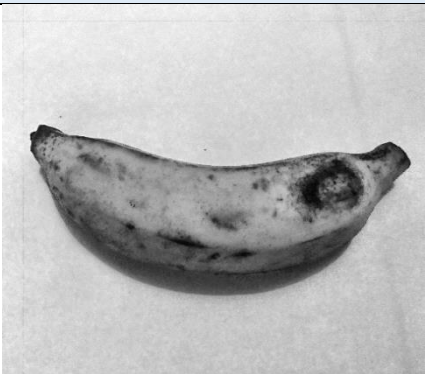
Gambar Asli	Grayscale
	

Gambar Asli	Grayscale
	

2. Normalisasi citra

Setelah melalui tahap pengubahan menjadi citra *grayscale*, pada tahap ini citra akan dinormalisasi dengan histogram ekualisasi. Histogram ekualisasi adalah proses untuk mengkonversi nilai derajat keabuan sebuah citra sehingga menjadi serupa. Fungsi proses ini adalah mencapai desiminasi histogram untuk menyeluruh agar derajat keabuan mendapat jumlah pixel yang relative sama. Berikut adalah gambar dari normalisasi citra keabuan dengan histogram ekualisasi.

Tabel 4.2.2 Normalisasi citra

Grayscale	Equalisasi
	

Grayscale	Equalisasi
	

3. Proses thresholding

Proses ini adalah untuk memisahkan background dengan objek. Proses thresholding digunakan untuk menghitung atau mengatur derajat keabuan yang terdapat pada citra. Dengan metode ini juga dapat merubah nilai keabuan sesuai kebutuhan, misalkan diinginkan derajat keabuan menggunakan 8 level, maka tinggal membagi derajatnya dengan 8 level tersebut. Proses ini pada dasarnya adalah perubahan kuantitasi pada citra. Untuk menentukan derajat keabuan dapat digunakan rumus :

$$x = b.int(w/b)$$

ket : x = nilai derajat keabuan setelah thresholding

w = nilai keabuan sebelum thresholding

Proses untuk melakukan binerisasi citra grayscale ke citra biner :

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x, y) \geq T \\ 0 & \text{if } (x, y) < T \end{cases}$$

ket : f(x,y) adalah citra grayscale

g(x,y) adalah citra biner

T adalah thresholding

Cara untuk mengekstra objek dari background adalah dengan memilih nilai Thresholding (T) yang memisahkan dua mode tersebut. Kemudian untuk sembarang titik (x,y) yang memenuhi $f(x,y) > T$ disebut titik obyek, selain itu disebut titik background. Kesuksesan metode ini bergantung pada seberapa bagus teknik partisi histogram.

4.2.3 Ekstraksi Fitur

Fitur ekstraksi *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) merupakan matrix yang menggambarkan frekuensi munculnya pasangan dua *pixel* dengan identitas tertentu dalam orientasi sudut dan radius $0^0, 45^0, 90^0$ atau 135^0 . Nilai dari Tabel 4.2.2 berupa matrix 255 x 255 disederhanakan untuk memudahkan perhitungan menjadi 6 x 6 dengan sudut derajat 0^0 .

Tabel 4.2.3 Nilai Dari Suatu Citra

150	50	150	150	100	50
100	125	135	100	50	60
115	150	100	50	80	125
50	100	175	100	150	50
175	75	100	80	175	75
100	80	150	135	125	100

4.2.3.1 Quantization

Angka pada kolom sebelumnya akan diubah atau di quantisasikan dengan 8 level keabuan. Range 0-31=0, 32-63=1, 64-95=2, 96-127=3, 128-159=4, 160-191=5, 192-223=6, 224-255=7 .

Tabel 4.2.4 Quantization

4	1	4	4	3	1
3	3	4	3	1	1

3	4	3	1	2	3
1	3	5	3	4	1
5	2	3	2	5	2
3	2	4	4	3	3

4.2.3.2 Count matrix

Tabel 4.2.5 Count matrix

4 →	1 →	4 →	4 →	3 →	1
3 →	3 →	4 →	3 →	1 →	1
3 →	4 →	3 →	1 →	2 →	3
1 →	3 →	5 →	3 →	4 →	1
5 →	2 →	3 →	2 →	5 →	2
3 →	2 →	4 →	4 →	3 →	3

$i/j = 4 \rightarrow 1 = 2$, $i/j = 1 \rightarrow 4 = 1$, $i/j = 4 \rightarrow 4 = 2$, $i/j = 4 \rightarrow 3 = 4$, $i/j = 3 \rightarrow 1 = 3$, dan seterusnya sampai seluruh kolom terisi.

Tabel 4.2.6 Proses count matrix

i/j	0	1	2	3	4	5
0						
1		1	1	1	1	
2				2	1	1
3		3		2	3	
4		2		4	2	
5			2	1		

Selanjutnya bagian yang kosong di isi dengan angka nol dan didapatkan hasil dari count matrix.

Tabel 4.2.7 Hasil count matrix

i/j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	0
2	0	0	0	2	1	1
3	0	3	0	2	3	0
4	0	2	0	4	2	0
5	0	0	2	1	0	0

4.2.3.3 Transpose

Selanjutnya tahap transpose dimana pada tahap ini nilai pada baris akan dirubah menjadi nilai pada kolom.

Tabel 4.2.8 Transpose

i/j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	3	2	0
2	0	1	0	0	0	2
3	0	1	2	2	4	1
4	0	1	1	3	2	0
5	0	0	1	0	0	0

Selanjutnya menjumlahkan seluruh nilai pada matrix count dan matrix transpose.

Tabel 4.2.9 Tabel hasil penjumlahan count matrix dan transpose

i/j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0

1	0	2	1	4	3	0
2	0	1	0	2	1	3
3	0	4	2	4	7	1
4	0	3	0	7	4	0
5	0	0	3	1	0	0

4.2.3.4 Normalisasi

Pada tahap ini angka yang bernilai pada kolom dan baris dijumlahkan, hingga mendapatkan jumlah keseluruhan adalah 53.

Tabel 4.2.10 Tabel hasil normalisasi

i/j	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0
1	0	2/53	1/53	4/53	3/53	0
2	0	1/53	0	2/53	1/53	3/53
3	0	4/53	2/53	4/53	7/53	1/53
4	0	3/53	0	7/53	4/53	0
5	0	0	3/53	1/53	0	0

Ekstraksi fitur (*feature extracition*) tekstur *glcm* menghasilkan beberapa fitur, antara lain *Contrast*, *Energy*, *Homogeneity*, *Entropy*.

- Menghitung nilai contrast

$$con = \sum_i \sum_j (i - j)^2 \cdot p(i, j)$$

Ket : con = kontras

$\sum$ = sigma

i = baris

j = kolom

p = probabilitas

$$\begin{aligned}
- \quad con_{(1.1)} &= (1 - 1)^2 \cdot \frac{2}{53} = 0 \cdot \frac{2}{53} = 0 \\
- \quad con_{(1.2)} &= (1 - 2)^2 \cdot \frac{1}{53} = 1 \cdot \frac{1}{53} = 0,018 \\
- \quad con_{(1.3)} &= (1 - 3)^2 \cdot \frac{4}{53} = 4 \cdot \frac{4}{53} = 0,3018 \\
- \quad con_{(1.4)} &= (1 - 4)^2 \cdot \frac{3}{53} = 9 \cdot \frac{3}{53} = 0,509 \\
- \quad con_{(2.3)} &= (2 - 3)^2 \cdot \frac{2}{53} = 1 \cdot \frac{2}{53} = 0,037 \\
- \quad con_{(2.1)} &= (2 - 1)^2 \cdot \frac{1}{53} = 1 \cdot \frac{1}{53} = 0,018 \\
- \quad con_{(2.4)} &= (2 - 4)^2 \cdot \frac{1}{53} = 4 \cdot \frac{1}{53} = 0,075 \\
- \quad con_{(2.5)} &= (2 - 5)^2 \cdot \frac{3}{53} = 9 \cdot \frac{3}{53} = 0,509 \\
- \quad con_{(3.1)} &= (3 - 1)^2 \cdot \frac{4}{53} = 4 \cdot \frac{4}{53} = 0,3018 \\
- \quad con_{(3.2)} &= (3 - 2)^2 \cdot \frac{2}{53} = 1 \cdot \frac{2}{53} = 0,037 \\
- \quad con_{(3.3)} &= (3 - 3)^2 \cdot \frac{4}{53} = 0 \cdot \frac{4}{53} = 0 \\
- \quad con_{(3.4)} &= (3 - 4)^2 \cdot \frac{7}{53} = 1 \cdot \frac{7}{53} = 0,132 \\
- \quad con_{(3.5)} &= (1 - 5)^2 \cdot \frac{1}{53} = 16 \cdot \frac{1}{53} = 0,3018 \\
- \quad con_{(4.1)} &= (4 - 1)^2 \cdot \frac{3}{53} = 9 \cdot \frac{3}{53} = 0,509 \\
- \quad con_{(4.3)} &= (4 - 3)^2 \cdot \frac{7}{53} = 1 \cdot \frac{7}{53} = 0,132 \\
- \quad con_{(4.4)} &= (4 - 4)^2 \cdot \frac{4}{53} = 0 \cdot \frac{4}{53} = 0 \\
- \quad con_{(5.2)} &= (5 - 2)^2 \cdot \frac{3}{53} = 9 \cdot \frac{3}{53} = 0,509 \\
- \quad con_{(5.3)} &= (5 - 3)^2 \cdot \frac{1}{53} = 4 \cdot \frac{1}{53} = 0,3018 \\
- \quad con &= \frac{0+1+16+27+2+1+4+27+16+2+0+7+16+27+7+0+27+4}{53} = \frac{184}{53} = 3,471
\end{aligned}$$

Nilai dari kontras adalah 3,471

b. Menghitung nilai energy

Energy merepresentasikan ukuran keseragaman pada citra. Semakin tinggi kemiripan pada suatu citra maka akan semakin tinggi pula nilai energy.

$$eng = \sum_i \sum_j p(i,j)^2$$

$$\begin{aligned}
 - \quad eng &= \left(\frac{2}{53}\right)^2 + \left(\frac{1}{53}\right)^2 + \left(\frac{4}{53}\right)^2 + \left(\frac{3}{53}\right)^2 + \left(\frac{1}{53}\right)^2 + \left(\frac{2}{53}\right)^2 + \left(\frac{1}{53}\right)^2 + \\
 &\quad \left(\frac{3}{53}\right)^2 + \left(\frac{4}{53}\right)^2 + \left(\frac{2}{53}\right)^2 + \left(\frac{4}{53}\right)^2 + \left(\frac{7}{53}\right)^2 + \left(\frac{1}{53}\right)^2 + \left(\frac{3}{53}\right)^2 + \left(\frac{7}{53}\right)^2 + \\
 &\quad \left(\frac{4}{53}\right)^2 + \left(\frac{3}{53}\right)^2 + \left(\frac{1}{53}\right)^2 \\
 - \quad eng &= \frac{2^2+1^2+4^2+3^2+1^2+2^2+1^2+3^2+4^2+2^2+4^2+7^2+1^2+3^2+7^2+4^2+3^2+1^2}{53^2} \\
 - \quad eng &= \frac{215}{2809} = 0,076
 \end{aligned}$$

Nilai dari energy adalah 0,076

c. Menghitung nilai homogeneity

Homogeneity mempresentasikan ukuran kebersamaan yang bernilai tinggi jika semua pixel mempunyai nilai yang uniform.

$$Hom = \sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1 + |i - j|}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad hom_{(1.1)} &= \frac{\frac{2}{53}}{1+|1-1|} = \frac{2}{53 \cdot (1+|1-1|)} = \frac{2}{53} = 0,037 \\
 - \quad hom_{(1.2)} &= \frac{\frac{1}{53}}{1+|1-2|} = \frac{1}{53 \cdot (1+|1-2|)} = \frac{1}{106} = 0,009 \\
 - \quad hom_{(1.3)} &= \frac{\frac{4}{53}}{1+|1-3|} = \frac{4}{53 \cdot (1+|1-3|)} = \frac{4}{159} = 0,025 \\
 - \quad hom_{(1.4)} &= \frac{\frac{3}{53}}{1+|1-4|} = \frac{3}{53 \cdot (1+|1-4|)} = \frac{3}{212} = 0,014 \\
 - \quad hom_{(2.1)} &= \frac{\frac{1}{53}}{1+|2-1|} = \frac{1}{53 \cdot (1+|2-1|)} = \frac{1}{106} = 0,009 \\
 - \quad hom_{(2.3)} &= \frac{\frac{2}{53}}{1+|2-3|} = \frac{2}{53 \cdot (1+|2-3|)} = \frac{2}{106} = 0,018 \\
 - \quad hom_{(2.4)} &= \frac{\frac{1}{53}}{1+|2-4|} = \frac{1}{53 \cdot (1+|2-4|)} = \frac{1}{159} = 0,006 \\
 - \quad hom_{(2.5)} &= \frac{\frac{3}{53}}{1+|2-5|} = \frac{3}{53 \cdot (1+|2-5|)} = \frac{3}{212} = 0,014
 \end{aligned}$$

$$- hom_{(3.1)} = \frac{\frac{4}{53}}{1+|3-1|} = \frac{4}{53 \cdot (1+|3-1|)} = \frac{4}{159} = 0,025$$

$$- hom_{(3.2)} = \frac{\frac{2}{53}}{1+|3-2|} = \frac{2}{53 \cdot (1+|3-2|)} = \frac{2}{106} = 0,018$$

$$- hom_{(3.3)} = \frac{\frac{4}{53}}{1+|3-3|} = \frac{4}{53 \cdot (1+|3-3|)} = \frac{4}{53} = 0,075$$

$$- hom_{(3.4)} = \frac{\frac{7}{53}}{1+|3-4|} = \frac{7}{53 \cdot (1+|3-4|)} = \frac{7}{106} = 0,066$$

$$- hom_{(3.5)} = \frac{\frac{1}{53}}{1+|3-5|} = \frac{1}{53 \cdot (1+|3-5|)} = \frac{1}{159} = 0,006$$

$$- hom_{(4.1)} = \frac{\frac{3}{53}}{1+|4-1|} = \frac{3}{53 \cdot (1+|4-1|)} = \frac{3}{212} = 0,014$$

$$- hom_{(4.3)} = \frac{\frac{7}{53}}{1+|4-3|} = \frac{7}{53 \cdot (1+|4-3|)} = \frac{7}{106} = 0,066$$

$$- hom_{(4.4)} = \frac{\frac{4}{53}}{1+|4-4|} = \frac{4}{53 \cdot (1+|4-4|)} = \frac{4}{53} = 0,075$$

$$- hom_{(5.2)} = \frac{\frac{3}{53}}{1+|5-2|} = \frac{3}{53 \cdot (1+|5-2|)} = \frac{3}{212} = 0,014$$

$$- hom_{(5.3)} = \frac{\frac{1}{53}}{1+|5-3|} = \frac{1}{53 \cdot (1+|5-3|)} = \frac{1}{159} = 0,006$$

$$- 0,037 + 0,009 + 0,025 + 0,014 + 0,009 + 0,018 + 0,006 + 0,014 + 0,025 + 0,018 + 0,006 + 0,014 + 0,025 + 0,018 + 0,075 + 0,066 + 0,006 + 0,014 + 0,066 + 0,075 + 0,014 + 0,006 = 0,497$$

Nilai dari homogeneity adalah 0,497

d. Menghitung nilai entropy

$$\begin{aligned} Entropy &= (0,037 \cdot \log 0,037) + (0,018 \cdot \log 0,018) + (0,075 \cdot \log 0,075) + (0,056 \cdot \log 0,056) \\ &+ (0,018 \cdot \log 0,018) + (0,037 \cdot \log 0,037) + (0,018 \cdot \log 0,018) + (0,056 \cdot \log 0,056) \\ &+ (0,075 \cdot \log 0,075) + (0,037 \cdot \log 0,037) + (0,075 \cdot \log 0,075) + (0,132 \cdot \log 0,132) \\ &+ (0,018 \cdot \log 0,018) + (0,056 \cdot \log 0,056) + (0,132 \cdot \log 0,132) + (0,075 \cdot \log 0,075) \\ &+ (0,056 \cdot \log 0,056) + (0,018 \cdot \log 0,018) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Entropy &= -0,053 + -0,031 + -0,084 + -0,070 + -0,031 + -0,053 + -0,031 + -0,070 \\ &+ -0,084 + -0,053 + -0,084 + -0,116 + -0,031 + -0,070 + -0,116 + -0,084 + -0,070 \\ &+ -0,031 = -1,162 \end{aligned}$$

Nilai dari entropy adalah -1,162

4.2.4 Klasifikasi

Pada tahap ini proses klasifikasi akan menggunakan metode K-NN (*K-Nearest Neighbor*). Pada proses ini data berupa kumpulan dari beberapa citra buah pisang yang mentah dan matang akan dinamakan data *training*, data training inilah yang akan dikelompokkan dan akan dicari ciri terdekat dari data testing. Contoh sebagai berikut.

Tabel 4.2.11 Tabel nilai data training

index	x1	x2	x3	x4	x5	jenis
0	0.00	31.09	0.03	0.23	0.99	matang
1	0.00	34.69	0.03	0.24	0.99	matang
2	0.00	39.70	0.03	0.23	0.99	matang
3	0.00	31.83	0.03	0.23	0.99	matang
4	0.00	34.79	0.03	0.23	0.99	matang
5	0.00	46.06	0.03	0.23	0.99	matang
...	...	...	...	...	...	...
161	0.00	86.96	0.02	0.15	0.98	mentah
162	0.00	36.78	0.03	0.23	0.99	mentah
163	0.00	39.33	0.03	0.23	0.99	mentah
164	0.00	43.15	0.03	0.22	0.99	mentah
165	0.00	76.01	0.04	0.20	0.99	mentah

Tabel 4.2.12 Tabel nilai data testing

y1	y2	y3	y4	y5	Jenis
0.00	24.81	0.03	0.28	1.00	?

Data testing yang akan di cari apakah citra ini termasuk kematangan buah pisang yang mentah atau matang dengan cara menghitung euclidean distance, rumusnya adalah

$$d = \sqrt{(x1 - y1)^2 + (x2 - y2)^2 + (x3 - y3)^2 + (x4 - y4)^2 + (x5 - y5)^2}$$

Setelah di dapat hasil euclidean distance untuk keseluruhan dari index maka akan dilakukan perangkingan dimana tetangga terdekat adalah hasil dari klasifikasi tersebut. Contoh :

Tabel 4.2.13 Klasifikasi hasil perhitungan euclidean distance

Index	ranking	euclidean distance	jenis
0	1	6.28	Matang
1	3	9.88	Matang
2	7	14.89	Matang
3	2	7.02	Matang
4	4	9.98	Matang
5	9	21.25	Matang
...	...	...	...
161	11	62.15	mentah
162	5	11.98	mentah
163	6	14.52	mentah
164	8	18.34	mentah
165	10	51.20	mentah

Tabel 4.2.14 Klasifikasi hasil perhitungan euclidean distance

Index	ranking	euclidean distance	jenis
0	1	6.28	matang
1	3	9.88	matang
2	7	14.89	matang
3	2	7.02	matang
4	4	9.98	matang
5	9	21.25	matang
...	...	...	...
161	11	62.15	mentah

162	5	11.98	mentah
163	6	14.52	mentah
164	8	18.34	mentah
165	10	51.20	mentah

Maka hasilnya adalah :

Tabel 4.2.15 Hasil perangkingan

Index	Ranking	euclidean distance	jenis
0	1	6.28	matang
3	2	7.02	matang
1	3	9.88	matang

Tabel 4.2.16 Hasil data testing

x1	x2	x3	x4	x5	Jenis
0.00	24.81	0.03	0.28	1.00	MATANG

Citra yang terdeteksi adalah citra buah pisang yang matang.

4.2.5 Evaluasi

4.2.5.1 Confusion Matrix

Pada tahap ini *confusion matrix* akan digunakan sebagai metode menghitung akurasi dari program yang dibuat untuk pendeteksian tingkat kematangan buah pisang gapi. Evaluasi ini didasarkan dari jumlah pengujian objek dari angel (sudut pengambilan objek), radius (jarak pengambilan objek), dan nilai K. nilai dari *angel* 5, *Radius* 10, dan *Nilai K* = 5 .

Tabel 4.2.17 Data citra kematangan buah pisang

Image testing	Data Real	Hasil Klasifikasi
	Pisang mentah	Pisang matang

Image testing	Data Real	Hasil Klasifikasi
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang mentah

Image testing	Data Real	Hasil Klasifikasi
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang matang

Hasil data uji

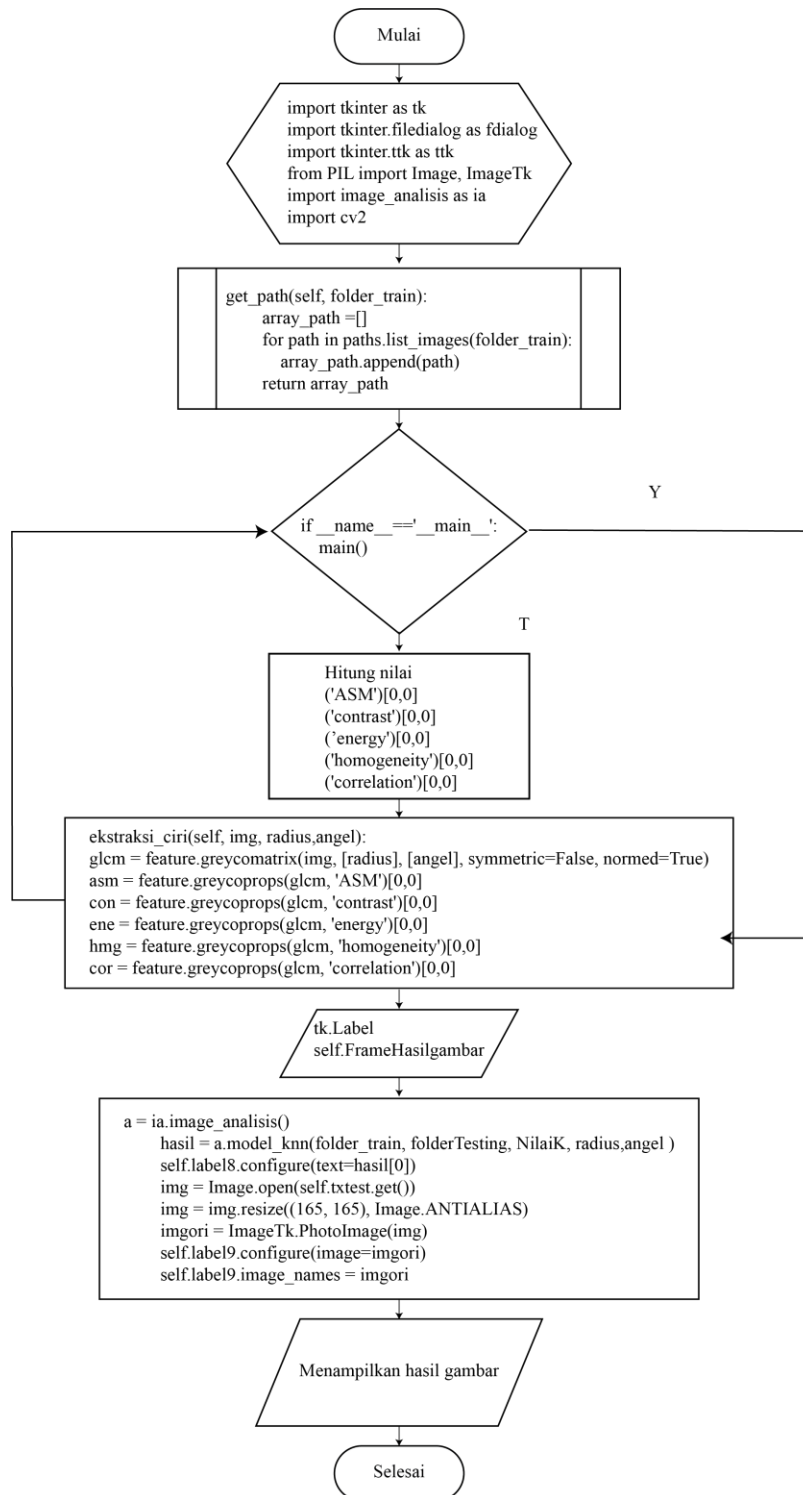
	Pisang mentah	Pisang matang
Pisang mentah	4	1
Pisang matang	1	4

Jumlah data yang diklasifikasi dengan benar = 8

Jumlah data yang diklasifikasi salah = 2

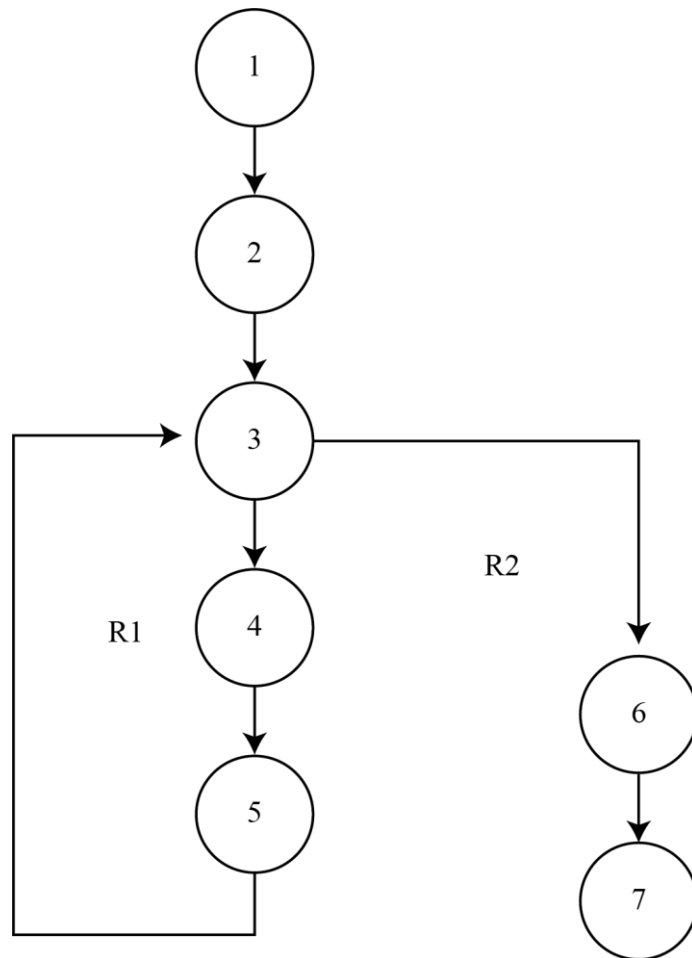
$$Akurasi = \frac{\text{Data uji dikenali}}{\text{Data uji}} \times 100\% \quad Akurasi = \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$$

4.2.5.2 Flowchart untuk pengujian white box



Gambar 4.1 Flowchart untuk pengujian white box

4.2.5.3 Flowgraph untuk pengujian white box



Gambar 4.2 Flowgraph untuk pengujian white box

4.2.5.4 Perhitungan CC pada pengujian white box

Dari *flowgraph* di atas, maka didapatkan :

Diketahui :

Region (R) = 2

Node (N) = 7

Edge = 7

Predicate Node (P) = 1

4.2.5.5 Perhitungan CC pada pengujian white box

Dari *flowgraph* di atas, maka didapatkan:

Diketahui:

$$\text{Region (R)} = 2$$

$$\text{Node (N)} = 7$$

$$\text{Edge} = 7$$

$$\text{Predicate Node (P)} = 1$$

Rumus :

$$V(G) = E - N + 2$$

$$V(G) = 7 - 7 + 2$$

$$V(G) = 2$$

$$V(G) = P + 1$$

$$V(G) = 1 + 1$$

$$V(G) = 2$$

4.2.5.6 Path pada pengujian white box

Tabel 4.2.18 Path Pengujian white box

No	Path	Ket
1	1-2-3-4-5-...-7	Ok
2	1-2-3-6-7	Ok

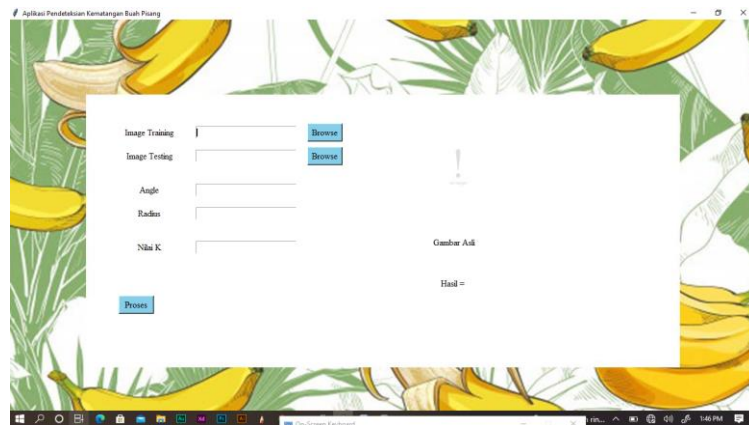
BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Pembahasan system

1. Tampilan menu utama

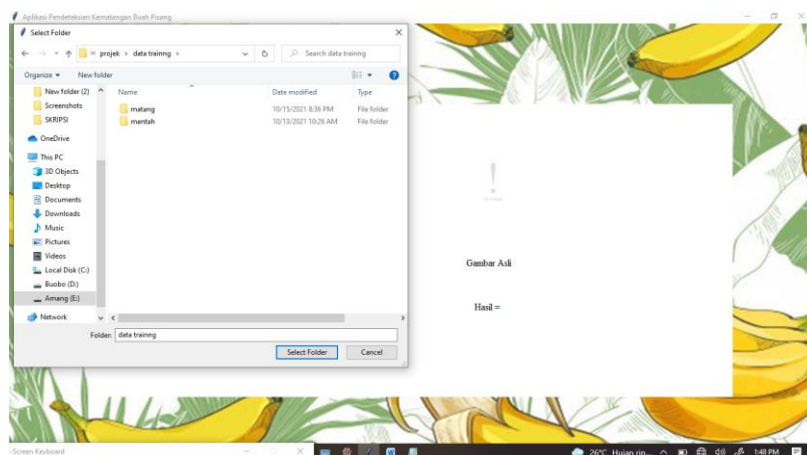
Form menu utama akan muncul saat program dijalankan. Form ini berfungsi untuk menampilkan menu untuk melakukan proses pengolahan citra, seperti menu untuk mengisi data training dan data testing serta hasil dari pengolahan citra.



Gambar 5.1 Tampilan Menu Utama

2. Tampilan load data training

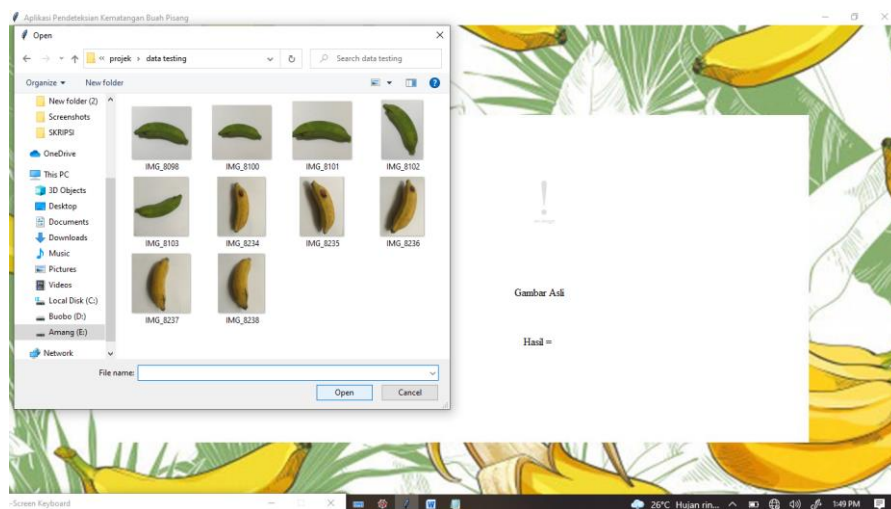
Tampilan ini berfungsi untuk mengisi image data training ke select folder.



Gambar 5.2 Load Data Training

3. Tampilan load data testing

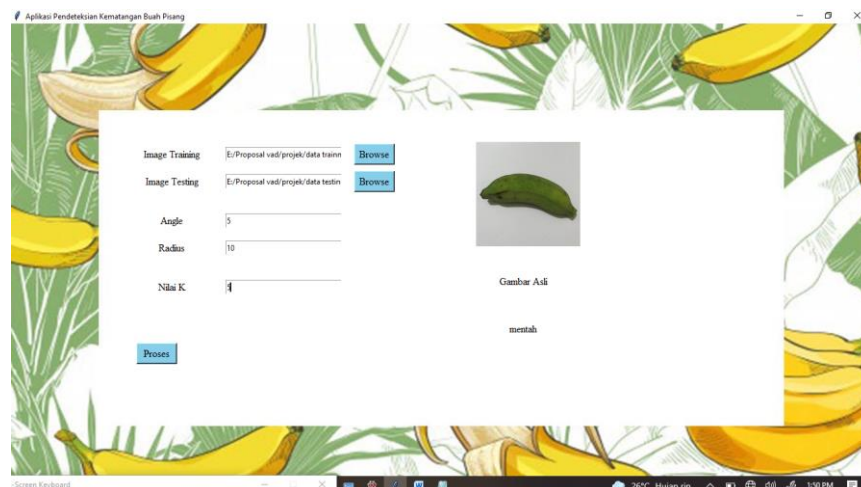
Tampilan ini berfungsi untuk memilih data tasting yang akan dijalankan.



Gambar 5.3 Load Data Testing

4. Tampilan hasil pengolahan citra

Tampilan ini adalah hasil dari image data training dan image data tasting. Nilai angel, Radius dan Nilai k pada gambar dibawah ini didapatkan dari hasil uji coba semua nilai dari angel 1-10, radius 1-10, dan nilai k 1-10 sehingga hasil yang baik diperoleh dari Angel 5, Radius 10, Nilai k 5.



Gambar 5.4 Hasil Pengolahan Citra

5.2 Pembahasan model

Pada tahap ini *confusion matrix* akan digunakan sebagai metode menghitung akurasi dari program yang dibuat untuk pendeteksian tingkat kematangan buah pisang gapi. Evaluasi ini didasarkan dari jumlah pengujian objek dari angel (sudut pengambilan objek), radius (jarak pengambilan objek), dan nilai K. nilai dari *angel* 5, *Radius* 10, dan *Nilai K* = 5 .

Tabel 5.2 Data citra kematangan buah pisang

Image testing	Data Real	Hasil Klasifikasi
	Pisang mentah	Pisang matang
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah
	Pisang mentah	Pisang mentah

Image testing	Data Real	Hasil Klasifikasi
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang mentah
	Pisang matang	Pisang matang
	Pisang matang	Pisang matang

Hasil data uji

	Pisang mentah	Pisang matang
Pisang mentah	4	1
Pisang matang	1	4

Jumlah data yang diklasifikasi dengan benar = 8

Jumlah data yang diklasifikasi salah = 2

$$Akurasi = \frac{\text{Data uji dikenali}}{\text{Data uji}} \times 100\% \quad Akurasi = \frac{8}{10} \times 100\% = 80\%$$

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Hasil dari pendeteksian kematangan buah pisang gapi menggunakan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix* (GLCM) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN) berjalan dengan baik dengan akurasi yang didapat dari hasil klasifikasi yang dihitung menggunakan *confusion matrix* menghasilkan akurasi sebesar 80% dari nilai *angel* 5, *Radius* 10, dan nilai $k=5$.
2. Dengan akurasi yang dipeoleh pembuatan sistem ini dapat membantu mempermudah proses penentuan tingkat kematangan buah pisang gapi dengan baik.

6.2 Saran

Setelah melakukan penelitian Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Gapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk mencapai tujuan yang diharapkan yaitu :

1. Perlu diadakan pengembangan dengan penggunaan metode lain atau klasifikasi lainnya sebagai perbandingan untuk mendapatkan hasil terbaik.
2. Untuk pengambilan gambar harus diperhatikan *Contras*, *focus*, *background* warna harus polos dan sesuaikan dengan *object*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohammad Faizal Ajizi, Dahnial Syauqy, and Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, "Klasifikasi Kematangan Buah Pisang Berbasis Sensor Warna Dan Sensor Load Cell Menggunakan Metode Naive Bayes ," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. Vol. 3, pp. 2472-2479, Maret 2019.
- [2] Nina Sularida, Jayanti Yusmah Sari, and Ika Purwanti Ningrum Purnama, "Identifikasi Tingkat Kematangan Buah Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi Ciri statistik Pada Warna Kulit Buah," *Ultimatics*, vol. Vol. X, pp. 98-102, Desember 2018.
- [3] Maura Widyaningsih, "IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH APEL DENGAN GRAY LEVEL," *Jurnal Saintekom*, vol. Vol. 6, pp. 71-88, Maret 2016.
- [4] Restu Widodo, Agus Wahyu Widodo, and Arry Supriyanto, "Pemanfaatan Ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) Citra Buah Jeruk Keprok (*Citrus reticulata* Blanco) Untuk Klasifikasi Mutu," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, vol. Vol. 2, pp. 5769-5776, November 2018.
- [5] Gracelia Adelaida Bere, Elizabeth Nurmiyati Tamatjita, and Anggraini Kusumaningrum, "Klasifikasi Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Buah Pisang Sunpride," *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedrigantaraan (SENATIK)*, vol. Vol, II, pp. 109-113, November 26 2016.
- [6] Siti Nur Kholifah, Dwi Nur Rikhma Sari, and Septarini Dian Anitasari, "Pengaruh Tingkat Kematangan Dan Konsentrasi Ekstrak Kulit Pisang Agung Semeru Terhadap *Staphylococcus aureus*," *Jurnal Biologi Dan*

Pembelajaran Biologi, vol. Vol. 3, pp. 1-10, 2018.

- [7] Dwi Yulianto, Retno Nugroho Whidhiasih, and Maimunah, "Klasifikasi Tahap Kematangan Pisang Ambon Berdasarkan Warna Menggunakan Naive Bayes," *Jurnal Penelitian Ilmu Komputer, Sistem Embedded & Logic*, pp. 60-67, 2017.
- [8] Indarto and Murinto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS," *Banana Fruit Detection*, vol. Vol. V, pp. 15-21, Mei 2017.
- [9] Anita Sindar RM Sinaga, "Implementasi Teknik Thresholding Pada Segmentasi Citra Digital," vol. Vol. 4, pp. 48-51, Desember 2017.
- [10] Dani Syahid, Jumaidi, and Dian Nursantika, "Jenis Tanaman Hias Daun Philodendron Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor(KNN) Berdasarkan Nilai HUE,Saturation,VALUE(HSV)," *JOIN*, vol. Vol, 1, pp. 20-23, Juni 2016.
- [11] Husnul Khotimah, Nur Nafi'iyah, and Masruroh, "Klasifikasi Kematangan Buah Mangga Berdasarkan Citra HSV Dengan KNN," *Elektronika, Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, vol. Vol. 1, Desember 2019.
- [12] Khafiizh Hastuti, "Analisis Komparasi Algoritma Klasifikasi Data Mining Untuk Prediksi Mahasiswa Non Aktif," *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan*, pp. 241-249, 23 juni 2012.
- [13] Ina Najiah and Ifani Hariyanti, "Deteksi Jenis Dan Kematangan Pisang Menggunakan Metode Extreme Learning Machine," *Jurnal Responsif*, vol. Vol. 2, pp. 233-242, Agustus 2020.
- [14] WA Abe, Sri Wahyuni, and Muzuni, "Pengaruh Tingkat Kematangan Beberapa Jenis Pisang Terhadap Kadar Deskrtrin, Nilai Gizi Dan

Organoleptik Tepung Pisang," *J. sains dan Teknologi Pangan*, vol. Vol. 2, pp. 811-820, 2017.

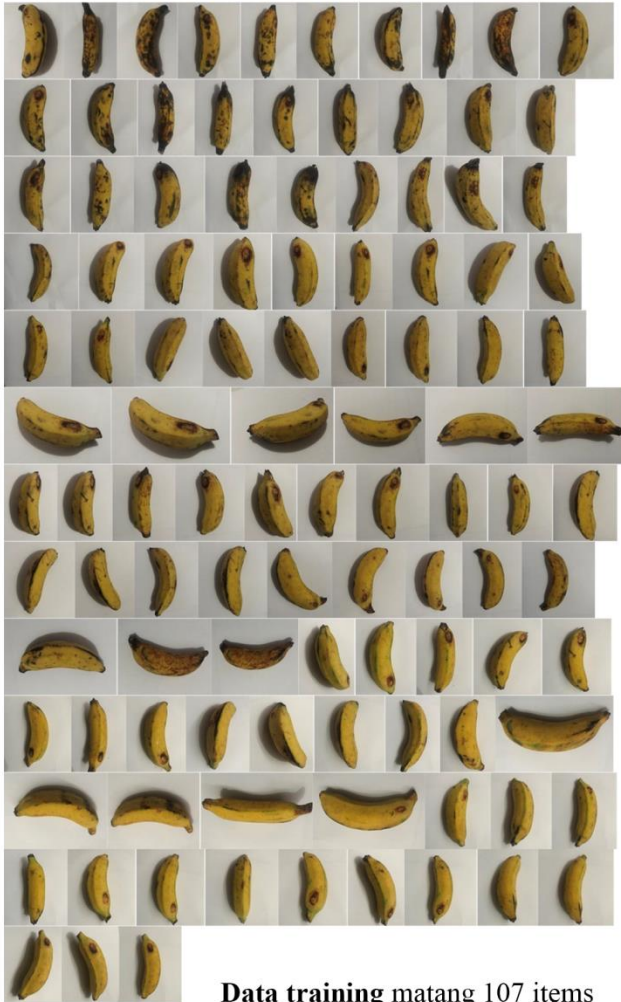
[15] Wasnidar Harefa and Usman Pato, "Evaluasi Tingkat Kematangan Buah Terhadap Mutu Tepung Pisang Kepok Yang Dihasilkan," *Jom Faperta*, vol. Vol. 4, pp. 1-12, Oktober 2017.

[16] Gracelia Adelaida Bere, Elizabeth Nurmiyati Tamatjita, and Anggraini Kusumaningrum, "Klasifikasi Untuk Menentukan Tingkat Kematangan Buah Pisang Sunpride," *Senatik*, vol. Vol. II, pp. 110-113, November 2016.

[17] Maura Widyaningsih, "Identifikasi Kematangan Buah Apel Dengan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)," *Jurnal Saintekom*, vol. Vol. 6, pp. 71-88, Maret 2016.

[18] Henny Leidiyana, "Penerapan Algoritma K-Nearest Neighbor Untuk Penentuan Resiko Kredit Kepemilikan Kendaraan Bermotor," *Jurnal Penelitian Komputer, System Embedded & Logic*, pp. 65-76, 2013.

DATA SET



Data training matang 107 items



Data training mentah 59 items



Data testing 10 items
5 mentah, 5 matang

KODE PROGRAM

```
# -*- coding: utf-8 -*-
```

```
''''''
```

```
Created on Wed Jun 24 11:33:01 2020
```

```
@author: vad
```

```
''''''
```

```
import tkinter as tk
```

```
import tkinter.filedialog as fdialog
```

```
import tkinter.ttk as ttk
```

```
from PIL import Image, ImageTk
```

```
import image_analisis as ia
```

```
import cv2
```

```
class aplikasi_utama(tk.Frame):
```

```
    def __init__(self, parent):
```

```
        tk.Frame.__init__(self)
```

```
        self.parent = parent
```

```
        self.frames()
```

```
        self.form()
```

```
    def frames(self):
```

- **Coding frame Latar**

```
        self.FrameLatar = tk.Frame(self.parent, width=1366, height=770,
```

```
background="sky blue", relief='raise')
```

```
        self.FrameLatar.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=0, pady=0,
```

```
sticky="NSEW")
```

```
        self.FrameLatar.grid_propagate(0)
```

```

self.PathTestingImg ='E:\PROPOSAL FILE\WPy64-
3810\hasil\program\ooo.jpg'
self.imT = Image.open(self.PathTestingImg)
self.imT = ImageTk.PhotoImage(self.imT)
self.label = tk.Label(self.FrameLatar,width=1366, height=770,
image=self.imT)
self.label.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=0, pady=0,
sticky="NSEW")
#frame tengah
self.FrameTengah = tk.Frame(self.FrameLatar, width=1000, height=350,
background="white", relief="ridge")
self.FrameTengah.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=180,
pady=180, sticky="NSEW")
self.FrameTengah.grid_propagate(0)

```

```

# self.PathTestingImg ='E:\PROPOSAL FILE\WPy64-
3810\hasil\program\tengah.jpg'
# self.imT = Image.open(self.PathTestingImg)
# self.imT = ImageTk.PhotoImage(self.imT)
# self.labell = tk.Label(self.FrameTengah,width=1050, height=670,
image=self.imT)
# self.labell.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=0, pady=0,
sticky="NSEW")

```

- **Coding frame image**

```

self.FrameImage = tk.Frame(self.FrameTengah, width=500, height=90,
background="white", relief='raise')
self.FrameImage.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=10, pady=5,
sticky="NSEW")
self.FrameImage.grid_propagate(0)
#frame glcm

```

```

self.FrameGlc = tk.Frame(self.FrameTengah, width=500, height=90,
background="white", relief='raise')
self.FrameGlc.grid(row=1, column=0, columnspan=3, padx=10, pady=5,
sticky="NSEW")
self.FrameGlc.grid_propagate(0)

```

- **Coding frame knn**

```

self.FrameKnn = tk.Frame(self.FrameTengah, width=500, height=90,
background="white", relief='raise')
self.FrameKnn.grid(row=2, column=0, columnspan=3, padx=10, pady=5,
sticky="NSEW")
self.FrameKnn.grid_propagate(0)

```

#proses

```

self.FrameProses = tk.Frame(self.FrameTengah, width=500, height=90,
background="white", relief='raise')
self.FrameProses.grid(row=3, column=0, columnspan=3, padx=10, pady=5,
sticky="NSEW")
self.FrameProses.grid_propagate(0)

```

- **Coding frame hasil**

```

self.FrameHasil = tk.Frame(self.FrameTengah, width=510, height=100,
background="white", relief='raise')
self.FrameHasil.grid(row=2, column=3, padx=5, pady=5, sticky="NSEW")
self.FrameHasil.grid_propagate(0)

```

```

self.FrameHasilgambar = tk.Frame(self.FrameTengah, width=510,
height=200, background="white", relief='raise')
self.FrameHasilgambar.grid(row=0, column=3, rowspan=2, padx=5, pady=5,
sticky="NSEW")
self.FrameHasilgambar.grid_propagate(0)

```

```

        #frame info
        #self.FrameInfo = tk.Frame(self.FrameHasil, height=120,
background="pink", relief='raise')
        #self.FrameInfo.grid(row=0, column=0, columnspan=3, padx=5, pady=5,
sticky="NSEW")
        #self.FrameInfo.grid_propagate(0)
    def form(self):
        #frame 1
        #label image training
        self.label1 = tk.Label(self.FrameImage, text="Image Training",
font="Times", width=12, height=1, background="white")
        self.label1.grid(row=0, column=0, sticky="NSEW", padx=8, pady=9)

```

- **Coding textbox training**

```

        self.nilai = tk.StringVar(self.FrameImage, value="")
        self.txtrain = tk.Entry(self.FrameImage, textvariable = self.nilai, width=30)
        self.txtrain.grid(row=0, column=1, sticky="NSEW", padx=20, pady=10)

```

- **Coding button Trainig**

```

        self.path2 = tk.Button(self.FrameImage, text="Browse", font="Times",
width=6, background="sky blue",
command=lambda:self.nilai.set(fdialog.askdirectory()))
        self.path2.grid(row=0, column=2, sticky="NSEW", padx=0, pady=5)

```

- **Coding label image testing**

```

        self.label2 = tk.Label(self.FrameImage, text="Image Testing", font="Times",
width=12, height=1, background="white")
        self.label2.grid(row=1, column=0, sticky="NSEW", padx=8, pady=9)

```

- **Coding textbox testing**

```
self.nilai1 = tk.StringVar(self.FrameImage, value="")
self.txtest = tk.Entry(self.FrameImage, textvariable = self.nilai1, width=30,)
self.txtest.grid(row=1, column=1, sticky="NSEW",padx=20, pady=10)
```

- **Coding button testing**

```
self.path1 = tk.Button(self.FrameImage, text="Browse", font="Times",
width=6, background="sky blue",
command=lambda:self.nilai1.set(fdialog.askopenfilename()))
self.path1.grid(row=1, column=2, sticky="NSEW", padx=0, pady=5)
```

- **Coding form glcm**

```
arah = tk.IntVar(self.FrameGlcm)
self.label3 = tk.Label(self.FrameGlcm, text="Angle", font="Times",
width=12, background="white")
self.label3.grid(row=0, column=0, sticky="NSEW", padx=8, pady=9)
```

- **Coding textbox glcm point**

```
nilai2 = tk.StringVar(self.FrameGlcm, value="")
self.textboxpoint = tk.Entry(self.FrameGlcm, textvariable = nilai2,
width=30)
self.textboxpoint.grid(row=0, column=1, sticky="NSEW",padx=20,
pady=10)
```

- **Coding form glcm**

```
self.label4 = tk.Label(self.FrameGlcm, text="Radius", font="Times",
width=12, background="white")
self.label4.grid(row=1, column=0, sticky="NSEW", padx=8, pady=9)
```

- **Coding textbox glcm radius**

```
jarak = tk.StringVar(self.FrameGlcm, value="")
self.textboxradius = tk.Entry(self.FrameGlcm, textvariable = jarak,
width=30)
```

```
self.textboxradius.grid(row=1, column=1, sticky="NSEW", padx=20,  
pady=10 )
```

- **Coding form knn**

```
self.label5 = tk.Label(self.FrameKnn, text="Nilai K", font="Times",  
width=12, background="white")  
self.label5.grid(row=0, column=0, sticky="NSEW", padx=8, pady=9)
```

- **Coding textbox Knn**

```
nilai2 = tk.StringVar(self.FrameKnn, value="")  
self.textboxKnn = tk.Entry(self.FrameKnn, textvariable = nilai2, width=30)  
self.textboxKnn.grid(row=0, column=1, sticky="NSEW", padx=20,  
pady=10)
```

- **Coding form proses**

```
self.path2 = tk.Button(self.FrameProses, text="Proses", font="Times",  
width=6, background="sky blue", command=self.Proses)  
self.path2.grid(row=0, column=0, padx=9)
```

- **Coding hasil**

```
self.label6 = tk.Label(self.FrameHasil, text="Gambar Asli", font="Times",  
width=12, background="white")  
self.label6.grid(row=1, column=1, sticky="NSEW", padx=50, pady=0)
```

```
#self.label7 = tk.Label(self.FrameHasil, text="Hasil Treshlod",  
font="Times", width=12, background="white")  
#self.label7.grid(row=1, column=2, sticky="NSEW", padx=90, pady=0)
```

```
self.label8 = tk.Label(self.FrameHasil, text="Hasil = ", font="Times",  
width=20, background="white")  
self.label8.grid(row=2, column=1, sticky="NSEW", padx=10, pady=50)
```

```

self.coba ='E:/PROPOSAL FILE/WPy64-3810/hasil/bbb.jpg'
self.bbb = Image.open(self.coba)
self.bbb = ImageTk.PhotoImage(self.bbb)
self.label9 = tk.Label(self.FrameHasilgambar, width = 165, height = 165,
background="white", image=self.bbb)
self.label9.grid(row=2, column=2, sticky="NSEW", padx=30, pady=0)

#self.cobaa ='E:/PROPOSAL FILE/WPy64-3810/hasil/bbb.jpg'
#self.bbba = Image.open(self.cobaa)
#self.bbba = ImageTk.PhotoImage(self.bbba)
#self.label10 = tk.Label(self.FrameHasilgambar, width = 165, height = 165,
background="white", image=self.bbba)
#self.label10.grid(row=2, column=3, sticky="NSEW", padx=50, pady=0)

def Proses(self):

    #get images training
    folder_train = self.txtrain.get()

    #get images testing
    folderTesting = self.txtest.get()

    #get arah Orientasi GLCM
    angel = self.textboxpoint.get()

    #jarak GLCM
    radius = self.textboxradius.get()

    #textbox iterasi

```

```

        NilaiK = self.textboxKnn.get()

        #hasil images processing
        #images 1
        a = ia.image_analisis()
        hasil = a.model_knn(folder_train, folderTesting, NilaiK, radius,angel )
        self.label8.configure(text=hasil[0])
        img = Image.open(self.txttest.get())
        img = img.resize((165, 165), Image.ANTIALIAS)
        imgori = ImageTk.PhotoImage(img)
        self.label9.configure(image=imgori)
        self.label9.image_names = imgori
#

#

def main():
    root = tk.Tk()
    root.geometry('1366x670+130+10')
    root.configure(background='pink')
    app = aplikasi_utama(root)
    app.parent.title("Aplikasi Pendeteksian Kematangan Buah Pisang")
    root.mainloop()

if __name__=='__main__':
    main()

```

- **Coding Fitur Ekstraksi dan Klasifikasi**

```
from skimage import feature
import os
import cv2
from imutils import paths
import numpy as np
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.preprocessing import LabelEncoder
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

class image_analisis():

    def get_path(self, folder_train):
        array_path = []
        for path in paths.list_images(folder_train):
            array_path.append(path)
        return array_path

    def pra_pengolahan(self, impath):
        img = cv2.imread(impath)
        gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        kernel = np.array([[0, -1, 0], [-1, 5, -1], [0, -1, 0]])
        result = cv2.filter2D(gray, -1, kernel)
        return result

    def ekstraksi_ciri(self, img, radius, angel):
        glcm = feature.greycomatrix(img, [radius], [angel], symmetric=False,
normed=True)
        asm = feature.greycomprops(glcm, 'ASM')[0,0]
        con = feature.greycomprops(glcm, 'contrast')[0,0]
        ene = feature.greycomprops(glcm, 'energy')[0,0]
```

```
hmg = feature.greycoprops(glcm, 'homogeneity')[0,0]
```

```
cor = feature.greycoprops(glcm, 'correlation')[0,0]
```

```
return [asm, con, ene, hmg, cor]
```

```
def ekstraksi_data_training(self, folder_train, radius, angel):
```

```
    feature_training = []
```

```
    impaths = self.get_path(folder_train)
```

```
    for item in impaths:
```

```
        hasil_prapengolahan = self.pra_pengolahan(item)
```

```
        hasil_ekstraksi = self.ekstraksi_ciri(hasil_prapengolahan, radius, angel)
```

```
        feature_training.append(hasil_ekstraksi)
```

```
    return feature_training
```

```
def getLabel(self, folder_train):
```

```
    label = []
```

```
    impaths = self.get_path(folder_train)
```

```
    for item in impaths:
```

```
        label.append(os.path.split(os.path.dirname(item))[-1])
```

```
    return label
```

```
def ekstraksi_data_testing(self, imgtest, radius, angle):
```

```
    feature_testing = []
```

```
    hasil_prapengolahan = self.pra_pengolahan(imgtest)
```

```
    hasil_ekstraksi = self.ekstraksi_ciri(hasil_prapengolahan, radius, angle)
```

```
    feature_testing.append(hasil_ekstraksi)
```

```
    return feature_testing
```

```
def model_knn(self, folder_train, imgtest, nilai_k, radius, angle):
```

```
    x_training = self.ekstraksi_data_training(folder_train, radius, angle)
```

```
    y_training = self.getLabel(folder_train)
```

```
x_testing = self.ekstraksi_data_testing(imgtest, radius, angle)
model = KNeighborsClassifier(n_neighbors=int(nilai_k))
model.fit(x_training, y_training)
result = model.predict(x_testing)
return result
```

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nama : Fadlun Gonta
Nim : T3116343
Tempat, Tanggal Lahir : Lemito, 15 Januari 1996
Agama : Islam
Email : fadlungonta@gmail.com



Riwayat pendidikan :

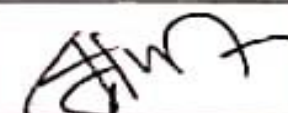
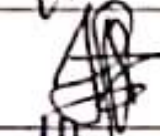
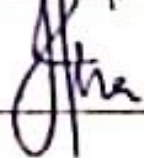
1. Tahun 2009, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 01 Lemito, Kabupaten Pohuwato
2. Tahun 2012, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Menengah Pertama 01 Lemito, Kabupaten Pohuwato
3. Tahun 2015, menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Buntulia, Kabupaten Pohuwato
4. Tahun 2016, telah diterima menjadi Mahasiswa di Perguruan Tinggi Swasta Universitas Ichsan Gorontalo.

Berita Acara Perbaikan/Revisi Ujian SKRIPSI

Pada hari ini, Selasa 30-November-2021, Pukul 13.00-15.00 Wita. Telah dilaksanakan Ujian SKRIPSI mahasiswa Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Ichsan Gorontalo.

Nama : Fadlun Gonta
Nim : T3116343
Pembimbing I : Irma Surya Kumala Idris, M.Kom
Pembimbing II : Hastuti Dalai, M.Kom
Judul SKRIPSI : Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Gapi Menggunakan Menggunakan Metode KNN dan GLCM

Oleh Komite Seminar sebagai berikut :

No	Komite Seminar	Status	Tanda Tangan
1	Amiruddin, M.Kom	Ketua	
2	Yasin Aril Mustofa, M.Kom	Anggota	
3	Moh. Efendi Lasulika, M.Kom	Anggota	
4	Irma Surya Kumala Idris, M.Kom	Anggota	
5	Hastuti Dalai, M.Kom	Anggota	



PEMERINTAH PROVINSI GORONTALO
DINAS PERTANIAN TANAMAN PANGAN DAN HORTIKULTURA

Jl. Mohamad Thayeb Gobel Komplek Blok Plan Pemerintah Provinsi Gorontalo Desa Tinelo Ayula Kec.
Bulango Selatan Kab. Bonne Bolango

Website : <http://distan.gorontalo.go.id> Email : pertaniangorontalo@gmail.com

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini atas nama :

Nama : Riyanti M. Hasan, STP, MP.
Usia : 42 Tahun
Alamat : Perum Tirta Kencana Blok B No. 5 Kel. Wumialo Kota
Tengah Kota Gorontalo.
Pekerjaan : PNSD Pemda Provinsi Gorontalo

Menyatakan bahwa telah memberikan informasi berupa data hortikultura (buah-
buahan, khususnya komoditi Pisang) sesuai dengan permintaan saudara: *Fadlun Gonta*,
sebagai bahan penelitiannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat sebagai bukti bahwa data tersebut sudah
saya berikan untuk di pergunakan sesuai kepentingan penelitian.

Gorontalo, 25 Januari 2021


RIYANTI M. HASAN, STP
Nip : 197607252006042004



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ICHSAN GORONTALO
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UPT. PERPUSTAKAAN FAKULTAS
SK. MENDIKNAS RI NO. 84/D/0/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No.17 Telp(0435) 829975 Fax. (0435) 829976 Gorontalo

SURAT KETERANGAN BEBAS PUSTAKA

No : 026/Perpustakaan-Fikom/XI/2021

Perpustakaan Fakultas Ilmu Komputer (FIKOM) Universitas Ichsan Gorontalo dengan ini menerangkan bahwa :

Nama Anggota : Fadlun Gonta
No. Induk : T3116343
No. Anggota : M202157

Terhitung mulai hari, tanggal : Sabtu, 20 November 2021, dinyatakan telah bebas pinjam buku dan koleksi perpustakaan lainnya.

Demikian keterangan ini di buat untuk di pergunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 20 November 2021

Mengetahui,
Kepala Perpustakaan



Apriyanto Alhamad, M.Kom

NIDN : 0924048601



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
UNIVERSITAS ICHSAN
(UNISAN) GORONTALO**

SURAT KEPUTUSAN MENDIKNAS RI NOMOR 84/D/O/2001
Jl. Achmad Nadjamuddin No. 17 Telp (0435) 829975 Fax (0435) 829976 Gorontalo

SURAT REKOMENDASI BEBAS PLAGIASI

No. 0920/UNISAN-G/S-BP/XI/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sunarto Taliki, M.Kom
NIDN : 0906058301
Unit Kerja : Pustikom, Universitas Ichsan Gorontalo

Dengan ini Menyatakan bahwa :

Nama Mahasiswa : FADLUN GONTA
NIM : T3116343
Program Studi : Teknik Informatika (S1)
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Deteksi Tingkat Kematangan Buah Pisang Gapi Menggunakan K-Nearest Neighbor (KNN) dan Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)

Sesuai dengan hasil pengecekan tingkat kemiripan skripsi melalui aplikasi Turnitin untuk judul skripsi di atas diperoleh hasil Similarity sebesar 15%, berdasarkan SK Rektor No. 237/UNISAN-G/SK/IX/2019 tentang Panduan Pencegahan dan Penanggulangan Plagiarisme, bahwa batas kemiripan skripsi maksimal 35% dan sesuai dengan Surat Pernyataan dari kedua Pembimbing yang bersangkutan menyatakan bahwa isi softcopy skripsi yang diolah di Turnitin SAMA ISINYA dengan Skripsi Aslinya serta format penulisannya sudah sesuai dengan Buku Panduan Penulisan Skripsi, untuk itu skripsi tersebut di atas dinyatakan BEBAS PLAGIASI dan layak untuk diujikan.

Demikian surat rekomendasi ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Gorontalo, 17 November 2021

Tim Verifikasi,



Sunarto Taliki, M.Kom

NIDN. 0906058301

Tembusan :

1. Dekan
2. Ketua Program Studi
3. Pembimbing I dan Pembimbing II
4. Yang bersangkutan
5. Arsip

T3116343 FADLUN GONTA

DETEKSI TINGKAT KEMATANGAN BUAH PISANG GAPI MENGG...

Sources Overview

15%

OVERALL SIMILARITY

1	core.ac.uk	INTERNET	4%
2	ejurnal.ung.ac.id	INTERNET	3%
3	123dok.com	INTERNET	1%
4	www.scribd.com	INTERNET	<1%
5	e-jurnal.pelitanusantara.ac.id	INTERNET	<1%
6	repository.uin-suska.ac.id	INTERNET	<1%
7	repositori.usu.ac.id	INTERNET	<1%
8	e-journals.umn.ac.id	INTERNET	<1%
9	repository.uinjkt.ac.id	INTERNET	<1%
10	jurnalnasional.ump.ac.id	INTERNET	<1%
11	eprints.ums.ac.id	INTERNET	<1%
12	jurnal.upnyk.ac.id	INTERNET	<1%
13	repository.its.ac.id	INTERNET	<1%
14	id.scribd.com	INTERNET	<1%
15	ojs.amikom.ac.id	INTERNET	<1%
16	eprints.umg.ac.id	INTERNET	<1%



docplayer.info

INTERNET

<1%

Excluded search repositories:

Submitted Works

Excluded from document:

Small Matches (less than 25 words)

Excluded sources:

None