

Pengaruh Cahaya dan Kualitas Citra dalam Klasifikasi Kematangan Pisang Cavendish Berdasarkan Ciri Warna Menggunakan Artificial Neural Network

Effect of Light and Image Quality in Classification of Ripe Cavendish Bananas Based on Color Characteristics Using Artificial Neural Network

Aditya Dwi Putro Wicaksono¹, Arief Hermawan²
Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia

Informasi Artikel

Genesis Artikel:

Diterima, 14 Oktober 2021
Direvisi, 25 Oktober 2021
Disetujui, 29 Oktober 2021

Kata Kunci:

Intensitas Cahaya
Kualitas Citra
Kematangan Pisang
Artificial Neural Network

Keywords:

Lighting
Image Quality
Banana Ripe
Artificial Neural Network

ABSTRAK

Buah pisang merupakan komoditas yang memberikan kontribusi besar terhadap angka produksi buah nasional maupun internasional. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa pengaruh intensitas cahaya dan kualitas citra dalam mengklasifikasikan kematangan pisang berdasarkan ciri warna pisang di Kebun Pisang *Cavendish* kabupaten banyumas. sebagai buah lokal yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan memiliki potensi pasar yang masih terbuka luas, pisang menjadi salah satu komoditas buah yang dapat diandalkan. Permasalahan yang sering ditemukan selain *resource* dan ketelitian yakni kurang tepatnya dan kurang pengetahuannya karyawan dalam membedakan tingkat kematangan pisang terutama karyawan baru. Pada penelitian ini penulis mengidentifikasi pengaruh intensitas cahaya dan kualitas citra dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan pisang *cavendish*, *Artificial Neural Network* digunakan sebagai metode dalam pengklasifikasian. *Dataset* pada penelitian ini adalah 80 citra buah pisang yang diambil dengan waktu (*pagi-sore*) dan *device* yang berbeda (*citra bagus-citra tidak bagus*), Tingkat kematangan pisang pada penelitian ini yaitu mentah dan matang. Pada hasil penelitian akurasi tertinggi didapatkan dari citra yang di ambil pada pagi hari dan dengan kualitas citra bagus, dari penelitian ini menyimpulkan bahwa intensitas cahaya dan kualitas citra berpengaruh dalam mengklasifikasikan kematangan pisang *cavendish* berdasarkan Ciri Warna.

ABSTRACT

Banana fruit is a commodity that makes a major contribution to national and international fruit production figures. The purpose of this study was to analyze the effect of light and image quality in classifying the level of maturity banana based on color characteristics in the Cavendish Banana Garden, Banyumas Regency. as a local fruit that has high economic value and has a market potential that is still wide open, bananas are one of the most reliable fruit commodities. The problem that is often found is the lack of accuracy and lack of knowledge of employees in distinguishing the types, quality and ripeness of bananas, especially new employees. In this study, the author identifies the effect of light and image quality in classifying the ripeness level of Cavendish bananas, Artificial Neural Network are used as a method in the classification process. The dataset in this study were 80 images of bananas taken at different times (morning-afternoon) and using different devices (good image-bad image). The maturity level of bananas in this study were raw and ripe. In the results of the study, the highest accuracy was obtained from images taken in the morning and with good image quality, from this study concluded that light intensity and image quality have an effect on classifying the ripeness of Cavendish bananas based on color characteristics.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Penulis Korespondensi:

Aditya Dwi Putro Wicaksono,
Program Studi Magister Teknologi Informasi,
Universitas Teknologi Yogyakarta,
Email: adityadwi.putrowicaksono@student.uty.ac.id

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kinerja ekspor sektor pertanian, salah satunya didorong oleh peningkatan ekspor subsektor hortikultura, khususnya buah-buahan tahunan. Pisang menjadi salah satu komoditas buah-buahan yang dapat diandalkan. Pisang memiliki nilai ekonomi tinggi dan potensi pasar yang masih terbuka luas [1]. Pengelolaan buah pisang di Kabupaten Banyumas masih terbatas sebagai tanaman pekarangan atau perkebunan rakyat. Kebun pisang *cavendish* yang berada di Curug Binangun, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah adalah salah satu tempat yang digunakan untuk mengembangkan sektor perkebunan pisang. Mendapatkan buah lokal seperti pisang yang berkualitas tidak mudah, dibutuhkan ketelitian dan pengetahuan dari produsen/petani, atas dasar tersebut pada penelitian ini penulis mencoba untuk menganalisa pengaruh cahaya/penerangan dan kualitas citra dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang dari segi ciri warna membantu memudahkan petani dan petugas dalam memanen hasil kebun. hal yang seringkali terjadi yakni hasil panen yang berbeda tingkat kematangan walaupun dikerjakan oleh petani petani yang sama, hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti waktu pengambilan/pemanenan buah pisang, Cuaca, intensitas cahaya, kelelahan, tingkat ketelitian/kecermatan/fokus petani yang menurun dll. Dalam beberapa dekade terakhir, dan di bidang visi komputer, Jaringan saraf tiruan telah dikembangkan pesat, terutama dalam bidang lokalisasi, misalnya face pengakuan [2]. Dibandingkan dengan model jaringan saraf lainnya seperti *multiple layer perceptron* (MLP), ANN dirancang untuk mengambil banyak *array* sebagai input dan kemudian memproses input menggunakan operator dalam bidang lokal dengan meniru persepsi mata gambar-gambar [3]. Model jaringan saraf tiruan telah digunakan sejak sekitar tahun 1950, karakteristik umum dari banyak variasi model pembelajaran mendalam yang diawasi dan tidak diawasi adalah bahwa model ini memiliki banyak lapisan neuron tersembunyi yang dipelajari [4].

Pisang merupakan komoditas buah tropis yang sangat populer di dunia, pisang merupakan komoditas hortikultura yang berasal dari Asia Tenggara dan Pasifik Barat termasuk di Indonesia. Salah satu varietas pisang yang sangat populer dan sangat digemari masyarakat saat ini yaitu pisang *Cavendish* [5]. Karakteristik buah pisang *Cavendish* memiliki daya tarik dari kulit buah berwarna kuning cerah, daging buah berwarna putih kekuningan, rasa pulen dan manis serta serat buah halus. Pisang *Cavendish* memiliki kandungan gizi antara lain riboflavin, mangan, vitamin A, vitamin B3 (niacin), vitamin B6, vitamin C, serat, protein, besi, kalium, folat dan magnesium [5]. Pisang merupakan salah satu buah unggulan yang mendapat prioritas untuk dikembangkan secara intensif di Indonesia, Buah ini tersusun dalam tandan dengan kelompok kelompok tersusun menjari, yang disebut sisir. Konsumsi pisang yang terdiri dari buah meja (pisang segar/masak) dan pisang olahan merupakan peluang usaha yang terbuka lebar bagi petani buah pisang yang ingin meraih manfaat ekonomi pisang. Saat ini, klasifikasi jenis buah pisang masih dilakukan petani pisang secara manual. Faktor kelelahan dan perbedaan persepsi antara petani satu dengan lainnya dalam proses klasifikasi dapat Mengakibatkan hasil yang kurang akurat sehingga kualitas produk yang dihasilkan kurang bagus [6].

Pisang (*Musa Paradisiaca*) adalah tanaman buah yang kaya akan sumber vitamin, mineral dan karbohidrat. Di Indonesia pisang yang ditanam baik dalam skala rumah tangga ataupun kebun pemeliharannya kurang intensif, sehingga produksi buah pisang Indonesia rendah, dan tidak mampu bersaing di pasar internasional. Pisang dikatakan cukup umur untuk dipanen adalah saat pisang berumur 80-100 hari, tergantung varietas [7]. Cara penentuan panen ada 2 cara yaitu dengan berdasarkan hari setelah jantung pisang dipotong dan berdasarkan menghitung jumlah hari dari bunga mekar sampai siap dipanen atau dengan melihat bentuk buah. Sebelum melakukan pemanenan buah sangat perlu diperhatikan tingkat ketuaan buah karena itu salah satu faktor penting untuk menentukan mutu dari buah pisang tersebut. Apabila buah yang dipanen kurang tua, meskipun sudah matang, namun kualitasnya kurang baik karena rasa dan aromanya kurang baik. Sebaliknya, bila buah dipanen terlalu tua, rasa manis dan aroma buah kuat, tetapi memiliki daya simpan yang pendek. Oleh karena itu tingkat ketuaan panen sangat erat kaitannya dengan jangkauan pemasaran dan tujuan penggunaan buah [8].

Penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh Sabilla (2020) yakni membantu petani dalam mengklasifikasikan jenis pisang berdasarkan warna menggunakan *image detection* dan *image recognition*. Ada beberapa tahap yang dapat dilakukan dalam membuat klasifikasi berdasarkan warna, pertama melakukan segmentasi mengubah citra menjadi berwarna, kemudian ekstraksi ciri, dan yang terakhir adalah klasifikasi dengan menggunakan metode K-NN (*K-Nearest neighbor*), *Support Vector Machine* (SVM), dan *DecisionTree* (DT). Akurasi yang didapatkan sebesar 96,6% [9].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Maulana & Rochmawati (2019) melakukan klasifikasi buah-buahan dan *dataset* diambil dari *dataset Fruit-360*. Kelas data yang digunakan yaitu sejumlah 15 kelas dari 111 kelas pada *dataset fruit-360*. Hasil dari proses *learning* didapatkan model CNN dengan akurasi 100% dan loss sebesar 0,012 [1].

Keaslian penelitian diperlukan sebagai bukti agar tidak adanya *plagiarism* antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan. Sepengetahuan penulis pada penelitian tentang Pengaruh Intensitas Cahaya dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah pisang berdasarkan ciri warna menggunakan *Artificial Neural Network* masih belum pernah dilakukan, keaslian penelitian ini berdasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang mempunyai karekeristik yang relatif sama dalam hal tema kajian, meskipun berbeda dalam hal kriteria subjek, jumlah dan posisi variabel penelitian atau metode analisis yang digunakan.

Intensitas cahaya dapat mempengaruhi kualitas gambar sebuah objek yang dapat menimbulkan hambatan di dalam melakukan *preprocessing* untuk memperbaiki kualitas gambar dari sebuah citra *digital* [10]. Lebih lanjut, hal ini dapat pula berdampak pada proses selanjutnya, misalnya memilah gambar sesuai dengan kebutuhan. Intensitas cahaya mempengaruhi pantulan cahaya yang diterjemahkan ke dalam sebuah citra. Hal ini memberikan dampak pada keberhasilan proses segmentasi. Mengingat luasnya pembahasan, maka permasalahan dibatasi pada:

1. Citra yang diolah adalah citra berwarna berformat *.jpg hasil *capture* dari kamera *digital* SLR menggunakan Canon EOS1000D (dengan kategori kualitas citra bagus) dan kamera hp kualitas vga Samsung Duos (dengan kategori kualitas citra kurang bagus).
2. Pisang diambil secara natural atau 1 tandan (Per tandan).
3. Tidak terdapat pengaruh rotasi.
4. Pisang yang digunakan adalah pisang *Cavendish*.

5. Parameter klasifikasi adalah warna kulit pisang.
6. Gambar pisang difoto dari depan atas dan dalam keadaan masih menempel atau tergantung dengan *background* natural kemudian melalui proses *cropping* untuk mempermudah menganalisa tingkat kematangan pisang tersebut. gambar pisang diambil hanya satu sisi.
7. Pengambilan Citra di Bagi 2, yang pertama pengambilan citra dilakukan pada pagi hari (08.00-10.00), yang kedua pengambilan citra dilakukan pada sore hari (15.00-17.00).
8. Program dibuat dengan menggunakan metode Jaringa Saraf Tiruan (*Artificial Neural Network*).
9. Hanya mengamati dan mengklasifikasi 1 jenis pisang yaitu pisang *Cavendish*.

Pada penulisan penelitian ini terbagi menjadi 4 bab pembahasan yakni, Bab 2. Metode Penelitian, Bab 3. Hasil dan Analisis, Bab 4. Kesimpulan.

2. METODE PENELITIAN



Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode pengumpulan data secara survei dan data yang digunakan adalah jenis data kualitatif, Data kualitatif merupakan data yang disajikan dalam bentuk kata-kata (tulisan), gambar, audio atau video yang memiliki makna. Data-data tersebut diperoleh dari wawancara, pengamatan, pemotretan, perekaman dan lain-lain [11]. Secara garis besar terdapat 12 proses yang dilakukan oleh penulis pada penelitian ini yakni Mekanisme Pengambilan Data, *Collecting Data*, Olah Data, *Resizing Image*, *Cropping Image*, Ekstraksi Ciri Warna, Normalisasi Data, Pelabelan Data, Pemberian Target pada Data, Membagi data dengan *Holdout Validation*, Membagi data dengan *K-Fold Validation* dan yang terakhir Analisis Hasil Penelitian. Pada bab metode penelitian ini terdapat bagian yang berhubungan dengan bahan dan data yang digunakan, Berikut adalah penjelasan mengenai bahan dan data yang digunakan:

2.1. Citra Buah Pisang *Cavendish*

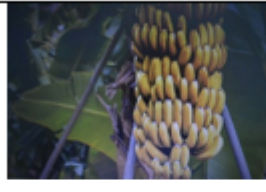
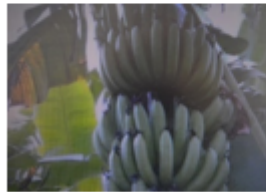
Dalam klasifikasi buah Pisang *Cavendish* ini diperlukan cukup banyak data citra guna melakukan klasifikasi buah Pisang *Cavendish*. Data-data tersebut berupa foto/*image* buah Pisang *Cavendish* yang tersusun per tandan dan masih menempel di pohon. Foto tersebut memiliki format JPG.

Pada Tabel 1 menunjukkan perbandingan citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (PCB-Mentah) dan citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi matang (PCB-Matang), dan pada Tabel 2 adalah perbandingan citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (PCTB-Matang) dan citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (SCB-Mentah).

Tabel 1. Perbandingan Citra Buah Pisang 1



No	Gambar	Keterangan
1		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu pagi hari (08.00-10.00) • Citra diambil menggunakan camera SLR Canon EOS1000D • Citra Pisang yang masuk kategori Mentah
2		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu pagi hari (08.00-10.00) • Citra diambil menggunakan camera SLR Canon EOS1000D • Citra Pisang yang masuk kategori Matang

Tabel 2. Perbandingan Citra Buah Pisang 2

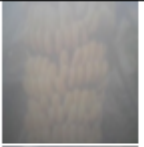
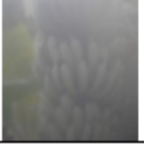
No	Gambar	Keterangan
1		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu sore hari (15.00-17.00) • Citra diambil menggunakan camera SLR Canon EOS1000D • Citra Pisang yang masuk kategori Matang
2		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu sore hari (15.00-17.00) • Citra diambil menggunakan camera SLR Canon EOS1000D • Citra Pisang yang masuk kategori Mentah

Pada Tabel 3 adalah perbandingan citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (PCTB-Mentah) dan citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (PCTB-Matang), dan pada Tabel 4 adalah perbandingan citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (SCTB-Mentah) dan yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (SCTB-Matang)

Tabel 3. Perbandingan Citra Buah Pisang 3

No	Gambar	Keterangan
1		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu pagi hari (08.00-10.00) • Citra diambil menggunakan camera Vga Samsung Duos • Citra Pisang yang masuk kategori Matang
2		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu pagi hari (08.00-10.00) • Citra diambil menggunakan camera Vga Samsung Duos • Citra Pisang yang masuk kategori Mentah

Tabel 4. Perbandingan Citra Buah Pisang 4

No	Gambar	Keterangan
1		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu sore hari (15.00-17.00) • Citra diambil menggunakan camera Vga Samsung Duo • Citra Pisang yang masuk kategori Matang
2		<ul style="list-style-type: none"> • Citra diambil diwaktu sore hari (15.00-17.00) • Citra diambil menggunakan camera Vga Samsung Duo • Citra Pisang yang masuk kategori Mentah

2.2. Jumlah

Jumlah data yang digunakan untuk klasifikasi buah Pisang *Cavendish* ini adalah sebanyak 80 data foto buah Pisang *Cavendish* yang masih tersusun pertandan dan masih menempel dipohon. citra buah pisang terdiri dari 40 tandan citra pisang *Cavendish* yang diambil di pagi hari dengan kualitas citra bagus 20 dan kualitas citra tidak bagus 20, 40 tandan citra pisang *Cavendish* yang diambil di sore hari dengan kualitas citra bagus 20 dan kualitas citra tidak bagus 20.

2.3. Sumber Data

Data citra buah Pisang yang digunakan dalam menganalisa pengaruh cahaya dan kualitas citra dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah Pisang berdasarkan ciri warna. buah Pisang diambil di kebun buah Pisang *cavendish* yang berada di Kabupaten Banyumas. Kebun Pisang ada di dua tempat yang berbeda akan tetapi masih berada di satu wilayah kabupaten yang sama. Jumlah data yang akan digunakan untuk klasifikasi buah Pisang *Cavendish* ini adalah sebanyak 80 data citra buah Pisang *Cavendish* yang masih tersusun pertandan dan masih menempel dipohon. Data citra diambil dengan waktu dan *device* yang berbeda.

Pada Gambar 1 menunjukkan proses pengambilan citra buah pisang *cavendish* yang dilakukan pada pagi hari (08.00-10.00), yang diolah adalah citra berwarna berformat *.jpg hasil akuisisi dari kamera digital SLR menggunakan Canon EOS1000D (dengan kategori kualitas citra bagus) dan kamera handphone kualitas vga Samsung Duos (dengan kategori kualitas citra kurang bagus).

Pada Gambar 2 menunjukkan proses pengambilan citra buah pisang *cavendish* yang dilakukan pada siang hari (15.00-17.00), yang diolah adalah citra berwarna berformat *.jpg hasil akuisisi dari kamera digital SLR menggunakan Canon EOS1000D (dengan kategori kualitas citra bagus) dan kamera *handphone* kualitas vga Samsung Duos (dengan kategori kualitas citra kurang bagus).



Gambar 1. Kebun Pisang Cavendish 1



Gambar 2. Kebun Pisang Cavendish 1

2.4. Cara Memperoleh Data

Banyaknya data yang digunakan tidak terlepas dari cara memperoleh data tersebut. Data berupa foto buah Pisang ini diperoleh dengan cara survey ke 2 kebun Pisang *Cavendish* yang berada di kabupaten banyumas, kemudian memilah buah Pisang yang masih tersusun pertandan di pohon. Lalu dilakukan pengambilan foto secara manual dengan dua *device* yakni kamera *digital* SLR menggunakan Canon EOS1000D (dengan kategori kualitas citra bagus) dan kamera hp kualitas vga Samsung Duos (dengan kategori kualitas citra kurang bagus), Pisang diambil secara natural atau 1 tandan (Per tandan) dan parameter klasifikasi adalah warna kulit buah Pisang. gambar Pisang difoto dari depan atas dan dalam keadaan masih menempel atau tergantung dengan *background* natural kemudian melalui proses *cropping* untuk mempermudah menganalisa tingkat kematangan Pisang tersebut. gambar Pisang diambil hanya satu sisi. Pengambilan Citra di Bagi 2, yang pertama pengambilan citra dilakukan pada pagi hari (08.00-10.00), yang kedua pengambilan citra dilakukan pada sore hari (15.00-17.00).

2.5. Alat yang Digunakan

Dalam penelitian tentang pengaruh cahaya dan kualitas citra dalam mengklasifikasikan tingkat kematangan buah Pisang berdasarkan ciri warna buah Pisang ini tidak lari dari beberapa peralatan yang digunakan baik *hardware* (perangkat keras) maupun *software* (perangkat lunak). Peralatan tersebut digunakan untuk membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam penelitian ini digunakan 2 Kamera dan satu unit komputer dengan spesifikasi pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi Perangkat

Spesifikasi Device (Komputer dan Kamera)	
Processor	Intel Core TM i5-3210M CPU @ 2.50 Ghz (4 CPUs)
Memory	8 GB
Hardisk	SSD 256 HDD 1TB
OS Type	Windows 10 Pro 64-Bit (10.0, Build 18362)
Camera 1	Canon EOS1000D
Camera 2	vga Samsung Duos

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Selain menggunakan perangkat keras (*hardware*), terdapat pula beberapa perangkat lunak (*software*) untuk membantu pengambilan data pada penelitian ini, diantaranya:

1. Python 3.9, digunakan sebagai alat untuk mengunduh gambar dari masing masing *storage*. *Packages* atau module yang digunakan yaitu *request* untuk menunduh gambar yang ada di *storage*, kemudian *argsparse* digunakan untuk membuat argument menulis inputan kode, *cv2* digunakan untuk membaca lokasi *output* gambar. Kemudian paket OS digunakan untuk menyimpan gambar pada folder *output* yang sudah di tentukan. Dan yang terakhir *imutils* digunakan pada saat *list file* gambar pada folder *output* untuk dilakukan perulangan.
2. Open CV (Computer Vision), Selain digunakan untuk membaca lokasi *output* gambar juga Untuk membantu aktivitas pemrograman dalam pengolahan citra maupun computer vision, terdapat *library* program yang mencakup hampir seluruh fungsi atau metode pemrograman computer vision, yaitu Open CV. Dibuat sebagai *opensource library*, pustaka ini boleh digunakan, didistribusikan, dan dikembangkan oleh siapa saja. *Library* ini awalnya ditulis dalam kode C dan C ++, namun juga terdapat pengembangan pada beberapa bahasa pemrograman lainnya, seperti Python, Ruby, Java, dan Matlab. *Library* ini dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi komputasi dan
3. VSC (Visual Studio Code), digunakan untuk teks editor *multiplatform* (Windows)
4. Tensorflow, digunakan untuk komputasi numerik maupun *machine learning*.

2.6. Pengambilan Image Atau Foto

Langkah pertama dilakukan pengambilan data berupa foto Pisang. Data yang sudah diambil dan tersedia didalam *file* dibaca oleh program sebagai langkah awal pengolahan untuk klasifikasi Pisang.

2.7. Preprocessing

Setelah membuat *dataset*, selanjutnya menyiapkan data gambar yang digunakan untuk membuat model ANN. pada tahap *pre-processing* dilakukan menggunakan python sebagai langkah awal untuk menentukan klasifikasi tingkat kematangan buah pisang *cavendish*. Menyamakan ukuran semua gambar pisang adalah langkah selanjutnya, gambar yang diambil memiliki ukuran yang berbeda-beda, dengan dilakukan penyamaan ukuran ini akan mempermudah melakukan ekstraksi ciri dan klasifikasi. citra *image* yang telah diambil disamakan ukurannya guna menyeimbangkan gambar satu dengan gambar yang lainnya. Setelah itu dari *resize* dilakukan 2 bagian yakni *cropping* dan binerisasi menggunakan dilasi. *Cropping* dilakukan untuk menghitung statistik warna yang terdiri dari mean dan standar deviasi dari *red*, *green* dan *blue* (RGB). Kemudian binerisasi dengan dilasi dilakukan untuk mencari perimeter, luas, Panjang, lebar, kebulatan, dan kerampingan. Hasil dari *cropping* dan binerisasi pun didapat dan selesai.

2.8. Ekstraksi Ciri

Pada bagian ekstraksi ciri ini, dilakukan pembagian ciri dan pemberian ciri menurut gambar dan jenis pisang itu sendiri. Tujuan ekstraksi ciri ini ialah agar nanti dapat dengan mudah menentukan klasifikasi tingkat kematangan buah pisang *cavendish*. Ekstraksi ciri yang dilakukan didasarkan pada bentuk, ukuran dan warna buah pisang *cavendish*. Untuk bentuk, dihitung berdasarkan kebulatan dan kerampingan dari masing-masing gambar, kemudian ukuran dihitung dengan mengukur luas, perimeter, Panjang dan lebar. Sedangkan warna dihitung berdasarkan warna mean RGB kemudian standar deviasi RGB dari permukaan kulit pisang.

Proses yang dilakukan pada ekstraksi ciri bagian warna, citra hasil *crop* diolah dengan mencari jumlah piksel dari setiap warna RGB dari jumlah piksel yang ditemukan maka akan dihitung mean dari setiap warna tersebut. Kemudian setelah didapat mean setiap warna, maka dilakukan perhitungan untuk mencari jumlah standar deviasi setiap warna. Setelah didapatkan standar deviasi setiap warna, maka dicari rata-rata standar deviasi setiap warna RGB, setelah didapat maka hasil dari mean RGB dan standar deviasi RGB digunakan sebagai ekstraksi ciri, dan selesai.

2.9. Segmentasi

Terdapat berbagai macam cara untuk mensegmentasi obyek dalam pengolahan citra. Citra buah pisang cavendish yang di segmentasi dihasilkan dalam bentuk gambar biner [12]. Cara paling gampang melakukan segmentasi ialah dengan melakukan *thresholding*. *Thresholding* bekerja dengan memilih piksel dengan membatasi intensitas piksel mana saja yang masuk kategori obyek yang ingin didapat. Berikut fungsi matematis dari proses ini.

$$dst_h = \begin{cases} 1, & \text{if } vLwr(x,y)h \leq src(x,y)h \leq vUpr(x,y)h \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$dst_s = \begin{cases} 1, & \text{if } vLwr(x,y)s \leq src(x,y)s \leq vUpr(x,y)s \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

$$dst_v = \begin{cases} 1, & \text{if } vLwr(x,y)v \leq src(x,y)v \leq vUpr(x,y)v \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

$$dst(x,y) = \begin{cases} 255, & \text{if } dst_h = 1 \wedge dst_s = 1 \wedge dst_v = 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

dengan;

bit berlogika 1 = 255

bit berlogika 0 = 0

Setiap piksel dalam gambar RGB, maupun HSV merupakan vector. Jika setiap piksel dalam keseluruhan matriks merupakan vector itu berarti piksel tersebut menampung lebih dari satu nilai, pada HSV ada 3 yaitu untuk *Hue*, *Saturation*, dan *Value*. Karena gambar *output* merupakan *array* bertipe *unsigned integer* maka nilai teringginya ialah 255 (semua bit berlogika 1) direpresentasikan dengan warna putih dan terendahnya ialah 0 (semua bit berlogika 0) di representasikan dengan warna hitam [13]. Jadi, melalui persamaan ini, kordinat pixel yang memiliki nilai intensitas yang berada di dalam *range* yang telah ditentukan akan berwarna putih, dan yang lainnya akan berwarna hitam.

2.10. Pengujian dan Analisis

Jumlah data yang digunakan yakni sebanyak 80 gambar buah pisang *cavendish* yang tersusun pertandan dan masih menempel di pohon. Data yang digunakan sebagai *training* dan pengujian group sebanyak 72 data, kemudian data pengujian tunggal yang digunakan sebanyak 8 data. Sebelum melakukan pengujian data diolah seperti langkah pembuatan alat uji, kemudian untuk pengujian group dilakukan menggunakan validasi untuk memilih data secara acak, setelah itu dilakukan pengujian *group*. *Holdout cross validation* untuk melakukan pengujian variasi *epoch*, *goal*, dan *learning rate* dengan akurasi tertinggi, sedangkan untuk pengujian data *group* menggunakan *k-fold cross validation* dimana data dibagi menjadi 8 bagian, dan setiap bagian akan diujicobakan [14]. Untuk pengujian tunggal data yang belum pernah digunakan sebanyak 8 gambar. Adapun *output* yang diharapkan yakni memunculkan tingkat kematangan dari pisang *cavendish* itu sendiri.

2.11. Design dan Alat Uji

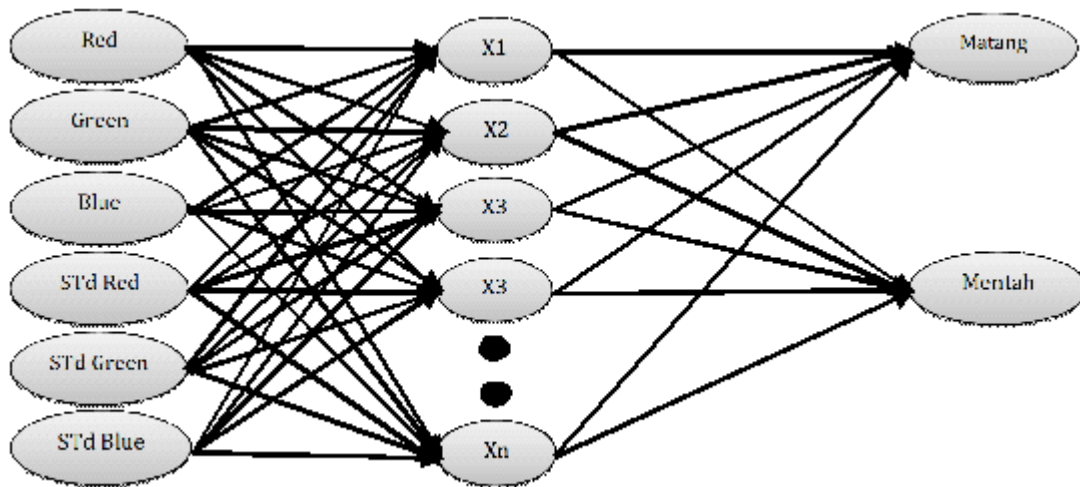
Pada bagian ini dibahas mengenai *design* alat uji sistem yang digunakan untuk klasifikasi tingkat kematangan buah pisang *cavendish*. Proses keseluruhan sistem yang digunakan penulis mulai dengan sebuah data *image jpg*, data diolah dengan *pre-processing* sebagai langkah awal sebelum melakukan ekstraksi ciri, kemudian setelah *pre-processing* data diekstraksi ciri untuk menghasilkan ciri dari setiap tingkat kematangan Pisang berupa *rgb*, ciri warna. Setelah dilakukan ekstraksi ciri maka data disatukan dan dilakukan normalisasi dengan angka rentangan 0 hingga 1. Setelah itu data dibagi menjadi 2 bagian dengan *cross validation* untuk memisahkan data pengujian dan data *training* [14]. Data pelatihan digunakan untuk melatih, dan data pengujian digunakan untuk menguji *group*. Setelah didapat akurasi terbaik, maka dilakukan pengujian tunggal sebagai langkah akhir untuk pengujian klasifikasi tingkat kematangan pisang *cavendish*.

2.12. Cara Pengujian

Pada bagian ini dijelaskan cara pengujian yang dilakukan terhadap sistem yang dibuat. Cara pengujian diawali dengan melakukan *pre-processing* terlebih dahulu. *Pre-processing* dilakukan untuk membuat gambar bisa di kenali [15]. Kemudian melakukan ekstraksi ciri yang meliputi warna (RGB) berupa *mean*, standar deviasi dan ukuran dengan perimeter. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) digunakan sebagai sistem yang diharapkan dapat mengenali perbedaan tingkat kematangan pisang berdasarkan fitur-fitur hasil pengolahan citra. Jaringan ini akan menerima masukan berupa informasi-informasi ciri dari sebuah citra buah pisang *cavendish*. JST mempunyai 6 masukan, sejumlah lapisan tersembunyi atau *hidden layer* dan 2 keluaran. Lapisan masukan (*input layer*) jaringan ini menerima 6 buah masukan berupa *mean red*, *mean green*, *mean blue*, standar deviasi *red*, standar deviasi *green*, standar deviasi *blue* [16]. Keluaran jaringan berupa 2 kelas atau kategori buah pisang *cavendish* yakni, matang dan mentah. Lapisan tersembunyi (*hidden layer*) berjumlah *n layer*. Jumlah ini divariasikan untuk melihat hasil yang paling baik untuk jaringan. Penulis menggunakan 1 *hidden layer* dengan variasi jumlah neuron kelipatan 10 dimulai dari 10 neuron untuk menemukan akurasi tertinggi.

2.13. Arsitektur Jaringan Dengan 1 *Hidden layer*

Arsitektur Jaringan Dengan 1 *hidden layer* merupakan gambar model jaringan dengan 1 *hidden layer* yang digunakan dalam proses pengujian jaringan dengan nilai ekstraksi ciri yang telah dinormalisasi. Pada Gambar 3 merupakan penjelasan secara visual mengenai arsitektur jaringan dengan 1 *hidden layer*:



Gambar 3. Rencana sistem arsitektur jaringan syaraf tiruan dengan 1 *hidden layer*

1. *Red, green, blue, std red, std green, std blue* merupakan lapisan masukan dalam JST, sehingga masukan akan berjumlah sebanyak 6 masukan dengan masing-masing ciri yang disebutkan di atas.
2. $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$ merupakan lapisan tersembunyi yang digunakan untuk mentransformasikan nilai masukan menjadi nilai yang bisa diolah sehingga didapat nilai keluarannya. Dalam *hidden layer* 1 ini, jumlah neuronnya akan divariasi dimulai dari 10, 20, 30 dan seterusnya (kelipatan 10) hingga 100, sehingga dapat dibandingkan akurasi yang terbaik yang didapat membutuhkan berapa banyak jumlah neuron pada *hidden layer*.
3. Matang dan mentah merupakan lapisan luaran yang memiliki 2 neuron, sesuai dengan jumlah jenis pisang yang digunakan. Nilai luaran pada lapisan ini direpresentasikan angka 0 dan 1, sehingga target luaran untuk masing-masing tingkat kematangan buah pisang *cavendish* akan berbeda satu dengan yang lain. pada Tabel 6 merupakan representasi luaran masing-masing jenis pisang tersebut.

Tabel 6. Tabel target luaran jenis Pisang

Jenis Pisang	Nilai Target Output
Matang	1 0 0 0 0
Mentah	0 0 0 0 1

Matang dan mentah merupakan lapisan luaran yang memiliki 2 neuron, sesuai dengan kategori tingkat kematangan buah pisang *cavendish* yang digunakan, yakni

1. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (PCB-Mentah)
2. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi matang (PCB-Matang)
3. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (PCTB-Mentah)
4. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (PCTB-Matang)
5. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (SCB-Mentah)
6. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi matang (SCB-Matang)
7. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (SCTB-Mentah)
8. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (SCTB-Matang)

Nilai luaran pada lapisan ini direpresentasikan 0 dan 1, sehingga target luaran untuk masing-masing kategori tingkat kematangan Pisang akan berbeda satu dengan yang lain. Hal ini bisa dilihat pada tabel 3.1 di atas. Kemudian bagian pengujian yang akan dilakukan dengan membagi data menjadi 2 bagian menggunakan *holdout validation*, 1 bagian data sebagai pelatihan, sedangkan 1 bagian data sebagai pengujianya untuk mengetahui variasi *epoch, goal, dan learning rate* terbaik dengan akurasi tertinggi. Kemudian membagi data menjadi 2 bagian dengan *k-fold validation*, setiap bagian berkesempatan dilakukan *testing* sebanyak 1 kali saja. Dan untuk mengetahui akurasi tersebut, akan dilakukan *confusion matrix* antara label sebenarnya dengan label jenis pisang setelah dilakukan pengujian. Setelah dilakukan hal tersebut, maka akan dilihat kesamaan dari kedua label tersebut. Label yang sama akan dikatakan benar, dan label yang tidak sama akan dikatakan salah. Sehingga bagian akurasi dapat diketahui melalui kebenaran labelnya. Berikut rumus yang akan digunakan [17]:

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Nilai\ Benar}{Jumlah\ Seluruh\ Data\ Tes} \times 100\% \quad (5)$$

3. HASIL DAN ANALISIS

Dalam penelitian ini penulis mempunyai data sejumlah 80 citra pisang, 72 data digunakan sebagai pengujian dan pelatihan *group*, dan 8 sebagai data pengujian tunggal. Dari 72 data yang digunakan, masing-masing kategori citra pisang terwakili dengan 8 banyaknya pisang dalam 1 kategori buah pisang. Penelitian kali ini akan menggunakan model *traingdx* yang biasa digunakan pada banyak penelitian terkait klasifikasi ataupun identifikasi. Dalam model ini akan diuji dengan 1 hidden layer dan jumlah neuron yang terkandung dalam *layer* tersebut untuk mendapatkan akurasi terbaik. Dan model ini pula akan digunakan dalam pengujian data tunggal untuk menunjukkan hasil dari klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini.

3.1. Data Pisang

Data pisang yang digunakan penulis pada penelitian ini yakni terdiri dari 8 kategori citra pisang:

1. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (PCB-Mentah)
2. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi matang (PCB-Matang)
3. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (PCTB-Mentah)
4. 10 citra yang diambil pagi hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (PCTB-Matang)
5. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi mentah (SCB-Mentah)
6. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra bagus dengan kondisi matang (SCB-Matang)
7. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi mentah (SCTB-Mentah)
8. 10 citra yang diambil sore hari dengan kualitas citra tidak bagus dengan kondisi matang (SCTB-Matang)

3.2. Resizing image pisang

Tahap selanjutnya yakni *resizing* semua ukuran pisang. *Resizing* dilakukan untuk menyamakan semua ukuran pisang, sehingga nantinya data pisang mempunyai ukuran yang sama secara merata. Ukuran *image* pisang yang digunakan ialah [225 400], 225 sebagai lebar dan 400 sebagai panjang.

3.3. Cropping image pisang

Tahap *cropping image* ini dilakukan setelah tahap *resizing*. Tahap ini memotong gambar dalam ukuran gambar yang hanya memiliki warna RGB saja. Hal ini dilakukan untuk mencari kadar warna yang terkandung di setiap jenis pisang.

3.4. Ekstraksi ciri

Tahap ekstraksi ciri ini, penulisan menggunakan *mean red*, *mean green*, *mean blue*, *standart deviasi red*, *standart deviasi green*, *standart deviasi blue*. Untuk ekstraksi ciri *mean red*, *mean green*, *mean blue*, *standart deviasi red*, *standart deviasi green*, dan *standart deviasi blue* menggunakan *image* hasil *cropping* yang telah di *resizing*. Sehingga didapat hasil seperti Tabel 7.

Tabel 7. Contoh hasil ekstraksi ciri

33.059	44.220	53.317	65.548	67.236	55.339	47.140	42.963
47.532	58.145	72.583	89.608	93.029	77.760	67.597	59.273
4.213	10.454	13.497	18.340	16.040	13.553	8.085	9.567
36.653	43.333	43.091	42.063	48.667	47.555	42.379	43.344
52.469	55.882	57.782	57.240	66.956	66.015	60.024	59.088
9.094	13.548	15.690	15.668	16.804	18.296	11.745	16.304
577	576	598	616	631	632	633	571
16393	17045	16709	17842	20087	18790	17489	15985

3.5. Normalisasi Data

Pada tahap ini penulis menggunakan normalisasi *minmax* dengan rentang nilai yang digunakan ialah 0 hingga 1. Normalisasi ini akan menerima nilai minimum dan maksimum dari 1 ekstraksi ciri dan 1 ekstraksi ciri yang berhubungan dengan ciri tersebut. Kemudian data dalam ekstraksi ciri tersebut akan diubah menjadi nilai baru antara 0 hingga 1.

$$\text{maxRED} = \text{max}(\text{red}) \quad (6)$$

$$\text{minRed} = \text{min}(\text{red}) \quad (7)$$

$$\text{hasilMinMax} = (\text{data} - \text{datamin}) * (1 - 0) / (\text{datamax} - \text{datamin}) + 0 \quad (8)$$

Pada Tabel 8 merupakan contoh hasil normalisasi minmax.

Tabel 8. Contoh data setelah dinormalisasi minmax

0	0.1005	0.1825	0.2927	0.3079	0.2007	0.1268	0.0892
0	0.1342	0.3169	0.5322	0.5755	0.3824	0.2538	0.1473
0.0274	0.1517	0.2123	0.3087	0.2629	0.2134	0.1045	0.1341
0	0.0996	0.0960	0.0807	0.1792	0.1623	0.0853	0.0982
0	0.0842	0.1311	0.1177	0.3573	0.3341	0.1863	0.1633
0.0931	0.2227	0.285	0.2844	0.3174	0.3608	0.1702	0.3029
0.7939	0.7925	0.8284	0.8501	0.8718	0.8732	0.8746	0.7853
0.6367	0.6784	0.6569	0.7293	0.8728	0.7899	0.7068	0.6107

3.6. Menentukan label data

Sebelum dilakukannya sebuah pelatihan dan pengujian, maka dilakukan pemberian label pada setiap kategori citra buah pisang. Pemberian label ini dilakukan agar nantinya data yang dilatih bisa dikenali sebagai salah satu ciri dari kategori pisang tertentu. Adapun pemberian label ini menggunakan pencarian nama *file* data yang nantinya akan menentukan label dari setiap jenis, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Implementasi pencari label

Kategori citra buah pisang	Pemberian label
PCB-Mentah	regexp (filenames(n).name,' PCB-Mentah');
PCB-Matang	regexp (filenames(n).name,' PCB-Matang');
PCTB-Mentah	regexp (filenames(n).name,' PCTB-Mentah');
PCTB-Matang	regexp (filenames(n).name,' PCTB-Matang');
SCB-Mentah	regexp (filenames(n).name,' SCB-Mentah');
SCB-Matang	regexp (filenames(n).name,' SCB-Matang');
SCTB-Mentah	regexp (filenames(n).name,' SCTB-Mentah');
SCTB-Matang	regexp (filenames(n).name,' SCTB-Matang');

Pemberian label dilakukan berdasarkan kategori citra buah pisang data yang dilakukan pelabelan adalah data yang sudah melalui proses *resize*, *cropping*, ekstraksi ciri dan normalisasi data, adapun hasil yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pelabelan data sesuai kategori citra buah pisang

Kategori citra buah pisang	Hasil pelabelan data							
PCB-Mentah	1	1	1	1	1	1	1	1
PCB-Matang	2	2	2	2	2	2	2	2
PCTB-Mentah	3	3	3	3	3	3	3	3
PCTB-Matang	4	4	4	4	4	4	4	4
SCB-Mentah	5	5	5	5	5	5	5	5
SCB-Matang	6	6	6	6	6	6	6	6
SCTB-Mentah	7	7	7	7	7	7	7	7
SCTB-Matang	8	8	8	8	8	8	8	8

3.7. Menentukan target dari setiap jenis

Pada tahap ini akan membuat target dari masing-masing kategori citra buah pisang. Adapun pembuatan target kelas ini menggunakan label sebagai petunjuk kategori citra buah pisang. Untuk citra pisang PCB-Mentah menggunakan label 1 yang akan diwakili sebagai [1 0 0 0]. Kemudian citra pisang PCB-Matang menggunakan label 2 yang diwakili sebagai [0 1 0 0]. Citra Pisang PCTB-Mentah menggunakan label 3 yang diwakili sebagai [0 0 1 0]. Lalu citra pisang PCTB-Matang menggunakan label 4 diwakili [0 0 0 1 0]. Citra pisang SCB-Mentah dengan label 5 diwakili sebagai [0 0 0 0 1]. Citra pisang SCB-Matang dengan label 6 diwakili sebagai [0 0 0 1 1], Citra pisang SCTB-Mentah dengan label 7 diwakili sebagai [0 0 1 1 1], Citra pisang SCTB-Matang dengan label 8 diwakili sebagai [0 1 1 1 1]. Adapun hasilnya dapat dilihat sebagai berikut.

Pada Tabel 11 adalah hasil pemberian target pada image yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCB-Mentah atau Image dengan kualitas citra bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 12 adalah hasil pemberian target pada image yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCB-Matang atau Image dengan kualitas citra bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan matang.

Tabel 11. Hasil pemberian target kategori PCB-Mentah

1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 12. Hasil pemberian target kategori PCB-Matang

0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 13 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCTB-Mentah atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 14 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCTB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan matang.

Tabel 13. Hasil pemberian target kategori PCTB-Mentah

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 14. Hasil pemberian target kategori PCTB-Matang

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 15 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCB-Mentah atau *Image* dengan kualitas citra bagus yang diambil disore hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 16 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra bagus yang diambil disore hari dengan keadaan matang.

Tabel 15. Hasil pemberian target kategori SCB-Mentah

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 16. Hasil pemberian target kategori SCB-Matang

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Pada Tabel 17 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCTB-Mentah atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil disore hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 18 adalah hasil pemberian target pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCTB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil disore hari dengan keadaan matang.

Tabel 17. Hasil pemberian target kategori SCTB-Mentah

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 18. Hasil pemberian target kategori SCTB-Matang

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

3.8. Membagi data dengan *Holdout Validation*

Pada tahap ini penulis menggunakan *Holdout validation* sebagai pembagi antara data *training* dan *testing* untuk percobaan 1 sebagai pengujian untuk *epoch*, *goal*, dan *learning rate* terbaik. 80 data dibagi menjadi 2 bagian. Jumlah data yang di *training* ialah 72, dan data yang di *testing* ialah 8. 8 data *testing* ini memiliki isi dari 8 kategori pisang yang akan diujicobakan. Adapun contoh hasilnya dapat dilihat sebagai berikut.

Pada Tabel 19 adalah hasil data latih menggunakan *holdout validation* dan *testing* untuk percobaan 1 sebagai pengujian untuk

epoch, *goal*, dan *learning rate* terbaik, dan pada Tabel 20 adalah hasil data uji menggunakan *holdout validation* dan *testing* untuk percobaan 1 sebagai pengujian untuk *epoch*, *goal*, dan *learning rate* terbaik.

Tabel 19. Contoh data latih menggunakan *holdout validation*

0	0.1005	0.1825	0.2927	0.3079	0.2007	0.0725	0.2221
0	0.1342	0.3169	0.5322	0.5755	0.3824	0.1184	0.3800
0.0274	0.1517	0.2123	0.3087	0.2629	0.2134	0.1672	0.2290
0	0.0996	0.096	0.0807	0.1792	0.1623	0.0411	0.1945
0	0.0842	0.1311	0.1177	0.2573	0.3341	0.0324	0.3570
0.0931	0.2227	0.2850	0.2844	0.3174	0.3608	0.2787	0.3083
0.7939	0.7925	0.8242	0.8501	0.8718	0.8732	0.8199	0.7781
0.6367	0.6784	0.6569	0.7293	0.8728	0.7899	0.5969	0.6144

Tabel 20. Contoh data uji menggunakan *holdout validation*

0.1268	0.0892	0.5075	0.3348	0.3973	0.5171	0.4873	0.7722
0.2538	0.1473	0.5063	0.2250	0.3506	0.5516	0.4072	0.7926
0.1045	0.1341	0.2336	0.0964	0.1874	0.2767	0.4814	0.6813
0.0853	0.0982	0.6193	0.5103	0.6251	0.6214	0.8754	0.9043
0.1863	0.1633	0.6286	0.4176	0.6169	0.6835	0.8735	0.9644
0.1702	0.3029	0.4064	0.2653	0.3773	0.4924	0.7345	0.8157
0.8746	0.7853	0.9207	0.8876	0.8069	0.9193	0.8977	0.9914
0.7068	0.6107	0.8989	0.8700	0.6824	0.9184	0.7896	0.9073

3.9. Membagi data dengan K-Fold Validation

Pada tahap ini penulis menggunakan *K-Fold Validation* sebagai pembagian data untuk percobaan 2 dan 3. Data yang ada berjumlah 80 data, dibagi menjadi 8 bagian, maka didapat masing-masing bagian terdiri dari bagian1 = 10, bagian2 = 10, bagian3 = 10, bagian4 = 10, bagian5 = 10 data, bagian6 = 10 data, bagian7 = 10 data, bagian8 = 10 data. Sehingga 4 bagian sebagai *training* dan 1 bagian sebagai *testing*. Adapun contoh hasilnya dapat dilihat sebagai berikut.

Pada Tabel 21 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCB-Mentah atau *image* dengan kualitas citra bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 22 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCB-Matang atau *image* dengan kualitas citra bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan matang.

Tabel 21. Contoh data 1

0.2221	0.3840	0.3973	0.2497	0.5989	0.7427	0.4873	0.5789
0.3800	0.3478	0.3506	0.1881	0.6907	0.7778	0.4072	0.5215
0.2290	0.2321	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399
0.1945	0.6781	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072
0.3570	0.7292	0.6169	0.5147	0.7855	0.9427	0.8735	0.7745
0.3083	0.1874	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399
0.7781	0.6251	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072
0.6144	0.9006	0.6824	0.8378	0.8283	0.9424	0.7896	1.0000

Tabel 22. Contoh data 2

0.0000	0.2927	0.3079	0.3815	0.4220	0.5171	0.3673	0.6785
0.0000	0.5322	0.5755	0.3273	0.4478	0.1177	0.3573	0.6817
0.0274	0.3067	0.2629	0.1958	0.2116	0.2844	0.3174	0.4100
0.0000	0.0807	0.1792	0.6590	0.6105	0.8501	0.8718	0.7651
0.0000	0.1177	0.3573	0.6817	0.7939	0.7293	0.8728	0.5058
0.0931	0.2844	0.3174	0.4100	0.3067	0.2629	0.1958	0.1792
0.7939	0.8501	0.8718	0.7651	0.0807	0.1792	0.6590	0.3573
0.6367	0.7293	0.8728	0.5058	0.1177	0.3573	0.6817	0.3174

Pada Tabel 23 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCTB-Mentah atau *image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 24 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan PCTB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil dipagi hari dengan keadaan matang.

Tabel 23. Contoh data 3

0.1005	0.2007	0.1268	0.0892	0.4850	0.6728	0.3712	0.4549
0.1342	0.2844	0.3174	0.4100	0.3067	0.2629	0.1958	0.3174
0.1517	0.8501	0.8718	0.7651	0.0807	0.1792	0.6590	0.8718
0.0996	0.7292	0.6169	0.5147	0.3174	0.9427	0.8735	0.6169
0.0842	0.4676	0.3773	0.2756	0.8718	0.7636	0.7345	0.3174
0.2227	0.9352	0.8069	0.8775	0.6169	1.0000	0.8977	0.8718
0.7925	0.2321	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.6169
0.6784	0.6781	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.5147

Tabel 24. Contoh data 4

0.1825	0.5075	0.4783	0.4554	0.4107	0.6643	0.7844	0.2564
0.3169	0.7292	0.6169	0.5147	0.7855	0.9427	0.8735	0.7745
0.2123	0.4676	0.3773	0.2756	0.3963	0.7636	0.7345	0.6848
0.0960	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.2756
0.1311	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072	0.2416
0.2850	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657
0.8242	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072	0.2416
0.6569	0.6824	0.8378	0.8283	0.9424	0.7896	1.0000	0.2850

Pada Tabel 25 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCB-Mentah atau *Image* dengan kualitas citra bagus yang diambil disore hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 26 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra bagus yang diambil disore hari dengan keadaan matang.

Tabel 25. Contoh data 5

0.0725	0.3348	0.3676	0.3765	0.5222	0.7722	0.5293	0.6832
0.1184	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072	0.2416
0.1672	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657
0.0411	0.7292	0.6169	0.5147	0.7855	0.9427	0.8735	0.7745
0.0324	0.4676	0.3773	0.2756	0.3963	0.7636	0.7345	0.6848
0.2787	0.1517	0.8501	0.8718	0.7651	0.0807	0.1792	0.6590
0.8199	0.0996	0.7292	0.6169	0.5147	0.3174	0.9427	0.8735
0.5967	0.0842	0.4676	0.3773	0.2756	0.8718	0.7636	0.7345

Tabel 26. Contoh data 6

0.0996	0.7292	0.6169	0.5147	0.3174	0.9427	0.8735	0.6169
0.0842	0.4676	0.3773	0.2756	0.8718	0.7636	0.7345	0.3174
0.2227	0.9352	0.8069	0.8775	0.6169	1.0000	0.8977	0.8718
0.7925	0.2321	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.6169
0.0000	0.5322	0.5755	0.3273	0.4478	0.1177	0.3573	0.6817
0.0274	0.3067	0.2629	0.1958	0.2116	0.2844	0.3174	0.4100
0.1672	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657
0.0411	0.7292	0.6169	0.5147	0.7855	0.9427	0.8735	0.7745

Pada Tabel 27 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCTB-Mentah atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil disore hari dengan keadaan mentah, dan pada Tabel 28 adalah hasil pembagian data menggunakan *K-Fold Validation* pada *image* yang telah dikelompokkan atau dikategorikan SCTB-Matang atau *Image* dengan kualitas citra tidak bagus yang diambil disore hari dengan keadaan matang.

Tabel 27. Contoh data 7

0.3800	0.3478	0.3506	0.1881	0.6907	0.7778	0.4072	0.5215
0.0960	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.2756
0.1311	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072	0.2416
0.2850	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657
0.8242	0.6251	0.4590	0.6657	0.8747	0.8754	0.8072	0.2416
0.1672	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657
0.0411	0.7292	0.6169	0.5147	0.7855	0.9427	0.8735	0.7745
0.0324	0.4676	0.3773	0.2756	0.3963	0.7636	0.7345	0.6848

Tabel 28. Contoh data 8

0.1342	0.2844	0.3174	0.4100	0.3067	0.2629	0.1958	0.3174
0.1517	0.8501	0.8718	0.7651	0.0807	0.1792	0.6590	0.8718
0.0996	0.7292	0.6169	0.5147	0.3174	0.9427	0.8735	0.6169
0.0842	0.4676	0.3773	0.2756	0.8718	0.7636	0.7345	0.3174
0.0996	0.7292	0.6169	0.5147	0.3174	0.9427	0.8735	0.6169
0.0842	0.4676	0.3773	0.2756	0.8718	0.7636	0.7345	0.3174
0.2227	0.9352	0.8069	0.8775	0.6169	1.0000	0.8977	0.8718
0.1672	0.1874	0.0958	0.2416	0.6433	0.4814	0.5399	0.6657

3.10. Hasil Training dan Testing Data

Dalam penelitian ini penulis mempunyai data sejumlah 80 data buah pisang *cavendish*, dimana 72 data digunakan sebagai *testing* dan *training group*, sementara 8 sebagai data *testing* tunggal. Dari 72 data yang digunakan masing masing kategori buah pisang *cavendish* terwakili dengan 9 buah di setiap kategorinya. Penelitian ini menggunakan model *traingdx* yang biasa digunakan pada banyak penelitian terkait klasifikasi ataupun identifikasi. Percobaan ini menggunakan data sebanyak 72 data. Setelah melakukan ekstraksi ciri dari citra buah pisang *cavendish* maka didapat 6 ciri seperti dijelaskan pada bagian sebelumnya. Sehingga didapat total data berjumlah 72 6. Adapun hasil akurasi dari percobaan yang dilakukan dan sudah di kelompokkan sesuai kategori data ditunjukkan pada Tabel 29:

Tabel 29. Hasil Akurasi Data berdasarkan cahaya dan kualitas citra

Jenis Perlakuan	Akurasi Data Testing	Akurasi Data Training	Waktu Training
Data Pagi	0.86	0.97	1.2
Data Sore	0.71	0.90	1.3
Data Kamera Bagus (citra bagus)	0.86	0.94	1.4
Data Kamera Tidak Bagus (citra tidak bagus)	0.43	0.75	1.6

Hasil percobaan pada tabel 29 dapat dilihat bahwa perbandingan hasil *output* akurasi dan waktu mengalami perbedaan angka baik Data yang diambil pada pagi hari ke sore hari maupun Data dengan kualitas citra bagus ke data citra kualitas tidak bagus. Hasil akurasi pada data yang diambil pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan dengan sore hari dan akurasi pada data yang di ambil dengan kamera bagus (citra bagus) lebih tinggi dibandingkan dengan kamera tidak bagus (citra tidak bagus).

Tabel 30. Hasil Akurasi Data berdasarkan kategori citra

Jenis Perlakuan	Akurasi Data Testing	Akurasi Data Training	Waktu Training
Data Pagi-Kamera Bagus	1.00	0.99	1.4
Data Pagi-Kamera Tidak Bagus	0.57	0.85	1.6
Data Sore-Kamera Bagus	0.86	0.94	1.6
Data Sore-Kamera Tidak Bagus	0.29	0.47	1.9

Hasil percobaan pada tabel 30 dapat dilihat bahwa perbandingan hasil *output* akurasi dan waktu mengalami perbedaan. Hasil akurasi pada data yang diambil pada pagi hari dengan kamera bagus lebih tinggi dibandingkan data yang diambil pada pagi hari dengan kamera tidak bagus sedangkan akurasi pada data yang diambil pada sore hari dengan kamera bagus lebih tinggi dibandingkan dengan data yang diambil pada sore hari dengan kamera tidak bagus.

Pada Pengujian data tunggal juga dihasilkan *output* yang memiliki akurasi yang bagus. Data tunggal merupakan data yang tidak termasuk dalam proses pelatihan data kelompok atau *group*. Proses pengujiannya menggunakan arsitektur jaringan syaraf tiruan. Penulis menggunakan 1 *hidden layer* dengan jumlah neuron sebanyak 10, dengan model *traingdx*. Data tunggal diuji secara masing-masing sebanyak 8 gambar dengan masing masing jenis diwakili oleh 1 gambar. Berikut adalah hasil uji data tunggal tersebut:

Tabel 31. Tabel Testing Tunggal

No.	Gambar Pisang	Hasil Klasifikasi	Status
1	PCB-	Mentah	Benar
2	PCB+	Matang	Benar
3	PCTB-	Mentah	Benar
4	PCTB+	Matang	Benar
5	SCB-	Mentah	Benar
6	SCB+	Matang	Benar
7	SCTB-	Mentah	Benar
8	SCTB+	Mentah	Salah

Dari tabel Hasil uji Data tunggal menunjukkan dari ke 8 data yang diujikan 7 diantaranya sudah sesuai dengan *output* klasifikasi dan 1 tidak sesuai dengan dengan *output* klasifikasi.

4. KESIMPULAN

Model jaringan syaraf tiruan yang dihasilkan sudah mampu mengenali kategori pisang *cavendish* dengan baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji data tunggal pada tabel 31 yang datanya tidak tergabung dalam proses training mampu mengenali 7 kategori buah pisang *cavendish* dan 1 kategori buah pisang *cavendish* gagal atau tidak sesuai target. Pada tabel 29 dan 30 merupakan hasil *output* dari data yang diambil dari semua citra buah pisang *cavendish*. 80 citra yang terdiri dari 8 kategori dan di setiap kategori terdapat 10 citra yang memiliki spesifikasi *image* yang berbeda beda. Akurasi tertinggi terdapat pada citra yang diambil pada pagi hari, dan untuk citra yang diambil dengan kualitas citra bagus (kamera bagus) memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan citra tidak bagus (kamera tidak bagus). Pada hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Intensitas cahaya dan kualitas citra berpengaruh dalam mengklasifikasikan kematangan pisang *cavendish* berdasarkan ciri warna, akurasi tertinggi didapatkan dari citra yang di ambil pada pagi hari.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan jenis pisang yang lainnya, dengan mengembangkan metode normalisasi lain sehingga akan mendapatkan hasil yang lebih optimal lagi. Selain itu, perlu menambahkan jenis objek lain dan dengan menambahkan ekstraksi ciri yang lainnya seperti ekstraksi ciri bentuk, ukuran, tekstur, dll.

UCAPAN TERIMA KASIH

Banyak pihak yang mendukung dan membantu penyusunan penelitian ini. Oleh karena itu, saya sampaikan rasa terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada Universitas Teknologi Yogyakarta, Program Magister Teknologi Informasi UTY dan Pengelola Perkebunan Pisang *Cavendis* di Banyumas dan Purbalingga Jawa Tengah.

REFERENSI

- [1] I. Najiah, I. Hariyanti, A. R. Sanjaya, A. R. Sanjaya, K. P. Celak, and D. K. Pisang, "Deteksi Jenis dan Kematangan Pisang Menggunakan Metode Extreme Learning," vol. 2, no. 2, pp. 232–242, 2020.
- [2] Y. Zhang, J. Gao, and H. Zhou, "Breeds Classification with Deep Convolutional Neural Network," *ACM International Conference Proceeding Series*, 2020.
- [3] Q. Zhang, M. Zhang, T. Chen, Z. Sun, Y. Ma, and B. Yu, "Recent Advances in Convolutional Neural Network Acceleration," 2018.
- [4] F. Emmert-Streib, Z. Yang, H. Feng, S. Tripathi, and M. Dehmer, "An Introductory Review of Deep Learning for Prediction Models with Big Data," *Frontiers in Artificial Intelligence*, vol. 3, no. 2, pp. 1–23, 2020.
- [5] N. Augustien, N. Triani, Sukendah, N. Budi, and Rahayuningsih, "Aklimatisasi Plantlet Pisang Cavendish (Musa Tanam Cavendish Banana (Musa acuminata) Plantlet Acclimatization in The Different Composition of Planting Media Agrotechnology , Agriculture Faculty , Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur," *Gontor AGROTECH Science Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 111–126, 2020.
- [6] H. H. Setiawan, "Klasifikasi Jenis Buah Pisang dengan Image Processing Menggunakan Method Classification of Type of Banana Fruits with Image Processing Using Backpropagation Method," *Universitas Sanata Dharma*, 2018.
- [7] Indarto and Murinto, "Deteksi Kematangan Buah Pisang Berdasarkan Fitur Warna Citra Kulit Pisang Menggunakan Metode Transformasi Ruang Warna HIS," *Jurnal Ilmiah Informatika*, vol. 5, no. 1, pp. 15–21, 2017.
- [8] D. Yulianto, R. N. Whidhiasih, and M. Maimunah, "Klasifikasi Tahap Kematangan Pisang Ambon Berdasarkan Warna Menggunakan Naive Bayes," *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, vol. 5, no. 2, pp. 60–67, 2018.
- [9] N. N. Yusuf Eka Yana, "Klasifikasi Jenis Pisang Berdasarkan Fitur Warna, Tekstur, Bentuk Citra Menggunakan SVM dan KNN," *Journal of Computer, Information System & Technology Management*, vol. 4, no. 1, p. 5, 2021.

- [10] M. B. SHOLAHUDDIN, "Analisa Perubahan Warna Hsv pada Pengolahan Citra Terhadap Intensitas Cahaya sebagai Dasar Penerapan Masukan Kontrol Automatic Stacking Crane," Ph.D. dissertation, 2017.
- [11] A. Ridho, S. Aryanto, K. Marzuki, and M. M. Dewi, "Konsep Desain Proses Website Edukasi Matematika Bangun Ruang Dengan Teknologi 3D Interaktif," 2017.
- [12] F. Timorremboko and O. T. Karya, "Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan pada Kendali Lampu Sorot Mobil Adaptif Berbasis Python," pp. 142–147, 2020.
- [13] Adi Pamungkas, "Ekstraksi Ciri Citra," pp. 4–6, 2017.
- [14] J. Jamaludin, C. Rozikin, and A. S. Y. Irawan, "Klasifikasi Jenis Buah Mangga dengan Metode Backpropagation," *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, vol. 20, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [15] I. SABILLA, AHMAD, "Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) untuk Klasifikasi Jenis dan Kesegaran Buah pada Neraca Buah," *Tesis*, no. 201510370311144, pp. 1–119, 2020.
- [16] A. Gide, "No Title No Title No Title," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951952., pp. 5–24, 1967.
- [17] L. J. Catania, *Understanding Artificial Intelligence (AI)*, 2021.