

**IDENTIFIKASI BUAH PISANG BERDASARKAN KARAKTERISTIK
MORFOLOGI BUAH DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN**

(Skripsi)

Oleh

RETAMA AGUNG PANGESTU



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

IDENTIFIKASI BUAH PISANG BERDASARKAN KARAKTERISTIK MORFOLOGI BUAH DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN

Oleh

RETAMA AGUNG PANGESTU

Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu komoditas hortikultura dari jenis buah buahan. Indonesia sebagai negara berkembang dikenal menjadi salah satu pusat keanekaragaman pisang. Tingginya keanekaragaman ini memungkinkan masyarakat Indonesia untuk memilih dan memanfaatkan jenis pisang yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan. Spesies dan kultivar pisang yang ditemukan di Indonesia belum semuanya diklasifikasikan. Identifikasi diperlukan dalam mengenali perbedaan sifat-sifat pada setiap jenis buah pisang.

Penelitian ini bertujuan mengukur parameter-parameter morfologi buah pisang Muli, Ambon, Kepok sebagai parameter klasifikasi buah pisang dan identifikasi buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok menggunakan model Jaringan Saraf Tiruan (JST). Dalam penelitian ini digunakan Jaringan Syaraf Tiruan tipe *backpropagation* dengan metode pelatihan terawasi (*supervised learning*). Perbandingan data yang digunakan dalam membangun model dan pengujian

model yaitu 60% : 40% dan 70% : 30% dari keseluruhan jumlah data sebanyak 150 data set.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk identifikasi morfologi buah pisang Muli, Ambon dan Kepok. Pada perbandingan data uji dan data latih 60% : 40% tipe model yang memberikan hasil identifikasi terbaik yaitu *purelin-tansig-logsig* dengan nilai RMSE sebesar 0,0074 dan R^2 sebesar 1. Sedangkan model Jaringan Syaraf Tiruan untuk identifikasi morfologi buah pisang Muli, Ambon dan Kepok pada perbandingan data uji dan data latih 70% : 30% yang memberikan hasil identifikasi terbaik yaitu *purelin-logsig-logsig* dengan nilai RMSE sebesar 0,0060 dan R^2 sebesar 1. Akurasi hasil prediksi Jaringan Syaraf Tiruan adalah 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model prediksi yang dibangun melalui arsitektur jaringan 8 *input* 2 *hidden layer* dan 1 *output node* tersebut akurat dalam mengidentifikasi buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok berdasarkan karakteristik morfologi yaitu; berat, volume, luas rata-rata irisan buah, kebundaran rata-rata irisan buah, R (*red*) rata-rata, G (*green*) rata-rata, B (*blue*) rata-rata dan diameter rata-rata irisan buah sebagai variable masukan untuk model Jaringan Syaraf Tiruan.

Kata kunci : Identifikasi, Morfologi, Buah pisang Muli, Buah pisang Ambon,

Buah pisang Kepok, Jaringan Syaraf Tiruan.

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF BANANA FRUIT BASED ON THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHODS

By

RETAMA AGUNG PANGESTU

Banana (*Musa paradisiaca*) is one of the horticulture commodity from many kinds of fruits. Indonesia as a developing country is known as the center of banana diversity. The high in diversity gives possibility for Indonesian to choose and to utilize any kind of bananas that are suitable to their needs. Not all of the species and banana cultivars found in Indonesia are already classified. The identification is needed to recognize the different properties of any type of banana.

This study aims to measure the morphological parameters of Muli, Ambon, and Kepok bananas as the parameters for classification and identification of Muli, Ambon, and Kepok bananas fruit using Artificial Neural Network (ANN) models based. In this research, the backpropagation Artificial Neural Network was developed and implemented using supervised learning method. The groups of data used to develop the model and the testing are 60% : 40% and 70% : 30%, respectively. The total of sample used is 150 data sets.

The results showed that the Artificial Neural Network model developed can be used to identify and classify the morphological of Muli, Ambon and Kepok bananas. At the data set of testing and training of 60%: 40%, respectively the type of Artificial Neural Network model that gave best identification results is purelin-tansig-logsig with RMSE value of 0.0074 and R^2 of 1. While at the composition data sets of 70% for training and 30% for testing, the type of Artificial Neural Network model gives best result is purelin-logsig-logsig with RMSE value of 0.0060 and R^2 equal to 1. The accuracy of prediction using the developed model is 100%. The results showed that the prediction model built using 8 inputs 2 hidden layers and 1 output node as network architecture in Artificial Neural Network is accurate to identify the type of banana (Muli, Ambon, and Kepok) based on morphology characteristics such as weight, volume, average area of fruit slices, average roundness of fruit slices, average R (red), average G (green), average B (blue) and average diameter of fruit slices as input variables for Artificial Neural Network model.

Keywords : Identification, Morphology, Muli banana, Ambon banana, Kepok banana, Artificial Neural Network

**IDENTIFIKASI BUAH PISANG BERDASARKAN KARAKTERISTIK
MORFOLOGI BUAH DENGAN METODE JARINGAN SYARAF
TIRUAN**

Oleh

RETAMA AGUNG PANGESTU

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI BUAH PISANG BERDASARKAN KARAKTERISTIK MORFOLOGI BUAH DENGAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Nama Mahasiswa : **Retama Agung Pangestu**

No. Pokok Mahasiswa : 1514071007

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



Sri Waluyo, S.TP. M.Si., Ph.D.
NIP 19720311 199703 1002

Dr. Warji, S.TP., M.Si.
NIP 19780102 200312 1 001

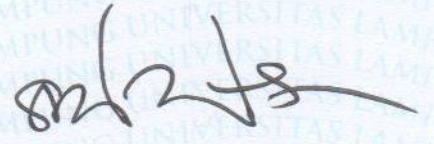
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

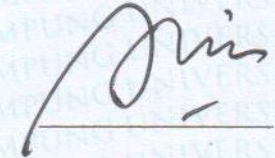
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

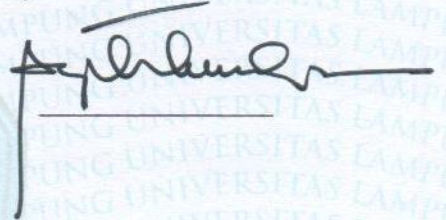
Ketua : **Sri Waluyo, S.TP. M.Si., Ph.D.**



Sekretaris : **Dr. Warji, S.TP., M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **11 Desember 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA


Saya **Retama Agung Pangestu** NPM **1514071007** dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh, Komisi Pembimbing 1) **Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D.** dan 2) **Dr. Warji, S.TP., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi materi yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 11 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,




(Retama Agung Pangestu)
NPM. 1514071007

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Nambahdadi, Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 22 Mei 1997, sebagai anak pertama dari dua bersaudara keluarga Bapak Jaimun dan Ibu Siti Rokhayati. Penulis menyelesaikan pendidikan SD Negeri 01 Bumi Dipasena Mulya pada tahun 2003 -

2009, SMP Negeri 01 Rawajitu Timur pada tahun 2009 - 2012, MAN 1 Lampung Tengah pada tahun 2012 - 2015 dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan penerima beasiswa Bidikmisi. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif diberbagai unit lembaga kemahasiswaan, diantaranya:

1. Anggota Bidang Dana Usaha dan Kesejahteraan (DANKESTRA) Forum Studi Islam (FOSI) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2016/2017.
2. Anggota Bidang Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2016/2017.

3. Wakil Ketua Umum Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP)
Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2017/2018.
4. Dewan Pembina Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP)
Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2018/2019.

Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah Teknik Irigasi dan Drainase pada tahun 2019 Jurusan Teknik Pertanian. Tahun 2019 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode 1 tahun 2019 di Desa Segara Midar Kecamatan Blambangan Umpu Kabupaten Way Kanan dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Gunungkidul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan judul laporan “Perhitungan Perpindahan Panas Dimensi X dan Dimensi Y pada Sterilisasi Rendang Daging dalam Kemasan *Retort Pouch* di Balai Penelitian Teknologi Bahan Alam Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Gunungkidul Yogyakarta”

“Saya Persembahkan Karya Ini Untuk,

Keluarga Tercinta

Bapak Jaimun, Ibu Siti Rokhayati, Adik Rahmanita Dwi Rahayu

yang Telah Memberikan doa dan Dukungan Terbaik Beliau

untuk Kesuksesan Saya”

Serta

“Kepada Almamater Tercinta”

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Aamiin.

Skripsi yang berjudul “**Identifikasi Buah Pisang Berdasarkan Karakteristik Morfologi Buah Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan**” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka dan duka yang dihadapi, namun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

2. Sri Waluyo, S.TP., M.Si., Ph.D., selaku Pembimbing Pertama sekaligus Pembimbing Akademik yang telah memberikan berbagai masukan, bimbingan saran dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Warji, S.TP., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasinya dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Dr. Ir. Sapto Kuncoro, M. S., selaku pembahas yang telah memberikan saran, masukan dan perbaikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak, Ibu, adik tercinta dan saudara-saudara saya yang telah memberikan kasih sayang, dukungan moral, material dan doa.
6. Bapak Tri Wahyu Saputra, Pak Tino, Kak Nugra, Nurrahma Safitri, Abel, Garnis, Bintang, Dominicus, Hendri, Linggar, Tyas, Wahyu, Taufik, Aan, Adit, Fedrad, Sigit, Fajar, Bambang, Ongol, Riski kecil, Nurul, Khorik, Galuh, Mimah, Shela, Neng, Putri, Agung Cr, Febri, Hammam, Andika, Marisa Andriyani, Marisa, Dea Novia telah memberikan bantuan dalam penelitian serta semangat dan motivasi.
7. Keluarga Civitas Akademik Angkatan 2015 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
8. Keluarga besar Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
9. Keluarga besar PERMATEP Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Disadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat diperlukan demi kesempurnaan tulisan ini. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi penulis.

Bandar Lampung, 11 Desember 2019
Penulis,

Retama Agung Pangestu

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	5
1.3 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi Tanaman Pisang.....	6
2.2 Morfologi Tanaman Pisang.....	7
2.3 Morfologi Buah Pisang	8
2.3.1 Morfologi Buah Pisang Kepok (<i>Musa paradisiaca</i> L)	8
2.3.2 Morfologi Buah Pisang Ambon (<i>Musa paradisiaca</i> var. <i>sapientum</i> (L.) Kunt)	9
2.3.3 Morfologi Buah Pisang Muli (<i>Musa acuminata</i>).....	9
2.4 Pengolahan Citra (<i>Image Processing</i>).....	10
2.5 Volume.....	11
2.6 Warna.....	11
2.7 Jaringan Syaraf Tiruan	12
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Prosedur Penelitian	20
3.3.1 Pengambilan Sampel Buah Pisang.....	21
3.3.2 Pengambilan Citra Buah Pisang dan Irisan Buah Pisang.....	22
3.3.3 Pengolahan Citra (Warna) Buah Pisang	24
3.3.4 Pengukuran Berat Satuan dan Volume Buah Pisang	25
3.3.5 Pengukuran Dimensi	26
3.3.6 Pengukuran Kebundaran	28

3.3.7 Pengukuran Luas Irisan Buah Pisang	29
3.4 Analisis Data	30
3.4.1 Model Jaringan Syaraf Tiruan	31
3.4.2 Pengujian Model	37
3.4.3 Uji <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	37
3.4.4 Uji Koefisien Determinasi (R^2).....	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Pengukuran Berat.....	39
4.2 Pengukuran Volume.....	40
4.3 Perhitungan Luas Rata-rata.....	42
4.4 Kebundaran Buah.....	44
4.5 Warna RGB (<i>red green blue</i>).....	46
4.6 Pengukuran Dimensi	48
4.6.1 Panjang.....	48
4.6.2 Diameter.....	49
4.7 Analisis Data	51
4.7.1 Hasil Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (60%:40%)	51
4.7.2 Hasil Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (60%:40%)	54
4.7.3 Hasil Pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (70%:30%)	56
4.7.4 Hasil Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (70%:30%)	59
4.7.5 Persamaan Matematika Dari Pengembangan Model Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (60%:40%).....	61
4.7.6 Persamaan Matematika Dari Pengembangan Model Jaringan Syaraf Tiruan Perbandingan Data (70%:30%).....	64
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	75
Tabel 15 – 27	76
Gambar 35 – 50.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rentang intensitas warna RGB pada warna primer dan sekunder	12
2. Keterangan nilai koefisien korelasi	31
3. Berat rata-rata buah pisang	39
4. Volume rata-rata buah pisang	40
5. Hasil perhitungan luas asli persegi dan jumlah pixel.....	42
6. Hasil perhitungan luas rata-rata irisan buah pisang	43
7. Kebundaran Rata-Rata Irisan Buah Pisang	45
8. Nilai warna rata-rata RGB buah pisang Muli	46
9. Nilai warna rata-rata RGB buah pisang Ambon	46
10. Nilai warna rata-rata RGB buah pisang Kepok	47
11. Panjang rata-rata buah pisang	48
12. Diameter rata-rata irisan buah pisang	49
13. Hasil Pengujian model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (60%:40%)	54
14. Hasil Pengujian model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (70%:30%)	59
15. Hasil pelatihan dan pengujian model JST perbandingan data	76
16. Hasil pelatihan dan pengujian model JST perbandingan data	77

17. Akurasi hasil prediksi model jaringan syaraf tiruan perbandingan data (60%:40%)	78
18. Akurasi hasil prediksi model jaringan syaraf tiruan perbandingan data (70%:30%)	79
19. Data Pengukuran warna RGB buah pisang Muli	81
20. Data Pengukuran warna RGB buah pisang Ambon.....	82
21. Data Pengukuran warna RGB buah pisang Kepok	83
22. Data pengukuran berat buah pisang	85
23. Data pengukuran volume buah pisang	86
24. Data pengukuran panjang buah pisang	87
25. Data pengukuran diameter irisan buah pisang	89
26. Data perhitungan kebulatan buah pisang	90
27. Data perhitungan luas irisan buah pisang	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Produsen pisang dunia tahun 2009-2013	2
2. Negara eksportir pisang di dunia tahun 2009-2013	3
3. Prinsip kerja Node JST (Krenker et al., 2011).....	13
4. Model Neuron Sederhana	14
5. Diagram Alir Prosedur Penelitian	20
6. Pengambilan sampel per tandan jenis buah pisang	21
7. Pengambilan sampel per sisir jenis buah pisang	21
8. Tampilan pengambilan dan penyimpanan citra	24
9. Ekstraksi indeks warna merah/indeks R (<i>Ired</i>), indeks warna hijau/indeks G (<i>Igreen</i>), dan indeks warna biru/indeks B (<i>Iblue</i>).....	25
10. Pengukuran panjang buah	28
11. Pengukuran diameter buah.....	28
12. Orientasi jari-jari irisan buah pisang	29
13. Tampilan program untuk penentuan jumlah pixel irisan buah pisang	30
14. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan untuk Klasifikasi Buah Pisang Muli, Ambon dan Kepok	34
15. Diagram alir proses membangun model JST	35
16. Diagram alir pengujian model.....	36
17. Grafik berat rata-rata buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok	40

18. Grafik volume rata-rata buah pisang Muli, Ambon dan Kepok	42
19. Grafik persamaan luas persegi dengan jumlah pixel persegi	43
20. Grafik luas rata-rata irisan buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok	44
21. Grafik kebundaran rata-rata irisan buah pisang Muli, Ambon dan Kepok...	46
22. Grafik nilai warna RGB rata-rata buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok ...	48
23. Grafik panjang rata-rata buah pisang Muli, Ambon dan Kepok.....	49
24. Grafik diameter rata-rata irisan buah pisang Muli, Ambon dan Kepok.....	50
25. Tampilan editor program Jaringan Syaraf Tiruan pada MATLAB	51
26. Grafik nilai performa dari pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (60%:40%)	52
27. Grafik perbandingan nilai observasi dan nilai prediksi pada pelatihan Jaringan Syaraf Tiruanperbandingan data (60%:40%)	52
28. Grafik pelatihan model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (60%:40%)	53
29. Grafik pengujian model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (60%:40%)	55
30. Tampilan editor program Jaringan Syaraf Tiruan pada MATLAB	56
31. Grafik nilai performa dari pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (70%:30%)	57
32. Grafik perbandingan nilai observasi dan nilai prediksi pada pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (70%:30%)	57
33. Grafik pelatihan model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (70%:30%)	58

34. Grafik pengujian model Jaringan Syaraf Tiruan perbandingan data (70%:30%)	60
35. Pengambilan sampel buah pisang	96
36. Pembagian sampel buah pisang tiap sisir.....	96
37. Pelabelan sampel buah pisang.....	97
38. Pengambilan citra sampel buah pisang	97
39. Pengukuran berat sampel buah pisang	98
40. Pengukuran volume sampel buah pisang	98
41. Pengukuran panjang buah pisang.....	99
42. Pengukuran letak irisan buah pisang.....	99
43. Pengukuran diameter terpendek irisan buah pisang.....	100
44. Pengukuran diameter terpanjang irisan buah pisang.....	100
45. Hasil pengambilan citra buah pisang Muli	101
46. Hasil pengambilan citra buah pisang Ambon	101
47. Hasil pengambilan citra buah pisang Kepok.....	102
48. Hasil pengambilan citra irisan pisang Muli	102
49. Hasil pengambilan citra irisan pisang Ambon	103
50. Hasil pengambilan citra irisan pisang Kepok	103

I. PENDAHULUAN

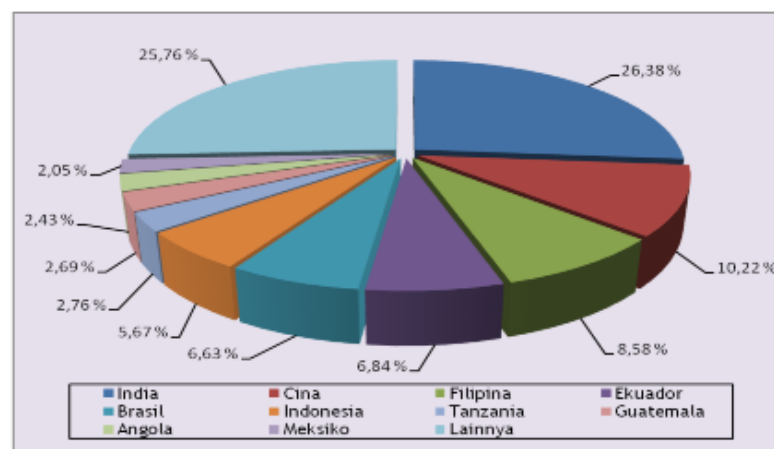
1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura dari jenis buah buahan. Tanaman pisang adalah tanaman yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia) yang dapat dengan mudah dibudidayakan. Pengembangan komoditas pisang bertujuan memenuhi kebutuhan konsumsi buah-buahan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya gizi dimana pisang merupakan sumber vitamin, mineral dan juga karbohidrat (Komaryati dan Adi, 2012).

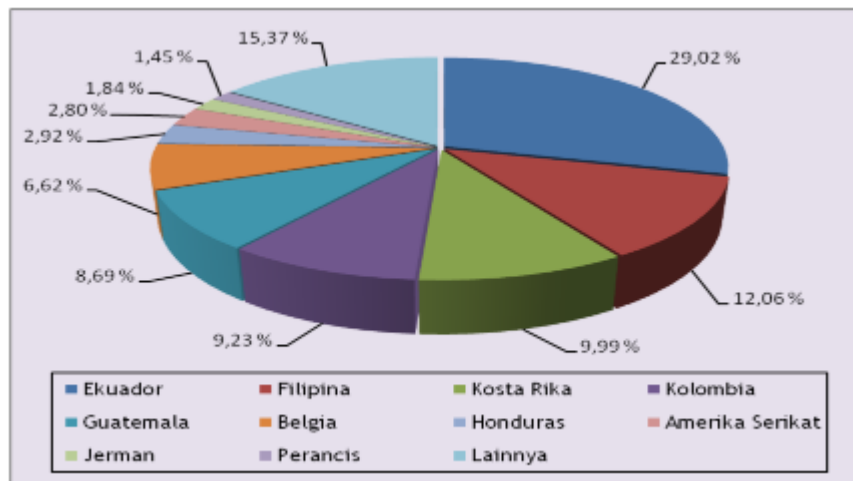
Pisang mengandung gizi yang cukup tinggi, kolestrol rendah serta vitamin B6 dan vitamin C tinggi. Zat gizi terbesar pada pisang masak adalah kalium sebesar 373 miligram per 100 gram pisang, vitamin A 250-335 gram per 100 gram pisang dan klor sebesar 125 miligram per 100 gram pisang. Pisang juga merupakan sumber karbohidrat, vitamin A dan C, serta mineral. Komponen karbohidrat terbesar pada buah pisang adalah pati pada daging buahnya, dan akan diubah menjadi sukrosa, glukosa dan fruktosa pada saat pisang matang (15-20 %) (Ismanto, 2015)

Berdasarkan data FAO, terdapat 10 (sepuluh) negara produsen pisang dunia pada tahun 2009-2013 dengan total kontribusi sebesar 74,24%. Indonesia berada pada posisi ke enam sebagai produsen pisang di dunia dengan kontribusi sebesar 5,67% dari total produksi pisang dunia. Sementara di posisi pertama adalah India dengan kontribusi sebesar 26,38%. Cina di posisi kedua dengan kontribusi 10,22% (Rohmah, 2016). Walaupun Indonesia tercatat sebagai negara produsen pisang dunia, tetapi Indonesia belum tercatat sebagai negara eksportir pisang dunia.

Berdasarkan rata-rata realisasi volume ekspor pisang di dunia tahun 2009-2013 menunjukkan bahwa Ekuador menempati urutan pertama sebagai negara eksportir pisang di dunia dengan kontribusi sebesar 29,02% terhadap total volume ekspor pisang dunia (Gambar 1). Volume ekspor pisang di dunia pada periode tahun 2009-2013 juga merupakan kontribusi dari negara Filipina sebesar (12,06%), Kosta Rika (9,99%), Kolombia (9,23%), Guatemala (8,69%) (Rohmah, 2016). Secara lengkap perkembangan negara produsen pisang di dunia tahun 2009-2013 dan negara eksportir pisang lainnya tersaji pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Produsen pisang dunia tahun 2009-2013



Gambar 2. Negara eksportir pisang di dunia tahun 2009-2013

Menurut Rusdiansyah (2013) jika ditinjau dari aspek perdagangan internasional, pisang merupakan komoditi yang cukup menarik untuk dikembangkan tingkat produksinya. Produksi pisang di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 7.162.680 ton atau mengalami peningkatan sebesar 1,02 % dibandingkan tahun 2016. Sementara itu produksi pisang di Provinsi Lampung pada tahun 2017 sebesar 1.462.423 ton. Lampung merupakan provinsi penghasil pisang terbesar di pulau Sumatera (Badan Pusat Statistik, 2019).

Saat ini, lebih dari 230 jenis pisang tersebar di seluruh wilayah Indonesia (Prabawati *et al.*, 2008). Tingginya keanekaragaman ini memungkinkan masyarakat Indonesia untuk memilih dan memanfaatkan jenis pisang yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan. Spesies dan kultivar pisang yang ditemukan di Indonesia belum semuanya diklasifikasikan. Pendekatan molekuler dan karyotipe kromosom telah digunakan untuk menentukan hubungan filogenetik antara beberapa spesies pisang (Retnoningsih, 2009).

Namun, tidak sedikit masyarakat yang masih sulit membedakan jenis-jenis buah pisang dikarenakan adanya kesamaan ciri yang dimiliki oleh buah pisang tersebut. Misalnya saja buah pisang Muli dengan pisang Mas Kirana atau pisang Ambon dengan Cavendis. Secara kasat mata kedua pisang tersebut sama atau tidak memiliki perbedaan. Biasanya kita dalam mengidentifikasi atau mengenali buah pisang, seperti pisang Muli, Ambon, dan Kepok masih menggunakan cara manual dengan mengamati secara langsung buah pisang. Kelemahan identifikasi secara manual sangat dipengaruhi oleh subjektivitas sehingga hasil identifikasi yang diperoleh tidak konsisten (Effendi *et al.*, 2017). Buah pisang dapat diidentifikasi menggunakan teknologi pengolahan citra, namun masih terdapat kelemahan. Kelemahan pengolahan citra hanya mampu mengidentifikasi fisik produk secara objektif (Somantri, 2010).

Dalam bidang pertanian, Jaringan Syaraf Tiruan beberapa digunakan untuk proses identifikasi buah buahan baik dari segi tingkat kematangan buah maupun klasifikasi mutu buah. Menurut penelitian (Wiharja, 2014) Jaringan Syaraf Tiruan untuk klasifikasi mutu buah pisang, menghasilkan Konfigurasi terbaik model jaringan *backpropagation* untuk sistem klasifikasi mutu pisang adalah dengan laju pembelajaran sebesar 0,3 dan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi sebanyak 10 *neuron*. Dengan tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 94 % dari 100 data uji pisang. Selain itu menurut penelitian (Deswari, 2013) identifikasi tingkat kematangan buah tomat berdasarkan warna menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode pembelajaran *backpropagation* memberikan hasil identifikasi sebesar 71,76% dari 60 data ciri tomat.

Dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan dapat memudahkan dalam membedakan beberapa komoditas yang sulit diidentifikasi secara langsung dan akurat. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode pembelajaran *backpropagation* dalam mengidentifikasi karakteristik buah pisang.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur parameter-parameter karakteristik morfologi buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok sebagai parameter klasifikasi buah pisang.
2. Memprediksi buah pisang Kepok, Ambon, dan Muli menggunakan model Jaringan Syaraf Tiruan berdasarkan parameter karakteristik morfologi.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang perbedaan karakteristik morfologi buah pisang Muli, Ambon, Kepok. Selain itu dapat menghasilkan suatu parameter dalam pengklasifikasian buah pisang yang dilihat dari karakteristik morfologi pisang dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Pisang

Pisang (*Musa paradisiaca*) adalah salah satu tanaman yang berasal dari Asia Tenggara dan saat ini sudah tersebar luas ke seluruh dunia termasuk di Indonesia (Prihatman, 2000). Tanaman pisang, kemudian menyebar ke Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Amerika Tengah (Rabani, 2009).

Klasifikasi tanaman pisang dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan menurut Tjitrosoepomo (2000) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Class : Monocotyledoneae
Ordo : Musales
Famili : Musaceae
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa paradisiaca* L.

Buah pisang tersusun dalam tandan dengan kelompok-kelompok tersusun

menjari yang disebut sisir. Pisang tidak mengenal musim panen, dapat berbuah setiap saat. Hasilnya dapat mencapai 1 - 17 sisir setiap tandan atau 4 - 40 kg per tandan, tergantung jenisnya. Satu batang tanaman pisang menghasilkan 5 - 8 sisir buah setiap tandan (Satuhu, 2000). Hampir semua buah pisang memiliki kulit berwarna kuning ketika matang, meskipun ada beberapa yang berwarna jingga, merah, hijau, ungu, atau bahkan hampir hitam. Buah pisang sebagai bahan pangan merupakan sumber energi (karbohidrat) dan mineral, terutama kalium.

2.2 Morfologi Tanaman Pisang

Tanaman pisang termasuk dalam golongan terna monokotil tahunan berbentuk pohon yang tersusun atas batang semu. Batang semu ini merupakan tumpukan pelepah daun yang tersusun secara rapat teratur. Batang semu yang tersusun atas tumpukan pelepah daun yang tumbuh dari batang bawah tanah sehingga mencapai ketebalan 20-50 cm. Daun yang paling muda terbentuk di bagian tengah tanaman, keluarnya menggulung dan terus tumbuh memanjang, kemudian secara progresif membuka. Helaian daun bentuknya lanset memanjang, mudah koyak, panjang 1,5-3 m, lebar 30-70 cm, permukaan bawah berlilin, tulang tengah penopang jelas disertai tulang daun yang nyata, tersusun sejajar dan menyirip, warnanya hijau.

Pisang mempunyai bunga majemuk, yang tiap kuncup bunga dibungkus oleh seludang berwarna merah kecoklatan. Seludang akan lepas dan jatuh ke tanah jika bunga telah membuka. Bunga betina akan berkembang secara normal, sedang bunga jantan yang berada di ujung tandan tidak berkembang dan tetap tertutup

oleh seludang dan disebut sebagai jantung pisang. Tiap kelompok bunga disebut sisir, yang tersusun dalam tandan. Jumlah sisir betina antara 5-15 buah (Rukmana, 1999).

2.3 Morfologi Buah Pisang

Buah pisang tersusun dalam tandan. Tiap tandan terdiri atas beberapa sisir, dan tiap sisir terdiri dari 6-22 buah pisang atau tergantung pada varietasnya. Buah pisang pada umumnya tidak berbiji atau disebut $3n$ (triploid), kecuali pada pisang batu (klutuk) bersifat diploid ($2n$). Proses pembuahan tanpa menghasilkan biji disebut partenokarpi (Rukmana, 1999).

Ukuran buah pisang bervariasi, panjangnya berkisar antara 10-18 cm dengan diameter sekitar 2,5-4,5 cm. Buah berlingir 3-5 alur, bengkok dengan ujung meruncing atau membentuk leher botol. Daging buah (mesokarpa) tebal dan lunak. Kulit buah (epikarpa) yang masih muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi kuning dan strukturnya tebal sampai tipis (Cahyono, 2002).

2.3.1 Morfologi Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L)

Pisang Kepok merupakan jenis pisang olahan yang paling sering diolah terutama dalam olahan pisang goreng dalam berbagai variasi, sangat cocok diolah menjadi keripik, buah dalam sirup, aneka olahan tradisional, dan tepung (Prabawati, *et al.*, 2008). Menurut Prabawati *et al.*, (2008), pisang Kepok memiliki kulit yang sangat tebal dengan warna kuning kehijauan dan kadang bernoda coklat, serta daging

buahnya manis. Ukuran buahnya kecil, panjangnya 10-12 cm dan beratnya 80-120 gram. Pisang Kepok memiliki warna daging buah putih dan kuning. Bentuk buah

2.3.2 Morfologi Buah Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* (L.)

***Kunt*)**

Pisang Ambon memiliki warna kulit buah masak hijau atau kuning, dengan bentuk buah lurus dan ujung buah berbentuk runcing. Dimensi panjang buah antara 16 cm sampai 20 cm. Jumlah sisir per tandan antara 4-7 sisir dan jumlah buah persisir ≥ 17 (Ambarita *et al.*, 2015). Berdasarkan sifat fisiologis pascapanen, pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* (L.) *Kunt*) termasuk buah klimaterik. Sifat ini ditunjukkan dengan karakter buah yang dapat matang setelah pemanenan, sehingga membutuhkan perlakuan yang cermat untuk mempertahankan mutu dan umur simpan pisang Ambon dalam jangka waktu yang lama. Kulit pisang Ambon tersusun atas sel-sel yang memiliki komponen sebagian besar adalah air, 78.40 % (Essien *et al.*, 2005).

2.3.3 Morfologi Buah Pisang Muli (*Musa acuminata*)

Pisang Muli memiliki ukuran yang kecil dengan panjang 9 cm dan diameter 10,5 cm. Tandannya terdiri dari 6-8 sisir dan setiap sisir terdiri dari 18-20 buah. Warna kulit buah kuning penuh, rasa buahnya manis dan beraroma harum (Suyanti dan Supriyadi, 2007). pisang Kepok agak gepeng dan bersegi. Karena bentuknya gepeng, ada yang menyebutnya pisang gepeng. Ukuran buahnya kecil, panjangnya 10-12 cm dan beratnya 80-120 g. Kulit buahnya sangat 24 tebal dengan warna kuning kehijauan dan kadang bernoda cokelat (Suhardiman, 1997).

2.4 Pengolahan Citra (*Image Processing*)

Pengolahan citra adalah metode untuk mengubah suatu citra menjadi bentuk digital dan melakukan operasi tertentu dalam rangka memperoleh informasi pada citra tersebut (Saranya *et al.*, 2014). Dalam proses ini membutuhkan data masukan dan menghasilkan informasi keluaran yang berbentuk citra (Ahmad, 2010). Citra merupakan fungsi kontinu dengan intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus dipresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi dari fungsi kontinu menjadi nilai-nilai diskrit disebut digitalisasi citra. Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi $f(x,y)$ yang terdiri dari M kolom dan N baris, dimana perpotongan antara kolom dan baris disebut piksel (*pixel = picture element*) atau elemen terkecil dari sebuah citra (Kusumanto, 2011).

Citra dibagi menjadi 2 jenis, yaitu Citra Foto yang berupa lembaran-lembaran foto, dan citra non foto yang dibuat dengan menggunakan sensor elektronik. Spectrum elektromagnetik yang diterima oleh sensor, kemudian direkam pada pita magnetik. Wujud pita ini seperti pita *video tape*. Cara perekamannya, menggunakan sistem scanning sehingga sensor ini juga disebut scanner. Sinyal elektronik yang terekam dapat divisualisasikan pada layar komputer. Dari layar komputer, citra dapat diolah menjadi foto atau bentuk lainnya (Junianto, 2018).

2.5 Volume

Volume dapat diartikan sebagai perhitungan seberapa banyak ruang yang biasa ditempati dalam suatu objek. Pengukuran volume produk pertanian merupakan salah satu cara untuk menentukan sifat fisikawi benda padat (Rahardjo *et al.*, 2014). Beberapa bentuk benda padat dapat diukur berdasarkan ukuran fisik bentuknya atau berdasarkan ukuran sisi sisinya. Namun beberapa jenis bahan pertanian cenderung berbentuk tidak menentu, sehingga volumenya tidak dapat dihitung berdasarkan ukuran fisiknya (Mohsenin, 1987).

Mohsenin (1987) telah mengembangkan cara baku untuk menentukan volume benda berbentuk tak menentu. Cara baku yang lazim digunakan adalah berdasarkan prinsip desakan benda padat pada benda cair seperti air, air raksa, dan toluence. Penggunaan desakan air banyak digunakan karena selain air mudah didapat, juga karena berat jenis air yang relative ringan sehingga kebanyakan benda padat mudah tenggelam.

2.6 Warna

Menurut Meilani (2013) warna adalah estetika yang penting, karena melalui warna itulah kita dapat membedakan secara jelas keindahan suatu objek. Warna dapat didefinisikan secara subjektif/psikologis yang merupakan pemahaman langsung oleh pengalaman indera penglihatan kita dan secara objektif/fisik sebagai sifat cahaya yang dipancarkan. Secara objektif/fisik warna diproyeksikan dari panjang gelombang (*wave length*), dan panjang gelombang warna yang masih bisa ditangkap mata manusia berkisar 380-780 nanometer. Cahaya yang tampak

oleh mata merupakan salah satu bentuk pancaran energi sempit dari gelombang elektromagnetik.

Menurut Setiawan (2016) citra berwarna merupakan jenis citra yang menyatakan warna dalam bentuk komponen R (merah) G (hijau) B (biru). Setiap komponen warna menggunakan 8 bit (nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 255). Berikut merupakan hasil penelitian (Yudha *et al.*, 2016) rentang intensitas warna RGB pada warna primer dan sekunder.

Tabel 1. Rentang intensitas warna RGB pada warna primer dan sekunder

Warna	Rentang Warna		
	<i>Red</i>	<i>Green</i>	<i>Blue</i>
Hijau	0 - 173	100 - 255	0 - 170
Biru	0 - 240	0 - 248	112 - 255
Merah	128 - 255	0 - 160	0 - 128
Kuning	102 - 255	102 - 255	0 - 50
Magenta	75 - 255	0 - 230	128 - 255
Cyan	0 - 224	128 - 255	20 - 255

Sumber : (Yudha *et al.*, 2016)

2.7 Jaringan Syaraf Tiruan

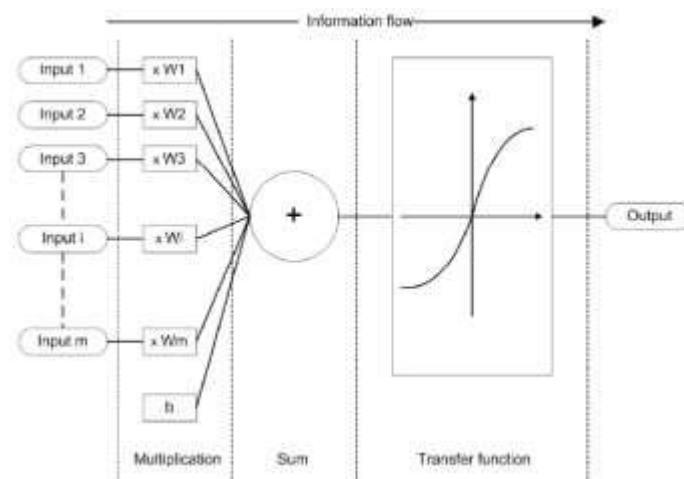
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah model matematika yang mencoba mensimulasikan struktur dan fungsi jaringan saraf biologis (Krenker *et al.*, 2011).

Jaringan Syaraf Tiruan tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*human cognition*). Jaringan Syaraf Tiruan terdiri dari beberapa lapisan (*layer*) yaitu lapisan masukan (*input layer*), lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan keluaran (*output layer*) dengan banyak *node* sebagai

unit pemrosesan informasi. Jaringan Syaraf Tiruan dapat menunjukkan sejumlah karakteristik yang dimiliki oleh otak manusia, diantaranya adalah (Yusran, 2016) :

1. Kemampuan untuk belajar dari pengalaman.
2. Kemampuan untuk melakukan generalisasi terhadap masukan baru dari pengetahuan yang dimiliki.
3. Kemampuan mengabstraksikan karakteristik penting dari masukan yang mengandung data yang tidak penting.

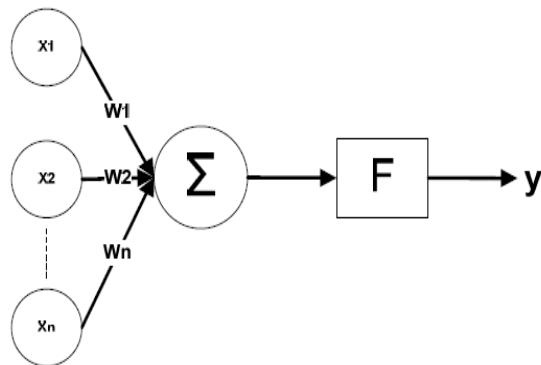
Prinsip kerja Jaringan Syaraf Tiruan seperti Gambar 3 yaitu merambatkan sinyal informasi dari satu node ke node lainnya di antara lapisan yang saling berdekatan melalui jalur penghubung. Pada tiap jalur penghubung, ada bobot yang mengalikan besar nilai sinyal yang masuk. Pada tiap node, ada fungsi aktivasi yang menjumlahkan semua masukan untuk menentukan sinyal keluarannya dan bias yang merupakan nilai konstan masukan (Kusumadewi, 2004).



Gambar 3. Prinsip kerja Node JST (Krenker *et al.*, 2011)

Pada jaringan syaraf, *neuron-neuron* akan dikumpulkan dalam lapisan –lapisan yang disebut dengan lapisan neuron. Biasanya *neuron* pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum atau sesudahnya terkecuali lapisan masukan dan lapisan keluaran. Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan dari lapisan kelapisan, melalui dari lapisan masukan sampai lapisan keluaran melalui lapisan tersembunyi. Algoritma pembelajaran menentukan informasi akan dirambatkan kearah mana, Gambar 4 menunjukkan *neuron* jaringan syaraf sederhana dengan fungsi aktivasi F. Pada gambar 4 sebuah *neuron* akan mengolah N masukan ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) yang masing-masing memiliki bobot $W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ dengan rumus :

$$Y_{in} = \sum_i^n X_i \cdot W_i \dots \dots \dots$$



Gambar 4. Model Neuron Sederhana

Model JST yang dikembangkan merupakan JST tipe *backpropagation* dengan metode pelatihan terawasi (*supervised learning*). Pengembangan model JST dilakukan dengan mensimulasikan berbagai variasi arsitektur jaringan dan mengujinya sehingga diperoleh nilai RMSE terkecil dan nilai R^2 terbesar.

Pengembangan model JST terdiri dari tiga tahapan yaitu tahapan *feedforward*, *backpropagation* dan penyesuaian bobot yang dihitung berdasarkan persamaan-persamaan yang telah ditetapkan (Kusumadewi, 2004). Pada tahap *feedforward*, tiap-tiap *node input* (x_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$) menerima sinyal nilai input (x_i) dan meneruskan sinyal tersebut ke semua node pada lapisan tersembunyi. Tiap *node* lapisan tersembunyi (z_j , $j = 1, 2, 3, \dots, p$) akan menjumlahkan semua sinyal *input* terbobot (dikalikan bobot (v_{ij}) dan ditambah bias (b_j)) yang diterima seperti pada Persamaan 2.1. Tahap selanjutnya adalah menggunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal yang keluar dari *node* lapisan tersembunyi seperti pada Persamaan 2.2.

$$z_in_j = b_j + \sum_{i=1}^n x_i v_{ij} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$z_j = f(z_in_j) \dots\dots\dots(2.2)$$

Tiap node lapisan *output* (y_k , $k = 1, 2, 3, \dots, m$) akan menjumlahkan semua sinyal dari node lapisan tersembunyi terbobot dikalikan bobot (w_{jk}) dan ditambah bias (b_k) yang diterima seperti pada Persamaan 2.3. Tahap selanjutnya adalah menggunakan fungsi aktivasi untuk menghitung data yang keluar dari *node output* seperti pada Persamaan 2.4.

$$y_in_k = b_k + \sum_{i=1}^p z_i w_{jk} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$y_k = f(y_in_k) \dots\dots\dots(2.4)$$

Sinyal yang keluar dari *node output* akan diteruskan dan menjadi nilai *output*. Prosedur *feed forward* yang telah dijabarkan, dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi yang digunakan.

Pada tahap *back propagation error*, tahapan dimulai dengan menghitung informasi *error* (δ_k) antara tiap node output (y_k , $k = 1,2,3,\dots,m$) dengan nilai target (t_k) yang berhubungan dengan data untuk pembelajaran seperti pada Persamaan 2.5. Kemudian dilakukan perhitungan koreksi bobot (Δw_{jk}) dan koreksi bias (Δb_k) untuk memperbaiki nilai bobot (w_{jk}) dan nilai bias (b_k) seperti pada Persamaan 2.6 dan 2.7 yang menggunakan nilai *learning rate* (α) yang telah ditetapkan sebelumnya. Apabila lapisan tersembunyi lebih dari satu maka perhitungan pada Persamaan 2.8, 2.9, dan 2.10 dilakukan sebanyak jumlah lapisan tersembunyi dengan cara menghitung informasi *error* dari suatu lapisan tersembunyi ke lapisan tersembunyi sebelumnya.

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\Delta W_{jk} = \alpha \delta_k Z \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\Delta b_k = \alpha \delta_k \dots\dots\dots(2.7)$$

Tahapan selanjutnya dimulai dengan menghitung informasi *error* (δ_j) antara tiap node lapisan tersembunyi (z_j , $j = 1,2,3,\dots,p$) dengan node pada lapisan input seperti pada Persamaan 2.8. Kemudian menghitung koreksi bobot (Δv_{ij}) dan koreksi bias (Δb_j) untuk memperbaiki nilai bobot (v_{ij}) dan nilai bobot (b_j) seperti pada Persamaan 2.9 dan 2.10 yang menggunakan nilai *learning rate* (α) yang telah ditetapkan sebelumnya .

$$\delta_j = \left(\sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk} \right) f'(z_{in_j}) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\Delta V_{ij} = \alpha \delta_j x_j \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\Delta b_j = \alpha \delta_j \dots\dots\dots(2.10)$$

Pada tahap penyesuaian bobot, tiap-tiap unit *output* (y_k , $k = 1,2,3,\dots,m$) diperbaiki bias dan bobotnya ($j = 1,2,3,\dots,p$) seperti pada Persamaan 12 dan 13 dan tiap-tiap unit tersembunyi (z_j , $j = 1,2,3,\dots,p$) diperbaiki bias dan bobotnya ($i = 1,2,3,\dots,n$) seperti pada Persamaan 2.14 dan 2.15 (Kusumadewi, 2004).

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$B_k(\text{baru}) = b_k(\text{lama}) + \Delta b_k \dots\dots\dots(2.13)$$

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$B_j(\text{baru}) = B_j(\text{lama}) + \Delta b_j \dots\dots\dots(2.15)$$

Arsitektur jaringan saraf tiruan merupakan sebuah rancangan pola antar neuron. *Neuron-neuron* tersebut terkumpul dalam lapisan-lapisan pemrosesan informasi data yang disebut *neuron layer* atau *node*. Selain itu dalam Arsitektur Jaringan Saraf tiruan terdapat bobot, bias, dan fungsi aktivasi. Bobot merupakan suatu nilai yang mendefinisikan tingkat atau kepentingan hubungan antara suatu node dengan node yang lain. Bias adalah salah satu node input dari *Backpropagation* yang sifatnya khusus, karena selalu bernilai 1. Penggunaan Bias dapat mempercepat pelatihan, hal ini dapat terjadi karena keberadaan Bias berguna sebagai faktor koreksi terhadap kecukupan variabel-variabel input yang telah kita tetapkan. Fungsi aktivasi merupakan suatu fungsi yang akan mentransformasikan suatu input menjadi suatu output tertentu. Ada beberapa fungsi aktivasi yang digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan, diantaranya: (Kusumadewi, 2004).

1. Purelin (fungsi linear)

fungsi linier akan membawa input ke output yang sebanding. Algoritma dari

fungsi ini adalah:

$$a = n \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

2. Tansig (fungsi sigmoid bipolar)

Tansig adalah fungsi sigmoid tangen yang digunakan sebagai fungsi aktivasi. Fungsi ini akan membawa nilai input pada output dengan menggunakan rumus hyperbolic tangen sigmoid. Nilai maksimal output dari fungsi ini adalah 1 dan minimal -1. Algoritma dari fungsi ini adalah:

$$a = \text{tansig}(n) = (1 - \exp(-2*n)) / (1 + \exp(-2*n)) \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

3. Logsig (fungsi sigmoid biner)

Logsig adalah fungsi transfer yang membawa input ke output dengan penghitungan log- sigmoid. Nilai outputnya antara 0 hingga 1. Algoritma dari fungsi ini adalah:

$$a = \text{logsig}(n) = 1 / (1 + \exp(-n)) \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juli 2019 bertempat di Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

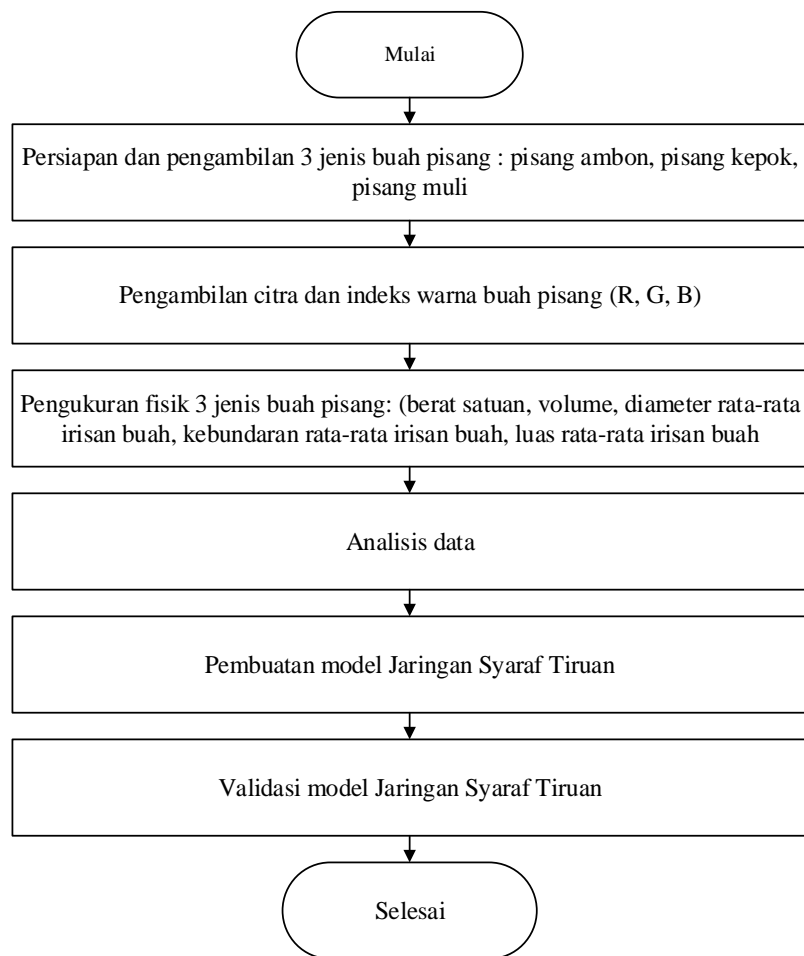
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kotak penangkap citra
2. Lampu LED Itami 3 Watt 2 buah
3. Timbangan digital
4. Kamera digital
5. Laptop ASUS X200-CA
6. Program *Borland Delphi*
7. Spidol permanen
8. Jangka sorong dan penggaris
9. Software MATLAB versi 2007
10. Gelas Ukur 500 ml, 1000 ml dan 5000 ml
11. Pisau / *cutter*
12. Kertas label

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang Muli, pisang Ambon dan pisang Kepok yang kondisinya masih segar (pisang baru) yang diperoleh dari petani langsung yang ada di Desa Sidomulyo Kecamatan Air Naningan Kabupaten Tanggamus dan Desa Sukoharjo 1 Kecamatan Sukoharjo Kabupaten Pringsewu.

3.3 Prosedur Penelitian

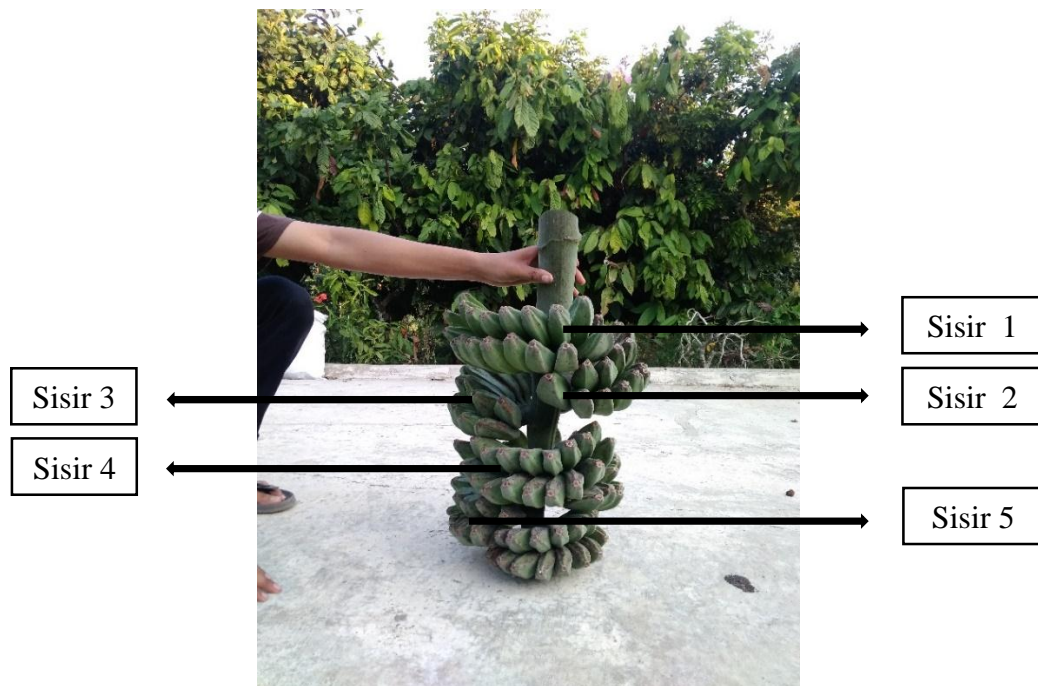
Prosedur penelitian secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 5 yang telah dimodifikasi dari (Manurung, 2018) sebagai berikut :



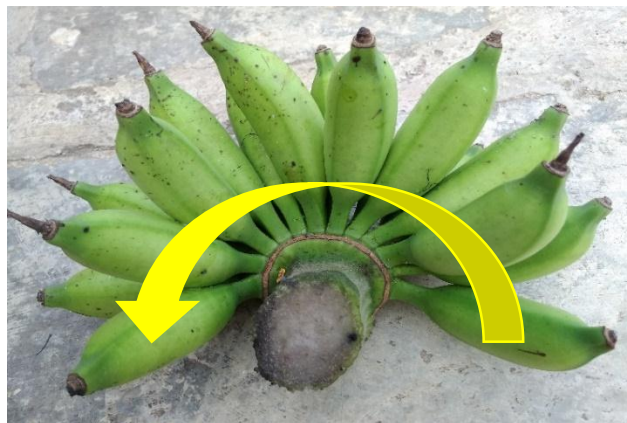
Gambar 5. Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel Buah Pisang

Penelitian ini menggunakan 3 jenis buah pisang yaitu pisang Muli, pisang Ambon, dan pisang Kepok. Buah pisang sampel adalah buah pisang yang dipanen pada saat kondisi tua optimum secara fisiologi. Tiap tandan jenis pisang diambil 5 sisir dan setiap sisir diambil 10 buah sampel.



Gambar 6. Pengambilan sampel per tandan jenis buah pisang



Gambar 7. Pengambilan sampel per sisir jenis buah pisang

Pengambilan sampel, setiap jenis pisang terlebih dahulu diberikan label, baik per jenis pisang, persisir dan perbuah bahan yang akan digunakan, supaya untuk memudahkan dan membedakan setiap pisang nantinya jika dilakukan pengukuran. Pengambilan sampel pisang per buah pada tiap sisir, dilakukan dari sebelah kanan menuju ke kiri dengan posisi pisang terbuka, seperti pada Gambar 7.

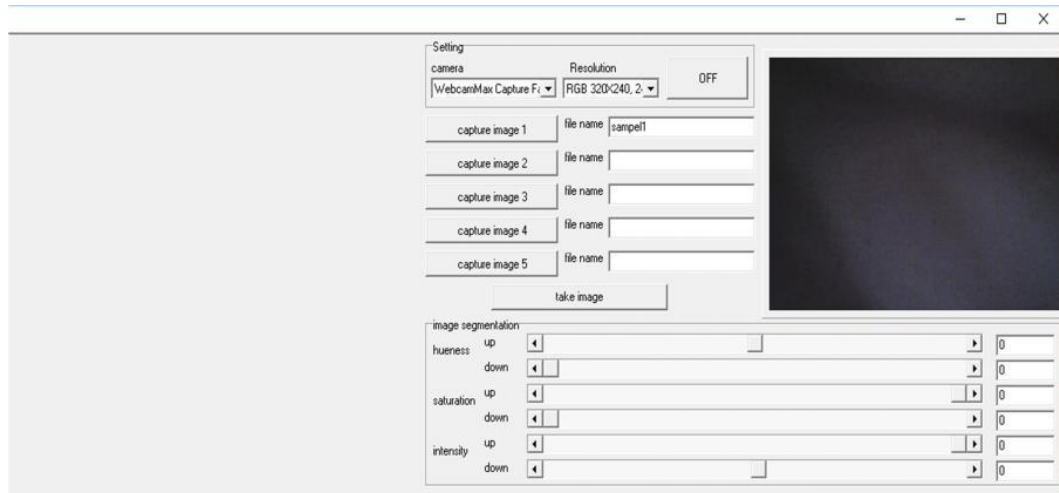
3.3.2 Pengambilan Citra Buah Pisang dan Irisan Buah Pisang

Pengambilan citra dilakukan pada sampel buah pisang sebanyak 150 buah yang terdiri dari 3 jenis buah pisang yaitu masing-masing 50 buah pisang Muli, 50 buah pisang Ambon, dan 50 buah pisang Kepok . Pengambilan citra dilakukan sebanyak dua kali, yaitu pada bagian sisi buah pisang yang berbeda . Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai warna RGB rata-rata dari setiap buah pisang. Selain itu, juga dilakukan pengambilan citra pada irisan buah pisang (irisian 1, irisian 2, irisian 3) setiap buahnya, dengan tujuan untuk mencari luasan rata-rata irisian buah dengan menggunakan jumlah *pixel* yang dihasilkan masing-masing irisan tersebut.

Dalam pengambilan citra ini menggunakan alat kotak persegi yang terbuat dari kayu berukuran 40 cm x 40 cm, camera Webcam M-Tech WB-100 dengan resolusi (VGA) 640x480 dan program aplikasi *Borland Delphi*. Jarak pengambilan citra dari kamera ke objek yaitu 40 cm, dengan 2 buah lampu LED 3 watt.

Pengambilan citra buah pisang menggunakan kamera digital yang dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Buka program aplikasi *Borland Delphi*, kemudian klik “*file*” pilih *open project*. Setelah itu pilih folder dengan nama *Delphi 7* kemudian pilih folder *Plant Growth Monitoring Program*. Setelah itu klik Project 3. Setelah itu klik menu *running* dan muncul kotak perintah yang dapat dijadikan untuk pengambilan citra buah pisang.
2. Pilih *setting* klik camera pada kolom, kemudian klik tombol ON untuk mengaktifkan kamera.
3. Buah pisang diletakkan diatas kertas putih sebagai latar belakangnya dan dibawah kamera dengan jarak 40 cm antara kamera digital dengan latar belakang pada kotak pengambilan citra.
4. Posisikan kamera atau objek citra dengan presisi yang tepat untuk memudahkan dalam pengambilan citra.
5. Klik *capture image* untuk menangkap citra buah pisang dan tersimpan secara otomatis pada komputer dalam bentuk *file* citra dengan format BMP. Gambar tampilan pengambilan dan penyimpanan citra pada *software Delphi 7* dapat dilihat pada Gambar 8.



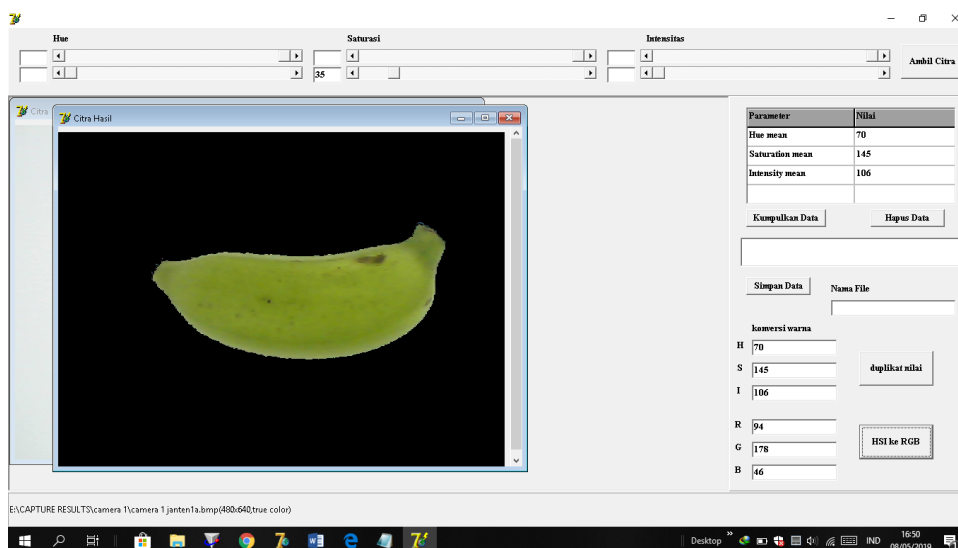
Gambar 8. Tampilan pengambilan dan penyimpanan citra

3.3.3 Pengolahan Citra (Warna) Buah Pisang

Hasil yang telah diperoleh dalam pengolahan citra tersebut kemudian dilakukan ekstraksi indeks warna merah/indeks R (*Ired*), indeks warna hijau/indeks G (*Igreen*), dan indeks warna biru/indeks B (*Iblue*) dengan prosedur sebagai berikut:

1. Buka program aplikasi *Borland Delphi*, kemudian klik “*file*” pilih *open project*. Setelah itu buka folder dengan nama program konversi nilai warna kemudian klik Project 1. Setelah itu muncul menu perintah yang dapat dijadikan untuk ekstraksi indeks warna.
2. Klik perintah ambil citra kemudian pilih folder yang memuat gambar citra yang akan diekstraksi indeks warnanya. Gambar citra akan muncul secara otomatis.
3. Atur menu perintah parameter yang berisikan hue, saturasi, dan intensitas dengan tepat.

4. Klik menu duplikat nilai, kemudian klik menu HSI ke RGB. Hasil pengukuran RGB dapat secara otomatis muncul dan dicatat. Tampilan pengolahan citra warna RGB pada *software* Delphi 7 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Ekstraksi indeks warna merah/indeks R (*Ired*), indeks warna hijau/indeks G (*Igreen*), dan indeks warna biru/indeks B (*Iblue*)

3.3.4 Pengukuran Berat Satuan dan Volume Buah Pisang

Pengukuran berat sampel dilakukan dengan menggunakan timbangan digital (ketelitian 0,01 g), yaitu dengan cara sampel yang telah bersih diletakkan di atas timbangan, kemudian berat sampel dapat dilihat. Hasil pengukuran berat buah pisang dicatat dalam satuan gram (g).

Sedangkan pengukuran volume menggunakan *water displacement method*.

Metode ini menggunakan prinsip hukum Archimedes. Setiap buah dilakukan pengukuran volume. Pengukuran volume pada ketiga jenis pisang ini menggunakan 3 alat gelas ukur dengan kapasitas masing masing 500 ml, 1000 ml, dan 5000 ml.

Hal ini bertujuan untuk menyesuaikan dengan ukuran jenis buah pisang, dan pada saat pisang dimasukkan dalam gelas ukur dapat tercelup secara penuh ke dalam air. Selain itu juga meminimalisir tingkat kesalahan pengukuran volume. Untuk volume pisang Muli diukur menggunakan gelas ukur kapasitas 500 ml, pisang Kepok menggunakan gelas ukur kapasitas 1000 ml dan pisang Ambon menggunakan gelas ukur kapasitas 5000 ml. Pengukuran volume ini, dilakukan setiap sampel buah pisang.

Pengukuran volume ini dilakukan dengan cara memasukkan buah pisang ke dalam gelas ukur yang sudah diberikan air dengan volume tertentu. Secara matematis dapat ditulis rumus sebagai berikut :

$$V_b = V_2 - V_1 \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

V_b = Volume buah (ml)

V_1 = Volume awal air dalam wadah sebelum dimasukkan buah (ml)

V_2 = Volume akhir air dalam wadah setelah dimasukkan buah (ml)

3.3.5 Pengukuran Dimensi

Pengukuran dimensi dilakukan untuk mengetahui diameter buah (cm) dan panjang buah (cm). Pengukuran diameter pada penampang irisan buah dilakukan sebanyak tiga, dengan posisi, yaitu diameter ke-1 diukur $\frac{1}{4}$ dari titik nol panjang buah, diameter ke-2 diukur $\frac{1}{2}$ dari titik nol panjang buah, dan diameter ke-3 diukur $\frac{3}{4}$ dari titik nol panjang buah. Pengukuran diameter dilakukan pada setiap irisan

masing masing buah yaitu diameter terpendek (d_1) dan diameter terpanjang (d_2). Dalam pengukuran panjang buah pisang, titik 0 buah ditentukan pada bagian ujung leher buah pisang. Dari pengukuran ketiga diameter tersebut, nantinya akan dijumlahkan dan didapatkan nilai rata rata diameter per buah tersebut. Secara matematis dapat ditulis dengan persamaan:

$$d_{\text{rata-rata}} = \frac{d_1+d_2+d_3}{3} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan:

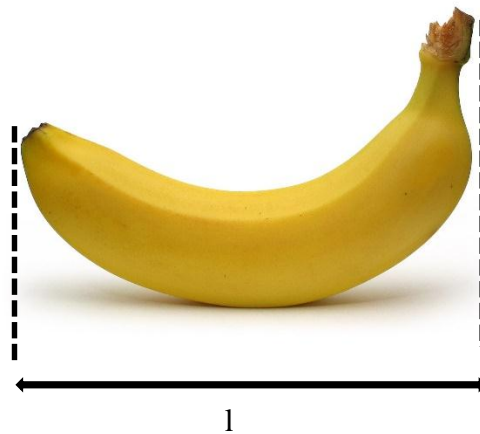
$d_{\text{rata-rata}}$ = diameter rata-rata buah (cm)

d_1 = ukuran diameter buah dari ($\frac{1}{4}$.panjang buah) (cm)

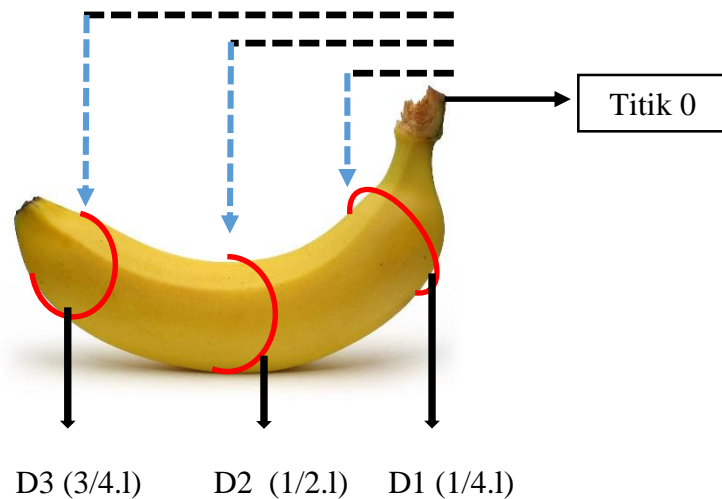
d_2 = ukuran diameter buah dari ($\frac{1}{2}$.panjang buah) (cm)

d_3 = ukuran diameter buah dari ($\frac{3}{4}$.panjang buah) (cm)

Pengukuran diameter dan panjang buah menggunakan jangka sorong dengan ketelitian (0,005 mm). Hasil pengukuran diameter dan panjang dinyatakan dalam satuan centimeter (cm). Pengukuran dimensi ditampilkan pada Gambar 10 dan Gambar 11



Gambar 10. Pengukuran panjang buah



Gambar 11. Pengukuran diameter buah

3.3.6 Pengukuran Kebundaran

Menurut Mohsenin (1986) kebundaran adalah ukuran ketajaman sudut suatu bahan padat. Nilai kebundaran suatu bahan berkisar antara 0 sampai 1. Jika nilai semakin mendekati 1 maka bentuk bahan akan semakin mendekati bentuk bundar. Orientasi jari-jari irisan buah pisang dapat dilihat pada Gambar 12. Kebundaran dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kebundaraan} = \frac{A_p}{A_c} = \left(\frac{\pi \cdot r_1}{\pi \cdot r_2} \right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2} \right)^2 \dots\dots\dots (3.3)$$

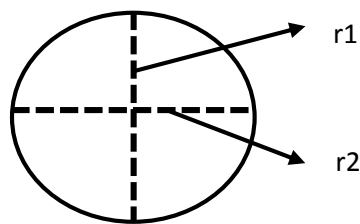
Atau

$$\text{Kebundaran} = \left[\frac{(\text{Luas bidang dengan intersep terkecil})}{(\text{Luas bidang dengan intersep terbesar})} \right]$$

Keterangan :

r_1 = jari- jari diameter 1 (terpendek)

r_2 = jari- jari diameter 2 (terpanjang)



Gambar 12. Orientasi jari-jari irisan buah pisang

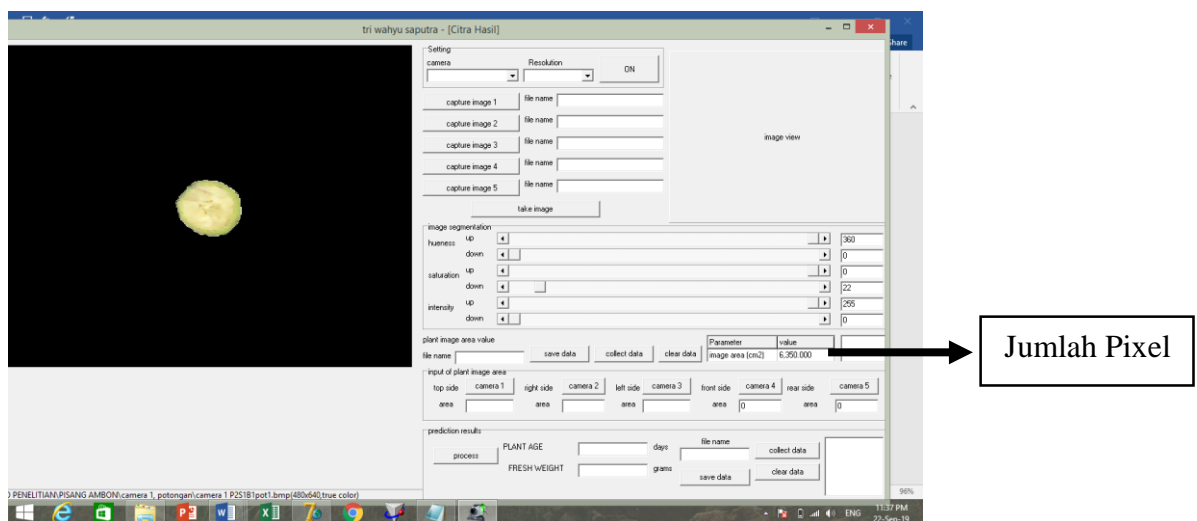
3.3.7 Pengukuran Luas Irisan Buah Pisang

Pengukuran luas irisan buah pisang dilakukan berdasarkan jumlah *pixel*. Hasil jumlah *pixel* dari masing-masing irisan buah yang sudah didapatkan kemudian dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan luas yang sebenarnya. Pengukuran luas dilakukan menggunakan program *Borland Delphi*, dengan prosedur sebagai berikut :

1. Buka program aplikasi *Borland Delphi*, kemudian klik “file” pilih *open project*.
Setelah itu pilih folder dengan nama *Delphi 7* kemudian pilih folder *Plant*

Growth Monitoring Program. Setelah itu klik Project 3. Setelah itu klik menu *running* dan muncul kotak perintah untuk mendapatkan jumlah pixel .

2. Klik menu *take image* kemudian pilih folder yang memuat gambar citra irisan buah pisang yang akan dicari jumlah *pixelnya*. Gambar akan muncul secara otomatis.
3. Atur menu perintah parameter yang berisikan hue, saturasi, dan intensitas dengan tepat.
4. Pada menu *plant image area value* dikolom *value* akan muncul jumlah *pixel*.
5. Setelah didapatkan jumlah *pixel*, selanjutnya dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan luas asli dari irisan masing-masing buah pisang.



Gambar 13. Tampilan program untuk penentuan jumlah *pixel* irisan buah pisang

3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menentukan nilai hasil pengukuran dari berbagai parameter pengamatan. Pada analisis pertama maupun kedua akan diperoleh nilai koefisien korelasi (R). Apabila nilai R bernilai sama dengan 1 atau mendekati 1

maka suatu variabel berkorelasi dengan variabel yang lain. Hal ini menjelaskan bahwa setiap perubahan suatu variabel, akan mengubah variabel lain. Semakin tinggi nilainya, maka semakin kuat hubungan antar variabel tersebut. Keterangan nilai korelasi terhadap kekuatan hubungan antar variabel dapat dilihat pada Tabel 3. Apabila hasil uji korelasi bernilai positif maka peningkatan nilai suatu variabel juga akan meningkatkan nilai variabel lain. Jika hasil uji bernilai negatif maka peningkatan nilai suatu variabel akan menurunkan nilai variabel yang lain.

Tabel 2. Keterangan nilai koefisien korelasi

Nilai Koefisien Korelasi	Keterangan
0,00-0,199	Sangat rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Cukup
0,60-0,799	Kuat
0,80-1,00	Sangat Kuat

Sumber : Sugiono (2007)

3.4.1 Model Jaringan Syaraf Tiruan

Dalam penelitian ini Jaringan Saraf Tiruan yang dikembangkan adalah Jaringan Syaraf Tiruan tipe *backpropagation* dengan metode pelatihan terawasi (*supervised learning*). Tipe yang digunakan dalam pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan yaitu tipe *trainlm*, jumlah iterasi maksimal 1000, *learning rate* sebesar 0,001 dan nilai RMSE terkecil sebesar 0,00001. Menurut Amini (2008) nilai *learning rate* (LR) yang optimal untuk pelatihan Jaringan Syaraf Tiruan berkisar di antara 0,001 sampai 0,006. Pada penelitian ini, nilai *learning rate* yang digunakan untuk

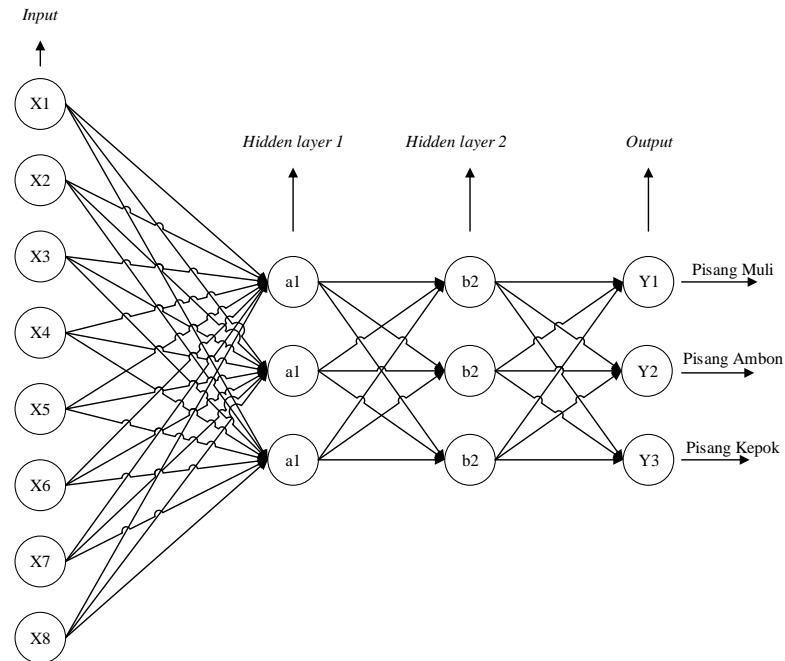
pengembangan model JST adalah 0,001. Tipe pelatihan yang digunakan adalah tipe pelatihan *trainlm* (Levenberg-Marquardt). Alasannya adalah tipe pelatihan tersebut biasanya merupakan tipe pelatihan tercepat dan direkomendasikan dalam pengembangan jaringan daripada tipe pelatihan yang lain (Anandhi *et al.*, 2012). Selain itu algoritma *trainlm* merupakan algoritma yang paling teliti dengan rata-rata error 0,0063. Algoritma *trainlm* dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan penelitian maupun aplikasi di bidang Jaringan Syaraf Tiruan khususnya bagi para peneliti ataupun pendidik untuk pengembangan ilmu dan teknologi (Wibowo *et al.*, 2013).

Perbandingan data yang digunakan dalam membangun model dan pengujian model yaitu 60% : 40% dan 70% : 30% dari keseluruhan jumlah data sebanyak 150 data dari 3 jenis pisang. Pada perbandingan 60% : 40% data latih yang digunakan sebanyak 90 dan data uji sebanyak 60 data. Sedangkan perbandingan 70% : 30% data latih yang digunakan sebanyak 105 data dan data uji sebanyak 45 data. Data sampel diwakili oleh setiap tingkatan sisir pada suatu tandan pisang.

Pembagian data latih dan data uji diambil dari sampel yang telah ditentukan dengan membagi setiap sisir dari masing-masing pisang yaitu 6 sampel digunakan sebagai data latih membangun model dan 4 sampel digunakan sebagai data uji atau validasi pada perbandingan data 60% : 40% , dan pada perbandingan data 70% : 30% yaitu 7 sampel digunakan sebagai data latih membangun model, dan 3 sampel digunakan sebagai data uji atau validasi. Kemudian untuk jenis buah pisang diberikan kode masing-masing, yang bertujuan untuk mengetahui output nilai prediksi masing-masing jenis buah pisang sesuai dengan nilai observasi yang

ditentukan. Buah pisang Muli diberi kode 1 (satu), pisang Ambon diberi kode 2 (dua) dan buah pisang Kepok diberi kode 3 (tiga).

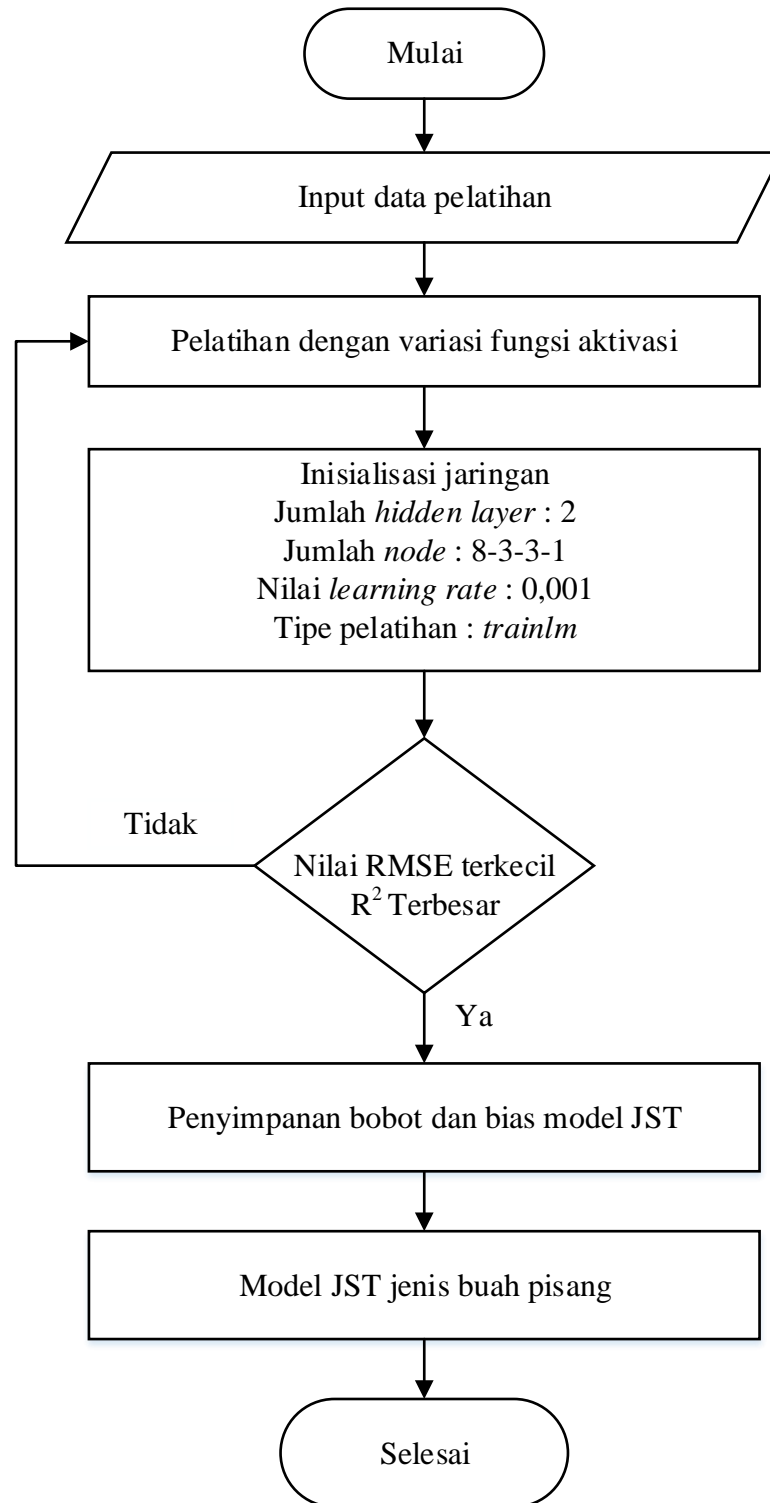
Pelatihan dimulai dengan membuka aplikasi Matlab version 7.5 (R2007b) lalu dilakukan inisialisasi jaringan. Inisialisasi jaringan adalah menetapkan arsitektur jaringan awal agar proses pelatihan jaringan dapat dilakukan. Model Jaringan Syaraf Tiruan yang dikembangkan memiliki 2 *hidden layer* dengan jumlah 8 *node* pada input layer, 3 *node* pada *hidden layer* 1, 3 *node* pada *hidden layer* 2 dan 1 *node* pada *output*. Menurut Karsoliya (2012) menjelaskan bahwa hubungan antar variabel yang kompleks membutuhkan lebih dari 1 *hidden layer* untuk mendapatkan hasil yang akurat. Hasil penjumlahan *node* pada semua *hidden layer* juga tidak boleh melebihi dua kali jumlah input. Selain itu, Heaton (2011) juga menjelaskan bahwa jumlah *hidden neuron* harus kurang dari dua kali jumlah *input layer*. Variasi fungsi aktivasi dilakukan untuk mendapatkan model terbaik untuk prediksi. Hasil prediksi tiap variasi fungsi aktivasi akan dibandingkan dengan data uji, lalu dilihat hasil uji kinerjanya. Fungsi aktivasi dikatakan terbaik jika mendapat nilai RMSE terkecil dan R^2 terbesar. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan untuk klasifikasi buah pisang Muli, Ambon dan Kepok dapat dilihat pada Gambar 14. Diagram alir proses membangun model Jaringan Syaraf Tiruan dapat dilihat pada Gambar 15. Diagram alir pengujian model dapat dilihat pada Gambar 16.



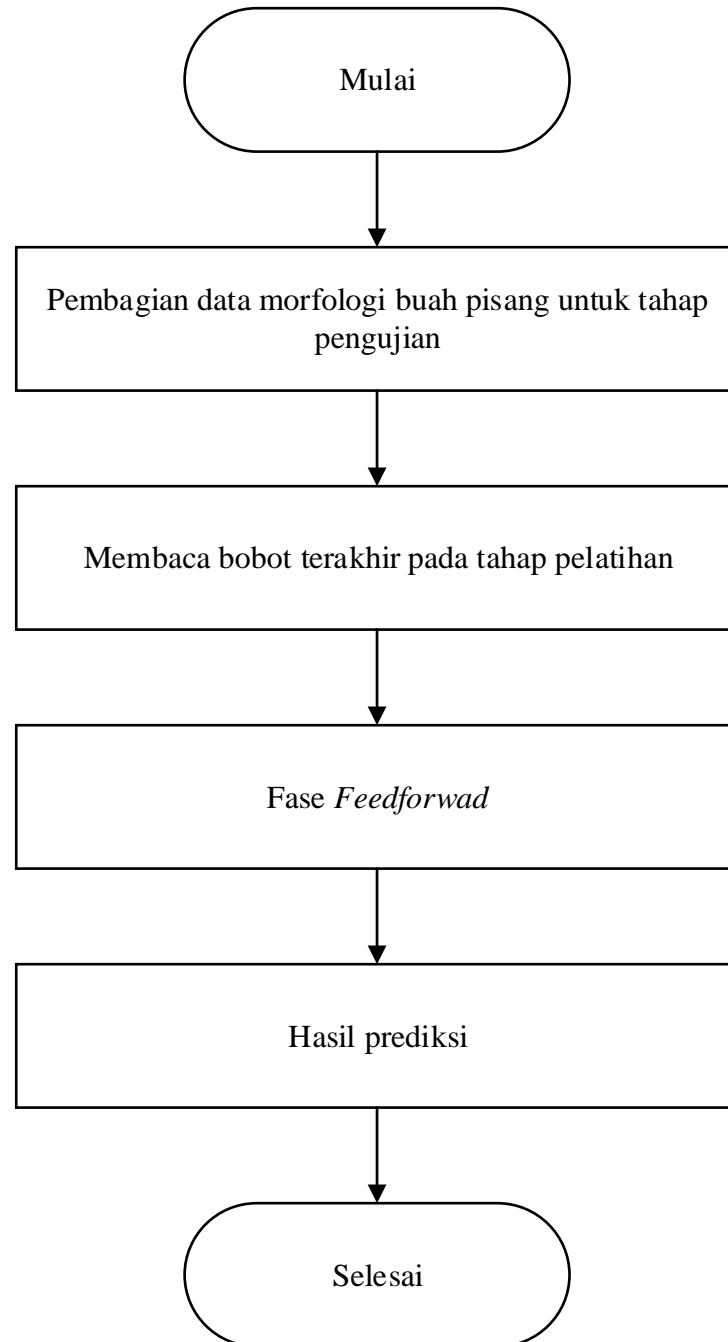
Gambar 14. Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan untuk Klasifikasi Buah Pisang Muli, Ambon dan Kepok

Keterangan :

- X1 = Berat satuan
- X2 = Volume satuan
- X3 = Luas rata-rata irisan buah pisang
- X4 = Kebundaran rata-rata irisan buah pisang
- X5 = R (*red*) rata-rata
- X6 = G (*green*) rata-rata
- X7 = B (*blue*) rata-rata
- X8 = Diameter rata-rata irisan buah
- a1 = *hidden layer 1*
- b2 = *hidden layer 2*
- Y1 = Pisang Muli
- Y2 = Pisang Ambon
- Y3 = Pisang Kepok



Gambar 15. Diagram alir proses membangun model JST



Gambar 16. Diagram alir pengujian model

Gambar 15 menunjukkan proses membangun JST menggunakan cara yang telah digunakan oleh Manurung (2018) yang telah dimodifikasi. Gambar tersebut dilakukan pada saat proses pelatihan. Sedangkan Gambar 16 merupakan diagram

alir proses pengujian (validasi) dari model yang sudah dibangun, yang sudah dimodifikasi (Pradasari *et al.*, 2013).

3.4.2 Pengujian Model

Langkah terakhir dalam penelitian adalah pengujian kinerja model dengan tujuan menguji tingkat akurasi antara nilai prediksi dengan nilai observasi. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu uji *root mean square error* (RMSE) dan koefisien determinasi (R^2). *Microsoft Excel 2013* digunakan sebagai *tools* untuk melakukan perhitungan statistik pengujian model.

3.4.3 Uji *Root Mean Square Error* (RMSE)

Uji *root mean square error* (RMSE) adalah uji untuk mengetahui besarnya kesalahan pendugaan dari model yang dikembangkan. Uji RMSE merupakan total akar dari kuadratis rata-rata simpangan antara data observasi dengan hasil prediksi model. Jika simpangan dari seluruh data semakin kecil maka nilai RMSE juga semakin kecil sehingga dapat dikatakan hasil prediksi semakin akurat. Rumus perhitungan nilai RMSE dapat dilihat pada Persamaan (3.4)

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan :

n = jumlah data

O_i = nilai observasi ke-i

P_i = Nilai prediksi ke-i

3.4.4 Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur seberapa besar kemampuan variabel bebas dalam menerangkan variabel terikat. Nilai koefisien determinasi terbesar adalah 1 dan terkecil adalah 0. Hasil prediksi model dianggap baik apabila nilai $R^2 = 1$ atau $R^2 \approx 1$. Jika nilai $R^2 = 0$ atau $R^2 \approx 0$, berarti garis regresi tidak dapat digunakan untuk membuat perkiraan variabel bebas (x). Hal ini karena variabel-variabel bebas yang dimasukkan dalam persamaan regresi tidak mampu menjelaskan atau tidak berpengaruh terhadap variabel terikat (y). Nilai R^2 dicari dengan membuat grafik *scatter* nilai observasi versus nilai prediksi pada *Microsoft Excel* 2016. Pada grafik, ditambahkan *treadline* lalu dipilih tipe regresi linier dan menampilkan nilai R^2 .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Hasil pengukuran karakteristik morfologi buah pisang Muli, Ambon dan

Kepok adalah sebagai berikut:

- Berat rata-rata buah pisang Muli yaitu 38,01 gram, pisang Ambon yaitu 208,36 gram dan pisang Kepok yaitu 56,87 gram.
- Volume rata-rata buah pisang Muli yaitu $36,86 \text{ cm}^3$, pisang Ambon yaitu $203,2 \text{ cm}^3$ dan pisang Kepok $54,5 \text{ cm}^3$.
- Luas rata-rata irisan buah pisang Muli yaitu $4,69 \text{ cm}^2$, pisang Ambon yaitu $12,42 \text{ cm}^2$ dan pisang Kepok $6,78 \text{ cm}^2$.
- Kebundaran rata-rata irisan buah pisang Muli yaitu 0,904, pisang Ambon yaitu 0,763, dan pisang Kepok 0,577. Dengan demikian buah pisang Muli memiliki kebularan rata-rata yang paling mendekati sempurna.
- Warna RGB rata-rata buah pisang muli adalah R= 147,13; G= 243,24; dan B= 77,35. RGB rata-rata buah pisang Ambon yaitu R= 130,91; G= 251,55; dan B= 59,63. RGB rata-rata buah pisang Kepok yaitu R= 126,61; G= 240,89; dan B= 96,64.
- Diameter rata-rata irisan buah pisang Muli yaitu 2,43 cm, pisang Ambon yaitu 3,89 cm, dan pisang Kepok yaitu 2,61 cm.

2. Model Jaringan Syaraf Tiruan dapat digunakan untuk identifikasi morfologi buah pisang Muli, Ambon dan Kepok. Pada perbandingan data uji dan data latih 60% : 40% tipe model yang memberikan hasil identifikasi terbaik yaitu *purelin-tansig-logsig* dengan nilai RMSE sebesar 0,0074 dan R^2 sebesar 1. Sedangkan model Jaringan Syaraf Tiruan untuk identifikasi morfologi buah pisang Muli, Ambon dan Kepok pada perbandingan data uji dan data latih 70% : 30% yang memberikan hasil identifikasi terbaik yaitu *purelin-logsig-logsig* dengan nilai RMSE sebesar 0,0060 dan R^2 sebesar 1. Akurasi hasil prediksi Jaringan Syaraf Tiruan adalah 100%. Hal ini menunjukkan bahwa model prediksi yang dibangun melalui arsitektur jaringan 8 *input* 2 *hidden layer* dan 1 *output node* tersebut akurat dalam mengidentifikasi buah pisang Muli, Ambon, dan Kepok berdasarkan karakteristik morfologi yaitu; berat, volume, luas rata-rata irisan buah, kebundaran rata-rata irisan buah, R (*red*) rata-rata, G (*green*) rata-rata, B (*blue*) rata-rata dan diameter rata-rata irisan buah sebagai variable masukan untuk model Jaringan Syaraf Tiruan.

5.2 Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan dari hasil yang didapat, yaitu untuk identifikasi morfologi buah pisang dari tingkat kematangan buah. Sehingga dapat dihasilkan perbandingan prediksi Jaringan Syaraf Tiruan morfologi buah pisang dalam keadaan mentah dan morfologi buah pisang dalam keadaan matang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2010. Aplikasi Teknik Pengolahan Citra dalam Analisis Non-Destruktif Produk Pangan. *Rubrik Teknologi*. 19(1): 11.
- Ambarita, Monica Dame Yanti Ambarita., Eva Sartini Bayu., Hot Setiado. 2015. Identifikasi Karakter Morfologis Pisang (*Musa spp.*) di Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Agroekoteknologi* .Vol.4. No.1, Desember 2015. (586) :1911- 1924.
- Amini, J. 2008. Optimum Learning Rate in Back-Propagation Neural Network for Classification of Satellite Images (IRS-1D). *Scientia Iranica* vol. 15 : 558-567
- Anandhi, V., R. Manicka Chezian, R. M., and Parthiban, K.T. (2012). Forecast of Demand and Supply of Pulpwood using Artificial Neural Network. *International Journal of Computer Science and Telecommunications* Vol. 3 : 35-38.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Produksi Tanaman Pisang Seluruh Provinsi. Diakses dari www.bps.go.id pada tanggal 13 Februari 2019.
- Burubai, W., A.J. Akor, A.H. Igoniand Y.T. Puyate. 2007. Mempelajari Karakteristik Morfologi Tanaman. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cahyono, B. 2002. Pisang Usaha Tani dan Penanganan Pascapanen. Yogyakarta: Kanisius
- Deswari, D, Hendrick & Derisma 2013. Identifikasi Kematangan Buah Tomat Menggunakan Metode Backpropagation. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Informasi. Universitas Andalas. Padang
- Dufour, J. M. 2011. *Coefficients of Determination*. McGill University. Canada.
- Effendi, M., Fitriyah, F. dan Effendi, U. 2017. Identifikasi Jenis dan Mutu Teh Menggunakan Pengolahan Citra Digital dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknotan*, 11(2): 67.
- Essien JP, Akpan EJ, Essien EP. 2005. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. *Bioresour. Technol.* 96(13):1451–1456.

- Heaton, J.T. 2011. *Programming Neural Networks with Encog3 in Java*. Heaton Research, Inc. <http://rgdoi.net/10.13140/2.1.3859.2802> 18 September 2019.
- Ibrahim M. M., Dufresne A., El-Zawawy W. K. and Agblevor F., A. 2010. Banana fibers and Microfibrils as Lignocellulosic Reinforcements in Polymer Composites. *Carbohydrate Polymers*, 81:811–819.
- Imdad, H.P. & A. Nawangsih. 1999. *Menyimpan Bahan Pangan*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.148 hlm
- Ismanto, H. 2015. *Pengolahan Tanpa Limbah Tanaman Pisang*. Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian. Balai Besar Pelatihan Pertanian. Batangkaluku.
- Jaya, H., Sabran dan M. Idris. 2018. *Kecerdasan Buatan*. Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Junianto, Erfian., Muhammad Zaid Zuhdi. 2018. Penerapan Metode Palette untuk Menentukan Warna Dominan dari Sebuah Gambar Berbasis Android. *Jurnal Informatika, Vol.5 No.1 April 2018, pp. 62~73*.
- Karsoliya, S. 2012. Approximating Number of Hidden layer neurons in Multiple Hidden Layer BPNN Architecture. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 3(6): 4.
- Komaryati dan Adi, S. 2012. Analisis Faktor Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Adopsi Teknologi Budidaya Pisang Kepok (Musa paradisiaca) di Desa Sungai Kunyit Laut Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Pontianak. *J. Iprekas* : 53-61.
- Krenker, A., Bester, J. dan Kos, A. 2011. Introduction to the Artificial Neural Networks. In K. Suzuki, ed. *Artificial Neural Networks - Methodological Advances and Biomedical Applications*. InTech. <http://www.intechopen.com/books/artificial-neural-networks-methodological-advances-and-biomedical-applications/introduction-to-the-artificial-neural-networks> 18 September 2019.
- Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kusumanto, RD., Alan Novi Tompunu. 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi Rgb. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011 (Semantik 2011)*. ISBN 979-26-0255-0.
- Manurung, Anugrah Hizkia. 2018. Identifikasi Karakteristik Fisik Kedelai

Unggul Lokal Selama Perendaman 12 Jam Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan(Jst).*Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Meilani. 2013. Teori Warna, Penerapan Lingkaran Warna Dalam Berbusana. *Humaniora*. vol.4 no.1 april 2013: 326-338.
- Mohsenin, N.N. 1986. Physical Properties Of Plant and Animal Materials. *Gordon and Breach Science Publisher*. New York.
- Mohsenin, N.N. 1987. Physical Properties Of Foods and Agricultural Materials. *Gordon and Breach Science Publisher*. New York.
- Prabawati, S., Suyanti., & D. A. Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengelola Buah Pisang*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen. Pertanian. 64 pp.
- Pradasari, N.I., Pontia W, F.T. & Triyanto, D. 2013. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Penyakit Saluran Pernafasan Dengan Metode Backpropagation. *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, 01(1): 20–30.
- Prihatman, Kemal. 2000. Pisang (*Musa spp*). Sistem Informasi Manajemen Pembangunan di Perdesaan, BAPPENAS. <http://www.google.co.id>
- Rabani, B. 2009. Aplikasi Teknik Topping Pada Perbanyak Benih Pisang (*Musa paradisiaca L.*) Dari Benih Anakan dan Kultur Jaringan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rahardjo, B., Suratmo, B. dan Kushendarti, B. 2014. Pengukuran Volume Benda Padat Berbagai Bentuk Dengan Berdasarkan Volume Desakan Pada Bahan Curah. *Agritech*, 17: 13–17.
- Retnoningsih, A. 2009. Moleculer based classification and phylogenic analysis of Indonesian banana cultivars. *Dissertation*. Bogor Agricultural Institute. Bogor Indonesia.
- Rohmah, Y. 2016. *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Hortikultura*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian.
- Rukmana, R. 1999. *Usaha Tani Pisang*. Kanisius. Yogyakarta.
- Rusdiansyah. 2013. *Potensi dan Peluang Investasi serta Permasalahan Komoditi Pisang Di Kalimantan Timur*. Badan Perijinan dan Penanaman Modal Daerah (BPPMD) Provinsi Kalimantan Timur. Samarinda

- Satuhu, S., & A. Supriyadi. 2000. *Pisang Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiawan, H.H. 2016. Klasifikasi Jenis Buah Pisang Dengan Image Processing Menggunakan Metode Backpropagation. : 4
- Somantri, A.S. 2010. Menentukan Klasifikasi Mutu Fisik Beras Dengan Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra Digital Dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Standardisasi*, 12(3): 162.
- Suhardiman. 1997. *Penanganan dan Pengolahan Buah Pasca Panen*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyanti dan Supriyadi. 2010. *Pisang: Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Penebar Swadaya. Jakarta. 132 hlm.
- Tjitrosoepomo, G. 2000. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wibowo, F., Sugiyanto, S. & Mustafidah, H. 2013. Tingkat Ketelitian Pengenalan Pola Data pada Algoritma Pelatihan Perbaikan Metode Batch Mode dalam Jaringan Syaraf Tiruan (The Level of Data Pattern Recognition Accuracy on Training Algorithm of Batch Mode Improved Method in Neural Network). *JUITA*. 2(4): 259–264.
- Wiharja, Y.P. & Harjoko, A. 2014. Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan. *IJEIS*. 4(1): 12.
- Yudha, Y., Ardhianta, D. & Haris, L. 2016. Aplikasi Pengenalan Citra Warna Dasar. *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*, 15: 4.
- Yusran, Y. 2016. Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan(Jst) Untuk Memprediksi Hasil Nilai Un Menggunakan Metode Backpropagation. *Jurnal Ipteks Terapan*, 9(4).
<http://ejournal.kopertis10.or.id/index.php/jit/article/view/551-1507/120> 18 September 2019