



**PEMUTUAN BUAH BELIMBING MANIS (*Averrhoa carambola* L.)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

**SKRIPSI**

Oleh:

**Moh. Ruky Nur Firmansyah  
141710201077**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PEMUTUAN BUAH BELIMBING MANIS (*Averrhoa carambola* L.)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknik Pertanian (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknik Pertanian

Oleh:

**Moh. Ruky Nur Firmansyah  
141710201077**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya, Bapak Sanuri dan Ibu Nurmiasih yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, semangat, serta doanya hingga terselesainya skripsi ini



**MOTTO**

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan  
Allah hingga dia pulang”

(H.R. Tarmidzi)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan  
untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H.R. Muslim)

"Apabila Anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka Anda telah berbuat baik  
terhadap diri sendiri."

(Benyamin Franklin)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

nama : Moh Ruky Nur Firmansyah

NIM : 141710201077

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” adalah benar-benar asli hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari ini tidak benar.

Jember, 1 Mei 2019

Yang menyatakan,

Moh. Ruky Nur Firmansyah

NIM 141710201077

**SKRIPSI**

**PEMUTUAN BUAH BELIMBING MANIS (*Averrhoa carambola* L.)  
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL  
BERBASIS JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh:

Moh. Ruky Nur Firmansyah

(141710201077)

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dedy Wirawan S., S.T.P., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul “Pemutuan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” karya Moh. Ruky Nur Firmansyah telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Jum’at, 12 Juli 2019

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Dedy W. Soediby, S.T.P., M.Si.  
NIP. 197407071999031001

Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T.  
NIP. 197211301999032001

**Tim Penguji**

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

Dian Purbasari, S.Pi., M.Si.  
NIP. 760016795

Mengesahkan,  
Dekan  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.T.P., M.Eng.  
NIP. 196809231994031009

## RINGKASAN

**Pemutuan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola L.*) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan;** Moh Ruky Nur Firmansyah, 141710201077; 50 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penanganan pasca panen buah belimbing yang kurang baik akan menyebabkan kualitas buah belimbing turun. Penanganan pasca panen di Indonesia umumnya masih dilakukan secara manual berdampak pada lamanya waktu pemutuan dan penilaian yang bersifat *subjektif*. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi atau metode pengukuran non destruktif agar pemutuan buah belimbing dapat seragam yaitu dengan menggunakan *digital image processing* (pengolahan citra) dan jaringan syaraf tiruan (JST). Pengolahan citra mempunyai kemampuan yang lebih peka, tepat, dan obyektif dari pada kemampuan visual manusia. Dengan penggabungan kedua metode tersebut diharapkan hasil dari pemutuan lebih baik dan lebih seragam.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah program pemutuan buah belimbing manis yang lebih baik menggunakan pengolahan citra digital berbasis jaringan syaraf tiruan. Penelitian dilakukan di laboratorium Instrumentasi, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan September 2018 sampai Februari 2019. Jumlah sampel sebanyak 200 buah terdiri dari mutu A, B, C, dan *Reject* yang dimutukan secara manual terlebih dahulu.

Tahapan penelitian terbagi atas penelitian awal yakni *image aquisition*, pengambilan citra buah dengan kamera *CCD*, penentuan variabel citra, dan pembuatan program pengolahan citra. Di lanjutkan dengan penelitian utama yakni, pengolahan data variabel citra, penentuan input JST untuk pembuatan variasi arsitektur, training semua variasi arsitektur, simulasi data testing dan propagasi maju, pemilihan arsitektur terbaik, integrasi model JST dengan program pengolahan citra, validasi program pemutuan, serta pembuatan *confusion matrix*.

Berdasarkan *confusion matrix* dan hasil validasi, program pemutuan buah belimbing manis menunjukkan tingkat akurasi total sebesar 85% . Variasi terbaik menggunakan 10 *node hidden layer* dan 7 input variabel (tanpa lebar)



## SUMMARY

**Star Fruit (*Averrhoa carambola* L.) Grading Using Digital Image Processing Based Artificial Neural Network** 141710201077; 50 pages; Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Handling of post-harvest star fruit which is not good will cause the quality of star fruit to go down. Post-harvest handling in Indonesia is generally still done manually which has an impact on the length of the interviewing period and subjective assessment. Therefore, a non-destructive measurement technology or method is needed so that the selection of star fruit can be uniform, by using digital image processing and artificial neural networks (ANN). Image processing has capabilities that are more sensitive, precise, and objective than human visual abilities. By combining the two methods it is expected that the results of the grading will be better and more uniform.

This study aims to produce a sweet star fruit grading program that is better using artificial neural network based digital image processing. The study was conducted in the Instrumentation laboratory, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember in September 2018 to February 2019. The number of samples was 200 consisting of A, B, C, and Reject quality which were manually needed first.

The stages of the research are divided into early research, namely acquisition image, taking fruit images with CCD cameras, determining image variables, and making image processing programs. Continued with the main research, data processing of image variables, determination of ANN input for architectural variations, training of all architectural variations, simulation testing data and forward propagation, best architectural selection, integration of ANN models with image processing programs, validation of grading programs, and creation confusion matrix.

Based on the confusion matrix and validation results, the sweet star fruit grading program showed a total level of accuracy of 85%. The best variation is using 10 hidden layer nodes and 7 variable inputs (without width)

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahuwata'alah, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Belimbing Manis (*Averrhoa Carambola* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan”. Karya tulis ilmiah ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Penyelesaian karya tulis ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. kedua orang tua penulis, Bapak Sanuri dan Ibu Nurmiasih tercinta yang telah memberi dorongan, motivasi dan doanya demi terselesaikannya karya tulis ilmiah ini;
2. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.T.P., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama, (Alm.) Askin, S.T.P., M.M.T dan Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan karya tulis ilmiah ini;
3. seluruh dosen, karyawan dan teknisi Laboratorium Enotin, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
4. teman-teman TEP angkatan 2014 terutama kelas TEP A yang sudah memberi semangat, motivasi dan dorongan kepada penulis;
5. teman seperjuangan tim Instrumentasi yaitu Angga, Fikri, Kamil, Bagus, Herman, Sofi, Asisqo, Wahyu, Ima, Qiqi, dan Mustika yang telah memberi dukungan dan kerjasama sehingga menjadi tim yang solid dalam keluarga Instrumentasi;
6. teman teman kontrakan yaitu Resa dan Bagus yang telah memberi semangat dan motivasi kepada penulis;
7. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan karya tulis ilmiah. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberi manfaat bagi pembaca

Jember, 1 Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING .....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN / SUMMARY .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Belimbing.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Morfologi Buah Belimbing.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Standar Mutu Buah Belimbing.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 Citra Digital.....</b>	<b>6</b>
<b>2.5 Pengolahan Warna.....</b>	<b>7</b>
<b>2.6 Segmentasi Citra .....</b>	<b>7</b>
<b>2.7 Jaringan Syaraf Tiruan.....</b>	<b>8</b>
<b>2.8 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....</b>	<b>9</b>
<b>2.9 Fungsi Aktivasi.....</b>	<b>9</b>
<b>2.10 Backpropagation .....</b>	<b>10</b>
<b>2.11 Confusion matrix .....</b>	<b>10</b>
<b>2.12 Penelitian Terdahulu .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Waktu dan Tempat.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>15</b>
3.3.1 Persiapan Sampel.....	16
3.3.2 Image Aquisition .....	16
3.3.3 Pengambilan Citra.....	17
3.3.4 Penentuan Variable Mutu Citra .....	17
3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra .....	18
3.3.6 Analisis Statistik terhadap Variabel Mutu Citra .....	18
3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan .....	18

3.3.8 Training Jaringan Syaraf Tiruan .....	19
3.3.9 Pengujian dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik.....	19
3.3.10 Pembuatan Program Pemutuan .....	20
3.3.11 Validasi .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>22</b>
4.1 Program Pengolahan Citra Belimbing Manis .....	22
4.2 Penentuan Nilai Batas Segmentasi ( <i>Threshold</i> ) <i>Background</i> .....	24
4.3 Penentuan Nilai Batas Segmentasi ( <i>Threshold</i> ) Area Cacat .....	26
4.4 Proses Ekstraksi Citra .....	28
4.5 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra .....	31
4.6 Penentuan Variasi Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik .....	39
4.7 Integrasi Program Pengolahan Citra dengan JST .....	43
4.8 Validasi Program Pemutuan Belimbing Manis .....	45
<b>BAB 5. KESIMPULAN .....</b>	<b>47</b>
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>50</b>

**DAFTAR TABEL**

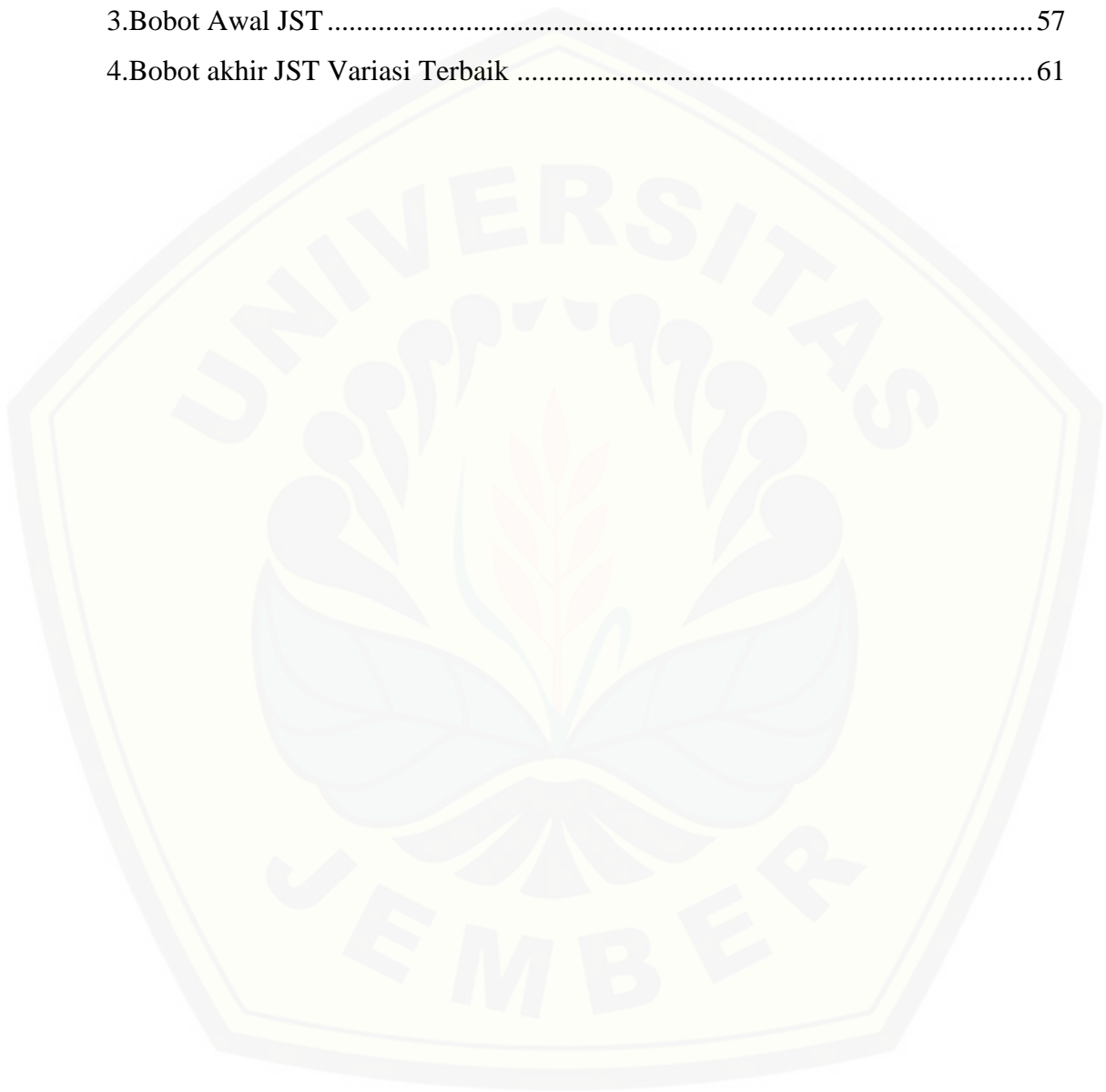
2.1	Kode ukuran belimbing berdasarkan bobot.....	6
2.2	<i>Confusion matrix</i> .....	11
3.1	Pendugaan hubungan antara variabel mutu belimbing manis menurut SNI dan variabel mutu citra.....	17
3.2	Struktur JST .....	19
4.1	Komponen program pengolahan citra belimbing manis.....	24
4.2	Ukuran statistik variabel citra area .....	31
4.3	Ukuran statistik variabel citra tinggi.....	32
4.4	Ukuran statistik variabel citra lebar.....	33
4.5	Ukuran statistik variabel citra perimeter.....	35
4.6	Ukuran statistik variabel citra cacat.....	36
4.7	Ukuran statistik variabel citra indeks warna merah.....	37
4.8	Ukuran statistik variabel citra indeks warna hijau.....	38
4.9	Ukuran statistik variabel citra indeks warna biru .....	39
4.10	Hasil pelatihan keempat variasi .....	40
4.11	Hasil propagasi data testing .....	43
4.12	Definisi <i>output</i> .....	44
4.13	<i>Confusion matrix</i> hasil validasi program pemutuan belimbing manis dengan JST.....	46

**DAFTAR GAMBAR**

3.1	Diagram alir prosedur penelitian .....	15
3.2	Skema pengaturan jarak kamera dan posisi lampu.....	16
3.3	<i>Boxplot</i> .....	18
4.1	Sampel buah belimbing setiap kelas mutu.....	22
4.2	Tampilan program pemutuan buah belimbing manis .....	23
4.3	Grafik sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan <i>background</i> .....	25
4.4	Hasil operasi <i>thresholding background</i> .....	26
4.5	Sebaran nilai RGB pembentuk obyek dan area cacat.....	27
4.6	Hasil operasi <i>thresholding</i> area cacat .....	27
4.7	Hasil operasi <i>thresholding</i> dan perhitungan area.....	28
4.8	Penentuan tinggi buah.....	28
4.9	Penentuan lebar buah.....	29
4.10	Penentuan perimeter buah.....	29
4.11	Penentuan area cacat.....	30
4.12	Tampilan <i>file text</i> .....	30
4.13	<i>Boxplot</i> variabel mutu area .....	31
4.14	<i>Boxplot</i> variabel mutu tinggi .....	32
4.15	<i>Boxplot</i> variabel mutu lebar.....	34
4.16	<i>Boxplot</i> variabel mutu perimeter .....	35
4.17	<i>Boxplot</i> variabel mutu cacat.....	36
4.18	<i>Boxplot</i> variabel mutu indeks warna merah.....	37
4.19	<i>Boxplot</i> variabel mutu indeks warna hijau.....	38
4.20	<i>Boxplot</i> variabel mutu indeks warna biru .....	39
4.21	Kurva MSE pada variasi J1, J2, J3, J4, J5, J6 .....	40
4.22	Tampilan program pemutuan buah belimbing manis .....	45

**DAFTAR LAMPIRAN**

1. Tabel Sebaran Warna .....	51
2. Variasi Arsitektur <i>Backpropagation</i> .....	53
3. Bobot Awal JST .....	57
4. Bobot akhir JST Variasi Terbaik .....	61





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Menurut Soenardjono (2004), belimbing merupakan salah satu buah yang banyak tumbuh di daerah tropis khususnya di Indonesia. Buah ini dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 5-12 meter. Belimbing merupakan buah yang cukup populer dan banyak digemari masyarakat selain karena rasanya juga karena kandungan gizi serta vitaminnya yang tinggi. Belimbing juga disebut sebagai buah pemberi kesegaran karena mengandung kandungan air yang cukup tinggi. Selain itu belimbing juga merupakan buah yang tidak cepat mengalami pembusukan setelah dipanen dan dapat bertahan cukup lama meskipun tidak disimpan dalam lemari pendingin. Hal ini karena buah belimbing bukan termasuk ke dalam golongan buah klimaterik.

Menurut Maghfiroh (2011), belimbing termasuk golongan buah non-klimaterik, pola respirasi buah tersebut berbeda dengan buah-buahan klimaterik, karena setelah dipanen CO<sub>2</sub> yang dihasilkan tidak terus meningkat tetapi terus menurun perlahan-lahan, sehingga buah non klimaterik harus dipanen setelah matang dipohon dan untuk mendapat kualitas buah yang baik, buah dipanen setelah masak penuh. Selain waktu pemanenan yang tepat, untuk menjaga agar kualitas buah belimbing dan nilai ekonomisnya tidak turun adalah dengan melakukan penanganan pasca panen yang baik.

Salah satu bentuk upaya penanganan pasca panen buah belimbing yang sering dilakukan oleh petani adalah dengan melakukan proses sortasi dan pemutuan terlebih dahulu sebelum dilakukannya pengiriman atau penjualan. Sortasi merupakan aktivitas pemisahan yang bertujuan untuk memisahkan bahan baku *off grade* dari bahan baku yang layak untuk diproses/diolah, sedangkan pemutuan merupakan aktivitas mengelompokkan bahan baku/produk yang telah disortasi dan diolah ke dalam kelas-kelas atau kelompok tertentu berdasarkan karakteristik bahan yang digunakan sebagai faktor pemisah, sehingga masing-masing kelas seragam mutunya (Hariyadi dan Hartari, 2014).

Proses pemutuan yang dilakukan petani dan pedagang untuk buah belimbing di Indonesia umumnya masih menggunakan metode manual yaitu berdasarkan warna, ukuran, dan kerusakan. Metode ini dirasa belum cukup baik dikarenakan memiliki keterbatasan dari segi waktu maupun tenaga manusia, selain itu hal tersebut dapat menghasilkan produk dengan mutu sortasi yang kurang baik karena keragaman visual manusia, faktor kelelahan, dan perbedaan persepsi (penilaian manusia yang bersifat subjektif) tentang mutu dari produk yang bersangkutan. Berdasarkan hal tersebut maka perlu adanya metode lain yang dapat mengklasifikasikan buah belimbing lebih efektif dan efisien (Hendrawan dan Sumardi, 2005).

Salah satu pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian yang berkaitan dengan proses pemutuan tersebut adalah dengan menggunakan teknik pengolahan citra. Pengolahan citra merupakan bidang tersendiri yang mampu menangani data teks dan data citra berdasarkan sistem visual yang memiliki tingkat akurasi jauh lebih tinggi dari visual manusia (Ahmad, 2005)

Menurut Soedibyo (2006:2), pengolahan citra menggunakan sistem visual berdasarkan sensor elektro-optika mempunyai kemampuan yang lebih peka, tepat, dan obyektif daripada kemampuan visual manusia. Pengolahan citra mampu menyediakan sifat-sifat citra secara kuantitatif (variabel mutu citra) yang dibutuhkan sebagai *input* pengenalan pola. Namun, untuk meningkatkan keakuratan dalam penentuan mutu buah belimbing perlu adanya metode pendukung yaitu jaringan syaraf tiruan (JST). JST adalah sebuah konsep yang meniru cara kerja jaringan syaraf pada otak manusia dan dapat dilatih untuk mempelajari sesuatu. Menurut Wiharja dan Harjoko (2014), keuntungan dari metode JST adalah dapat membangun fungsi non linier dan hanya memerlukan data masukan dan keluaran tanpa mengetahui dengan jelas proses dalam jaringan. Hal ini cocok diterapkan pada data citra. Dengan adanya penggabungan kedua metode tersebut maka diharapkan hasil identifikasi dan tingkat akurasi data akan lebih baik

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah hubungan antara variabel mutu buah belimbing dengan variabel mutu citra?
2. Bagaimana cara penyusunan program pengolahan citra untuk pemutuan buah belimbing?
3. Bagaimana pemilihan variabel mutu buah belimbing untuk *input* jaringan syaraf tiruan (JST)?
4. Bagaimana tingkat akurasi program dalam menentukan pemutuan buah belimbing?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan hubungan antara variabel mutu buah belimbing dengan variabel mutu citra;
2. Menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah belimbing;
3. Menentukan variabel mutu buah belimbing untuk *input* jaringan syaraf tiruan;
4. Menentukan tingkat akurasi program tersebut dalam melakukan pemutuan buah belimbing.

## 1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagi civitas akademik dapat digunakan sebagai bahan referensi dan pengembangan untuk penelitian yang akan datang;
2. Bagi instansi dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk melakukan pemutuan buah khususnya belimbing agar lebih akurat dan efisien;
3. Bagi masyarakat dapat digunakan sebagai patokan dalam melakukan proses pemutuan buah belimbing.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Belimbing

Menurut Soenardjono (2004), belimbing merupakan buah yang banyak terdapat di daerah tropis dan cukup populer di masyarakat, memiliki rasa yang segar dan harga yang tergolong murah. Meskipun mengandung bahan yang memberikan rasa kelat pada pangkal lidah sewaktu dimakan, belimbing tetap dijadikan pilihan konsumen. Bahkan belimbing disebut sebagai buah pemberi kesegaran karena mengandung kandungan air yang cukup tinggi. Oleh sebab itu perdagangan buah belimbing sampai sekarang tetap diminati.

Menurut Soenardjono (2004), susunan taksonomi dari belimbing adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyte
Sub-divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Oxalidales
Family	: Oxalidaceae
Genus	: <i>Averrhoa</i> dan <i>Oxalis</i>
Spesies	: <i>Averrhoa carambola</i> . L ( belimbing manis ) <i>Averrhoa bilimbi</i> . L ( belimbing wuluh )

### 2.2 Morfologi Buah Belimbing

Struktur morfologi tanaman belimbing manis terdiri atas akar, batang, cabang, ranting, bunga, buah dan biji. Perakaran tanaman belimbing manis cukup dalam dan menyebar kesegala arah. Batangnya berkayu keras, tidak teratur, memiliki garis tengah antara 20-35 cm, tajuk pohonnya rendah, kulit batang licin (halus) dan berwarna cokelat keabu-abuan atau kelabu tua. Tinggi tanaman antara 5–12 meter, memiliki cabang dan ranting yang banyak, tumbuhnya menyudut (*angular*). Daunnya termasuk dalam daun majemuk. Tangkai daunnya pendek, pangkal daun agak besar pada bagian atasnya. Panjang tangkai daun sekitar 18

cm, pada setiap tangkai daun terdapat 1-2 anak daun yang letaknya selang seling secara berlawanan. Anak daun panjangnya sekitar 1,5–9 cm, lebar 1–4,5 cm, berbentuk lonjong, bagian pangkalnya bulat dan ujungnya runcing (Rukmana, 2006).

Bunga belimbing manis memiliki 5 helai daun bunga (*sepala*), berbentuk bujur telur memanjang dengan buku pendek bergabung dalam satu kuncup. Bunga mempunyai 4-5 tangkai putik (*stylus*) sepanjang 0,2 cm yang mempunyai beberapa rambut panjang. Letak daun bunga tegak, pada bagian pangkalnya lepas, dan pada bagian agak tengah menyatu (berdekatan). Kepala sari (*anthera*) berwarna putih kekuningan, ukurannya kecil dan terdiri dari dua ruang. Bakal buah (*ovarium*) berwarna putih kehijauan, beralur, terdiri dari lima bagian, dan berbulu sepanjang tepinya. Memiliki panjang antara 0,15–0,22 cm, memiliki 2-4 bakal biji (*ovule*) dalam tiap ruang, dan berwarna hijau muda. Buah belimbing manis berupa buah buni, berbentuk lonjong dengan 5 rusuk (belimbingan) yang tajam, mengilap, dan berlilin. Ukuran buah memiliki panjang mencapai 15 cm, berdiameter 8-12 cm, dan beratnya berkisar 200–500 gram. Setiap buah mengandung 8–10 biji yang terletak pada pangkal buah. Biji belimbing manis berbentuk pipih lonjong dengan ujung runcing, panjangnya 0,7–1,2 cm, testanya berwarna coklat muda mengilap dan tipis (Rukmana, 2006).

### 2.3 Standar Mutu Buah Belimbing

Kriteria mutu belimbing manis dalam SNI 4491:2009 dibedakan menjadi tiga kelas mutu.

a. Kelas A

Belimbing bermutu paling baik (super) yaitu bebas dari cacat kecuali cacat sangat kecil pada permukaan.

b. Kelas B

Belimbing bermutu baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut:

- sedikit kelainan pada bentuk;
- cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis;

lainnya;

- cacat tersebut tidak mempengaruhi daging buah;
- total area yang cacat tidak lebih dari 5 % dari luas total seluruh permukaan buah.

c. Kelas C

Belimbing bermutu baik, dengan cacat yang diperbolehkan sebagai berikut:

- kelainan pada bentuk;
- cacat sedikit pada kulit seperti lecet, tergores atau kerusakan mekanis lainnya;
- cacat tersebut tidak mempengaruhi daging buah;
- total area yang cacat tidak lebih dari 10 % dari luas total seluruh permukaan buah (Badan Standar Nasional, 2009).

Berikut merupakan kode ukuran belimbing manis berdasarkan bobot dalam SNI 4491:2009 disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kode ukuran belimbing berdasarkan bobot

Kode Ukuran	Bobot (Gram)
1	< 330
2	251 - 330
3	201 - 250
4	100 - 200

Sumber : Badan Standar Nasional (2009)

## 2.4 Citra Digital

Pengolahan citra merupakan proses mengamati dan menganalisa suatu obyek tanpa adanya hubungan langsung dengan objek tersebut. Pengolahan citra termasuk bagian dalam mesin visual karena untuk menghasilkan keluaran selain citra, informasi dari citra yang ditangkap oleh kamera juga perlu diolah dan dipertajamkan pada bagian-bagian tertentu. Untuk mendapatkan informasi yang baik maka dibutuhkan manusia untuk memperbaiki serta menyusun algoritmanya yang meliputi penajaman citra, penonjolan fitur tertentu dari suatu citra, kompresi citra dan koreksi citra yang tidak fokus atau kabur (Ahmad, 2005).

Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (*pixel* atau *picture element*) yang berarti elemen citra. Umumnya citra dibentuk dari kotak-kotak persegi empat yang teratur sehingga jarak horizontal dan vertikal antar piksel sama pada seluruh bagian citra. Lokasi piksel ditunjukkan oleh koordinat (0,0) untuk posisi kiri atas dan koordinat (m-1,n-1) untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran  $m \times n$  piksel. Untuk menunjukkan tingkat pencahayaan suatu piksel, seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan lebarselang nilai 0-255, dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih dan tingkat abu-abu berada di antara nilai-nilai 0 dan 255 (Ahmad, 2005).

## 2.5 Pengolahan Warna

Model warna adalah model yang formal untuk mendefinisikan dan menampilkan warna-warna pada monitor komputer dan televisi. Para ahli telah mengembangkan berbagai macam model warna seperti model RGB, model CMY (K), dan HSI (Ahmad, 2005).

Menurut Ahmad (2005), cara yang mudah untuk menghitung nilai warna dan menafsirkan hasilnya dalam model warna RGB adalah dengan melakukan normalisasi terhadap ketiga komponen warna tersebut. Normalisasi penting dilakukan terutama bila sejumlah citra ditangkap dengan penerangan yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tiap komponen warna pokok yang telah dinormalisasi akan menghilangkan pengaruh penerangan. Notasi untuk normalisasi sinyal warna adalah indeks warna merah (R), indeks warna hijau (G), dan indeks warna biru (B), persamaan normalisasinya adalah sebagai berikut:

$$R = \frac{R}{R+G+B}, \quad G = \frac{G}{R+G+B}, \quad B = \frac{B}{R+G+B} \dots \dots \dots (2.1)$$

## 2.6 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah pembagian citra menjadi beberapa daerah, berdasarkan sifat-sifat tertentu dari citra yang dapat dijadikan pembeda. Teknik sederhana untuk memisahkan beberapa obyek dalam citra dapat dilakukan dengan binerisasi melalui proses *thresholding*, yang menghasilkan citra biner. Citra biner

adalah citra yang hanya memiliki dua macam intensitas (hitam dan putih), sehingga dapat memisahkan daerah (region) dan latar belakang dengan tegas (Ahmad, 2005).

## 2.7 Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Siang (2005), Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi (otak manusia).

JST terdiri atas beberapa neuron yang saling berhubungan seperti otak manusia. Neuron akan mentransformasikan informasi yang diterima melalui sambungan keluaranya menuju neuron lain. Pada jaringan syaraf tiruan, hubungan ini dikenal dengan nama bobot. Informasi tersebut disimpan pada suatu nilai tertentu pada bobot tersebut. *Input* (informasi) akan dikirim ke neuron dengan bobot kedatangan tertentu dan diproses oleh suatu fungsi perambatan yang akan menjumlahkan nilai-nilai semua bobot yang datang. Hasil penjumlahan akan dibandingkan dengan suatu nilai ambang (*threshold*) melalui fungsi aktivasi setiap neuron (Kusumadewi dan Hartati, 2006)

Pada JST, neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut lapisan neuron (*neuron layers*). Neuron dalam satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan sebelum dan sesudahnya (kecuali lapisan *input* dan *output*). Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan lapisan ke lapisan mulai dari lapisan *input* hingga *output* melalui lapisan lainnya, yang dikenal dengan lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Rambatan informasi bergantung pada algoritma pembelajarannya. Adakalanya jaringan syaraf tidak mampu mengakomodasi informasi yang ada melalui data-data *input* maupun melalui bobot-bobotnya. Untuk mengakomodasi hal tersebut, maka biasanya pada JST ditambahkan bias yang senantiasa bernilai 1 (Kusumadewi dan Hartati, 2006:61).



## 2.8 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006), terdapat 3 macam arsitektur JST antara lain sebagai berikut.

a. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*)

Jaringan ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot yang terhubung. Jaringan ini hanya menerima masukan, kemudian secara langsung diolah menjadi keluaran tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.

b. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer net*)

Jaringan yang memiliki satu atau lebih lapisan yang letaknya diantara lapisan masukan dan lapisan keluaran. Jaringan dengan arsitektur ini lebih baik jika dibandingkan dengan jaringan lapisan tunggal dalam menyelesaikan suatu permasalahan, namun dengan pembelajaran yang lebih rumit.

c. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*)

Pada jaringan ini memiliki bentuk arsitektur yang berbeda, dimana antar neuron dapat saling dihubungkan.

## 2.9 Fungsi Aktivasi

Berikut beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam JST.

1. Fungsi sigmoid biner

Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006:69), fungsi ini digunakan untuk jaringan syaraf yang menggunakan metode *backpropagation*. Fungsi sigmoid biner memiliki nilai range 0 sampai 1, sehingga fungsi ini sering digunakan untuk jaringan syaraf yang membutuhkan nilai *output* pada interval 0 sampai 1. Fungsi ini juga dapat digunakan oleh jaringan syaraf yang nilai *output*nya 0 atau 1. Berikut ini persamaan fungsi sigmoid biner:

$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-\sigma x}} \dots \dots \dots (2.2)$$

2. Fungsi sigmoid bipolar

Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006:70), fungsi sigmoid bipolar hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja *output* dari fungsi ini

memiliki range antara 1 sampai -1. Berikut ini persamaanya fungsi sigmoid bipolar:

$$y = f(x) = \frac{1-e^{-2x}}{1+e^{-2x}} \dots \dots \dots (2.3)$$

### 2.10 *Backpropagation*

*Backpropagation* merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh jaringan dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot bobot yang terhubung dengan neuron-neuron yang ada pada lapisan tersembunyinya. Algoritma *backpropagation* menggunakan error *output* untuk mengubah nilai-nilai bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan error ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (Kusumadewi dan Hartati, 2006).

Pelatihan *backpropagation* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi (Fauji, 2012).

### 2.11 *Confusion matrix*

*Confusion matrix* merupakan tabel yang terdiri atas banyaknya baris data uji yang diprediksi benar atau tidak benar oleh suatu model klasifikasi. Tabel ini diperlukan untuk menentukan kinerja suatu model klasifikasi. Di bidang kecerdasan buatan *confusion matrix* merupakan tabel yang secara spesifik menunjukkan visualisasi kinerja dari suatu algoritma, terutama pada pelatihan terawasi. Tabel 2.1 berikut menggambarkan *confusion matrix* dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris (Soedibyo, 2012:56).

Tabel 2.1 *Confusion matrix*

Kelas Mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi
	Super	A	B	RJ			
Super	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	$\sum x_{1j}$	$\frac{x_{11}}{\sum x_{1j}}$	$\frac{\sum x_{1j} - x_{11}}{\sum x_{1j}}$
A	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	$\sum x_{2j}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{2j}}$	$\frac{\sum x_{2j} - x_{22}}{\sum x_{2j}}$
B	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	$\sum x_{3j}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{3j}}$	$\frac{\sum x_{3j} - x_{33}}{\sum x_{3j}}$
RJ	$x_{41}$	$x_{42}$	$x_{43}$	$x_{44}$	$\sum x_{4j}$	$\frac{x_{44}}{\sum x_{4j}}$	$\frac{\sum x_{4j} - x_{44}}{\sum x_{4j}}$
Total kolom	$\sum x_{i1}$	$\sum x_{i2}$	$\sum x_{i3}$	$\sum x_{i4}$	$\sum x_{ij}$		
Akurasi user	$\frac{x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{x_{33}}{\sum x_{i3}}$	$\frac{x_{44}}{\sum x_{i4}}$			
Kesalahan komisi	$\frac{\sum x_{i1} - x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{\sum x_{i2} - x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{\sum x_{i3} - x_{33}}{\sum x_{i3}}$	$\frac{\sum x_{i4} - x_{44}}{\sum x_{i4}}$			

Sumber: NRCan dalam Soedibyo (2012:56).

$$Akurasi\ total = \frac{x_{11}+x_{22}+x_{33}+x_{44}}{\sum x_{ij}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Menurut Soedibyo (2012:56-57), kolom pada matriks menunjukkan kelas hasil prediksi dan barisnya menunjukkan kelas aktual. Setiap sel pada bidang diagonal mewakili jumlah anggota yang diprediksi benar oleh JST, sehingga jumlah diagonal menunjukkan jumlah anggota yang diprediksi benar oleh JST.

Berikut terminologi pada *confusion matrix*.

1. Akurasi produksi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu baris. Ukuran ini menyatakan seberapa baik pekerjaan analisis pada saat menghasilkan peta klasifikasi.
2. Akurasi user (dinyatakan dalam persen) menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk kelas-kelas dalam satu kolom. Ukuran ini menyatakan

peta probabilitas user dimana anggota-anggota pada peta klasifikasi telah ditepatkan pada posisi yang benar pada proses klasifikasi.

3. Kesalahan omisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dikecualikan dari suatu kelas tertentu.
4. Kesalahan komisi (dinyatakan dalam persen) menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dimasukkan dalam suatu kelas tertentu, yang sebenarnya anggota tersebut masuk dalam kelas yang lain.

### 2.12 Penelitian Terdahulu

Menurut Wiharja dan Harjoko (2014), Saad *et al.* (2009) melakukan penelitian untuk mengembangkan teknik klasifikasi kematangan pisang ke dalam 3 kategori, yaitu belum matang, matang dan terlalu matang yang secara sistematis berdasarkan komponen nilai histogram RGB. Sistem tersebut memerlukan proses pengumpulan sampel dengan tingkat kematangan yang berbeda, pengolahan citra dan klasifikasi citra dengan jaringan saraf tiruan. Sampel yang berjumlah 32 buah digunakan sebagai pelatihan untuk jaringan saraf tiruan. Kemudian 28 citra lainnya digunakan untuk mengetes apakah metode ini berjalan baik atau tidak. Dari hasil diperoleh bahwa jaringan saraf tiruan dapat mengklasifikasikan kematangan pisang. Dari 28 citra, sistem ini dapat mengklasifikasikan 25 citra dengan benar.

Penelitian untuk menentukan mutu edamame menggunakan algoritma pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan telah dilakukan dengan hasil validasi program sebesar 81,4%. Sampel yang digunakan sebanyak 2500 polong edamame segar yang digolongkan pada empat kelas mutunya, yaitu SQ (*standart quality*), SG (*second grade*), TG (*third grade*), dan RJ (*reject*). Berdasarkan pengolahan citra edamame diperoleh enam variabel mutu, yaitu panjang polong, area polong, perimeter, area cacat, indeks R (r), dan indeks G (g). Keenam variabel tersebut akan digunakan sebagai input pada JST yang selanjutnya dikembangkan enam variasi untuk pelatihan JST (2000 data). Bobot dari pelatihan JST terbaik digunakan sebagai propagasi maju untuk menduga kelas mutu data testing (500 data), kemudian diintegrasikan pada program pengolah citra edamame, sehingga

program dapat menduga kelas mutu edamame secara otomatis. Dari hasil penelitian diketahui variasi terbaik JST adalah karakteristik 20 lapisan tersembunyi dan metode normalisasi *input* dengan rata-rata nol dan standar deviasi satu (Soedibyo, 2006:43-65).



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai pada bulan September 2018 sampai dengan Februari 2014, bertempat di laboratorium Instrumentasi Gedung Workshop, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

### 3.2 Alat dan Bahan

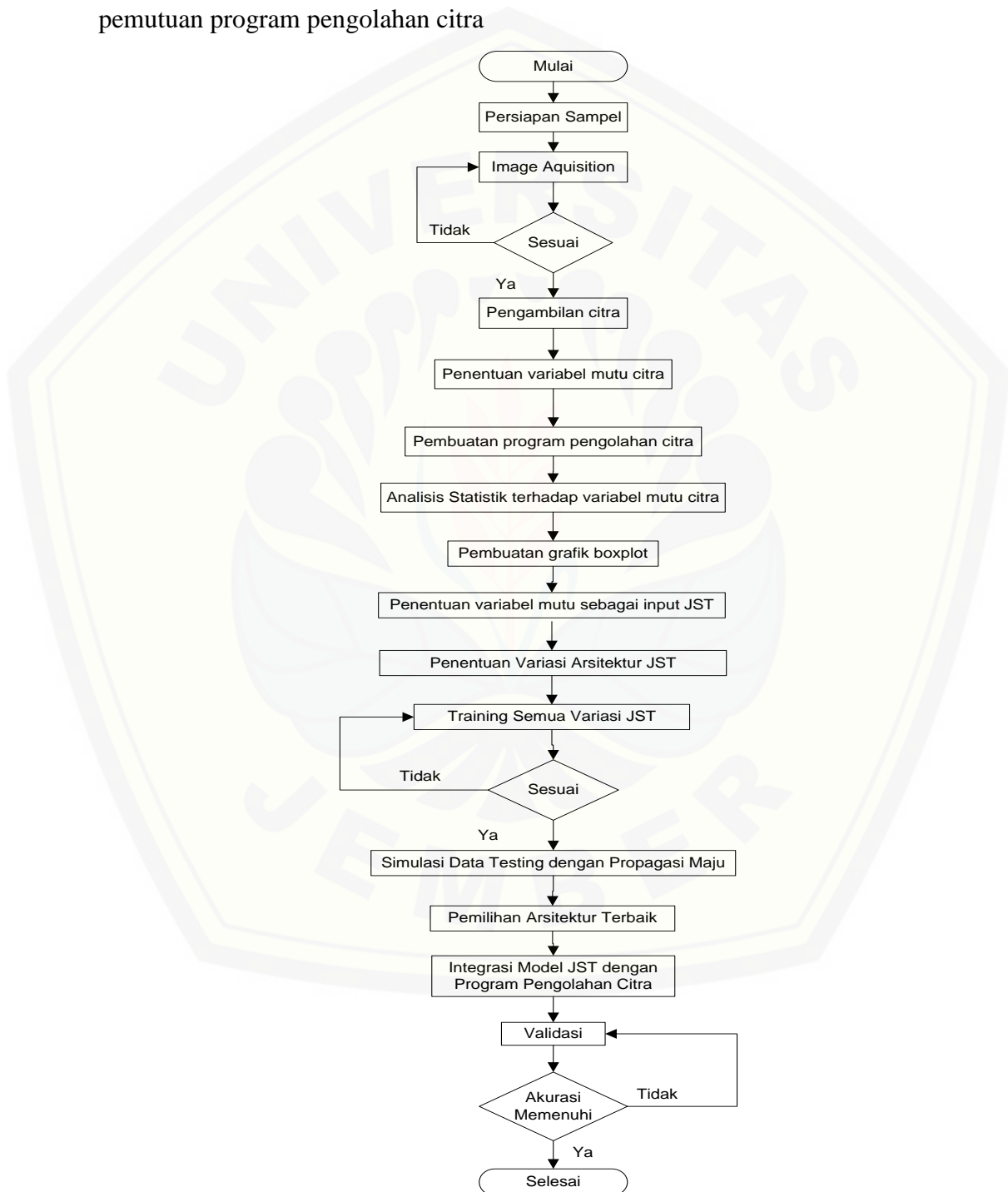
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Perangkat komputer untuk mengolah data citra dan membuat program;
- b. Program *SharpDevelop 4.2* sebagai perangkat lunak pembuatan program pengolahan citra;
- c. Program *Jasc Paint Shop Pro* sebagai perangkat lunak analisis nilai RGB
- d. Program *Mathlab* versi R2014b dari *The Math Works, Inc* sebagai perangkat lunak pembuatan algoritma JST;
- e. Program *Excel* dari *Microsoft Corp* untuk perangkat lunak analisis statistik dan JST;
- f. Kamera CCD (*Charge Coupled Device*) digital DFK 31BUO4.H dari *The Imaging Source* sebagai alat pengambil citra;
- g. 4 buah Lampu TL 15 Watt sebagai pencahayaan;
- h. Kain sebagai latar pengambilan gambar.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah belimbing manis dengan kelas mutu A, B, C, dan mutu *Reject* yang diperoleh dari petani di Desa Tamansari, Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. Jumlah sampel yang digunakan adalah 40 buah per kelas mutu (A, B, C, dan *Reject*), serta untuk proses validasi 40 buah. Total sampel buah belimbing yang digunakan sebanyak 200 buah.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1. Penelitian dimulai dari persiapan data citra belimbing hingga proses validasi hasil pemutuan program pengolahan citra



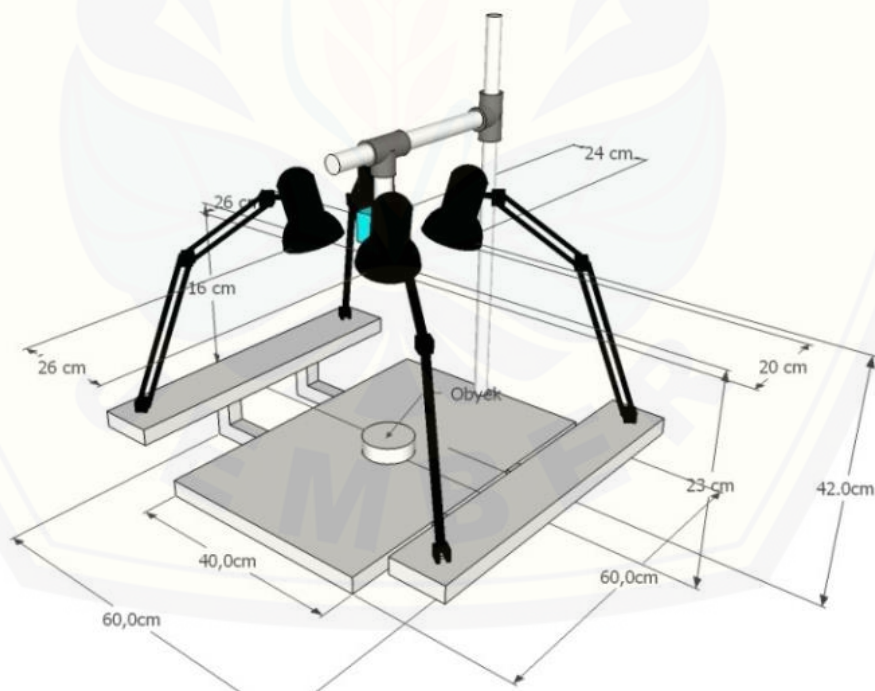
Gambar 3.1 Diagram alir prosedur penelitian

### 3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel buah belimbing diperoleh dengan cara membeli dari petani belimbing di Kabupaten Jember, Jawa Timur. Sampel kemudian dimutuk secara manual untuk memisahkan sampel kedalam empat kelas mutu, yaitu mutu A, mutu B, mutu C, dan mutu *Reject*.

### 3.3.2 Image Aquisition

Proses ini dilakukan dengan penentuan jarak kamera dan penentuan proses penyinaran hingga didapatkan hasil citra belimbing yang mendekati aslinya, sedikit timbul bayangan, dan tidak ada cahaya berlebih yang mempengaruhi warna obyek. Metode penentuan *image aquisition* adalah *trial and error*. Skema pengaturan jarak kamera dan posisi lampu dengan skala 1:1 dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Skema pengaturan jarak kamera dan posisi lampu



### 3.3.3 Pengambilan Citra

Pengambilan citra sampel dilakukan menggunakan perangkat meja pengambilan gambar dan kamera CCD. Metode pengambilan citra sampel dilakukan berdasarkan prosedur *image aquisition* yang telah dilakukan.

### 3.3.4 Penentuan Variable Mutu Citra

Kriteria mutu yang menentukan kualitas belimbing berdasarkan SNI 3211:2009 adalah warna, bentuk, ukuran, dan kerusakan. Pendugaan hubungan antara variabel mutu belimbing menurut SNI dan variabel mutu citra dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pendugaan hubungan antara variabel mutu belimbing manis menurut SNI dan variabel mutu citra

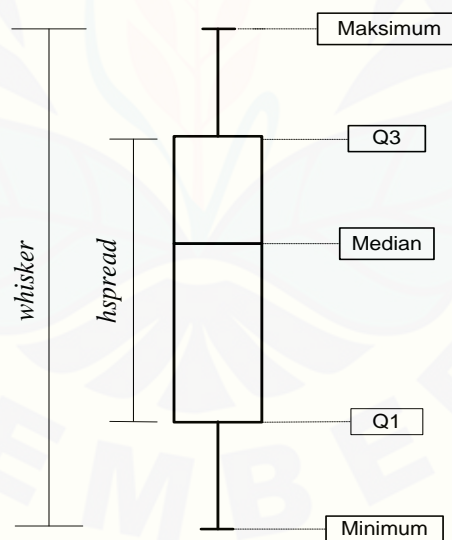
NO	Variabel mutu Belimbing	Variabel mutu citra	Uraian
1	Ukuran	Area, tinggi, dan lebar	Sifat ukuran memiliki korelasi dengan variabel mutu citra area, tinggi, dan lebar. Area, tinggi, dan lebar buah belimbing manis memiliki dimensi piksel
2	Warna	R, G, dan B	Variabel mutu pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit buah belimbing manis adalah indeks warna merah (R) , warna hijau (G) dan indeks warna biru (B),
3	Bentuk	Perimeter	Bentuk buah belimbing merupakan fungsi pada pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Perimeter dinyatakan dalam satuan piksel
4	Kerusakan	Area cacat	Variabel mutu citra yang cocok untuk merepresentasikan kerusakan buah belimbing adalah area cacat. Area cacat belimbing memiliki dimensi piksel

### 3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra

Program pengolahan citra bertujuan melakukan analisa citra untuk menentukan parameter mutu berupa indeks warna buah, perimeter, area, tinggi, lebar, dan area cacat. Hasil analisa citra dari program ini di sajikan dalam bentuk file teks.

### 3.3.6 Analisis Statistik terhadap Variabel Mutu Citra

Hasil ekstraksi warna buah, perimeter, area, tinggi, lebar, dan area cacat dari citra perlu dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi antara parameter mutu citra dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Ukuran statistik yang dipakai adalah rerata, standar deviasi, Q1 (kuartil pertama), median/ Q2 (kuartil kedua), Q3 (kuartil ketiga), nilai minimum dan nilai maksimum. Nilai-nilai parameter mutu yang telah ditabulasi, digambarkan dalam grafik *boxplot*. Berikut grafik *boxplot* ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Boxplot*

### 3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Variasi yang digunakan pada struktur JST adalah berdasarkan jumlah node lapisan tersembunyi. Dari variasi tersebut dianalisis karakteristiknya dan

dipilih variasi terbaik yang memberikan akurasi tertinggi. Berikut struktur variasi arsitektur JST yang digunakan dalam pelatihan disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur variasi arsitektur JST

Karakteristik	Spesifikasi
Arsitektur	
- Node lapisan <i>input</i>	Hasil normalisasi data variabel mutu citra menggunakan metode <i>minmax</i>
- Node lapisan tersembunyi	10 dan 15
- Node lapisan <i>output</i>	2 definisi target
Bobot awal	Nguyen-Widrow atau bilangan acak kecil
Fungsi aktivasi	Sigmoid bipolar ( <i>input-hidden</i> ) Sigmoid bipolar ( <i>hidden-output</i> )
Target MSE	<i>Trial and error</i>
Laju pembelajaran dan momentum	0.2 dan 0.8

### 3.3.8 Training Jaringan Syaraf Tiruan

Sumber data yang digunakan dalam analisis JST adalah data hasil pengolahan citra, yang dibagi dalam dua bagian yaitu 160 data training dan 40 data testing. Data training memiliki nilai target yang dibagi menjadi 4 kelas mutu yaitu Mutu A, Mutu B, Mutu C dan *Reject* (RJ). Masing-masing data memiliki parameter mutu berupa area buah, tinggi buah, lebar buah, perimeter, area cacat, indeks warna R, G, dan B. Variabel mutu yang memiliki korelasi tinggi dengan kriteria mutu akan digunakan sebagai node pada *input* JST.

### 3.3.9 Pengujian dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik

Propagasi maju dilakukan pada data testing menggunakan *input* yang dinormalisasikan. Nilai bobot yang telah dikoleksi pada training JST digunakan pada propagasi maju. Pasangan bilangan yang diperoleh (*output*) digunakan untuk mengidentifikasi kelas mutu belimbing. Fungsi yang diperoleh pada propagasi maju diintegrasikan dalam perangkat lunak pengolahan citra, sehingga perangkat lunak dapat mengidentifikasi kelas mutu belimbing. Berikut langkah-langkah pengerjaan propagasi maju.

- a. Nilai bobot hasil pelatihan JST yang telah dikoleksi digunakan pada propagasi maju dengan data *testing* yang telah dinormalisasi menggunakan fungsi simulasi pada *Matlab*.
- b. Bilangan *output* hasil propagasi maju diubah menjadi bilangan bipolar dengan cara pembulatan. Ketentuan pembulatan yaitu jika *output* lebih besar dari 0 maka dibulatkan menjadi 1, sedangkan jika *output* lebih kecil dari 0 maka dibulatkan menjadi -1.
- c. Hasil pembulatan pada propagasi maju berupa kelas mutu belimbing hasil pengujian dan dibandingkan dengan kelas mutu sebenarnya (target).
- d. Langkah a - c diulang untuk semua variasi JST yang dibuat.
- e. Variasi JST terbaik ditentukan berdasarkan variasi yang menghasilkan pendugaan hasil paling mendekati hasil sebenarnya. Validasi model JST dilakukan dengan persamaan:  
$$\text{Validasi (\%)} = \left(\frac{A}{B}\right) \times 100\%$$

Keterangan:  
A = jumlah hasil pendugaan yang sama dengan target (benar)  
B = jumlah data
- f. Hasil koleksi nilai bobot variasi JST terbaik diformulasikan menjadi fungsi propagasi maju.

### 3.3.10 Pembuatan Program Pemutuan

Program ini dibuat dengan cara mengintegrasikan bobot-bobot hasil pelatihan variasi JST terbaik dengan program pengolahan citra sehingga program dapat secara otomatis menduga kelas mutu berdasarkan nilai hasil pengolahan citra. Program ini menggunakan proses propagasi maju JST untuk pendugaan kelas mutu.

### 3.3.11 Validasi

Proses validasi dilakukan dengan cara menggunakan program pemutuan untuk menilai ketepatan prediksi kelas mutu yang dimiliki oleh 40 sampel yang telah khusus disiapkan untuk validasi. Hasil dari proses validasi ditampilkan dalam *confusion matrix*.



## BAB 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Variabel mutu buah memiliki korelasi dengan variabel mutu citra hal ini berdasarkan analisis dengan grafik *boxplot* yang menunjukkan bahwa sebaran data variabel mutu citra sesuai dengan kriteria mutu belimbing manis.
2. Program pemutuan buah belimbing disusun dari variabel - variabel citra yang digunakan sebagai *input* (JST), kemudian dibuat beberapa variasi arsitektur, hasil dari training variasi arsitektur (variasi terbaik) akan diintegrasikan ke dalam program pemutuan menggunakan *software Sharp Develop*
3. Variabel citra yang digunakan untuk *input* jaringan syaraf tiruan (JST) adalah variabel area, tinggi, lebar, perimeter, area cacat, R, G, dan B.
4. Hasil validasi JST menunjukkan bahwa program pemutuan belimbing manis memiliki tingkat akurasi total 85%. Akurasi produksi terendah terdapat pada pendugaan kelas mutu C sebesar 70%. Sementara akurasi produksi tertinggi ada pada pendugaan kelas mutu A sebesar 100%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penelitian selanjutnya perlu adanya penambahan jumlah sampel data *training*. Penambahan sampel perlu dilakukan agar jaringan dapat mengenali semua kelas mutu buah belimbing. JST yang dibangun dengan data yang beragam akan menciptakan jaringan yang handal dalam mengenali berbagai pola masukan. Selain itu teknik pencahayaan yang tepat juga perlu diperhitungkan untuk mendapatkan hasil pengambilan citra yang lebih baik lagi.

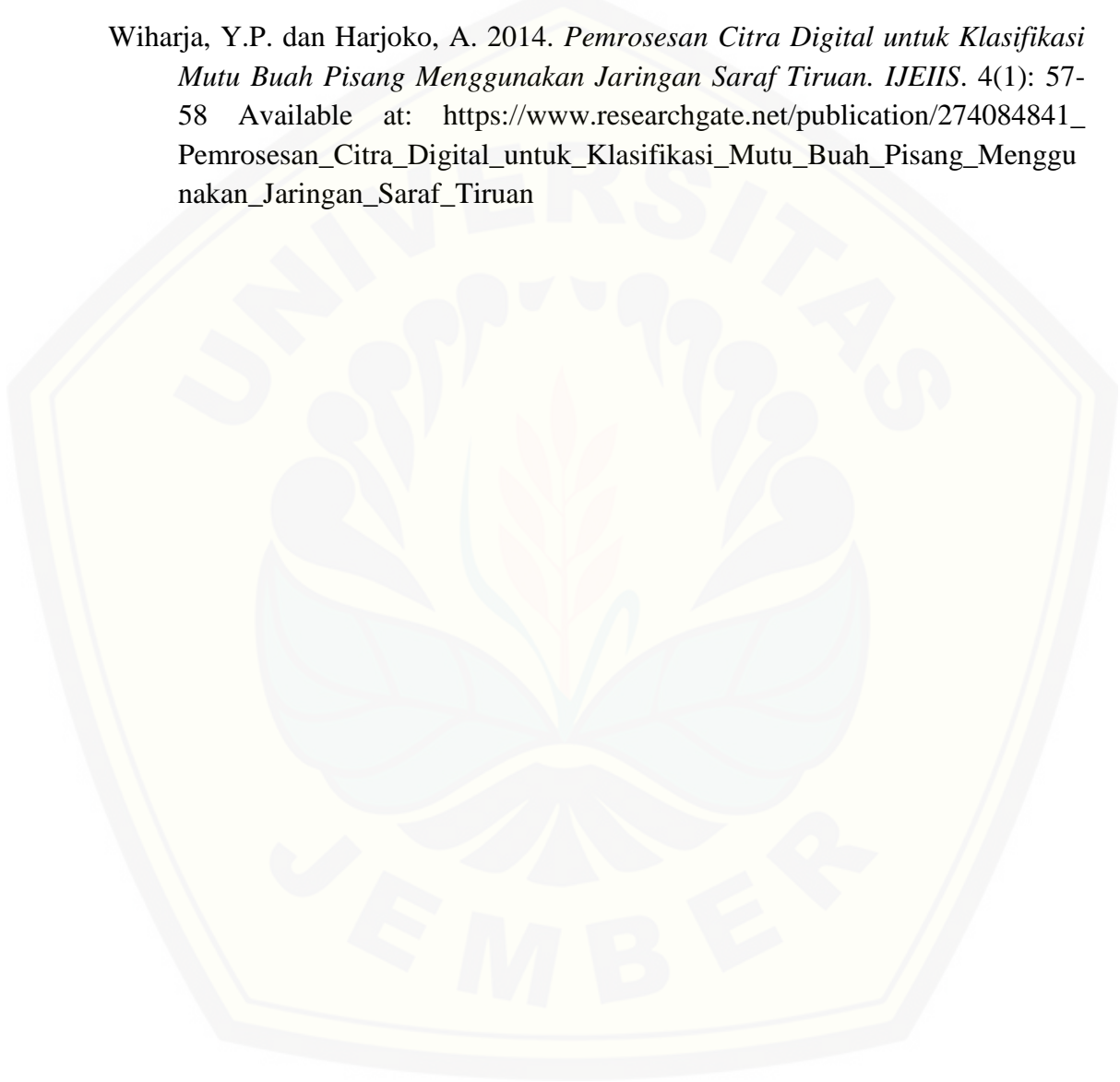
**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Belimbing SNI 4491*. Bogor: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Fauji, S. A. (2012) 'Analisis Fungsi Aktifasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mendeteksi Karakteristik Bentuk Gelombang Spektra Babi dan Sapi', 2(3). *Jurnal CAUCHY*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/284067406\\_Analisis\\_Fungsi\\_Aktivasi\\_Jaringan\\_Syaraf\\_Tiruan\\_untuk\\_Mendeteksi\\_Karakteristik\\_Bentuk\\_Gelombang\\_Spektra\\_Babi\\_dan\\_Sapi](https://www.researchgate.net/publication/284067406_Analisis_Fungsi_Aktivasi_Jaringan_Syaraf_Tiruan_untuk_Mendeteksi_Karakteristik_Bentuk_Gelombang_Spektra_Babi_dan_Sapi)
- Hariyadi, P. dan Hartari, A. 2014. *Pembersihan, Sortasi, dan Grading*. Available at: <http://repository.ut.ac.id/4647/1/PANG4322-M1.pdf>
- Hendrawan, S dan Sumardi, H.S. 2005. *Pengkajian Karakteristik Mutu Buah Belimbing Manis (Averrhoa Carambola L.) dengan Teknik Pengolahan Citra*. 6(2): 131-132. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Available at: <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/200/576>
- Kusumadewi, S dan S, Hartati. 2006. *NEURO FUZZY: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumaningsih, I. 2009. *Ekstraksi Ciri Warna, Bentuk, dan Tekstur Untuk Temu Kembali Citra Hewan*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Maghfiroh, A.F. (2011). *Penentuan Gejala Chilling Injury Belimbing (Averrhoa carambola L.) yang Disimpan pada Suhu Rendah*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Tim Instrumentasi. (Tanpa Tahun). *Langkah Langkah Pembuatan Program Pengolahan Citra*. Modul. Jember: Universitas Jember.
- Rukmana, R. 2006. *Belimbing Manis*. Semarang: Aneka Ilmu
- Siang, J. 2005. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi
- Soediby, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (Glycine Max (L) Merrill.) dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)*. Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).

Soediby, D. W. 2012. *Pengembangan Sistem Pemutuan Berbasis Pengolahan Citra dan Jaringan Syaraf Tiruan untuk Alat Sortasi Kopi Beras Tipe Konveyor Sabuk*. Tidak Diterbitkan. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).

Soenardjono, H. 2004. *Berkebun Belimbing Manis*. Jakarta: Penebar Swadaya

Wiharja, Y.P. dan Harjoko, A. 2014. *Pemrosesan Citra Digital untuk Klasifikasi Mutu Buah Pisang Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan*. *IJEIIS*. 4(1): 57-58 Available at: [https://www.researchgate.net/publication/274084841\\_Pemrosesan\\_Citra\\_Digital\\_untuk\\_Klasifikasi\\_Mutu\\_Buah\\_Pisang\\_Menggunakan\\_Jaringan\\_Saraf\\_Tiruan](https://www.researchgate.net/publication/274084841_Pemrosesan_Citra_Digital_untuk_Klasifikasi_Mutu_Buah_Pisang_Menggunakan_Jaringan_Saraf_Tiruan)





## LAMPIRAN

## 1. Tabel Sebaran Warna

a. Sebaran Nilai RGB Pembentuk Area Buah dan *Background*

NO	R		G		B	
	Buah	<i>Background</i>	Buah	<i>Background</i>	Buah	<i>Background</i>
1	92	80	0	136	140	139
2	55	63	0	128	136	137
3	144	135	14	159	158	143
4	194	189	51	114	116	152
5	79	111	0	120	128	161
6	146	168	33	110	115	157
7	50	79	0	151	159	182
8	51	76	16	155	163	164
9	66	77	7	121	129	152
10	100	132	13	155	157	168
11	133	177	60	129	139	151
12	199	185	57	165	166	181
13	224	223	64	107	111	133
14	223	223	80	121	119	155
15	178	160	33	158	165	170
16	81	106	3	158	165	170
17	61	64	0	92	90	126
18	155	183	28	129	127	163
19	73	63	27	126	131	173
20	68	86	25	139	141	177
21	62	88	22	123	123	143
22	76	71	0	109	112	142
23	76	89	6	112	123	150
24	115	146	30	122	130	157
25	132	168	40	119	125	162
26	63	79	3	112	110	146
27	222	227	80	138	142	141
28	187	181	16	117	125	169
29	101	88	0	146	150	172
30	44	63	0	127	126	154
31	70	72	0	140	148	175
32	132	131	0	166	159	181
33	67	95	0	154	158	184
34	151	180	29	163	164	179
35	60	63	0	149	153	175
36	192	193	22	155	161	174
37	178	203	47	120	131	155
38	213	208	70	111	122	149
39	195	184	60	128	132	158
40	66	87	0	131	138	169
41	122	154	10	147	147	170
42	98	113	18	151	162	189
43	62	94	0	169	169	189
44	231	217	65	131	137	150
45	151	165	33	12	112	132
46	77	98	0	102	100	136
47	72	91	0	100	103	133

48	86	114	2	122	126	152
49	169	192	33	122	124	160
50	107	115	0	152	153	168
Minimum	44	63	0	12	90	126
Maksimum	231	227	80	169	169	189

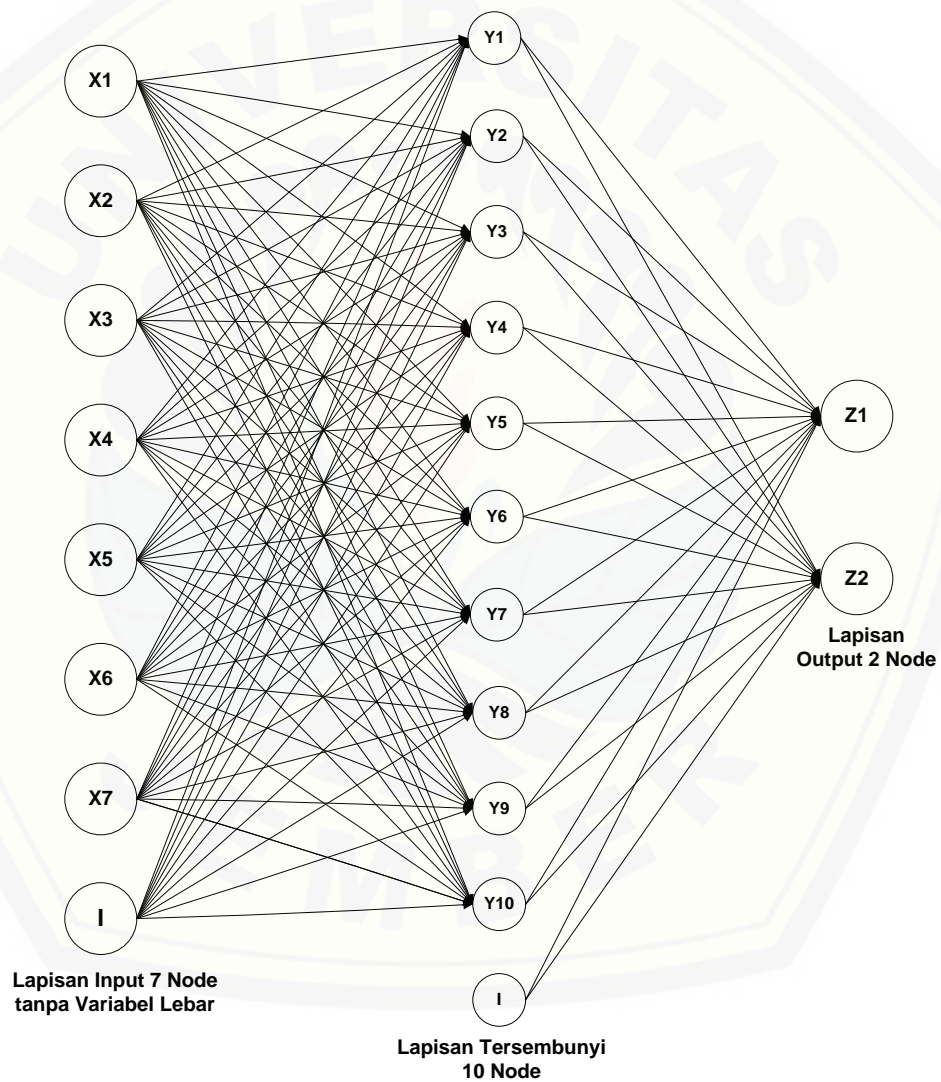
b. Sebaran Nilai RGB Pembentuk Buah dan area cacat

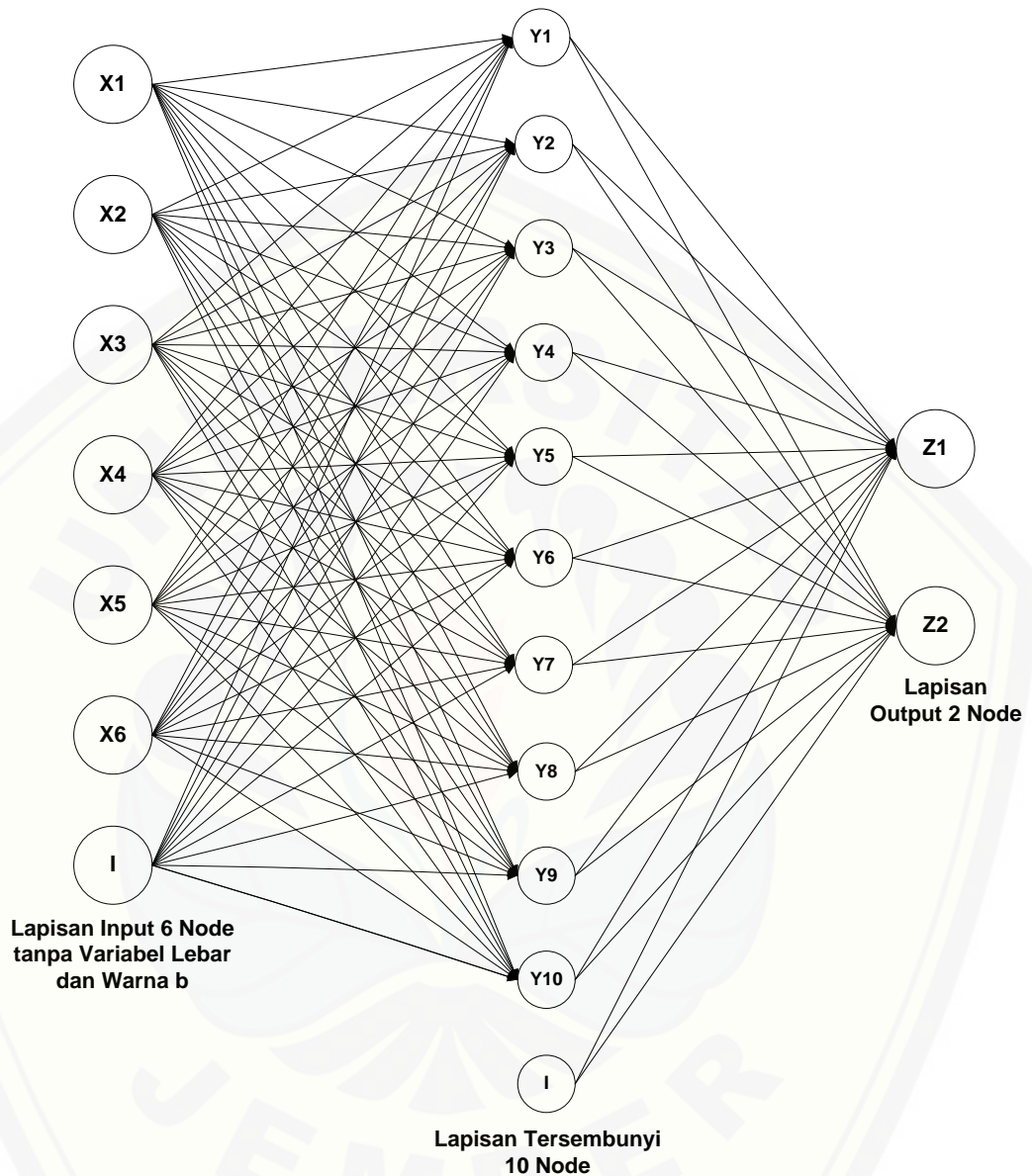
NO	R		G		B	
	Buah	Area Cacat	Buah	Area Cacat	Buah	Area Cacat
1	129	91	0	41	25	0
2	143	95	0	45	26	1
3	165	120	0	54	31	3
4	98	60	0	33	26	21
5	106	109	0	35	32	29
6	115	105	0	42	31	27
7	111	112	0	65	36	0
8	91	83	0	63	38	0
9	103	65	0	53	37	15
10	132	106	0	65	37	15
11	127	92	0	51	39	12
12	98	74	0	52	30	0
13	90	72	0	44	24	3
14	110	64	0	59	41	8
15	116	74	0	53	35	11
16	130	93	0	45	26	1
17	155	104	0	45	26	8
18	160	130	0	38	32	19
19	135	86	0	46	26	5
20	138	99	0	48	29	0
21	134	108	0	64	35	0
22	104	88	0	31	28	25
23	54	72	0	47	34	0
24	148	94	0	48	28	7
25	122	82	0	67	33	1
26	145	104	0	32	24	23
27	110	76	0	29	18	14
28	119	89	0	52	24	2
29	122	96	0	35	21	10
30	127	88	0	39	25	14
31	106	84	0	31	14	8
32	128	89	0	30	20	8
33	106	68	0	48	33	7
34	141	102	0	38	24	9
35	145	103	0	34	25	8
36	146	98	0	41	27	16
37	116	75	0	37	29	32
38	112	71	0	34	19	12
39	123	93	0	59	31	0
40	166	119	0	56	36	15
41	125	91	0	32	28	20
42	101	79	0	34	25	8
43	110	83	0	29	18	14
44	132	98	0	59	34	15
45	130	96	0	35	21	10

46	151	109	0	27	21	10
47	142	112	0	36	22	11
48	136	102	0	31	21	9
49	127	93	0	34	19	12
50	103	69	0	38	27	23
Minimum	54	60	0	27	14	0
Maksimum	166	130	0	67	41	32

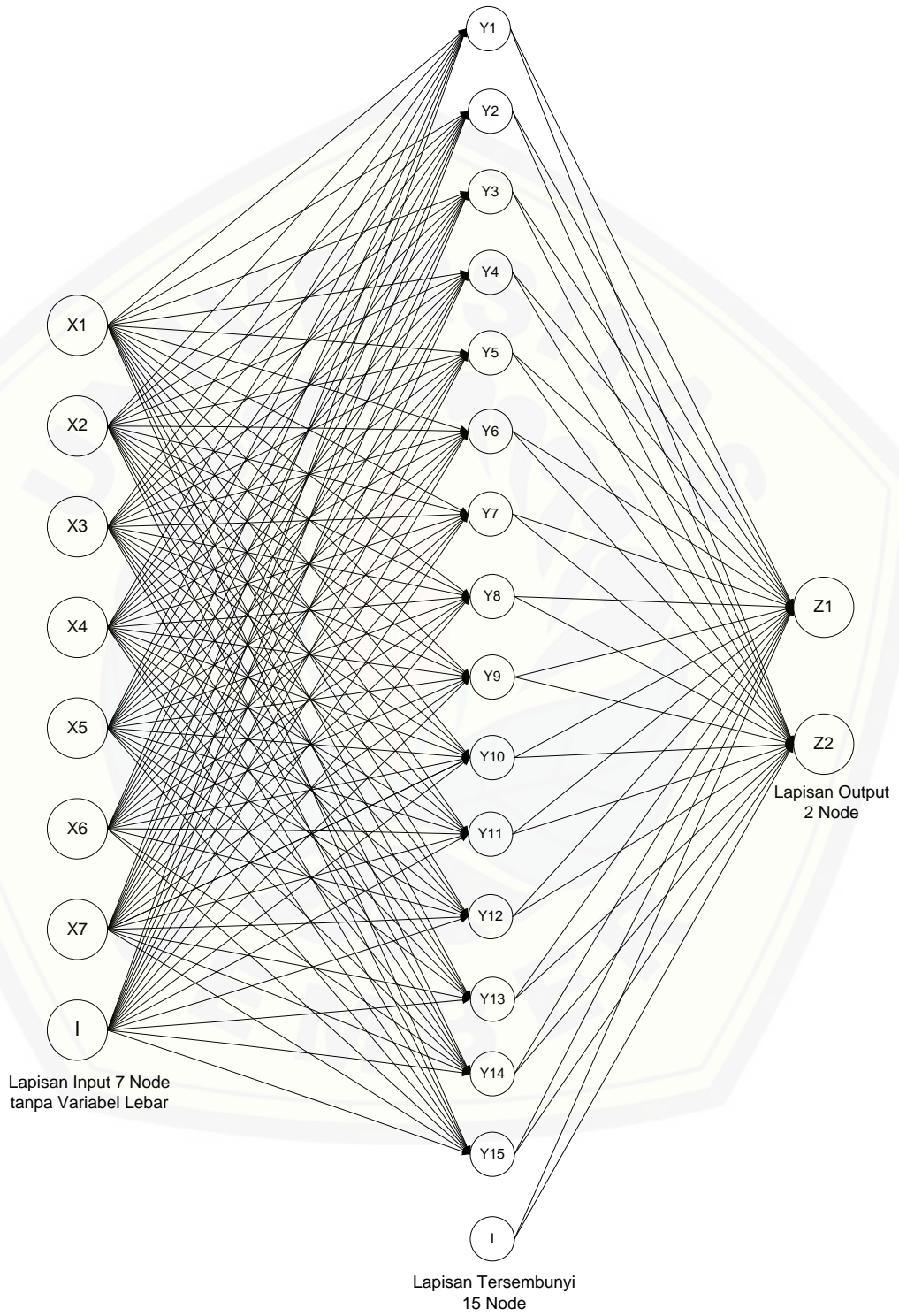
2. Variasi Arsitektur *Backpropagation*

a. Arsitektur *Backpropagation* variasi J1

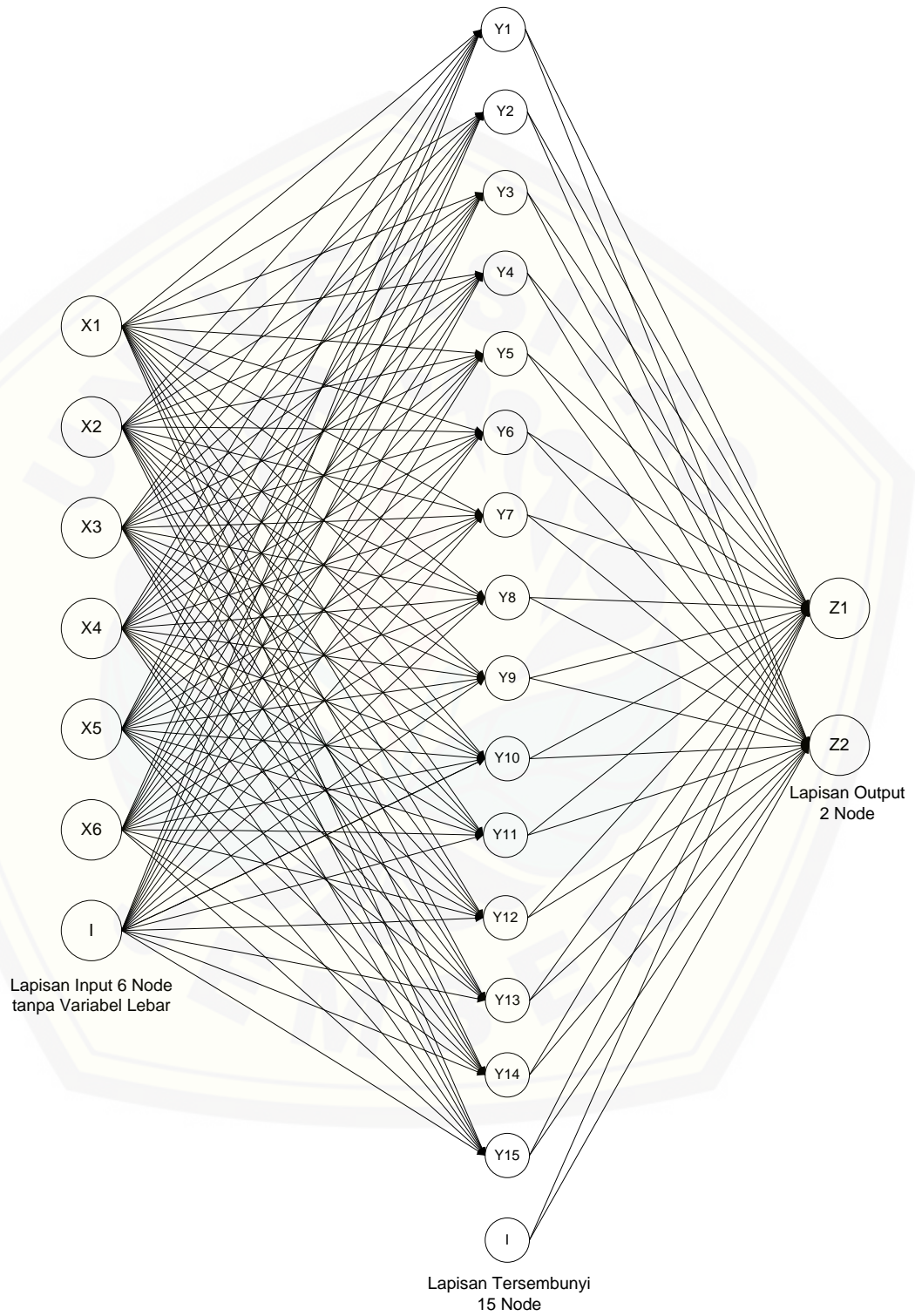


b. Arsitektur *Backpropagation* variasi J2

c. Arsitektur *Backpropagation* variasi J3



d. Arsitektur *Backpropagation* variasi J4



## 3. Bobot Awal JST

## a. Bobot Awal JST Variasi J1

i) Bobot Lapisan *Input* ke Lapisan Tersembunyi

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	b1
Z1	-0,4651	0,422107	0,313917	0,422425	0,336649	0,14734	-0,31631	-0,19867
Z2	-0,04583	-0,13245	0,278504	-0,14982	-0,16847	0,407655	-0,5753	-0,5485
Z3	-0,58479	-0,44851	-0,17631	-0,12416	-0,01219	0,090038	-0,42556	-0,40872
Z4	0,162634	0,298164	0,158606	0,229016	-0,35995	-0,45499	0,321817	0,559407
Z5	0,024668	-0,21539	0,491001	-0,32658	-0,09062	-0,57989	0,319315	0,323812
Z6	0,006065	0,246343	0,013388	0,553161	-0,54945	-0,40786	-0,09319	-0,31972
Z7	-0,49652	-0,05693	-0,57852	0,235518	-0,47027	-0,05574	0,057879	0,280172
Z8	-0,17503	-0,19663	0,324949	0,021706	0,117795	0,498441	-0,66618	0,254106
Z9	-0,3815	-0,38565	0,160329	-0,22927	-0,21096	0,555006	0,427146	-0,19626
Z10	0,662227	-0,29898	-0,21813	0,3539	-0,37755	0,064726	-0,17028	-0,26374

ii) Bobot Lapisan tersembunyi ke Lapisan *Output*

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Output</i>	
	Y1	Y2
Z1	0,384747	0,384747
Z2	0,591808	-0,77188
Z3	0,848831	0,474898
Z4	-0,74579	-0,62437
Z5	-0,36244	0,902596
Z6	-0,53452	-0,8126
Z7	-0,66284	-0,71182
Z8	-0,48871	-0,84095
Z9	0,772658	-0,5908
Z10	-0,15866	0,959618
B	-0,97265	-0,00026

## b. Bobot Awal JST Variasi J2

i) Bobot Lapisan *Input* ke Lapisan Tersembunyi

Node Lapisan tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>						
	X1	X2	X3	X4	X5	x6	b1
Z1	0,394283	-0,63886	0,004421	-0,10384	0,146401	0,161654	0,65856
Z2	-0,68579	0,416415	-0,02392	-0,55774	0,219007	-0,22813	-0,01735
Z3	-0,42871	-0,51705	-0,32621	0,216155	-0,48779	0,399813	0,231548
Z4	0,140087	0,073179	-0,11948	-0,66009	0,012184	0,678487	-0,34671
Z5	0,407195	-0,12337	-0,16626	0,014172	-0,39789	0,573555	-0,5996
Z6	-0,46612	0,405924	-0,41692	-0,51504	0,360949	0,044776	0,319779
Z7	-0,12445	-0,53896	-0,31935	0,547549	-0,43492	0,386246	-0,09785
Z8	-0,18059	0,037663	-0,34547	0,518659	-0,58204	-0,53336	-0,10027
Z9	-0,43799	-0,52453	-0,6057	0,359504	-0,0747	-0,15999	0,247819
Z10	-0,11209	0,262502	-0,55962	-0,15806	0,567198	-0,52632	-0,19319

ii) Bobot Lapisan Tersembunyi ke Lapisan *Output*

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Output</i>	
	Y1	Y2
Z1	0,419664	-0,93785
Z2	-0,21646	1,004399
Z3	0,963182	0,357707
Z4	-0,73814	-0,71472
Z5	0,887352	0,517957
Z6	0,821426	-0,6172
Z7	0,61884	0,820189
Z8	-0,83449	0,599414
Z9	-0,49249	0,901734
Z10	0,67346	-0,77597
B	-0,78121	0,667371



## c. Bobot Awal JST Variasi J3

i) Bobot Lapisan *Input* ke Lapisan Tersembunyi

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>							
	X1	X2	X3	X4	X5	x6	x7	b1
Z1	0,037017	0,408004	0,54938	0,132704	0,056903	-0,16143	0,413933	0,611828
Z2	0,272796	0,226171	0,437197	-0,39798	0,435919	0,230547	0,203779	-0,54994
Z3	0,353435	0,375174	0,380896	0,385275	-0,467	-0,11547	0,387835	0,348153
Z4	0,098109	0,395335	-0,50029	0,315492	0,463679	0,403089	0,222384	0,345784
Z5	0,077874	0,455042	0,054673	-0,57148	-0,64691	-0,03421	-0,23254	-0,21398
Z6	0,531653	-0,13717	-0,00456	0,578536	-0,16567	0,478951	0,411138	-0,01292
Z7	0,205452	-0,03176	-0,23463	0,660256	-0,34065	0,550376	0,038735	0,327987
Z8	0,031467	0,018322	-0,54024	-0,5919	0,067621	0,028465	-0,50517	0,397648
Z9	-0,0882	0,45975	-0,5118	-0,27836	-0,42515	-0,47774	0,228915	-0,2056
Z10	0,461703	-0,33347	0,392918	-0,57	-0,20654	0,211925	-0,10353	0,400364
Z11	0,121815	0,185915	0,186232	0,59475	-0,34155	-0,41071	-0,23693	-0,53193
Z12	0,527387	0,325992	0,00931	-0,23693	-0,18498	0,530836	-0,43571	-0,34024
Z13	0,618653	-0,38336	-0,50028	0,112567	-0,00715	-0,04091	-0,31401	-0,41142
Z14	0,087614	-0,17459	0,478918	0,40078	0,213486	-0,39174	-0,49595	0,434839
Z15	-0,27618	-0,18553	-0,62781	0,355114	-0,12903	-0,27271	0,161706	-0,56046

ii) Bobot Lapisan Tersembunyi ke Lapisan *Output*

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>	
	Y1	Y2
Z1	1,019324	-0,15237
Z2	0,666666	0,786
Z3	-0,91181	0,480458
Z4	0,769015	0,686189
Z5	0,091375	-1,02659
Z6	-0,95522	0,387031
Z7	-0,36543	-0,96369
Z8	-0,50886	0,896272
Z9	1,005582	0,225929
Z10	0,777475	0,676588
Z11	0,90559	-0,49208
Z12	-0,87256	0,548527
Z13	-0,00743	-1,03062
Z14	-0,88218	0,532922
Z15	0,301483	0,985569
b	-0,86015	-0,56779

## c. Bobot Awal JST Variasi J4

i) Bobot Lapisan *Input* ke Lapisan Tersembunyi

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>						
	X1	X2	X3	X4	X5	x6	b1
Z1	-0,489	-0,55543	0,056036	0,086406	0,557758	-0,56521	0,884408
Z2	-0,53257	0,030116	-0,00183	0,334729	-0,40417	0,55258	0,89164
Z3	-0,30187	0,445121	-0,45077	0,289335	-0,27642	-0,06163	0,731393
Z4	0,496511	-0,36021	-0,31132	0,562889	-0,25334	-0,2256	0,481313
Z5	-0,3608	-0,49472	-0,3209	0,309892	-0,59103	-0,16587	0,871487
Z6	-0,46757	-0,5659	0,615709	0,107634	0,244886	-0,09868	0,712485
Z7	0,555263	0,124982	0,65152	-0,54262	-0,28621	-0,08455	0,665778
Z8	0,304932	-0,05667	0,642403	-0,22547	-0,35692	0,574611	0,802456
Z9	0,488512	-0,58848	0,555	0,385672	0,318812	0,047279	0,618254
Z10	0,057807	0,811043	0,084746	-0,3375	0,146317	-0,02461	0,461467
Z11	-0,62133	-0,47123	0,306661	-0,39705	-0,17381	-0,56155	0,740218
Z12	-0,68789	-0,48331	0,315728	-0,20579	-0,38697	-0,20766	0,453567
Z13	0,573452	0,305159	-0,37048	-0,65225	-0,44041	-0,1537	0,776899
Z14	-0,05318	0,145561	0,469596	-0,46933	0,590493	-0,24914	0,85925
Z15	-0,67544	0,261422	0,59329	-0,19523	0,439888	-0,20259	0,794787

ii) Bobot Lapisan Tersembunyi ke Lapisan *Output*

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>	
	Y1	Y2
Z1	-0,10017	-1,09472
Z2	0,986559	0,484918
Z3	-0,87742	0,662253
Z4	-1,09879	-0,03335
Z5	-0,63282	0,898876
Z6	0,739328	-0,81353
Z7	-0,12201	-1,0925
Z8	0,750612	-0,80314
Z9	0,829502	-0,72137
Z10	0,200043	-1,08094
Z11	0,344401	-1,04395
Z12	-0,33404	1,047312
Z13	0,79866	-0,75537
Z14	0,80746	0,745957
Z15	0,320838	1,051431
b	0,834624	0,715434

## 4. Bobot akhir JST Variasi Terbaik

i) Bobot Lapisan *Input* ke Lapisan Tersembunyi

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Input</i>							
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	b1
Z1	0,743952	0,638785	0,702115	0,377926	0,302006	0,106828	0,032676	-0,91095
Z2	6,711003	-4,0988	3,501241	-3,9708	-0,02393	0,07498	0,399975	-3,84242
Z3	1,480389	-0,47478	-1,99035	-1,56433	-1,24188	1,497597	-1,55178	-2,18815
Z4	-2,03088	-1,05434	-1,69088	4,866396	1,218232	-2,27122	1,867565	3,11649
Z5	0,782782	-0,25013	1,347138	-4,42905	2,252501	-2,95512	0,496237	-1,09501
Z6	-2,17208	1,042979	-0,94952	5,351884	-0,86699	0,80542	-4,73785	0,392726
Z7	-3,16005	-1,04635	-1,63837	-0,23732	1,51424	-1,9395	-0,21832	1,882171
Z8	-7,06524	0,084505	-2,93729	-0,88579	-0,99525	1,296239	0,933743	1,20834
Z9	4,366088	-1,9962	-0,00436	1,001963	0,465201	0,943582	-5,08254	-1,59494
Z10	10,45202	-6,82406	-2,19036	2,992192	-3,24339	3,951063	-6,03915	-3,88054

ii) Bobot Lapisan tersembunyi ke Lapisan *Output*

Node Lapisan Tersembunyi	Node Lapisan <i>Output</i>	
	Y1	Y2
Z1	0,704993	1,253119
Z2	4,766992	-7,95164
Z3	4,546568	-0,06243
Z4	-1,74358	-6,51695
Z5	-0,75266	5,923506
Z6	0,97876	-5,28878
Z7	-5,5363	-0,85398
Z8	0,466743	-8,22399
Z9	3,81307	-5,18449
Z10	-6,74939	8,099811
B	1,27246	1,37145