



**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

SKRIPSI

Oleh:
M. Fiqri Al Amin
141710201040

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



**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* 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:
M. Fiqri Al Amin
141710201040

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk orang tua saya, Bapak Mahfud (Alm) dan Ibu Munifah dan juga teman dekat saya Rela Karunia Putri 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”

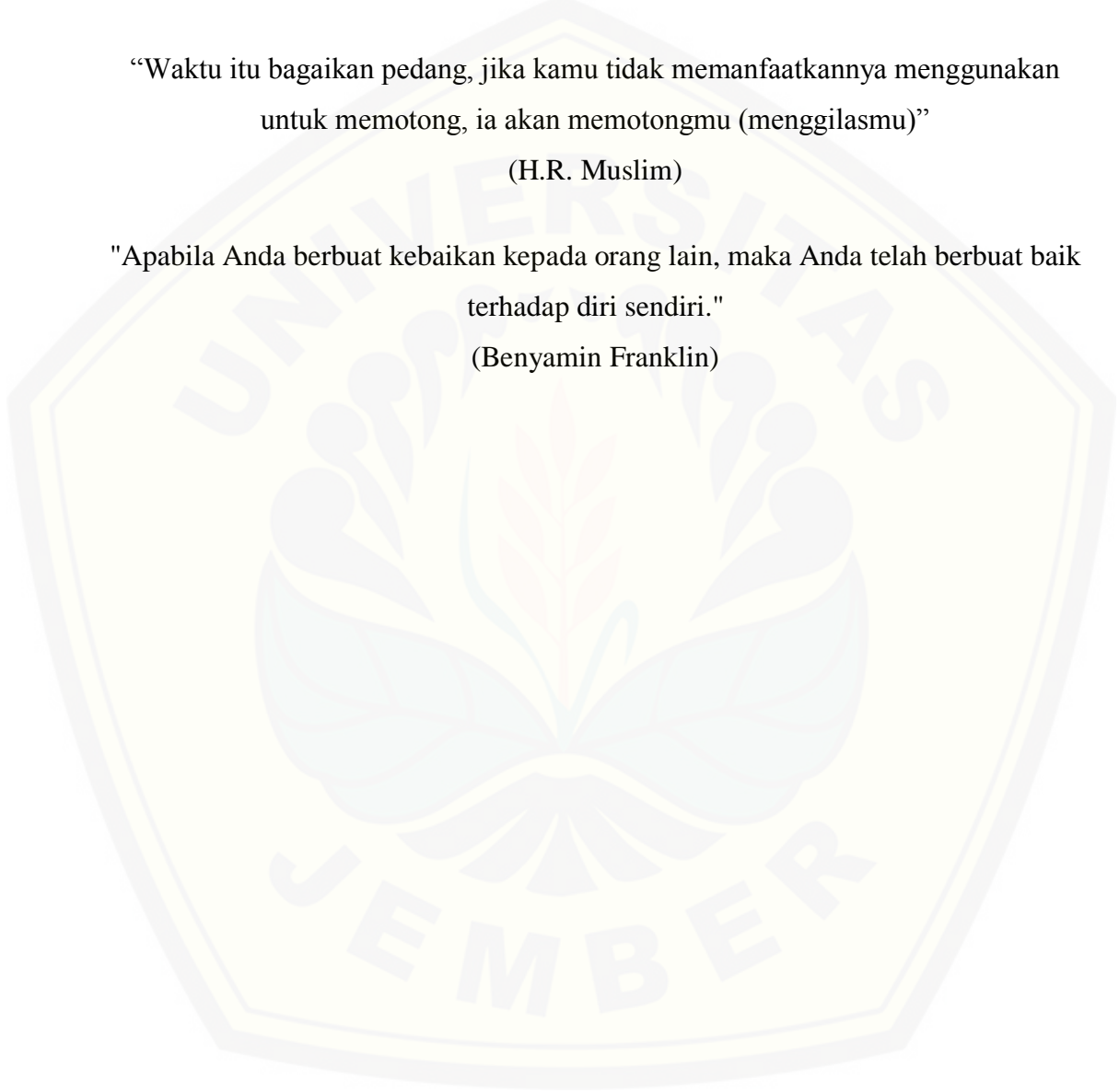
(H.R. Tarmidzi)

“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 : M. Fiqri Al Amin

NIM : 141710201040

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* 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, 24 Juli 2019

Yang menyatakan,

M. Fiqri Al Amin

NIM 141710201040

SKRIPSI

**PEMUTUAN BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL BERBASIS
JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Oleh:

M. Fiqri Al Amin

(141710201040)

Pembimbing

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

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

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan” karya M. Fiqri Al Amin telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Dedy W. Soediby, S.TP, M.Si
NIP. 197407071999031001

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

Tim Penguji

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

Ir, Tasliman, M.Eng.
NIP. 196208051993021002

Rufiani Nadzirah, S.TP., M.Sc.
NIP. 760018059

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknologi Pertanian
Universits Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan; M. Fiqri Al Amin, 141710201040; 53 halaman; Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penanganan pasca panen buah jambu biji merah merupakan salah satu kegiatan yang menentukan kualitas buah tersebut. Penanganan yang kurang baik akan menyebabkan kualitas buah jambu biji merah turun atau lebih rendah dari buah lainnya. Penanganan pascapanen di Indonesia umumnya masih dilakukan secara manual berdampak pada lamanya waktu pemutuan dan penilaian yang bersifat *subjektif* (penilaian setiap orang berbeda). Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi atau metode pemutuan buah jambu biji merah agar dapat seragam. Dan teknologi yang dapat digunakan yaitu dengan menggunakan *digital image processing* (pengolahan citra). Pengolahan citra (*image processing*) dapat dijadikan salah satu penanganan pasca panen yang dapat membantu memutuskan buah jambu biji merah. Teknik pengolahan citra digital memiliki keunggulan yaitu bisa menganalisa variabel suatu obyek dengan mengambil foto obyek tersebut. Namun metode ini masih dirasa belum cukup baik, oleh karena itu perlu adanya metode pendukung lain yaitu dengan jaringan syaraf tiruan. Dengan penggabungan kedua metode tersebut diharapkan hasil dari pemutuan lebih baik dan lebih seragam. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah program pemutuan buah jambu biji merah yang lebih baik dengan menggunakan pengolahan citra digital berbasis jaringan syaraf tiruan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Instrumentasi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada bulan Februari sampai bulan April 2018. Buah jambu biji merah yang digunakan sebagai sampel sebanyak 200 buah terdiri dari mutu Super, A, B, dan *Reject*.

Penelitian dimulai dengan mempersiapkan data citra berupa foto yang sudah diambil menggunakan kamera CCD. Sampel training 160 buah ditentukan berdasarkan jumlah empat kelas mutu terdiri dari mutu Super, A, B, dan *Reject*

dengan masing masing berjumlah 40 buah. Sampel validasi sejumlah 10 buah setiap mutu digunakan untuk pengujian program pendugaan mutu.

Proses pemindaian citra oleh program membutuhkan *input* beberapa variabel berupa karakter yang mampu mempresentasikan mutu buah jambu biji merah. Variabel citra yang memiliki korelasi dengan variabel mutu buah tersebut antara lain yaitu area, tinggi, lebar, perimeter, area cacat dan indeks warna r, g, dan b. *Output* yang dihasilkan dari program berupa nilai dari setiap variabel yang dianalisis dalam grafik *boxplot*. *Boxplot* memberikan penjelasan tentang korelasi variabel mutu citra terhadap kelas mutu. Variabel yang mampu menunjukkan korelasi digunakan sebagai input program. Nilai variabel yang digunakan dikoleksi untuk dilakukan data training pada enam variasi jaringan syaraf tiruan. Enam variasi tersebut terdiri dari delapan *input* dan tujuh *input* dengan perbedaan 10 node dan 15 node serta dua target *output*. Training data dilakukan dengan software *Matlab* versi 2014b. Variasi-variasi yang telah di training kemudian diuji kembali menggunakan data testing untuk mengetahui tingkat akurasi pendugaan mutu. Variasi dengan tingkat akurasi tinggi digunakan sebagai arsitektur jaringan terbaik. Kemudian dilakukan integrasi model jaringan syaraf tiruan dengan program pengolahan citra. Setelah program terintegrasi, dilakukan pengujian menggunakan sampel citra testing. Hasil dari pengujian dianalisis menggunakan tabel *confussion matrix* untuk mengetahui tingkat akurasi program dalam melakukan pendugaan mutu.

Berdasarkan analisis *confussion matrix* menunjukkan pendugaan kelas mutu Super dan mutu B memiliki akurasi tertinggi sebesar 100 %. Sedangkan akurasi pendugaan terendah terdapat pada kelas mutu *Reject* sebesar 60 %. Kesalahan pendugaan mutu terjadi karena terdapat kelas mutu yang terdeteksi mutu lain. Hasil validasi program pemutuan buah jambu biji merah menunjukkan tingkat akurasi total sebesar 88%.

SUMMARY

Red Guava Fruit (*Psidium guajava* L.) Grading Using Digital Image Processing Based Artificial Neural Network 141710201040; 53 pages; Department of Agricultural Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

The handling of post-harvest red guava fruit is one of the activities that determine the quality of the fruit. Poor handling will cause the quality of red guava fruit to drop or be lower than other fruits. Postharvest handling in Indonesia is generally still done manually which has an impact on the length of the interviewing period and the subjective assessment (the assessment of each person is different). Therefore, we need a technology or method for the red guava fruit to be uniform. And the technology that can be used is by using digital image processing. Image processing (image processing) can be used as one of the post-harvest handling that can help break red guava fruit. Digital image processing techniques have the advantage of being able to analyze the variables of an object by taking photos of the object. But this method is still not good enough, therefore another supporting method is needed, namely artificial neural networks. By combining the two methods it is expected that the results of the bleaching will be better and more uniform. This study aims to produce a better red guava fruit screening program using artificial neural network digital image processing. The research was conducted at the Faculty of Agriculture Technology Instrumentation Laboratory, University of Jember, from February to April 2018. 200 red guava fruit used as samples consisted of Super, A, B, and Reject quality.

The research began by preparing image data in the form of photos taken using a CCD camera. 160 training samples were determined based on the number of four quality classes consisting of Super, A, B, and Reject quality with 40 each. A validation sample of 10 pieces per quality was used for testing the quality estimation program.

The image scanning process by the program requires input of several variables in the form of characters that are able to present the quality of red guava fruit. Image variables that have a correlation with the fruit quality variables include area, height, width, perimeter, defect area and color index r, g, and b. The output generated from the program is the value of each variable analyzed in the boxplot graph. Boxplot provides an explanation of the image quality variable correlation with the quality class. Variables that are able to show correlation are used as program inputs. The value of the variable used is collected to carry out training data on six variations of artificial neural networks. The six variations consist of eight inputs and seven inputs with a difference of 10 nodes and 15 nodes and two output targets. Data training was carried out with Matlab software version 2014b. The variations that have been trained are then re-tested using data testing to determine the accuracy of the quality estimation. Variations with a high degree of accuracy are used as the best network architecture. Then an artificial neural network model is integrated with an image processing program. After the program is integrated, testing is done using testing image samples. The results of the tests were analyzed using a configuration matrix table to determine the accuracy of the program in conducting quality estimation.

Based on the confusion analysis matrix shows the Super quality class estimation and B quality has the highest accuracy of 100%. While the lowest estimation accuracy is in the Reject quality class of 60%. The quality estimation error occurs because there is a quality class detected by another quality. The validation results of the red guava fruit screening program showed a total level of accuracy of 88%.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah Subhanahuwataalah, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemutuan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.) Menggunakan Pengolahan Citra Digital Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Penyesuaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Mahfud (Alm) dan Ibu Munifah tercinta yang telah memberi dorongan, motivasi, dan doanya demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya dalam penulisan skripsi 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 ENOTIN yaitu Angga, Ruky, Kamil, Bagus, Herman, Sofi, Asisqo, Wahyu, Ima, Qiqi, dan Mustika yang telah memberi dukungan dan kerjasama sehingga menjadi tim yang solid dalam keluarga ENOTIN.
6. Teman dekat saya, Rela Karunia Putri yang telah memberikan doa, semangat, dan motivasinya.
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, 24 Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN/SUMMARY	vii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Jambu Biji.....	4
2.2 Morfologi Jambu Biji.....	4
2.3 Standar Mutu Buah Jambu Biji	5
2.4 Pengolahan Citra.....	6
2.5 Segmentasi Citra	6
2.6 Area	7
2.7 Perimeter.....	7
2.8 Pengolahan Warna	7
2.9 Jaringan Syaraf Tiruan	8
2.10 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan	8
2.11 Backpropagation	9
2.12 Confussion Matrix.....	9
BAB 3. METODOLOGI.....	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Tahapan Penelitian	13
3.3.1 Persiapan Sampel	13
3.3.2 <i>Image Aquisition</i>	14
3.3.3 Pengambilan Citra.....	15
3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra.....	15
3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra.....	15
3.3.6 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra.....	16
3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	16
3.3.8 Training Jaringan Syaraf Tiruan	16
3.3.9 Pengujian dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik.....	17

3.3.10 Pembuatan Program Pemutuan	18
3.3.11 Validasi.....	18
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Program Pengolahan Citra Buah Jambu Biji Merah.....	19
4.2 Segmentasi (<i>Thresholding</i>) Area Buah dengan <i>Background</i>	21
4.3 Segmentasi (<i>Thresholding</i>) Area Buah dengan Area Cacat	23
4.4 Proses Ekstraksi Citra	25
4.5 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra.....	27
4.6 Penentuan Variasi Jaringan Syaraf Tiruan Terbaik.....	36
4.7 Integrasi Program Pengolahan Citra dengan Jaringan Syaraf Tiruan.....	39
4.8 Validasi Program Pemutuan Buah Jambu Biji Merah	41
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

2.1	Kode ukuran berdasarkan diameter dan bobot	5
2.2	Perbandingan kondisi jambu biji baik dan jambu biji rusak berdasarkan ciri fisik	5
2.3	<i>Confussion matrix</i>	10
3.1	Pendugaan hubungan variabel mutu buah jambu biji merah dan variabel mutu citra	14
4.1	Komponen program pengolahan citra buah jambu biji merah	19
4.2	Ukuran statistik variabel mutu citra area	26
4.3	Ukuran statistik variabel mutu citra tinggi	27
4.4	Ukuran statistik variabel mutu citra lebar	28
4.5	Ukuran statistik variabel mutu citra perimeter	29
4.6	Ukuran statistik variabel mutu citra cacat	30
4.7	Ukuran statistik variabel mutu citra indeks warna merah	31
4.8	Ukuran statistik variabel mutu citra indeks warna hijau	32
4.9	Ukuran statistik variabel mutu citra indeks warna biru	33
4.10	Hasil pelatihan JST enam variasi	34
4.11	Hasil propagasi data <i>testing</i>	37
4.12	Definisi <i>output</i>	38
4.13	<i>Confussion matrix</i> hasil validasi program pemutuan buah jambu biji merah dengan JST	40

DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram alir prosedur penelitian	13
3.1	Skema pengaturan jarak kamera dan posisi lampu.....	14
4.1	Sampel buah jambu biji merah pada berbagai kelas mutu	17
4.2	Tampilan program pemutuan buah jambu biji merah.....	18
4.3	Grafik sebaran nilai RGB hasil <i>threshold</i> area dengan <i>background</i>	20
4.4	Hasil operasi <i>thresholding background</i>	21
4.5	Grafik sebaran nilai RGB hasil <i>threshold</i> area dengan area cacat.....	22
4.6	Hasil operasi <i>thresholding</i> area cacat	23
4.7	Hasil operasi <i>thresholding</i> dan perhitungan area.....	23
4.8	Penentuan tinggi buah	24
4.9	Penentuan diameter buah.....	24
4.10	Penentuan perimeter buah.....	24
4.11	Penentuan area cacat.....	25
4.12	Tampilan file text.....	25
4.13	Boxplot variabel mutu citra area.....	26
4.14	Boxplot variabel mutu citra tinggi.....	27
4.15	Boxplot variabel mutu citra lebar	28
4.16	Boxplot variabel mutu citra perimeter.....	29
4.17	Boxplot variabel mutu citra area cacat	30
4.18	Boxplot variabel mutu citra indeks warna merah.....	31
4.19	Boxplot variabel mutu citra indeks warna hijau	32
4.20	Boxplot variabel mutu citra indeks warna biru	33
4.21	Kurva MSE pada variasi J1, J2, J3, J4, J5, dan J6.....	36
4.22	Tampilan program pemutuan buah jambu biji merah.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

1. Tabel sebaran warna.....	43
2. Variasi arsitektur <i>backpropagation</i>	46



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan jenis tanaman tahunan yang umurnya dapat mencapai puluhan tahun dan dapat tumbuh hingga tinggi mencapai 5-10 meter. Buah jambu biji memiliki banyak kandungan nutrisi yang lengkap dan memenuhi standar gizi untuk kesehatan. Kandungan vitamin C pada jambu biji lebih tinggi jika dibandingkan dengan buah lainnya. Selain itu serat yang terkandung dalam buah jambu biji juga cukup tinggi. Serat tersebut sangat baik untuk memperlancar pencernaan dan kesehatan saluran pencernaan. Selain memiliki banyak zat gizi, buah jambu biji juga mengandung pektin dan tanin yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat gel. Pektin juga bermanfaat sebagai obat penurun kolesterol dalam darah. Sedangkan tanin berfungsi untuk melancarkan sistem pencernaan dan sirkulasinya dalam darah dapat menyerang virus. Tanin merupakan suatu senyawa non gizi yang menyebabkan rasa sepat pada buah, terutama saat buah masih muda atau mentah (Cahyono, 2010:3-7).

Menurut data yang diperoleh dari Kementerian Pertanian (2015) produksi buah jambu biji pada tahun 2014 sebanyak 187.406 ton, meningkat dari tahun sebelumnya yang produksi sebanyak 181.632 ton. Dengan jumlah produksi yang meningkat tersebut maka diperlukan penanganan pasca panen yang baik. Salah satu penanganan pasca panen yang cukup penting yaitu proses pemutuan.

Pemutuan merupakan salah satu kegiatan penanganan pasca panen yang mengklasifikasikan buah jambu biji merah berdasarkan kelas mutunya. Pemutuan sangat penting karena proses ini dapat menentukan dan membedakan kualitas mutu buah jambu biji yang dihasilkan, terutama sebagai kebutuhan industri makanan minuman, pasar swalayan, dan ekspor. Pemutuan yang sering dilakukan masih menggunakan cara manual yang mengandalkan visual manusia untuk melihat bentuk, warna, dan ukuran buah. Pemutuan dengan cara memiliki banyak kekurangan, diantaranya membutuhkan waktu yang relatif lama dan hasil sortasi yang beragam. Hal ini disebabkan keterbatasan dari indera manusia dan perbedaan

persepsi mutu produk karena unsur subyektifitas (berbeda setiap orang yang melakukan pemutuan).

Berdasarkan kekurangan tersebut maka diperlukan alternatif metode yang dapat memutuskan buah jambu biji secara efektif dan efisien. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu pemutuan buah jambu biji menggunakan 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, 2005:4). Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dari pengolahan citra maka diperlukan metode pendukung. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah tersebut yaitu menggunakan metode jaringan syaraf tiruan.

Namun, untuk meningkatkan keakuratan dalam pemutuan buah jambu biji merah dapat digunakan metode pendukung yaitu jaringan syaraf tiruan (JST) agar dapat memutuskan buah jambu biji merah lebih akurat dibandingkan dengan pemutuan yang hanya menggunakan citra digital. Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Algoritma yang dapat dipakai yaitu pengenalan pola menggunakan *backpropagation* karena memberikan hasil yang baik dan memiliki tingkat kesalahan yang rendah. (Kusumadewi dan Hartati, 2006:59-90).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah yang diambil dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- a. Bagaimana hubungan variabel mutu manual buah jambu biji merah dengan variabel mutu citra?
- b. Bagaimana cara menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah jambu biji merah?
- c. Bagaimana cara menyusun algoritma pemutuan buah jambu biji merah menggunakan jaringan syaraf tiruan?

- d. Bagaimana tingkat akurasi model jaringan syaraf tiruan terhadap pemutuan buah jambu biji merah?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut.

- a. Mengetahui hubungan antara variabel mutu buah jambu biji merah dengan variabel mutu citra.
- b. Menentukan variabel mutu buah jambu biji merah untuk *input* JST.
- c. Menyusun program pengolahan citra untuk pemutuan buah jambu biji merah.
- d. Mengetahui tingkat akurasi model jaringan syaraf tiruan terhadap pemutuan buah jambu biji merah.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi civitas akademik dapat dijadikan bahan referensi dan pengembangan untuk penelitian yang akan datang.
- b. Bagi instansi dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk melakukan pemutuan buah agar lebih akurat dan efisien.
- c. Bagi masyarakat dapat digunakan sebagai patokan dalam melakukan melakukan proses pemutuan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jambu Biji

Jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan tanaman tahunan yang memiliki banyak kandungan gizi. Menurut Cahyono (2010:8) klasifikasi buah jambu biji adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub-devisi	: Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas	: Dicotyledonae (biji berkeping dua)
Ordo	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: <i>Psidium</i>
Spesies	: <i>Psidium guajava</i> L.

2.2 Morfologi Jambu Biji

Tanaman jambu biji tersebar luas sampai ke Asia Tenggara termasuk Indonesia. Jumlah dan jenis dari tanaman ini cukup banyak, diperkirakan kini ada sekitar 150 spesies di dunia (Ashari, 2004). Jambu biji merupakan tanaman perdu bercabang banyak dengan tinggi yang dapat mencapai 3 sampai 10 meter. Pada umumnya tanaman jambu biji bias mencapai umur 30 sampai 40 tahun. Batang jambu biji memiliki ciri khusus, diantaranya berkayu keras, padat, dan tidak mudah patah. Kulit tanaman jambu biji memiliki tekstur yang halus dan mudah terkelupas dan pada fase tertentu tanaman dapat mengalami pergantian atau peremajaan kulit kayu. Daun jambu biji berbentuk bulat panjang, bulat langsing, atau bulat oval dengan ujung tumpul atau lancip. Warna daunnya beragam seperti hijau tua, hijau muda, merah tua, dan hijau berbelang kuning (Parimin, 2007).

2.3 Standar Mutu Buah Jambu Biji

Buah jambu biji untuk konsumsi dibedakan dalam tiga kelas mutu sebagai berikut: kelas Super, A, dan B. Berikut merupakan standar mutu buah jambu (Badan Standarisasi Nasional, 2009).

a. Kelas Super

Buah jambu biji kualitas super (sangat baik) memiliki ciri yaitu bebas dari cacat atau cacat ringan pada permukaannya $< 5\%$ dari luas total seluruh permukaan buah.

b. Kelas A

Buah jambu biji kualitas A (baik) diperbolehkan terdapat cacat sebagai berikut: sedikit lecet pada permukaan kulit, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; cacat tersebut tidak mempengaruhi isi pada buah. Total cacat yang diperbolehkan sekita 5-10 % dari luas total seluruh permukaan buah.

c. Kelas B

Buah jambu biji kualitas B (cukup baik) diperbolehkan terdapat cacat sebagai berikut: sedikit lecet pada permukaan kulit, tergores atau kerusakan mekanis lainnya; cacat tersebut tidak mempengaruhi isi pada buah. Total cacat yang diperbolehkan sekita 10-25 % diatas ketentuan minimum dari luas total seluruh permukaan buah.

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) ketentuan untuk ukuran berdasarkan diameter dan bobot ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kode ukuran berdasarkan diameter dan bobot

Kode Ukuran	Diameter (mm)	Bobot (gr)
1	> 100	> 450
2	96 – 100	351 – 450
3	86 – 95	251 – 350
4	76 – 85	201 – 250
5	66 – 75	151 – 200
6	54 – 65	101 – 150
7	43 – 53	61 – 100
8	30 – 42	35 – 60
9	< 30	< 35

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2009).

Menurut Badan Standarisasi Nasional (2009) kerusakan pada jambu biji ditandai dengan perubahan yang terjadi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan kondisi jambu biji baik dan jambu biji rusak berdasarkan ciri fisik.

No.	Ciri Fisik	Baik	Rusak
1	Bentuk	Utuh dan normal	Lecet, berlubang, tergores atau kerusakan mekanis lainnya
2	Tekstur	Keras dan padat	Memar atau lunak
3	Warna Kulit	Hijau kekuningan	Hijau kekuning-kuningan pucat
4	Lain-lain	Bebas dari penyakit, bebas cacat, kulit segar	Terserang penyakit, cacat, kulit keriput

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2009).

2.4 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan proses mengamati dan menganalisa suatu obyek tanpa adanya hubungan langsung dengan obyek tersebut. Proses dan analisa dari pengolahan citra melibatkan persepsi visual dengan data masukan maupun keluaran yang diperoleh citra dari obyek yang diamati (Ahmad, 2005:5).

2.5 Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan pengelompokan piksel-piksel dalam citra obyek sebagai area yang diamati dengan latar belakang. Menurut Prahudaya dan Agus (2017), ada beberapa hal yang mempengaruhi pengolahan citra yang salah satunya yaitu segmentasi. Segmentasi bertujuan untuk memisahkan citra buah dari *background*. Pemilihan *background* harus disesuaikan dengan buah untuk memudahkan proses segmentasi. Proses segmentasi merupakan proses pemisahan antara obyek dengan *background*. Segmentasi dapat dilakukan menggunakan binerisasi melalui proses *thresholding* yang selanjutnya menentukan ambang batas. Jika satu piksel memiliki nilai sama atau diatas batas ambang maka citra biner memiliki nilai 255 yang berarti putih (dianggap sebagai bagian dari obyek) dan jika dibawah batas ambang maka memiliki nilai 0 yang berarti hitam (latar belakang). Proses ini akan menghasilkan citra biner (Ahmad, 2005:83-89).

2.6 Area

Area merupakan jumlah piksel dalam suatu obyek (S), jadi apabila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu obyek, S_1, S_2, \dots, S_n maka akan ada A_1, A_2, \dots, A_n . Satuan yang umum digunakan untuk menyatakan area adalah piksel. Nilai area suatu obyek yaitu jumlah piksel penyusun obyek yang membentuk satu luasan. Area dapat mencerminkan ukuran maupun berat obyek sesungguhnya pada benda pejal dengan bentuk yang hampir sama (Ahmad, 2005:147).

2.7 Perimeter

Perimeter merupakan bagian terluar dari suatu obyek yang bersebelahan dengan piksel-piksel dari latar belakang. Nilai perimeter suatu obyek dapat dicari dengan cara menghitung banyaknya jumlah piksel yang berada pada berbatasan dari obyek tersebut (Ahmad, 2005:147-148). Jika S merupakan daerah dan S' merupakan latar belakang, maka batas daerah adalah jumlah piksel dari S yang mempunyai 4- tetangga S' . Bagian dalam daerah yang bukan batas daerah disebut dengan *interior* (Soedibyo, 2006:12).

Faktor bentuk adalah salah satu sifat geometri yang merupakan suatu rasio antara area dan perimeter atau rasio antara area dengan panjang maksimal suatu citra. Terdapat dua macam bentuk yang umum digunakan yaitu kekompakan (*compactness*) dan kebundaran (*roundness*). Ukuran dari dua macam bentuk ini dapat digunakan untuk menentukan jenis obyek dari suatu citra (Soedibyo, 2006:12).

2.8 Pengolahan Warna

Pada pengolahan citra, model warna yang sering digunakan yaitu model warna RGB. Menurut Ahmad (2005:264-271) model warna RGB merupakan contoh dari sebuah model warna, yaitu model yang formal untuk menjelaskan dan menampilkan warna-warna pada monitor komputer dan televisi. Ada 2 macam model warna yang banyak digunakan dalam ilmu citra digital, yaitu model RGB dan model CMY (K). Cara yang digunakan untuk menghitung nilai warna dan

menjelaskan hasilnya dalam model RGB dengan melakukan normalisasi terhadap komponen warna yaitu sebagai berikut.

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

2.9 Jaringan Syaraf Tiruan

Pengolahan citra digital melalui jaringan syaraf tiruan dapat diolah menggunakan perangkat komputer untuk menentukan mutu buah. Berdasarkan penelitian Hidayat., dkk (2017) menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dengan metode *backpropagation* menyatakan bahwa, nilai presentase keberhasilan pengujian analisis buah dipengaruhi oleh keakuratan program dalam mendeteksi klasifikasi buah jambu biji. Klasifikasi tertentu dipengaruhi oleh tingkat akurasi dalam melakukan pengambilan gambar dan pemotongan gambar yang diambil. Selain itu faktor lain yang juga mempengaruhi keberhasilan analisis mutu berdasarkan jaringan syaraf tiruan yaitu faktor fraksi cahaya. Hal ini dikarenakan perbedaan indeks cahaya yang masuk dapat mengubah nilai warna RGB yang telah ada sebelumnya.

Menurut Muis (2006:3) pemodelan jaringan syaraf tiruan didasarkan pada prinsip jaringan syaraf biologi otak manusia dengan asumsi bahwa:

- a. pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron);
- b. sinyal dikirimkan diantara neuron melalui penghubung-penghubungnya;
- c. penghubung antar neuron memiliki bobot yang dapat memperkuat atau memperlemah sinyal; dan
- d. untuk menentukan *output*, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi yang dikenakan pada jumlah masukan yang diterima.

2.10 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut Kusumadewi dan Hartati (2006:64-65) pada jaringan syaraf tiruan terdapat tiga arsitektur yaitu sebagai berikut.

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

Jaringan dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima *input* yang kemudian langsung

diolah menjadi *output* tanpa melalui lapisan tersembunyi. Ciri-ciri dari jaringan dengan lapisan tunggal yaitu hanya terdiri dari satu lapisan *input* dan satu *output*, tanpa lapisan tersembunyi.

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

Jaringan dengan banyak lapisan memiliki satu atau lebih lapisan yang terdapat diantara lapisan *input* dan lapisan *output* (memiliki satu atau lebih lapisan tersembunyi). Pada umumnya terdapat lapisan bobot-bobot yang terletak antara dua lapisan yang bersebelahan. Jaringan ini mampu menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dibandingkan lapisan tunggal, tetapi dengan pembelajaran yang lebih rumit.

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

Pada jaringan dengan lapisan kompetitif ini memiliki bentuk yang berbeda, dimana setiap neuron dapat saling dihubungkan.

2.11 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* keluaran untuk mengubah nilai-nilai bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu. Pada saat perambatan maju, neuron-neuron diaktifkan dengan menggunakan fungsi aktivasi yang dapat dideferensiasikan (Kusumadewi dan Hartati, 2006:89-90).

2.12 Confussion Matrix

Confussion matrix merupakan tabel yang terdiri dari banyaknya baris data uji yang diprediksi benar atau tidak benar oleh suatu model klasifikasi. Tabel *confussion matrix* diperlukan untuk menentukan kinerja suatu model klasifikasi. Pada bidang kecerdasan buatan, *confussion matrix* merupakan tabel yang secara spesifik menunjukkan visualisasi kinerja dari suatu algoritma. Tabel 2.3 berikut

menggambarkan *confussion matrix* dan persamaan komponen pada setiap kolom dan baris (Soedibyo, 2012:56).

Tabel 2.3 *Confussion matrix*

Kelas Mutu	Prediksi				Total baris	Akurasi produksi	Kesalahan omisi	
	Super	A	B	RJ				
Aktual	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	$\frac{\sum x_{i1} - x_{11}}{\sum x_{i1}}$	$\frac{\sum x_{i2} - x_{22}}{\sum x_{i2}}$	$\frac{\sum x_{i3} - x_{33}}{\sum x_{i3}}$	$\frac{\sum x_{i4} - x_{44}}{\sum x_{i4}}$				

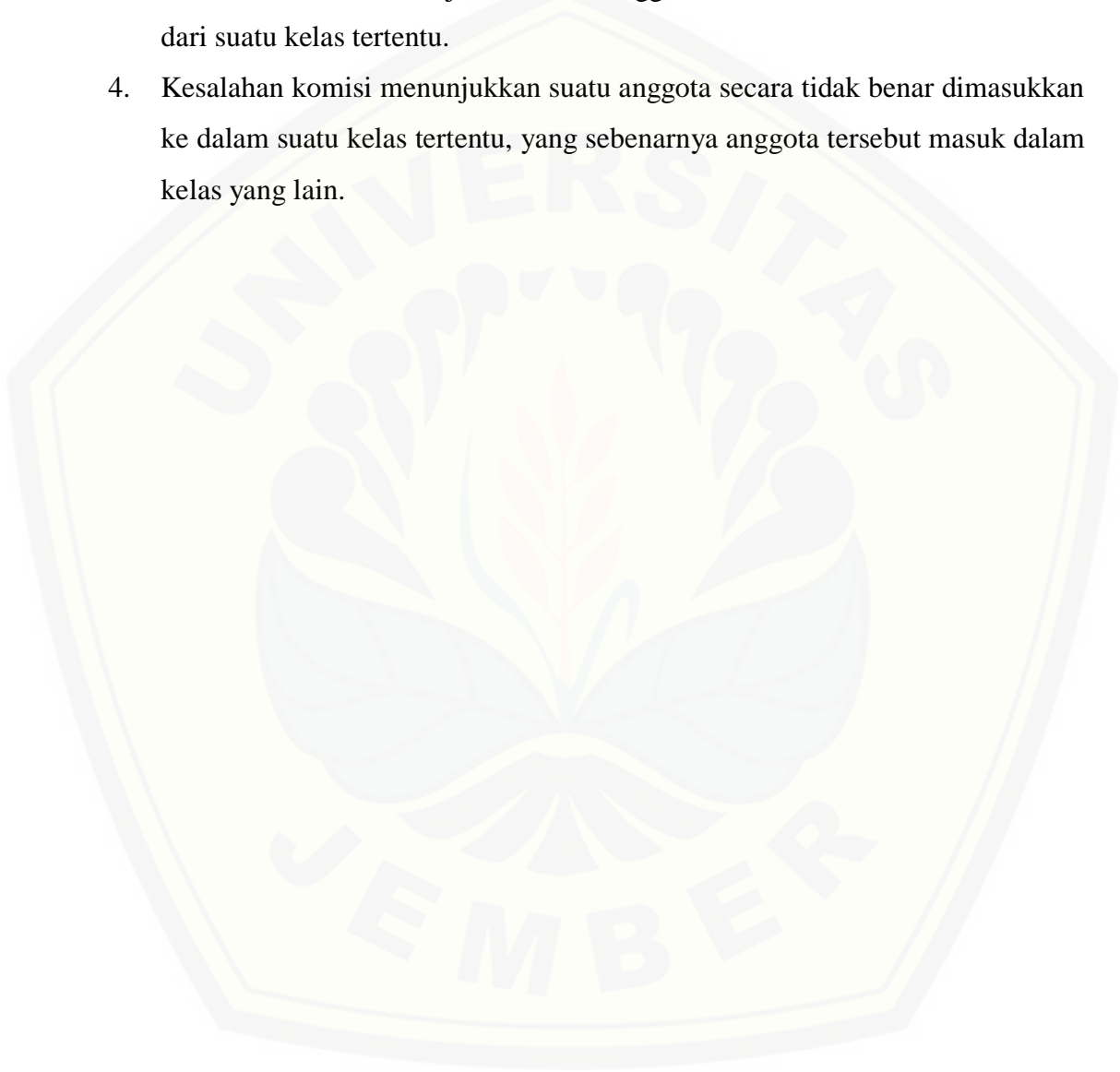
Sumber: NRCan dalam Soedibyo (2012:56).

$$Akurasi\ total = \frac{x_{11}+x_{22}+x_{33}+x_{44}}{\sum x_{ij}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.3)$$

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 merupakan terminologi pada *confussion matrix*.

1. Akurasi produksi menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk tiap kelas dalam satu baris. Ukuran ini menyatakan seberapa baik pekerjaan analisis pada saat menghasilkan peta klasifikasi.

2. Akurasi user menunjukkan ukuran akurasi klasifikasi untuk tiap kelas dalam satu kolom. Ukuran ini menyatakan peta probabilitas user dimana anggota-anggota pada peta klasifikasi telah ditetapkan pada posisi yang benar saat proses klasifikasi.
3. Kesalahan omisi menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dikecualikan dari suatu kelas tertentu.
4. Kesalahan komisi menunjukkan suatu anggota secara tidak benar dimasukkan ke dalam suatu kelas tertentu, yang sebenarnya anggota tersebut masuk dalam kelas yang lain.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dimulai dari bulan Februari sampai bulan April 2018, bertempat di Laboratorium Instrumentasi, Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

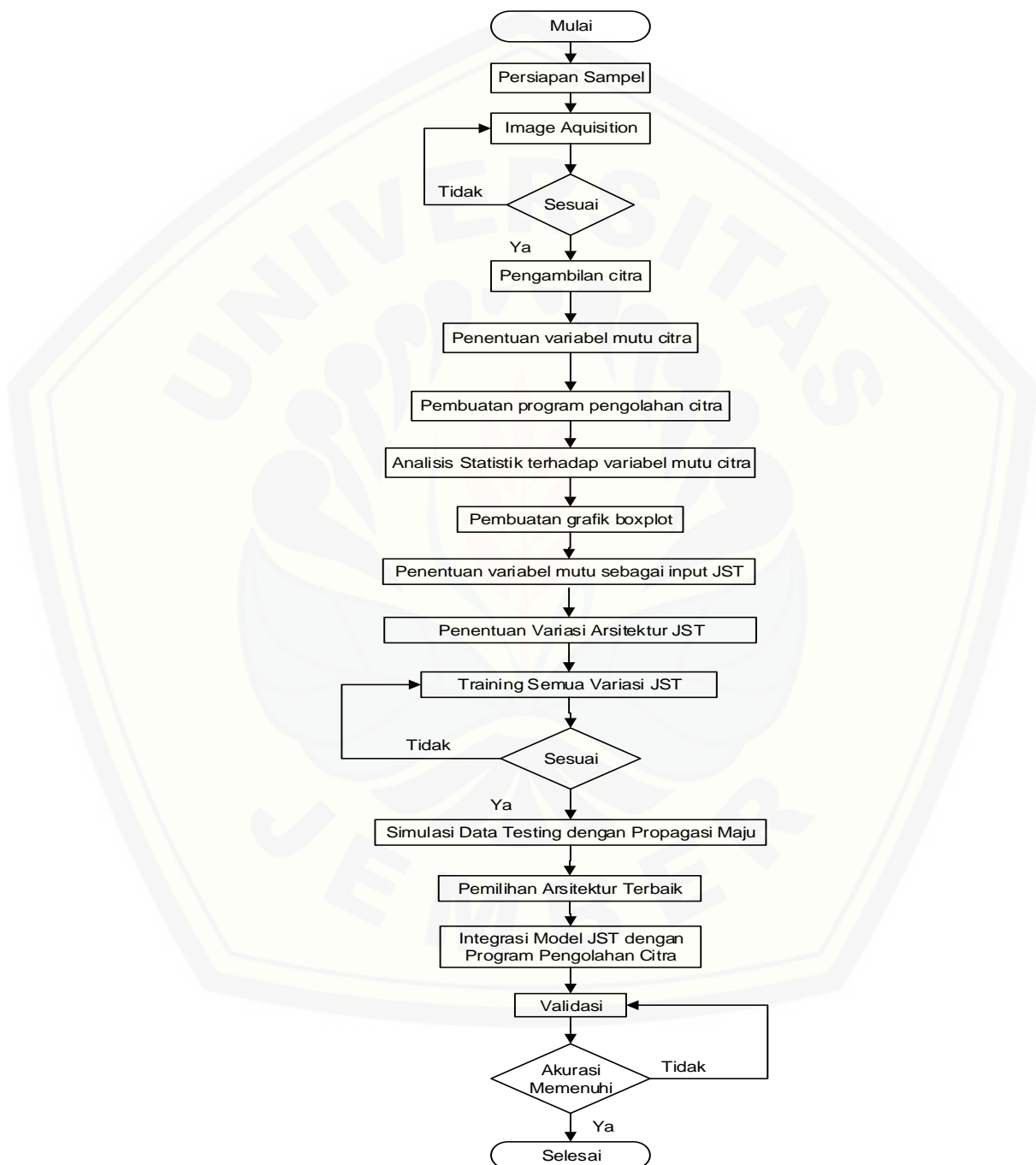
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Kamera CCD (*Charge Coupled Device*) digital DFK 31BUO4.H dari *The Imaging Source* sebagai alat pengambil citra.
- b. Perangkat komputer untuk mengolah data citra dan membuat program.
- c. Kain putih sebagai latar belakang obyek saat pengambilan citra.
- d. 4 buah lampu TL 15 Watt sebagai alat pencahayaan.
- e. Perangkat meja pengambilan gambar.
- f. Program *IC Capture 2.2* sebagai perangkat lunak perekam citra.
- g. Program *Sharp Develop 4.2* sebagai perangkat lunak pembuatan program pengolahan citra.
- h. Program *Jasc Paint Shop Pro* sebagai perangkat lunak analisis nilai RGB dan H citra.
- i. Program *Mathlab R2007b* sebagai perangkat lunak pembuatan algoritma JST.
- j. Program *Microsoft Excel* sebagai perangkat lunak untuk analisis statistik dan JST.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah jambu biji merah segar dengan kelas mutu Super, A, B, dan RJ (*reject*) yang didapat dari pengepul di Desa Umbulsari Kecamatan Umbulsari Kabupaten Jember. Penentuan kelas mutu dilakukan oleh pengepul dengan cara manual untuk membedakan buah berdasarkan ukuran dan juga tingkat kecacatan pada buah. Jumlah buah untuk data *training* masing-masing kelas mutu berjumlah 40 buah dan untuk proses validasi sebanyak 10 buah. Sehingga total buah yang digunakan yaitu 200 buah.

3.3 Tahapan Penelitian

Diagram alir prosedur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.1. penelitian ini dimulai dari persiapan sampel buah jambu biji merah hingga validasi hasil pemutuan program pengolahan citra.



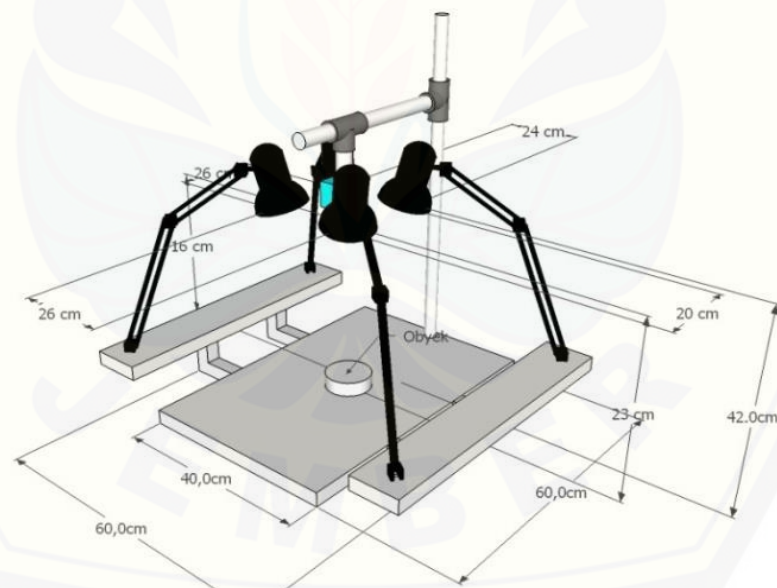
Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Sampel

Sampel yang digunakan adalah buah jambu biji merah segar dari semua kelas mutu yang meliputi data *training* dan data validasi. Sampel didapat dari membeli ke pengepul di Desa Umbulsari Kecamatan Umbulsari Kabupaten Jember. Selanjutnya sampel dimutukan secara manual untuk dibedakan menjadi empat kelas mutu yaitu mutu Super, A, B, dan RJ (*reject*). Jumlah sampel untuk masing-masing kelas mutu sebanyak 40 data *training* dan 10 data validasi.

3.3.2 Image Aquisition

Proses ini dilakukan dengan mengatur jarak kamera dan pencahayaan hingga didapatkan hasil citra buah jambu biji merah yang mendekati citra 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 dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Skema pengaturan jarak kamera dan posisi lampu

3.3.3 Pengambilan Citra

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

3.3.4 Penentuan Variabel Mutu Citra

Kriteria mutu untuk buah jambu biji didasarkan pada SNI 7418:2009 meliputi ukuran, bentuk, warna, dan cacat. Berikut merupakan pendugaan hubungan antara variabel mutu buah jambu biji merah menurut SNI dan variabel mutu citra yang ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pendugaan hubungan variabel mutu buah jambu biji merah dan variabel mutu citra

No.	Variabel Mutu Jambu Biji Merah	Variabel Mutu Citra	Uraian
1	Ukuran	Area, tinggi, dan diameter	Ukuran memiliki sifat yang mampu berkorelasi dengan variabel mutu citra dan mempunyai dimensi piksel
2	Bentuk	Perimeter	Faktor bentuk merupakan fungsi dalam pengolahan citra dengan perimeter sebagai faktornya. Perimeter dinyatakan dalam bentuk piksel
3	Warna	r, g, dan b	Variabel mutu dalam pengolahan citra yang dapat merepresentasikan warna kulit jambu biji merah yaitu indeks warna r, g, dan b.
4	Cacat	Area cacat	Area cacat diperoleh dari fungsi threshold yang mampu memisahkan area buah yg baik dengan area buah yang terdapat cacat

3.3.5 Pembuatan Program Pengolahan Citra

Program pengolahan citra bertujuan sebagai analisa citra untuk menentukan variabel mutu citra berupa indeks warna (r, g, dan b), perimeter, area, tinggi, diameter, dan area cacat. Pembuatan program pengolahan citra pada penelitian ini

menggunakan perangkat lunak *Sharp Develop 4.2* Hasil analisa citra tersebut akan ditampilkan dalam file teks.

3.3.6 Analisis Statistik Terhadap Variabel Mutu Citra

Hasil ekstraksi indeks warna (r, g, dan b), perimeter, area, tinggi, diameter, dan area cacat dari program citra perlu dianalisis dengan statistik untuk mengetahui korelasi antara variabel mutu citra dengan kriteria mutu sampel berdasarkan pemutuan manual. Besaran statistik yang digunakan yaitu rerata, standar deviasi, Q_1 (kuartil pertama), median / Q_2 (kuartil kedua), Q_3 (kuartil ketiga), dan nilai minimum, serta nilai maksimum. Nilai-nilai variabel mutu yang sudah ditabulasi, digambarkan dalam grafik boxplot menggunakan *Microsoft Excel 2010*.

3.3.7 Penentuan Variasi Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Penentuan variasi pada struktur jaringan syaraf tiruan dilakukan berdasarkan jumlah *node* lapisan tersembunyi. Selanjutnya dari variasi dianalisis dan ditentukan variasi terbaik yang memiliki tingkat akurasi tinggi.

3.3.8 Training Jaringan Syaraf Tiruan

Data yang digunakan pada analisis jaringan syaraf tiruan yaitu data hasil dari pengolahan citra yang dibagi dalam dua bagian yaitu 200 data *training* dan 52 untuk data validasi. Target pada data *training* dibagi dalam 4 kelas mutu yaitu kelas mutu Super, A, B, dan RJ (*reject*). Masing-masing dari data tersebut memiliki variabel mutu yang sama yaitu meliputi indeks warna (r, g, dan b), perimeter, area, tinggi, diameter, dan area cacat.

Algoritma pelatihan yang digunakan yaitu *backpropagation gradient descent* dengan momentum, menggunakan satu lapisan tersembunyi. Jumlah *node output* adalah dua *node* yang dinyatakan dalam bilangan bipolar (1 dan -1). Perangkat lunak yang digunakan untuk analisa JST adalah *Matlab* yang dilakukan terpisah dengan variasi arsitektur JST.

3.3.9 Pengujian dengan Propagasi Maju dan Pemilihan Arsitektur Terbaik

Pengujian dengan propagasi maju dilakukan pada data validasi menggunakan *input* yang telah dilakukan normalisasi. Nilai bobot yang didapatkan pada data *training* jaringan syaraf tiruan digunakan pada propagasi maju. Pasangan bilangan yang didapatkan (*output*) dipakai untuk identifikasi kelas mutu buah jambu biji merah. Fungsi yang didapatkan pada propagasi maju selanjutnya diintegrasikan dalam perangkat lunak pengolah citra, sehingga perangkat lunak mampu mengidentifikasi kelas mutu buah jambu biji merah. Berikut merupakan 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 buah jambu biji merah 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

Nilai-nilai hasil dari pelatihan jaringan syaraf tiruan terbaik menggunakan program pengolahan citra selanjutnya diintegrasikan untuk pembuatan program pemutuan. Hasil propagasi maju diintegrasikan dalam program pengolahan citra, sehingga program mampu secara otomatis mengenali kelas mutu buah jambu biji merah berdasarkan nilai hasil dari pengolahan citra. Program ini menggunakan proses propagasi maju JST untuk pendugaan kelas mutu.

3.3.11 Validasi

Validasi dilakukan untuk menguji kinerja dari JST. Proses validasi dilakukan menggunakan program pemutuan yang bertujuan untuk menilai ketepatan prediksi kelas mutu dari 40 sampel yang telah disiapkan (data validasi). Data validasi yang digunakan adalah data yang belum pernah dipakai atau dianalisa jaringan dan tidak pernah muncul pada *input*. Hasil dari proses validasi tersebut akan ditampilkan dalam *confussion matrix*.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Semua variabel mutu buah memiliki korelasi dengan variabel mutu citra, hal ini ditunjukkan berdasarkan analisis dengan grafik boxplot yang menunjukkan bahwa sebaran data variabel mutu citra sesuai dengan kriteria mutu buah jambu biji merah.
2. Variabel citra yang digunakan sebagai *input* JST yaitu variabel area, tinggi, lebar, perimeter, area cacat, indeks warna r (merah), indeks warna g (hijau), dan indeks warna b (biru).
3. Program pemutuan buah jambu biji merah disusun dari variabel – variabel citra yang digunakan sebagai *input* JST yang kemudian hasil dari *training* diintegrasikan ke dalam program pemutuan menggunakan *software Sharp Develop*.
4. Validasi JST menunjukkan bahwa program pemutuan buah jambu biji merah memiliki tingkat akurasi sebesar 88%. Akurasi terendah terdapat pada pendugaan mutu kelas *Reject* yang memiliki akurasi 60 % dan akurasi tertinggi terdapat pada pendugaan kelas mutu Super dan B yang memiliki akurasi sebesar 100%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diambil untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu adanya penambahan jumlah sampel. Penambahan sampel ini diperlukan agar program dapat mengenali lebih banyak citra sampel yang dapat membuat jaringan lebih teliti dalam mengenali berbagai pola masukan. Selain itu juga diperlukan ketelitian dalam pemilihan sampel agar hasil dari program menjadi lebih baik dan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital & Teknik Pemrogramannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ashari, S. 2004. *Biologi Reproduksi Tanaman Buah - Buah Komersial*. Jatim: Banyumedia Publising.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Jambu biji. [Serial online]. SNI-7418-2009-jambu-biji-ok (Diakses pada tanggal 02 Juni 2017).
- Cahyono, B. 2010. *Sukses Budi Daya Jambu Biji di Pekarangan dan Perkebunan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Hidayat, F. I., Lukman, A. H. dan Sulastrri, P. 2017. Identifikasi Kematangan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava*) dengan Teknik Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation. *Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 5(4): 826-835.
- Kementerian Pertanian. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014*. Jakarta: Direktorat Jenderal Hortikultura.
- Kusumadewi, S. dan Hartati, S. 2006. *Neuro-Fuzzy (Integrasi Sistem Fuzzy dan Jaringan Syaraf)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Muis, S. 2006. *Teknik Jaringan Syaraf Tiruan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Parimin, S. P. 2007. *Budidaya Jambu Biji Merah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Prahudaya, T. Y., dan Agus, H. 2017. Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan KNN Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur. *Teknosains*, 6(2): 113-123.
- Soedibyo, D. W. 2006. *Pemutuan Edamame (Glycine Max (L) Merrill.) dengan Menggunakan Pengolahan Citra (Image Processing)*. Tidak Diterbitkan. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor (IPB).
- Soedibyo, 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).

LAMPIRAN

1. Tabel sebaran warna

a. Sebaran nilai RGB pembentuk area buah dan *background*

NO	R		G		B	
	Buah	Background	Buah	Background	Buah	Background
1	60	158	81	127	3	214
2	64	146	72	123	18	213
3	66	106	71	102	38	150
4	65	144	63	140	4	214
5	56	147	67	141	48	249
6	60	195	77	162	20	255
7	51	198	70	145	28	255
8	102	160	137	146	0	229
9	90	149	131	136	1	211
10	83	158	124	138	0	239
11	63	109	99	101	0	170
12	66	106	104	102	0	176
13	115	118	159	98	9	171
14	107	126	152	113	13	188
15	60	108	84	105	32	171
16	64	185	79	146	59	255
17	56	179	74	144	38	255
18	49	181	77	163	13	255
19	93	181	138	163	9	251
20	124	189	162	164	25	245
21	135	177	177	159	43	255
22	78	167	111	140	4	233
23	86	191	131	156	0	249
24	72	187	115	173	0	255
25	57	190	79	162	12	255
26	90	148	135	132	0	227
27	94	146	141	108	0	195
28	80	147	110	130	4	210
29	57	185	69	162	42	255
30	62	148	98	130	23	215
31	63	167	99	148	0	241
32	47	107	69	95	9	165
33	53	181	87	153	1	251
34	90	177	130	142	0	255
35	96	139	146	120	11	213
36	66	160	89	145	22	232
37	84	169	129	130	0	247
38	73	179	91	167	6	255
39	50	176	77	146	7	252
40	81	185	113	144	0	255
41	92	181	127	157	7	255
42	106	149	146	128	9	209

43	126	116	171	101	32	145
44	88	158	128	119	0	214
45	76	154	105	130	3	201
46	85	109	124	100	3	154
47	76	121	113	106	6	174
48	113	152	161	131	15	209
49	88	178	127	152	6	255
50	142	115	165	96	64	162
Minimum	47	106	63	95	0	145
Maximum	142	198	177	173	64	255

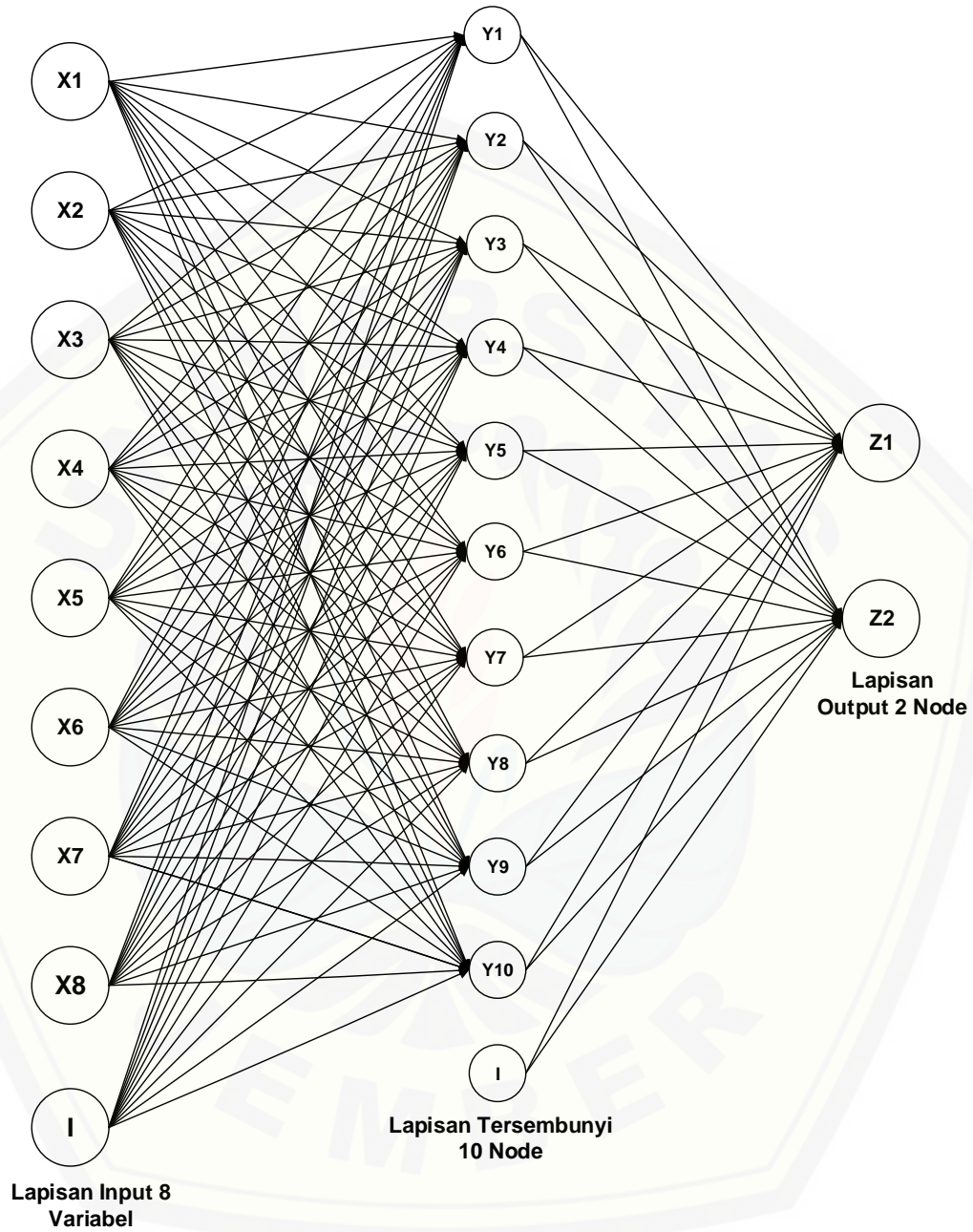
b. Sebaran nilai RGB pembentuk area buah dan area cacat

NO	R		G		B	
	Buah	Background	Buah	Background	Buah	Background
1	29	63	58	34	0	0
2	60	45	105	20	19	1
3	30	44	73	23	4	7
4	31	47	55	22	3	3
5	34	46	57	27	12	2
6	34	24	54	17	24	12
7	36	32	56	26	16	13
8	41	46	77	20	2	9
9	30	36	59	24	2	0
10	26	33	54	28	1	10
11	37	54	57	37	17	7
12	41	37	62	30	10	15
13	30	40	64	22	1	6
14	33	57	50	40	0	9
15	71	63	104	34	0	0
16	39	43	83	18	5	7
17	26	65	55	22	0	3
18	24	53	56	24	6	12
19	47	34	56	28	25	11
20	35	26	60	12	0	5
21	31	59	51	17	11	17
22	28	55	57	21	0	3
23	64	46	120	11	27	8
24	30	25	74	24	0	3
25	24	61	62	36	10	14
26	22	53	57	31	0	7
27	27	23	55	28	2	13
28	26	65	50	24	11	4
29	31	53	71	18	0	8
30	25	45	56	32	10	5
31	31	42	54	37	9	7
32	47	24	69	11	9	9
33	53	56	87	15	1	16
34	32	39	53	19	1	13
35	36	28	67	28	0	8

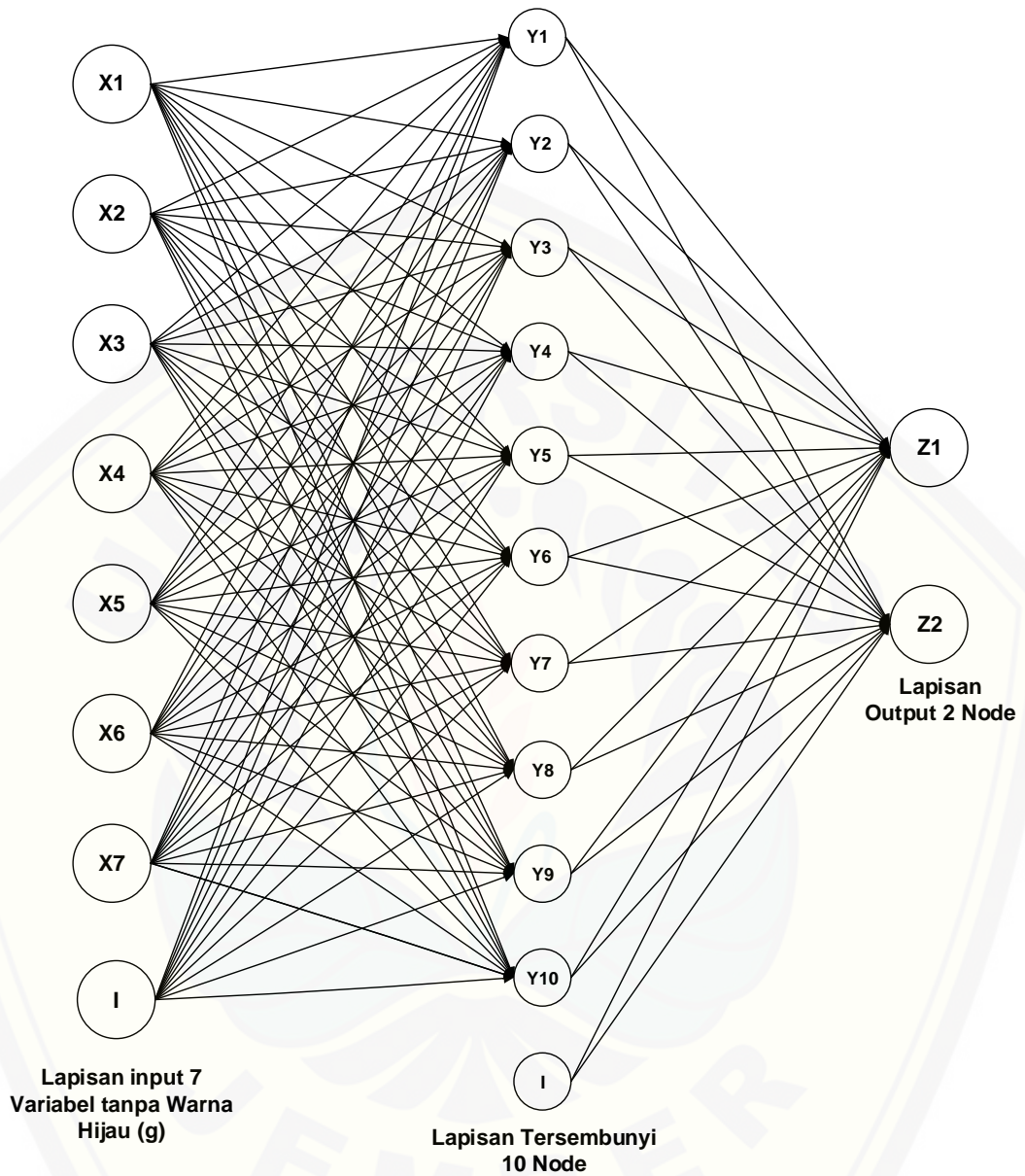
36	30	61	68	21	4	9
37	31	50	51	26	0	11
38	31	46	55	24	0	8
39	32	38	67	12	0	12
40	41	25	63	35	3	5
41	33	24	54	32	19	14
42	27	37	60	36	2	8
43	26	64	50	25	11	3
44	31	53	60	16	0	5
45	26	47	59	11	8	9
46	32	51	55	13	10	2
47	25	37	52	23	11	11
48	30	64	59	29	2	5
49	41	44	56	35	15	6
50	34	26	63	18	2	9
Minimum	22	23	50	11	0	0
Maximum	71	65	120	40	27	17

2. Variasi arsitektur *backpropagation*

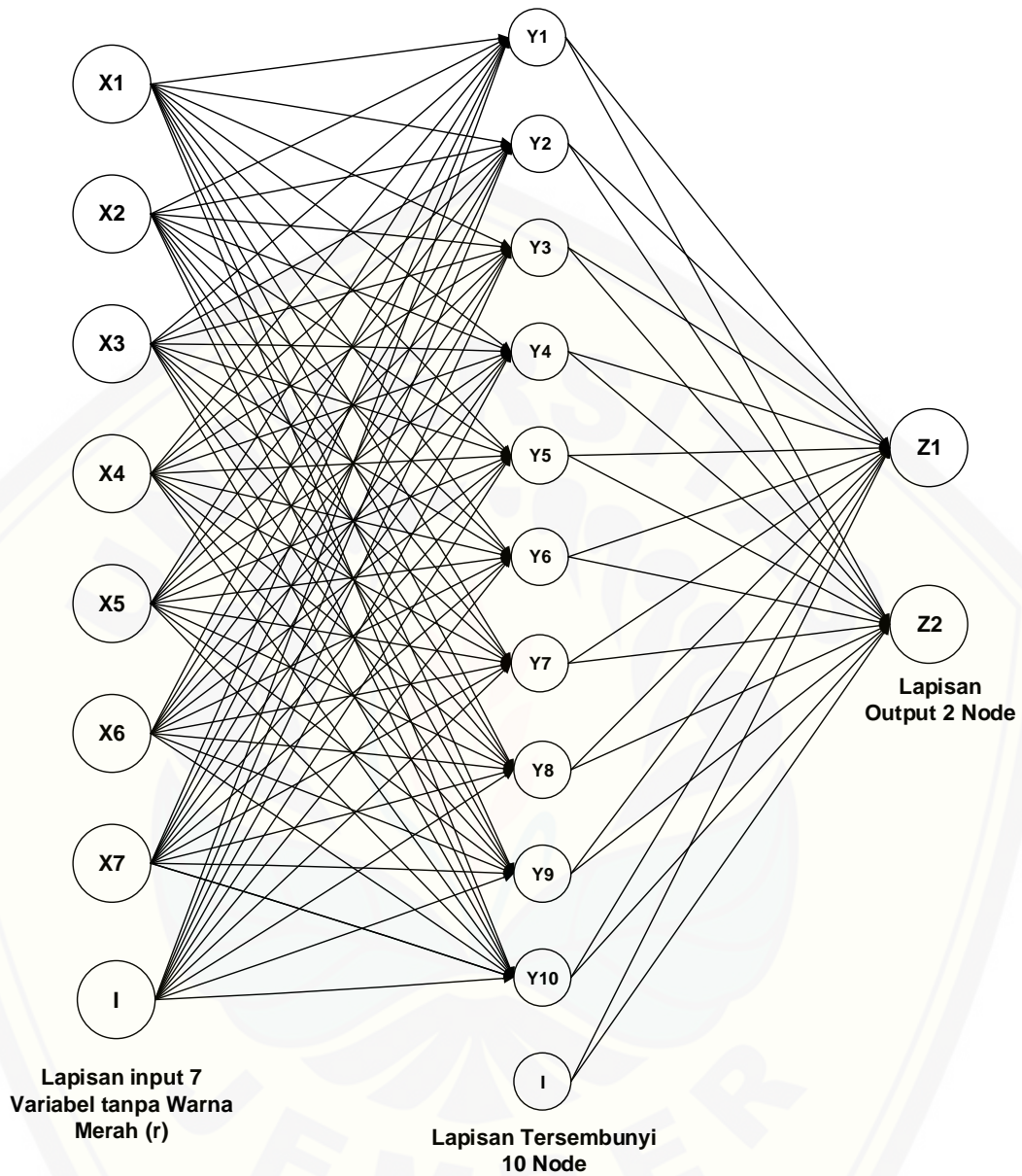
a. Arsitektur *backpropagation* variasi J1

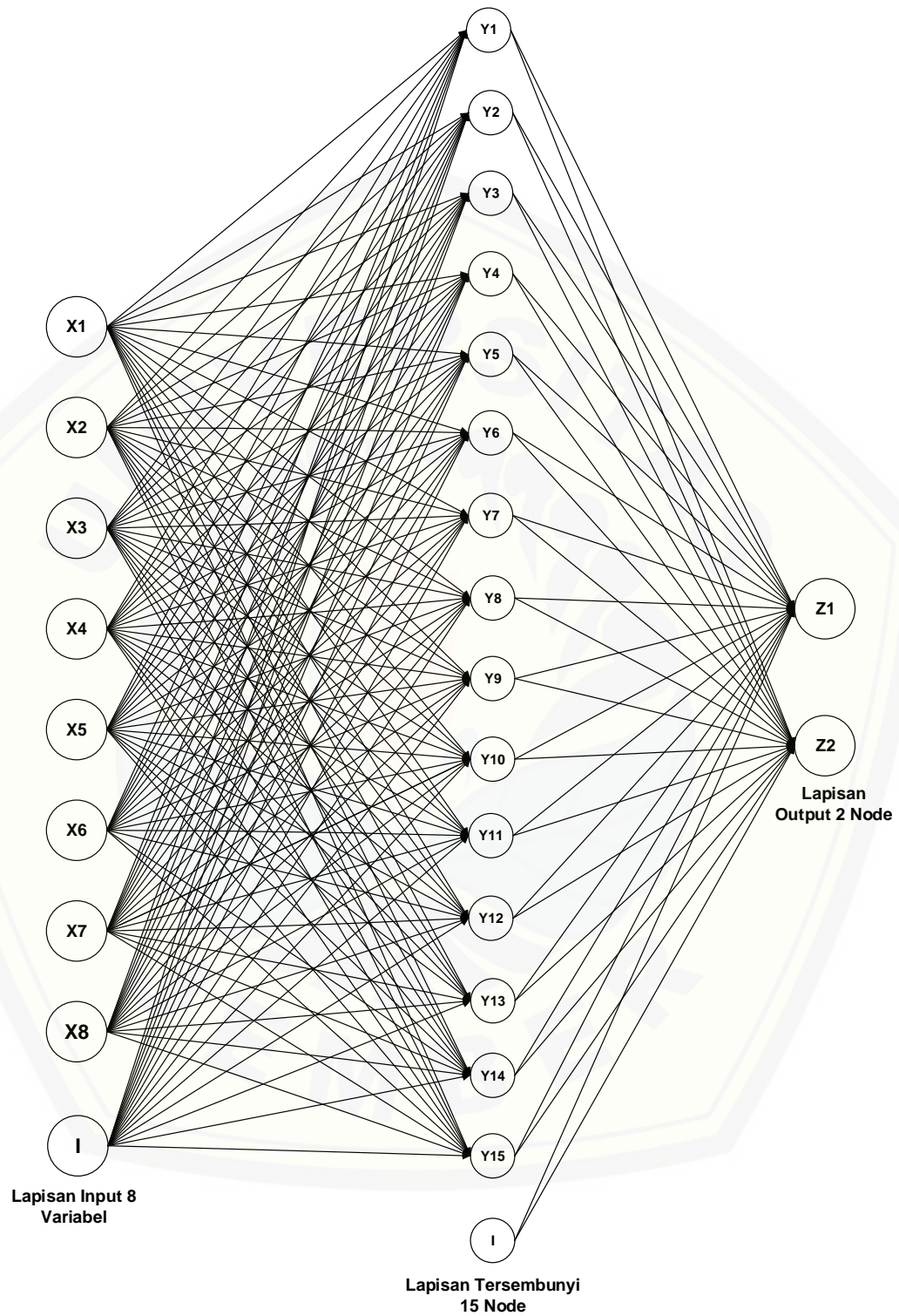


b. Arsitektur *backpropagation* variasi J2

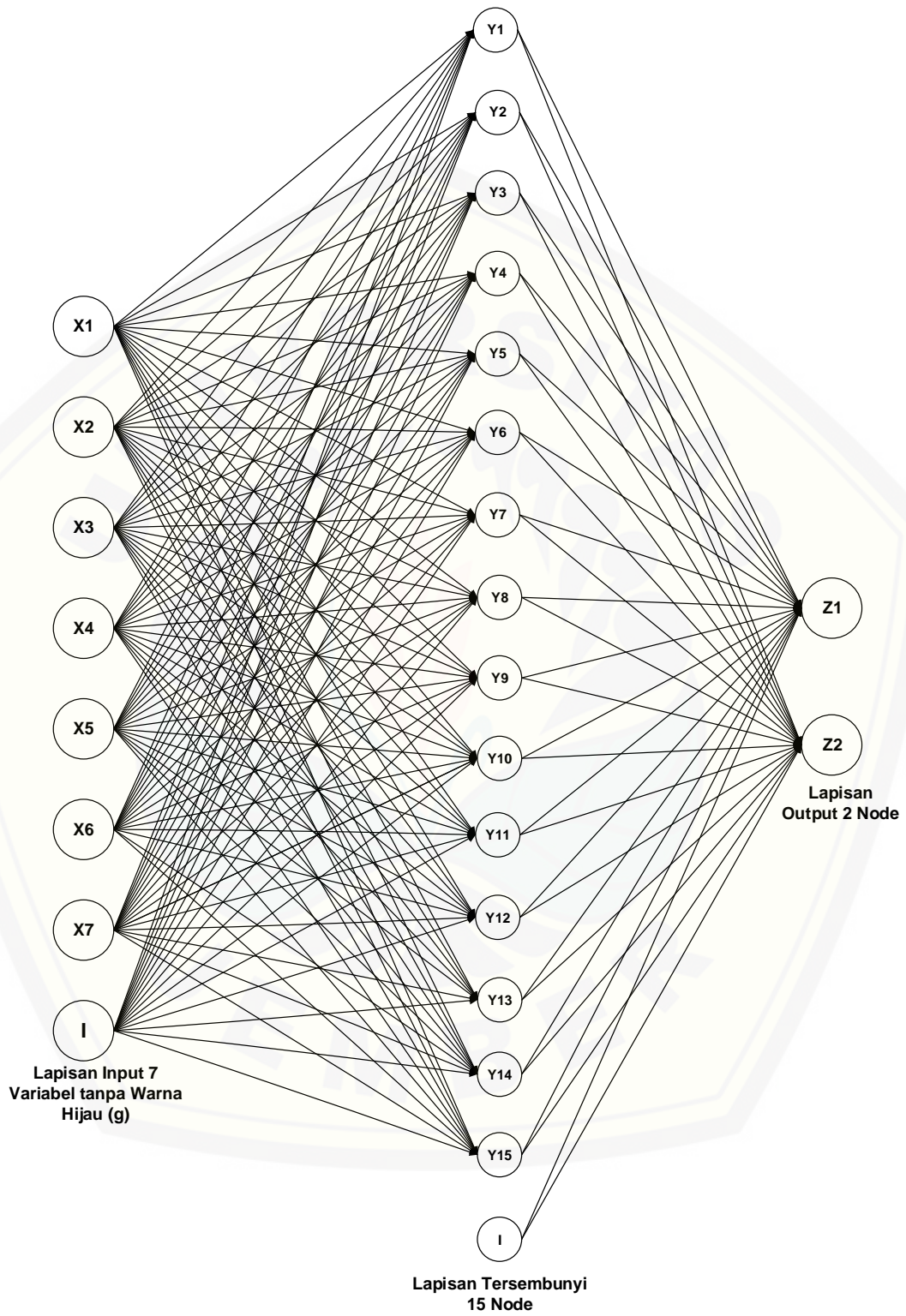


c. Arsitektur *backpropagation* variasi J3



d. Arsitektur *backpropagation* variasi J4

e. Arsitektur *backpropagation* variasi J5



f. Arsitektur *backpropagation* variasi J6