

**IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH KOPI MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION**

(Skripsi)

Oleh

WAHYU AJI PULUNGAN



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
2019**

ABSTRACT

COFFEE FRUIT MATURITY IDENTIFICATION USING LEARNING VECTOR QUANTIZATION NEURAL NETWORK METHOD

By

WAHYU AJI PULUNGAN

Good quality coffee fruit is the red one, but farmers in general still use conventional harvesting methods so there are still many harvested fruits which are green or yellow. To remove these undesired fruits, this study used the Learning Vector Quantization (LVQ) Neural Network (ANN) method to learn patterns and identify the maturity of coffee fruits by utilizing the color feature of coffee fruit. The input data uses the image acquisition of a collection of coffee fruits with various levels of maturity, then an RGB color feature extraction is carried out to take the average value. Each input image has a size of 1300 x 1000 pixels, formatted in jpg. To determine the best number of inputs, training of 10, 12, 16 and 20 images were carried out and compared. Then a confusion matrix test is also carried out to test the level of reliability and errors of the system. Furthermore, testing the GUI application was also carried out. Based on the testing results, the best configuration is the one with the number of the images for training is 16 pieces, with an accuracy of 100% without errors in each test performed.

Keywords :coffee, ANN, LVQ, confusion matrix, GUI

ABSTRAK

IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH KOPI MENGGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION

Oleh

Wahyu Aji Pulungan

Buah kopi yang memiliki kualitas yang baik merupakan buah kopi yang berwarna merah, namun petani secara umum masih menggunakan cara panen yang konvensional sehingga buah yang dipanen masih banyak yang berwarna hijau atau kuning. Penelitian ini menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) metode Learning Vector Quantization (LVQ) untuk mempelajari pola dan mengidentifikasi kematangan buah kopi dengan memanfaatkan fitur warna pada buah kopi. Data *input* menggunakan akuisisi sekumpulan buah kopi dengan berbagai tingkat kematangan yang kemudian dilakukan ekstraksi ciri warna RGB untuk diambil nilai rata-rata. Data yang digunakan memiliki ukuran 1300 x 1000 piksel berformat .jpg untuk pelatihan JST. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan pengujian jumlah citra pelatihan dengan membandingkan antara 10, 12, 16, dan 20 buah citra pelatihan untuk menentukan jumlah *input* terbaik. Kemudian dilakukan juga pengujian *confusion matrix* untuk menguji tingkat keandalan dan *error* dari sistem yang dibuat, serta pengujian *black box* terhadap GUI yang dibuat. Pengujian dilakukan menggunakan GUI yang berjalan dengan baik, berdasarkan hasil pengujian jumlah citra terbaik untuk pelatihan adalah 16 buah dengan akurasi sebesar 100% tanpa *error* pada setiap pengujian yang dilakukan.

Kata kunci : kopi, JST, LVQ, *confusion matrix*, GUI

**IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH KOPI MENGGUNAKAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION**

Oleh

WAHYU AJI PULUNGAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

pada

Program Studi Teknik Informatika

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
2019**

Judul Skripsi : **IDENTIFIKASI KEMATANGAN BUAH KOPI
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN
LEARNING VECTOR QUANTIZATION**

Nama Mahasiswa : **WAHYU AJI PULUNGAN**

No. Pokok Mahasiswa : 1415061039

Program Studi : Teknik Informatika

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

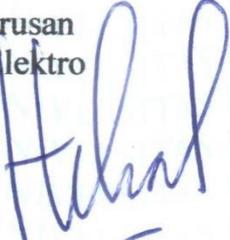



Yessi Mulyani, S.T., M.T.
NIP 19731226 200012 2 001

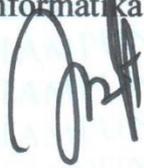

Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.
NIP 19731104 200003 1 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Teknik Elektro


Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T.
NIP 19711301 199903 1 003

Ketua Program Studi
Teknik Informatika


Yessi Mulyani, S.T., M.T.
NIP 19731226 200012 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Yessi Mulyani, S.T., M.T.**



.....

Sekretaris : **Wahyu Eko Sulistiono, S.T., M.Sc.**



.....

Penguji
Bukan Pembimbing : **M. Komarudin, S.T., M.T.**



.....

2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D., IPU.
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **12 Maret 2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan oleh orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka, selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 26 April 2019



Wahyu Aji Pulungan
1415061039

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pulung Kencana, pada tanggal 08 Januari 1997, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Suwondo dan Ibu Juwarti. Penulis menempuh pendidikan dimulai sejak Taman Kanak-kanak (TK) Islam Pulung Kencana diselesaikan pada tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Pulung Kencana, Kec. Tulang Bawang Tengah Kab. Tulang Bawang Barat diselesaikan pada tahun 2008, pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Tulang Bawang Tengah Kab. Tulang Bawang Barat diselesaikan pada tahun 2011, pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Tumijajar Kab. Tulang Bawang Barat Prov. Lampung diselesaikan pada tahun 2014. Selama di SMA, Penulis tercatat aktif di Organisasi Siswa Intra Sekolah (OSIS) sebagai Ketua Bidang Teknologi, Informasi dan Komunikasi pada tahun 2012-2013, Anggota Ekstrakurikuler Rohis, dan Salah Satu Pendiri Ekstrakurikuler ICT Club pada tahun 2012.

Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Geofisik, Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui Jalur Masuk Lokal. Selama menjadi mahasiswa, Penulis telah terdaftar dan aktif dalam bidang akademik dan kegiatan kemahasiswaan di Universitas Lampung. Dalam bidang kemahasiswaan di Universitas Lampung, Penulis terdaftar sebagai anggota Bidang Pengembangan Keteknikan HIMATRO Periode 2015-2016, Kementrian Dalam Negeri BEM Universitas Lampung Periode 2015-

2016, Kepala Departemen ICD UKM U SAINTEK UNILA Periode 2015-2016, Kepala Departemen KSF UKM U SAINTEK UNILA Periode 2016-2017, Anggota Departemen Humas UKM U Bulutangkis UNILA Periode 2016-2017. Penulis juga merupakan mahasiswa penerima Beasiswa PPA pada Tahun 2017.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Kupersembahkan Karya ini untuk kedua Orangtuaku tercinta yang luar biasa :

Suwondo
&
Juwarti

Adikku tercinta

Riska Amelia Dewi

MOTTO

“Siapa yang bersungguh-sungguh, dia akan berhasil, dan Siapa yang berjalan pada lintasan yang benar, maka dia akan sampai di tujuan yang benar, dan Siapa yang bersabar, akan beruntung”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Q.S. Al Insyirah : 6-8)

“Pertama, mereka mengabaikan anda. Kemudian, mereka tertawa pada anda. Berikutnya, mereka melawan anda. Lalu, anda menang”

(Mahatma Gandhi)

“Stay Hungry Stay Foolish”

(Steve Jobs)

“Kesenangan dalam sebuah pekerjaan membuat kesempurnaan pada hasil yang dicapai”

(Aritoteles)

“Yakin Aja”

(Aji)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah melimpahkan segala rezeki, petunjuk, dan ilmu kepada penulis, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu untuk nabiNya yakni Muhammad S.A.W.

Skripsi yang berjudul **“Identifikasi Kematangan Buah Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization”** .

Skripsi ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi Strata-1 (S1) Program Studi Teknik Informatika, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bermanfaat untuk penambahan ilmu dimasa yang akan datang. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan.

Demikianlah kata pengantar yang dapat disampaikan, apabila ada salah kata, saya mengucapkan mohon maaf dan kepada Allah SWT saya mohon ampun.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis

Wahyu Aji Pulungan

SANWACANA

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Alhamdulillah Rabbi'lamin, rasa syukur penulis haturkan kepada Allah SWT asat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Identifikasi Kematangan Buah Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization**” dengan baik dan benar.

Banyak pihak yang terlibat dalam memberikan kontribusi ilmiah, spiritual, dan informasi baik secara langsung maupun tidak langsung hingga terselesaikannya Skripsi ini. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Allah S.W.T** yang senantiasa memberi nikmat dan berkah dalam melancarkan segala proses tugas akhirku hingga dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu, Bapak, Adik, dan Keluargaku tercinta, atas segala yang telah diberikan baik dalam memberikan motivasi, pengorbanan dan menjadi inspirasi terbesarku untuk dapat menyelesaikan pendidikan ini.
3. Om Hari selaku Petani Kopi Kecamatan Sekincau, Kabupaten Lampung Barat yang telah membantu penelitian ini.
4. Bapak Prof. Drs. Suharno, B.Sc., M.S., M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
5. Ibu Yessi Mulyani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika, Dosen Pembimbing I sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak arahan dan bimbingan serta membantu

penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Informatika Universitas Lampung.

6. Bapak Wahyu Eko S, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan masukan, motivasi dan bimbingan yang sangat baik dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak M. Komarudin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan koreksi yang sangat luar biasa dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
9. Dosen-dosen Teknik Informatika yang telah memberikan pembelajaran dan bantuan selama menempuh studi di Teknik Informatika Universitas Lampung.
10. Mbak Rika yang telah membantu penulis dalam hal administrasi di Program Studi Teknik Informatika.
11. Seseorang yang pernah singgah selaku sahabat terkasih yang telah menemani untuk memberikan semangat dengan sepenuh hati.
12. Filza Aupar dan Nana Maulana selaku teman seperjuangan Tugas Akhir yang telah berjuang bersama dalam suka dan duka serta saling berbagi dalam proses penyelesaian skripsi ini.
13. Sahabat dan saudara seperjuangan Teknik Informatika 2014 yang “Luar Biasa!!!“, dimana selama ini menjadi orang-orang hebat dan sebagai tempat saling berbagi suka, duka, ilmu pengetahuan dan pengalaman selama di kehidupan perkuliahan ini.

14. Teruntuk sobat “Tim Kantin UYE”, yaitu Santoso Pajerho, Desta Amanda N, Aulia Huda P, Fitria P, Delvia E, Nur Indah S, Umi Hanifah, Umi Imroatun N, Pratiwi A, Sofyan Frida Y, Alfa Ardes A, Morales S, Rizky Dwi W, Dimas Dwi S, Gaffar RP, Rahmad Iqbal, Rhaka S, Rinaldi Okka S.A, Fajar IP, Arief Irfan H, M. Farizi, Ghiat M dan M. Faizal.
15. Tim Ekspedisi Sekincau, yaitu Filza Aupar, Nana Maulana, Brian Setia Budi, dan Om Sutar, yang telah membantu dalam pengambilan data dan kerjasama dilapangan.
16. Serta semua pihak yang telah terlibat dan ikut serta membantu pelaksanaan Tugas Akhir hingga selesai.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan dari semua pihak yang telah membantu penulis. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk membangun serta berharap skripsi ini dapat membawa manfaat yang positif bagi kita semua. Aamiin.

Wasalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Bandar Lampung, 26 April 2019

Penulis,

Wahyu Aji Pulungan

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
MOTTO	x
KATA PENGANTAR	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	6

2.1. Citra	6
2.1.1. Jenis-Jenis Citra	7
2.1.2. Format File Citra	8
2.1.3. Piksel	8
2.1.4. Akuisisi Citra	8
2.1.5. Resize	8
2.1.6. Pengolahan Citra Digital (Digital Images Processing)	9
2.1.7. Ekstraksi Ciri	10
2.2. Jaringan Syaraf Tiruan	11
2.3. Learning Vector Quantization (LVQ)	12
2.3.1. Arsitektur LVQ	12
2.3.2. Algoritma LVQ	14
2.4. Aplikasi Matlab	16
2.5. Pengujian	17
2.6. Penelitian Terkait	18
III. METODE PENELITIAN.....	20
3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	20
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Metode Penelitian.....	21
3.3.1. Perumusan Masalah	21
3.3.2. Studi Literatur	21
3.3.3. Pengumpulan Data	22
3.3.4. Analisa dan Perancangan Sistem JST	23
3.3.5. Pembuatan Sistem JST	23
3.3.6. Pelatihan	25
3.3.7. Pengujian	25
3.3.8. Analisis	26
3.4. Diagram Alir Penelitian	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1. Ekstraksi Ciri Warna RGB	27
4.2. Pelatihan JST	29
4.2.1. Perhitungan dengan Matlab	31
4.2.2. Perhitungan Manual	31
4.3. Pengujian	35
4.3.1. Pengujian JST	37
4.3.2. Pengujian Fungsional Aplikasi GUI	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1. Kesimpulan	58
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>Confusion Matrix</i>	17
3.1 Jadwal Penelitian	20
3.2 Justifikasi penggunaan alat dan bahan pada penelitian	20
4.1 Hasil ekstraksi citra digital	29
4.2 <i>Dataset</i> Citra Digital Buah Kopi	30
4.3 Bobot Awal	31
4.4 Hasil Pengujian Perbandingan <i>Dataset</i>	37
4.5 <i>Confusion Matrix</i> Perbandingan <i>Dataset</i> pada 16 Buah Citra	40
4.6 Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Intensitas Cahaya yang Lebih Cerah pada <i>Dataset</i> 16 dan 20 Buah	41
4.7 <i>Confusion Matrix</i> Terhadap Perubahan Intenstas Cahaya yang Lebih Cerah (<i>Dataset</i> 16 Buah Citra)	43
4.8 <i>Confusion Matrix</i> Terhadap Perubahan Intenstas Cahaya yang Lebih	

Cerah (Dataset 20 Buah Citra)	44
4.9 Hasil Pengujian Terhadap Perubahan Intensitas Cahaya yang Lebih	
Gelap pada Dataset 16 dan 20 Buah	45
4.10 Confusion Matrix Terhadap Perubahan Intenstas Cahaya yang Lebih	
Gelap (Dataset 16 Buah Citra)	47
4.11 Confusion Matrix Terhadap Perubahan Intenstas Cahaya yang Lebih	
Gelap (Dataset 20 Buah Citra)	48
4.12 Hasil Pengujian Dataset Tambahan	49
4.13 Confusion Matrix Terhadap Dataset Tambahan	56
4.14 Hasil Pengujian Black Box	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Piksel pada Citra 9
2.2	Arsitektur JST <i>Single Layer Network</i> 12
2.3	Arsitektur LVQ 13
2.4	Logo Aplikasi Matlab 16
3.1	Akuisisi Citra Matang Semua dan Belum Matang Semua 22
3.2	Bagan Alir Sistem Klasifikasi pada Tahap Pelatihan 24
3.3	Bagan Alir Sistem Klasifikasi pada Tahap Pengujian 25
3.4	Diagram Alir Penelitian 26
4.1	GUI 35
4.2	Kode Program Pelatihan 30
4.3	Kode Program Perhitungan dengan Matlab 31
4.4	Kode Program Pengujian 35
4.5	GUI 35

DAFTAR SINGKATAN

FN : *False Negative*

FP : *False Positive*

GUI : *Graphical User Interface*

JST : Jaringan Syaraf Tiruan

LVQ : *Learning Vector Quantization*

MP : Megapiksel

MSE : *Mean Square Error*

RGB : *Red, Green, Blue*

TN : *True Negative*

TP : *True Positive*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kopi merupakan minuman yang digemari oleh banyak orang. Konsumsi kopi dunia mencapai 70% berasal dari spesies kopi arabika dan 26% berasal dari spesies kopi robusta. Pudji Rahardjo dalam bukunya yang berjudul Kopi menjelaskan bahwa saat penyebaran kopi melalui saudagar Arab, mereka mencoba memakan buah kopi dan merasakan adanya tambahan energi yang kemudian buah kopi dimanfaatkan menjadi minuman kopi seperti sekarang ini. Masyarakat di Arab menyebut minuman ini sebagai *qahwa* yang berarti pencegah rasa kantuk karena kopi memiliki kandungan kafein yang tinggi [1].

Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra produksi kopi di Indonesia juga dikenal sebagai segitiga emas penghasil kopi Robusta bersama dengan Provinsi Bengkulu dan Sumatera Selatan. Di daerah Lampung jenis yang dominan di tanam adalah jenis Robusta. Luas pertanaman kopi di Lampung mencapai 173.690 ha [2]. Tingkat kematangan buah kopi sangat menentukan kualitas kopi tersebut. Buah yang dipanen dengan kondisi buah yang matang sempurna dapat menghasilkan kualitas kopi yang sangat baik apabila diolah dengan benar. Ciri-ciri buah kopi yang telah matang bisa dilihat dari warna kulitnya. Buah kopi yang paling baik untuk

dipanen adalah yang telah matang penuh, berwarna merah. Namun karena cara panen petani yang masih konvensional, buah yang dipanen tidak sepenuhnya merah.

Pabrik kopi memiliki standar tingkat kematangan buah kopi agar kopi yang dijual konsisten dari segi harga maupun rasa. Pabrik-pabrik kopi sangat mengedepankan kualitas. Tidak semua buah yang didapat dari petani maupun pengepul memiliki kualitas yang baik dari segi kematangannya, maka dari itu identifikasi kematangan buah kopi sangat diperlukan agar petani dapat memperoleh buah kopi yang berkualitas baik.

Program Studi Teknik Informatika Universitas Lampung memiliki visi yang berorientasi pada bidang pertanian, yaitu menjadi program studi dibidang informatika yang unggul di tingkat nasional dan memiliki reputasi internasional dengan kekhasan dalam bidang *ICT in Agriculture* di tahun 2025 [3]. Maka dari itu, untuk membantu petani juga mendukung tercapainya visi misi Program Studi Teknik Informatika, pada penelitian ini penulis membahas tentang pembuatan sistem untuk mengidentifikasi kematangan buah kopi menggunakan jaringan syaraf tiruan *learning vector quantization*. Penelitian dapat digunakan sebagai pembelajaran dan acuan untuk pengembangan selanjutnya.

1.2.Rumusan Masalah

Dalam melaksanakan penelitian ini digunakan beberapa rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana menerapkan metode ekstraksi ciri warna terhadap citra digital buah kopi agar dapat diperoleh informasi citra tersebut.

2. Bagaimana menerapkan metode *Learning Vector Quantization* pada proses identifikasi kematangan buah kopi.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Pembelajaran yang dilakukan oleh JST menggunakan citra digital sekumpulan buah kopi dengan berbagai tingkat kematangan sebagai masukan.
2. Citra berukuran 1300 x 1000 piksel yang diakuisisi menggunakan kamera *smartphone* resolusi 13MP dengan format .jpg.
3. Jumlah buah kopi dalam satu citra berkisar antara 130 sampai 150 buah.
4. Menggunakan ekstraksi ciri warna untuk mengambil informasi citra digital.
5. Menggunakan aplikasi matlab untuk mewujudkan identifikasi kematangan buah kopi.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Menerapkan ekstraksi ciri warna pada proses ekstraksi ciri citra buah kopi.
2. Menerapkan metode JST-LVQ pada proses mengidentifikasi kematangan buah kopi dan menguji kualitas keandalan metode tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui dan memahami lebih dalam tentang ilmu kecerdasan buatan khususnya dibidang jaringan syaraf tiruan.
2. Dapat mengidentifikasi kematangan buah kopi dengan andal.
3. Sistem yang dibuat dapat dikembangkan untuk membantu petani.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua ini berisi tentang dasar teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga ini mengulas tentang alat dan bahan, waktu dan tempat pelaksanaan, prosedur, serta metode perancangan yang digunakan pada penelitian ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab berikut ini berisi hasil yang didapat setelah melakukan penelitian serta menganalisa hasil penelitian tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi tentang kesimpulan yang didapat setelah melakukan penelitian serta menuliskan saran-saran yang mungkin menjadi acuan untuk perkembangan penelitian ini kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang referensi-referensi yang digunakan penulis sebagai acuan dan penunjang serta parameter yang mendukung penyelesaian masalah ini baik secara praktis maupun teoritis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Citra

Secara fisis atau visual, sebuah citra adalah representasi dari informasi yang terkandung di dalamnya sehingga mata manusia dapat menganalisis dan menginterpretasikan informasi tersebut sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Secara matematis, sebuah citra didefinisikan sebagai $f(x,y)$ dimana x dan y adalah koordinat spasial, sedangkan f adalah nilai intensitas warna pada koordinat x dan y . Bila nilai-nilai ini bersifat kontinu maka citranya disebut citra analog, seperti yang ditampilkan pada layar monitor TV, computer atau foto cetak. Bila nilai-nilai ini bersifat diskret maka citranya disebut citra digital, seperti yang tersimpan dalam memori computer dan CD-ROM [4].

Citra digital umumnya dua dimensi (2D) yang dinyatakan dalam bentuk matriks dengan jumlah elemen berhingga. Setiap elemen matriks citra memiliki posisi koordinat x dan y tertentu dan juga memiliki nilai. Secara umum, citra digital merupakan representasi piksel-piksel dalam ruang 2D yang dinyatakan dalam matriks berukuran N baris dan M kolom. Setiap elemen matriks citra disebut piksel. Nilai setiap piksel merepresentasikan intensitas warna dan dapat dikodekan dalam

24 bit untuk citra berwarna (dengan tiga komponen warna RGB), 8 bit untuk citra *gray-level* atau 1 bit untuk citra biner.

2.1.1. Jenis-Jenis Citra

Berdasarkan sisi konten visual, citra dapat dibedakan menjadi citra berwarna, citra *gray-level* dan citra biner [4].

1. Citra Berwarna

Citra berwarna (*true color image*) adalah citra yang secara visual memiliki kandungan informasi warna, di mana warna ini direpresentasikan dalam nilai-nilai piksel yang mengandung komponen *luminance*, *hue*, dan *chrominance/saturation*. *Luminance* merupakan ukuran tingkat kecerahan suatu warna. *Hue* merupakan salah satu sifat utama warna yang direpresentasikan dalam nilai derajat ($0^\circ - 360^\circ$). Sedangkan, *Chrominance* atau *saturation* merepresentasikan tinggi rendahnya kandungan cahaya putih dalam sebuah warna.

2. Citra *Gray Level*

Citra *gray-level* (skala keabuan) merupakan citra di mana nilai pikselnya hanya diwakilkan oleh nilai *luminance*, yang umumnya dikodekan dalam 8 bit atau artinya memiliki skala keabuan yang bervariasi dari nilai 0 sampai 255 ($2^8 - 1$).

3. Citra Biner

Citra biner merupakan bagian dari citra *gray level* yang hanya memiliki dua level keabuan, yaitu 0 untuk warna hitam dan 1 untuk warna putih, sehingga setiap piksel dari citra biner dikodekan dengan hanya menggunakan 1 bit.

2.1.2. Format *File* Citra

Format *file* citra standar yang banyak digunakan saat ini adalah BMP, TIFF, GIF, PNG, JPEG, dan JPEG 2000. Pada penelitian ini menggunakan citra berformat JPG. JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) adalah format *file* citra yang namanya diambil dari komite yang membuat standar ini dan juga beberapa standar lainnya. Komite ini menerbitkan standar JPEG pertama tahun 1992, yang telah disahkan pada bulan September 1992 sebagai Rekomendasi ITU-T T.81 dan pada tahun 1994 sebagai ISO/IEC 10918-1 [4].

2.1.3. Piksel

Piksel (*Pixel*) merupakan singkatan dari *picture element*, yaitu suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan informasi yang terkandung dalam satu unit permukaan tampilan [5]. Semakin banyak jumlah piksel dalam sebuah citra, semakin besar resolusi spasial citra tersebut sehingga citra terlihat makin tajam. Penelitian ini menggunakan citra dengan ukuran piksel 1300 x 1000 piksel agar kualitas citra tetap terjaga.

2.1.4. Akuisisi Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tahap ini dimulai dari objek yang akan diambil gambarnya, persiapan alat-alat sampai pada pencitraan. Pada penelitian ini akuisisi citra menggunakan kamera *smartphone* dengan resolusi 13 megapiksel.

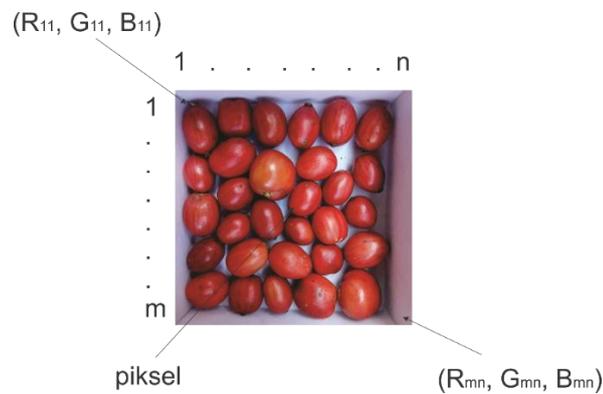
2.1.5. Resize

Proses *resize* artinya mengubah ukuran menjadi lebih besar atau lebih kecil. Citra digital yang dihasilkan sebelumnya memiliki ukuran yang berbeda beda. Untuk itu,

perlu dilakukan proses *resize* yang akan membuat ukuran dari setiap citra sama. Citra akan diubah ukurannya menjadi 1300 x 1000 piksel.

2.1.6. Pengolahan Citra Digital (Digital Images Processing)

Pengolahan citra merupakan proses mengolah piksel-piksel di dalam citra digital untuk tujuan tertentu. Mengolah informasi dalam suatu citra bisa dilakukan dengan cara mengekstraksi informasi penting yang ada di dalamnya. Bidang pemrosesan gambar digital mengacu pada pemrosesan gambar digital dengan menggunakan komputer digital [6]. Pengolahan ini diharapkan dapat diambil cirinya. Penelitian ini menggunakan pengolahan citra ekstraksi ciri warna untuk mengambil informasi dari citra. Ekstraksi ciri bisa menggunakan aplikasi matlab untuk mendapatkan nilai RGB rata-rata dari citra.



Gambar 2.1 Piksel pada Citra

Nilai total R, G, dan B didapatkan dengan persamaan berikut :

$$R_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij} \quad (2.1a)$$

$$G_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m G_{ij} \quad (2.1b)$$

$$B_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m B_{ij} \quad (2.1c)$$

Keterangan :

R_{total} = jumlah total nilai R dalam satu citra dari semua piksel

G_{total} = jumlah total nilai G dalam satu citra dari semua piksel

B_{total} = jumlah total nilai B dalam satu citra dari semua piksel

Perhitungan manual untuk mendapatkan nilai rata-rata :

$$R_{avg} = \frac{R_{total}}{Jumlah\ Piksel\ m \times n} \quad (2.2a)$$

$$G_{avg} = \frac{G_{total}}{Jumlah\ Piksel\ m \times n} \quad (2.2b)$$

$$B_{avg} = \frac{R_{total}}{Jumlah\ Piksel\ m \times n} \quad (2.2c)$$

Keterangan :

R_{avg} = nilai R rata-rata

G_{avg} = nilai G rata-rata

B_{avg} = nilai B rata-rata

2.1.7. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri/fitur merupakan sesuatu yang dapat diukur dari suatu citra. Maka dari itu fitur merupakan sekumpulan angka yang berasal dari gambar digital [7]. Ada beberapa jenis ekstraksi ciri diantaranya ialah ekstraksi ciri warna, tekstur, dan bentuk. Dalam penelitian ini menggunakan ekstraksi ciri warna karena penentuan kematangan buah kopi ditentukan oleh warna kulitnya sehingga sangat sesuai untuk diterapkan. Tiap-tiap piksel memiliki nilai warna, ekstraksi ciri dilakukan untuk

mengambil nilai-nilai tersebut. Semua piksel dari citra digital diambil nilainya untuk dicari rata-rata dari masing-masing warna RGB.

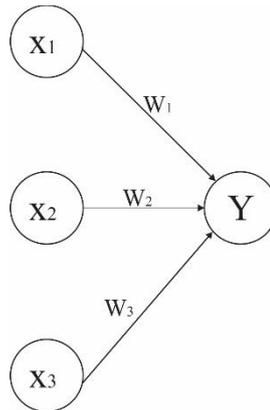
2.2. Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) adalah sistem pemroses informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf biologi [8]. JST dibentuk sebagai generalisasi model matematika dari jaringan syaraf biologi, dengan asumsi bahwa:

- Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
- Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung.
- Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyalnya.
- Untuk menentukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu batas ambang.

JST ditentukan oleh 3 hal:

- a. Pola hubungan antar neuron (disebut arsitektur jaringan).
- b. Metode untuk menentukan bobot penghubung (disebut metode *training/learning/algorithm*).
- c. Fungsi aktivasi.



Gambar 2.2 Arsitektur JST *Single Layer Network* [8]

Y menerima input dari neuron x_1 , x_2 , dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1 , w_2 , dan w_3 . Ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan

$$\text{net} = x_1w_1 + x_2w_2 + x_3w_3 \quad (2.3)$$

Besarnya impuls yang diterima Y mengikuti fungsi aktivasi $Y = f(\text{net})$. Apabila nilai fungsi aktivasi cukup kuat, maka sinyal akan diteruskan. Nilai fungsi aktivasi juga dapat digunakan sebagai dasar untuk merubah bobot.

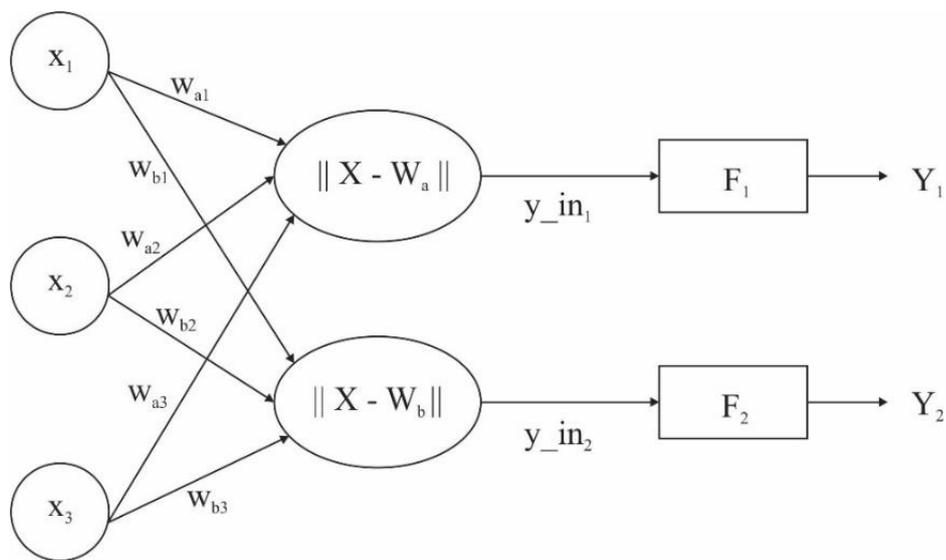
2.3. Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Menggunakan metode klasifikasi pola di mana setiap unit output mewakili kelas atau kategori tertentu [9].

2.3.1. Arsitektur LVQ

Arsitektur LVQ terdiri dari lapisan *input*, lapisan kompetitif, dan lapisan *output*. Pada lapisan *input*, dikumpulkan semua variabel nilai *input* yang dibutuhkan untuk proses klasifikasi. Lapisan *input* ini dihubungkan dengan lapisan kompetitif oleh

bobot. Setelah mencapai lapisan kompetitif, terjadi proses pembelajaran yang dilakukan secara terawasi. Alasan dinamakan lapisan kompetitif adalah karena pada lapisan ini terjadi kompetisi pada *input* untuk masuk ke dalam suatu kelas berdasarkan kedekatan jaraknya. Hasil dari proses yang terjadi pada lapisan kompetitif ini adalah berupa kelas target. Kelas ini nantinya akan dihubungkan oleh fungsi aktivasi menuju ke lapisan *output* [10].



Gambar 2.3 Arsitektur LVQ

Dimana:

- $x_1 = R_{avg}$
- $x_2 = G_{avg}$
- $x_3 = B_{avg}$
- $\|X - W_a\|$ dan $\|X - W_b\|$ = Perhitungan pada masing-masing kelas
- y_{in1} dan y_{in2} = Nilai output dari setiap kelas
- F_1 dan F_2 = lapisan fungsi aktivasi
- Y_1 dan Y_2 = lapisan *output*

y_{in} adalah nilai output dari setiap kelas, dihitung menggunakan persamaan :

$$y_{in1} = \|X - W_a\| = \text{sqrt}((x_1 - w_{a1})^2 + (x_2 - w_{a2})^2 + (x_3 - w_{a3})^2) \quad (2.4a)$$

$$y_{in2} = \|X - W_b\| = \text{sqrt}((x_1 - w_{b1})^2 + (x_2 - w_{b2})^2 + (x_3 - w_{b3})^2) \quad (2.4b)$$

Setiap fungsi aktivasi F melakukan pemetaan setiap y_{in} ke klasifikasi y_1 atau y_2 .

Pada F_1 , jika $\|X - W_a\| < \|X - W_b\|$ maka y_{in1} dipetakan ke $y_1=1$ dan dipetakan ke $y_1=0$ jika sebaliknya. Kondisi ini juga berlaku pada F_2 , dengan kondisi yang sesuai.

2.3.2. Algoritma LVQ

Proses pembelajaran LVQ merupakan pembelajaran terarah (supervised), dengan tujuan untuk mendapatkan vektor-vektor perwakilan yang akan melakukan kuantisasi terhadap vektor masukan. Pada proses pelatihan, unit-unit output diarahkan dengan meng-*Update* bobot pada pelatihan.

Update bobot dilakukan setiap kali menentukan *output* kelas dengan ketentuan :

$$\text{Jika Target} = Y, \text{ maka } W_{\text{baru}} = W_{\text{lama}} + \alpha (X - W_{\text{lama}}) \quad (2.5a)$$

$$\text{Jika Target} \neq Y, \text{ maka } W_{\text{baru}} = W_{\text{lama}} - \alpha (X - W_{\text{lama}}) \quad (2.5b)$$

Update learning rate setiap kali selesai satu iterasi dengan persamaan :

$$\alpha_{\text{baru}} = \alpha_{\text{lama}} - (\text{fungsi pembelajaran} * \alpha_{\text{lama}}) \quad (2.6)$$

Dimana :

α = laju pembelajaran (*learning rate*)

W_{baru} = bobot baru

W_{lama} = bobot lama

$X = input$

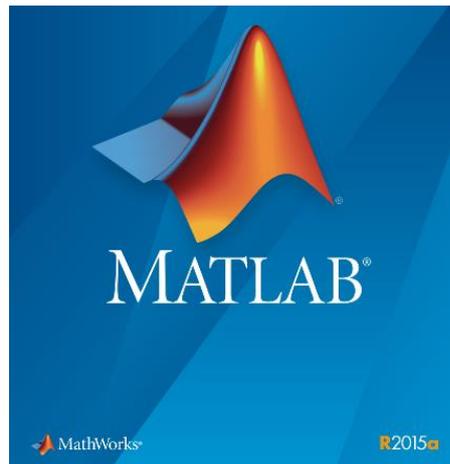
Metode LVQ melakukan pengenalan pola dengan melalui dua proses yaitu proses pembelajaran dan proses pengujian. Proses pembelajaran akan melalui beberapa *epoch* sampai batas *epoch* maksimal. Pada algoritma LVQ terdapat lapisan *input*, lapisan kompetitif, dan lapisan *output*. Lapisan *input* dihubungkan dengan lapisan kompetitif oleh bobot. LVQ melakukan pembelajaran pada tahapan lapisan kompetitif. Pada lapisan inilah ditentukan klasifikasi dari vektor *input*. Klasifikasi ditentukan berdasarkan jarak antara vektor *input* dengan vektor bobot dari masing-masing kelas. Setelah ditentukan jaraknya, maka vektor *input* akan masuk ke kelas yang memiliki jarak terdekat. Hasil berupa kelas ini akan dihubungkan dengan lapisan *output* oleh fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi linear atau purelin. Tujuannya adalah agar diperoleh keluaran yang sama dengan masukan, sesuai dengan rumus fungsi linear yaitu $Y = X$ [9].

Parameter-parameter yang digunakan pada proses pengklasifikasian dengan menggunakan LVQ adalah sebagai berikut:

- Alfa (α) : Alfa merupakan tingkat pembelajaran (*Learning Rate*). Nilai alfa terletak diantara $0 < \alpha < 1$.
- *MaxEpoch* : *MaxEpoch* merupakan jumlah *epoch* atau iterasi maksimum yang boleh dilakukan selama pelatihan. Iterasi akan berhenti apabila nilai *epoch* mencapai batas *epoch* maksimum.
- *Mean Square Error* : Nilai error rata-rata kuadrat. Semakin kecil nilai MSE maka semakin baik (bernilai positif).

2.4. Aplikasi Matlab

Matlab adalah *platform* pemrograman yang dirancang khusus untuk para insinyur dan ilmuwan. Inti dari Matlab adalah bahasa Matlab, yaitu bahasa yang berbasis matriks yang memungkinkan ekspresi matematis komputasi yang paling alami [11].



Gambar 2.4 Logo Aplikasi Matlab

Matlab biasa digunakan untuk menganalisa data, mengembangkan algoritma, dan membuat model serta aplikasi. Fungsi bahasa, aplikasi, dan matematika dari aplikasi ini memungkinkan untuk menjelajahi berbagai pendekatan dengan cepat untuk mendapatkan solusi. Matlab memungkinkan pengguna mengintegrasikan dengan Simulink yaitu Desain Berbasis Model.

Matlab memiliki beragam fitur yang dapat digunakan seperti akuisisi data, pemodelan, analisis, pengolahan citra, rekayasa, visualisasi, dll. Penelitian ini menggunakan salah satu fitur matlab yaitu pengolahan citra untuk mengolah citra digital. Bagian dari pengolahan citra tersebut ialah ekstraksi ciri dan jaringan syaraf tiruan. Ekstraksi ciri dilakukan menggunakan matlab dengan memasukkan citra digital yang kemudian di ekstrak ciri berupa ciri warna yang akan menghasilkan

suatu nilai yang merepresentasikan warna (*RGB*). Jaringan syaraf tiruan menggunakan metode LVQ dengan cara memasukkan nilai citra yang sudah diekstrak kemudian aplikasi matlab akan menjalankan fiturnya untuk memulai pembelajaran sebagai JST dengan metode LVQ. Aplikasi ini juga memiliki fitur *GUI* untuk mempermudah penggunaannya.

2.5. Pengujian

Penelitian ini menggunakan dua buah metode dalam pengujiannya, yaitu *black box* dan *confusion matrix*. Pengujian *black box* digunakan untuk melihat apakah GUI yang dibuat berfungsi dengan benar atau tidak, sedangkan pengujian *confusion matrix* digunakan untuk mengetahui persentase tingkat akurasi dan persentase tingkat *error*. Berikut *confusion matrix* ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 *Confusion Matrix*

		Kelas Prediksi	
		1 (Matang)	2 (Mentah)
Kelas Sebenarnya	1 (Matang)	TP	FN
	2 (Mentah)	FP	TN

Keterangan :

- TP (*True Positive*) = Jumlah citra yang termasuk dalam kategori 1 (matang) dan hasil sesuai target.
- FP (*False Positive*) = Jumlah citra yang termasuk dalam kategori 1 (matang) dan hasil tidak sesuai target.

- FN (*False Negative*) = Jumlah citra yang termasuk dalam kategori 2 (mentah) dan hasil tidak sesuai target.
- TN (*True Negative*) = Jumlah citra yang termasuk dalam kategori 2 (mentah) dan hasil sesuai target.

Rumus untuk menghitung akurasi pada *confusion matrix* adalah sebagai berikut[12]:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Error} = 100\% - \text{Akurasi} \dots\dots\dots(2.8)$$

2.6. Penelitian Terkait

Berikut beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan jaringan syaraf tiruan metode *learning vector quantization*.

No.	Tahun	Peneliti	Universitas	Judul
1.	2015	Yani Nur Muslimin	Universitas Jember	Aplikasi Untuk Mengidentifikasi Kematangan Buah Pisang Menggunakan Image Processing Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization Berbasis Android

2.	2018	Ulfah Adzkia	Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau	Penerapan <i>Local Binary Pattern</i> Dan <i>Learning Vector Quantization</i> Pada Klasifikasi Citra Garis Utama Telapak Tangan
----	------	--------------	------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Universitas Lampung, sedangkan waktu pelaksanaan penelitian diestimasikan berlangsung mulai dari bulan April 2018 hingga Februari tahun 2019.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Aktifitas	April	Mei	Juni	Juli	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb
1.	Perumusan Masalah	Minggu 1-2										
2.	Studi Literatur	Minggu 3-4	Minggu 1-4									
3.	Pengumpulan Data	Minggu 4	Minggu 1									
4.	Analisa & Perancangan		Minggu 4	Minggu 1-4	Minggu 1-4							
6.	Seminar Proposal					Minggu 4						
7.	Pembuatan Sistem						Minggu 1-4	Minggu 1-4	Minggu 1-4	Minggu 1-4		
8.	Seminar Hasil										Minggu 3	
9.	Perbaikan											Minggu 1-4

3.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel :

Tabel 3.2 Justifikasi penggunaan alat dan bahan pada penelitian

No.	Alat dan Bahan	Justifikasi Penggunaan
1.	<i>Smartphone</i>	Akuisisi Citra

2.	Buah Kopi dengan berbagai tingkat kematangan (warna)	Sebagai bahan utama penelitian
3.	Laptop Core i5 Ram 4 GB	Menjalankan aplikasi Matlab
4.	Aplikasi Matlab	Perangkat lunak untuk pengolahan citra digital
5.	Aplikasi Microsoft Paint	<i>Preprocessing (resize)</i>

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini memiliki beberapa tahapan, yaitu:

3.3.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, yang menjadi rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana menerapkan metode ekstraksi ciri warna terhadap citra digital buah kopi agar dapat diperoleh informasi citra tersebut dan bagaimana menerapkan metode Learning Vector Quantization pada proses identifikasi kematangan buah kopi.

3.3.2. Studi Literatur

Dalam penyelesaian penelitian ini, penulis menggunakan beragam sumber referensi seperti buku, jurnal, serta sumber lain yang dapat dijadikan rujukan untuk mendapatkan data yang lebih valid. Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi tentang buah kopi, pengolahan kopi, aplikasi matlab, dan metode-metode pengolahan citra digital.

3.3.3. Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah buah kopi yang diakuisisi. Buah kopi yang digunakan sebagai objek utama didapatkan dari kebun petani yang berlokasi di Kecamatan Sekincau, Lampung Barat. Jenis kopi yang ada disana ialah kopi robusta. Akuisisi citra terhadap buah kopi dilakukan terlebih dahulu untuk dijadikan citra digital. Citra digital tersebut berjumlah 16 buah. Citra tersebut dibagi menjadi dua kategori yaitu matang semua dan belum matang semua (mentah). Citra digital yang dihasilkan memiliki format .jpg. Untuk mempermudah pengambilan ekstraksi ciri dilakukan teknik *preprocessing*, yaitu *resize* agar citra digital memiliki ukuran yang sama yaitu 1300 x 1000 piksel. Ukuran piksel yang cukup besar ini adalah untuk menjaga kualitas citra. *Resize* dilakukan menggunakan aplikasi Microsoft Paint.



Gambar 3.1 Akuisisi Citra Matang Semua dan Belum Matang Semua

Kategori matang semua ialah apabila buah berwarna merah lebih dominan (sekitar 90% merah) dan kategori belum matang semua apabila jumlah buah berwarna merah kurang dari 90% (hijau lebih banyak).

3.3.4. Analisa dan Perancangan Sistem JST

Pada tahap ini yang dilakukan adalah menganalisa dan merancang kebutuhan sistem, apa yang akan dilakukan, dan menentukan keluaran dari perancangan sistem tersebut.

3.3.5. Pembuatan Sistem JST

Komponen pendukung yang memiliki peran penting dalam pembuatan sistem diantaranya ialah perangkat keras dan perangkat lunak.

1. Perangkat keras (*hardware*), antara lain :
 - a. Processor : Intel(R) Core(TM) i5 2.3 GHz
 - b. Memory (RAM) : 4 GB
 - c. Hard disk : 1 TB
 - d. Alat Perekam : Asus Zenfone 3
2. Perangkat lunak (*software*), antara lain :
 - a. Sistem Operasi : Windows 10 Pro 64 Bit
 - b. Tool : Matlab R2017a

Pada tahap ini dibuat program-program untuk menjalankan proses ekstraksi ciri dan JST LVQ.

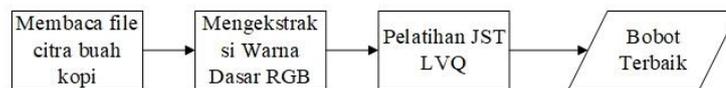
A. Ekstraksi Ciri Warna RGB

Citra digital yang digunakan harus diekstrak cirinya terlebih dahulu untuk mendapatkan informasi dari citra digital tersebut. Jenis ekstraksi ciri yang digunakan ialah ekstraksi ciri warna. Citra yang digunakan berukuran 1000 x 1300 piksel, setiap piksel memiliki nilai warna *Red (R)*, *Green (G)*, dan *Blue (B)*. Mencari jumlah warna R, G, dan B, dari satu citra dapat menggunakan

persamaan 2.1. Jumlah dari setiap warna R, G, dan B, akan dicari nilai rataannya menggunakan persamaan 2.2.

B. JST LVQ

Tahapan proses klasifikasi dibagi menjadi dua data yaitu data latih dan data uji. Data latih digunakan sebagai *learning data set* sedangkan data uji digunakan untuk menguji apakah sistem berjalan dengan baik atau tidak. Pada penelitian ini digunakan hasil ekstraksi ciri pada 16 buah citra digital yang kemudian akan diklasifikasi sesuai dengan warnanya, sekumpulan buah kopi berwarna merah yang menandakan buah telah matang semua dan sekumpulan buah kopi tingkat kematangan yang berbeda-beda (tidak semua matang). Proses ini digunakan untuk menentukan bobot terbaik. Bobot terbaik ini yang akan digunakan untuk menentukan apakah citra yang memiliki ciri tersebut sesuai dengan target atau tidak pada proses pengujian.



Gambar 3.2 Bagan Alir Sistem Klasifikasi pada Tahap Pelatihan

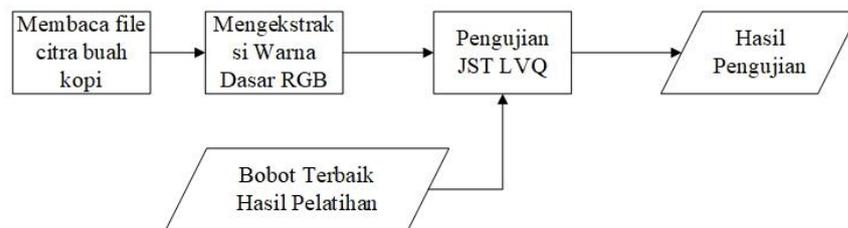
Pelatihan pada JST LVQ dilakukan secara bertahap. Sebelum masuk proses pelatihan, citra digital dibaca dan di ekstrak ciri warnanya menggunakan aplikasi matlab. Hasil dari ekstraksi ialah rataan nilai R, G, B dari citra tersebut. Setelah itu nilai tersebut digunakan sebagai masukan untuk pelatihan. Setelah pelatihan selesai, akan menghasilkan bobot terbaik. Bobot terbaik ini akan digunakan sebagai bobot pada tahap pengujian.

3.3.6. Pelatihan

Pelatihan yaitu tahap JST LVQ melakukan pembelajaran. Tahap ini akan membuat LVQ mencari bobot terbaik yang bisa digunakan sebagai bobot akhir untuk melakukan pengujian.

3.3.7. Pengujian

Pengujian yaitu uji coba terhadap sistem apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Sistem akan mengidentifikasi apakah buah kopi tersebut sudah matang semua atau belum.



Gambar 3.3 Bagan Alir Sistem Klasifikasi pada Tahap Pengujian

Tahapan awal sama dengan pada saat pelatihan yaitu membaca citra, ekstraksi ciri, kemudian masuk proses pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan bobot terbaik dari hasil pelatihan. Hasil dari pengujian ini adalah klasifikasi kelas apakah buah kopi dalam citra tersebut sudah matang semua atau masih ada yang mentah.

Pada penelitian ini, pengujian selanjutnya dilakukan berdasarkan metode *blackbox* dan *confusion matrix*. Berdasarkan variasi pengujian tersebut didapatkan berbagai kesimpulan dari penelitian.

3.3.8. Analisis

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap hasil dari pengujian yang dilakukan.

Saran untuk penelitian berikutnya akan disampaikan pasca penelitian ini selesai.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Identifikasi Kematangan Buah Kopi Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization*, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Jaringan syaraf tiruan metode LVQ yang dibangun menggunakan aplikasi matlab dapat digunakan untuk mengidentifikasi kematangan buah kopi dengan memanfaatkan warna RGB pada citra digital buah kopi dengan tingkat akurasi sebesar 100 % pada tiap-tiap pengujian.
2. Hasil ekstraksi ciri terhadap citra digital ialah berupa nilai rata-rata warna RGB yang terkandung di dalamnya. Nilai RGB berkisar antara 0 – 255 pada masing-masing warna. Hasil ekstraksi menghasilkan nilai rata-rata terkecil 81.3734 dan terbesar 151.436, yang berarti ekstraksi yang dilakukan sudah benar.
3. Penggunaan *dataset* yang tepat diperlukan agar sistem dapat melakukan pelatihan dengan optimal. Dilakukan pengujian terhadap banyaknya jumlah data yang digunakan sebagai pelatihan, yaitu 10, 12, 16, dan 20. Pengujian dilakukan menggunakan citra digital yang digunakan sebagai *dataset*. Pada 10 dan 12 buah data, masih terdapat kesalahan dalam pengenalan citra. Pada 16

buah data, semua citra dapat dikenali dengan baik, begitupun pada 20 buah data, sehingga *dataset* yang digunakan ialah *dataset* dengan data citra berjumlah 16 buah karena sudah mampu mengenali pola. Jika menggunakan 20 buah data, akan memakan memori yang lebih besar dan waktu pelatihan yang lebih lama.

4. Sistem mampu mengenali citra dalam keadaan intensitas cahaya yang berlebih maupun kurang, sesuai pada pengujian. Dalam keadaan cahaya yang berlebih nilai hasil ekstraksi akan semakin besar dan dalam keadaan cahaya yang kurang nilai hasil ekstraksi akan semakin kecil.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengalaman selama berlangsungnya penelitian, terdapat beberapa saran yaitu :

1. Sistem yang sekarang masih harus menggunakan citra digital dan aplikasi matlab yang digunakan melalui *Laptop/Personal Computer* untuk mengidentifikasi kematangan buah kopi. Hal ini akan menyulitkan para pengguna yang tidak memiliki aplikasi matlab dan laptop. Agar sistem menjadi lebih mudah dan murah tersedia bagi para pengguna, sebaiknya sistem ini diterapkan pada aplikasi android. Dengan cara ini pengguna bisa mengidentifikasi secara *realtime/langsung* hanya dengan menggunakan *smartphone*.
2. Pengambilan gambar dilakukan dalam keadaan cahaya yang cukup agar hasil pengambilan memiliki kualitas citra yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Rahardjo, *Kopi*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2012.
- [2] BPS, “Luas Areal Tanaman Kopi Robusta Perkebunan Rakyat menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Lampung.” [Daring]. Tersedia pada: <https://lampung.bps.go.id/dynamictable/2017/03/29/143/luas-areal-tanaman-kopi-robusta-perkebunan-rakyat-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-lampung-2014-hektar-.html>. [Diakses: 28-Jan-2019].
- [3] T. Informatika, “Visi dan Misi – Teknik Informatika | Universitas Lampung.” [Daring]. Tersedia pada: <http://if.unila.ac.id/visi-dan-misi/>. [Diakses: 27-Apr-2018].
- [4] S. Madenda, *Pengolahan Citra & Video Digital*. Penerbit Erlangga, 2015.
- [5] R. F. Graf, “Modern Dictionary of Electronics,” *Modern Dictionary of Electronics*. 1999.
- [6] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, dan S. L. Eddins, “Digital Image Processing Using Matlab - Gonzalez Woods & Eddins.pdf,” *Education*, vol. 624, no. 2. hal. 609, 2004.

- [7] J. R. Parker, *Algorithms for Image Processing and Computer Vision*, no. 1. 2011.
- [8] J. Siang, *Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: ANDI, 2005.
- [9] L. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications*. New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- [10] M. D. Wuryandari dan I. Afrianto, “Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation dan Learning Vector Quantization pada Pengenalan Wajah,” *J. Komput. dan Inform.*, vol. 1, no. 1, hal. 45–51, 2012.
- [11] mathworks, “What is MATLAB? - MATLAB & Simulink.” [Daring]. Tersedia pada: <https://www.mathworks.com/discovery/what-is-matlab.html>. [Diakses: 18-Apr-2018].
- [12] F. Gorunescu, *Data Mining: Concepts, Models and Techniques*. 2011.