
Sistem Klasifikasi Kematangan Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Menggunakan Metode *Support Vector Machine* (SVM)

Abdullah¹, Pahrianto²

Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Islam Indragiri Riau, Indonesia

yfahri757@gmail.com, abdialam@yahoo.com

Abstract

Ordinary tomatoes (*Lycopersicon Commune*) fruit shape round flat and size is not regular. This type of tomato is very suitable to be grown in lowland areas. This shows that tomato commodity has been consumed by society widely and have competitiveness. During this sorting process is still done manually that still has many shortcomings. Manual classification gives a classification result that is less precise and inconsistent due to the negligence of humans. Quality in the processing and marketing sectors is important. Improper quality has the potential to harm the farmers because all the quality of fruit is equal. For that we need a consistent classification system. The system uses image processing to extract color and shape features. The classification method used is the Support Vector Machine (SVM). This system will classify the tomatoes into 3 quality classes, namely class A, class B, and outside of quality I, beyond quality II. SVM is designed with an input of 10 extraction features ie average RGB value (Red, Green, Blue), and AP value (area and perimeter) with 3 class output. Digital image processing used for tomato objects from digital cameras will generate the intensity of reflections that illuminate the light and dark on the appearance of the pixel-pixel arrangement and will also provide color information, pixels can be shown its location by using coordinates. Testing using 10 x 10 fold crossvalidation method, from the test results obtained that the system is able to provide an average accuracy of 82.83% and standard deviation 1.52.

Keywords: Tomato, Classification, Support Vector Machine (SVM), Data Mining, Image Processing.

Abstrak

Tomat biasa (*Lycopersicon Commune*) bentuk buahnya bulat pipih dan ukurannya tidak teratur. Jenis tomat ini sangat cocok ditanam di daerah daratan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa komoditas tomat sudah dikonsumsi masyarakat secara luas dan memiliki daya saing. Selama ini proses sortasi masih dilakukan secara manual yang masih memiliki banyak kekurangan. Pengklasifikasian secara manual ini memberikan hasil klasifikasi yang kurang tepat dan tidak konsisten dikarenakan adanya kekeledoran dari manusia. Kualitas di sektor pengolahan dan pemasaran merupakan hal yang penting. Kualitas yang tidak tepat berpotensi merugikan petani dikarenakan semua mutu buah dihargai sama. Untuk itu perlu adanya sistem pengklasifikasian yang konsisten. Sistem ini menggunakan pengolahan citra untuk mengekstrak fitur warna dan bentuk. Metode klasifikasi yang digunakan adalah Support Vector Machine (SVM). Sistem ini akan mengklasifikasikan tomat ke dalam 3 kelas mutu, yakni kelas A, kelas B, dan luar mutu I, luar mutu II. SVM dirancang dengan masukan 10 fitur ekstraksi yaitu rata-rata nilai RGB (Red, Green, Blue), dan nilai AP (area dan perimeter) dengan keluaran 3 kelas. Pengolahan citra digital yang digunakan untuk objek tomat dari kamera digital akan menghasilkan intensitas pantulan yang menggambarkan terang dan gelap pada penampilan piksel-piksel penyusunannya selain itu juga akan memberikan informasi warna, piksel dapat ditunjukkan lokasinya dengan menggunakan koordinat. Pengujian menggunakan 10 x 10 fold crossvalidation method, dari hasil pengujian didapatkan bahwa sistem ini mampu memberikan akurasi rata-rata 82.83% dan simpangan baku 1.52

Kata kunci: Tomat, Klasifikasi, Support Vector Machine (SVM), Data Mining, Pengolahan Citra

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Tomat termasuk jenis sayuran yang sangat populer dikalangan masyarakat. Ciri khas tomat adalah rasa sayurinya manis asam yang berbeda dengan sayur lain serta dapat menambah kesegaran tubuh. Oleh karena itu tomat mempunyai nilai ekonomi yang tinggi, sehingga banyak diperjual belikan baik di pasar sayur, di toko swalayan

dan sebagainya.

Sayur tomat merupakan salah satu jenis sayuran yang sangat terkenal. Hampir setiap orang pernah menikmati sayuran ini. Kemudahan pengolahan tomat, mulai dibuat jus, sambal, dan berbagai paduan olahan sayur, menjadikan tomat sangat diminati masyarakat[4]. Tomat biasa (*Lycopersicon Commune*) merupakan bentuk buahnya bulat pipih dan ukurannya tidak teratur. Jenis tomat ini sangat cocok ditanam di daerah daratan rendah[4].



Gambar 1.1 Tomat Biasa (Dokumentasi Pribadi)

Kematangan tomat hanya terdapat 3 kelas, yaitu kelas matang, kelas A dan kelas B [4]. Manusia mempunyai keterbatasan, termasuk dalam identifikasi tomat. Dengan sifat keterbatasan, membuat manusia sulit mengidentifikasi tomat dalam jumlah besar kedalam kelas kematangan tomat, yakni kelas matang atau sudah busuk, kelas setengah matang, kelas mentah, kelas luar mutu I sebagai tambahan untuk tomat yang masih muda berwarna hijau sampai hijau tua dan kelas luar mutu II sebagai tambahan untuk tomat yang sudah tua berwarna merah cerah atau gelap. Sistem adalah suatu jaringan kerja dari prosedur-prosedur yang saling berhubungan, berkumpul bersama-sama untuk melakukan suatu kegiatan atau untuk menyelesaikan suatu sasaran tertentu[3]. Informasi adalah data yang telah dibentuk kedalam suatu format yang mempunyai arti dan berguna bagi manusia[3]. Data mining adalah analisa terhadap data (biasanya data yang berukuran besar) untuk menemukan hubungan yang jelas serta menyimpulkannya yang belum diketahui sebelumnya dengan cara terkini dipahami dan berguna bagi pemilik data tersebut. Algoritma ini mampu mengatasi berbagai halangan yang sering dijumpai pada jenis algoritma konvensional sebelumnya yaitu *hard computing* dan halangan-halangan tersebut antara lain: kurang lengkapnya data, ketidakpastian, dan sejenisnya [7].

1.2 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan masalah yang ada di latar belakang, permasalahan yang dapat diidentifikasi diantaranya sebagai berikut. Belum ada penerapan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi tomat, kesulitan dalam mengklasifikasikan tomat dalam jumlah besar secara cepat dan tepat kedalam kelas matang, kelas A, kelas B, kelas luar mutu I, dan kelas luar mutu II berdasarkan variabel warna dan bentuk, belum diketahui keakuratan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk klasifikasi kematangan tomat.

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan yang digunakan dalam membangun ini adalah sebagai berikut. Pengembangan sistem melakukan pengamatan langsung dengan cara mengambil objek/ citra sebanyak 10 kali per item tomat dengan format jpg sebelum objek dirubah ke format file Bitmap (BMP) dengan ukuran citra 640 x 480 piksel, klasifikasi citra tomat dilakukan pada citra warna 24 bit dengan format file Bitmap (BMP) dengan ukuran citra 640 x 480 piksel, jenis sayur yang akan diteliti untuk diklasifikasikan pada pengembangan sistem ini di batasi untuk beberapa jenis varian tomat. Selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan untuk varian sayur yang lain, klasifikasi dilakukan per item tomat, bukan sekelompok tomat, gambar tomat diambil dengan menggunakan kamera digital FUJIFILM FINEPIX S8600, tomat yang menjadi objek pada pengembangan sistem ini adalah tomat biasa, penangkapan citra tomat menggunakan jarak yang sama lebih kurang ± 30 cm, metode yang digunakan dalam pengembangan sistem ini adalah metode *Support Vector Machine* (SVM), pembuatan program menggunakan *Coding Matlab*.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam pembuatan ini ditentukan beberapa tujuan diantaranya. Untuk penerapan klasifikasi kematangan tomat menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM), untuk mengklasifikasikan tomat kedalam kelas matang, kelas A, kelas B, kelas luar mutu I, dan kelas luar mutu II menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) serta untuk mendapatkan nilai keakuratan klasifikasi, untuk mengukur tingkat klasifikasi kematangan tomat dan implementasikan *data mining* dengan metode *Support Vector Machine* (SVM) berdasarkan variabel warna dan bentuk pada citra tomat tersebut kedalam *coding matlab* dengan tampilan *Graphical User Interface* (GUI).

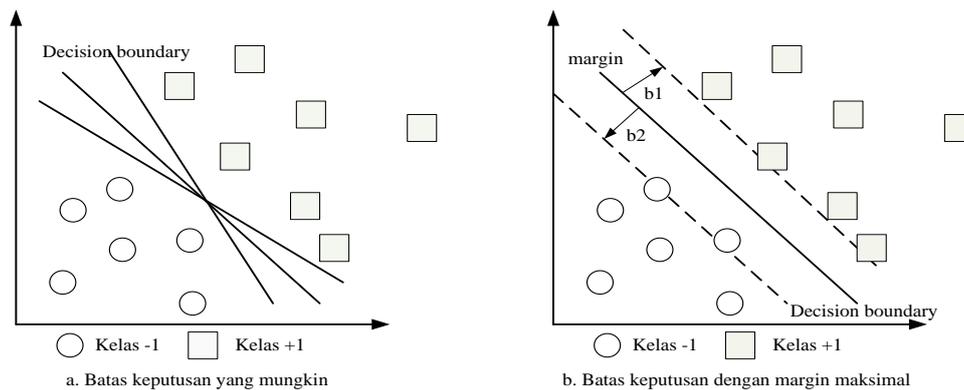
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari pengembangan sistem yang dilakukan ini antara lain. Dapat menghemat waktu dalam melakukan klasifikasi kematangan tomat, dapat mempermudah penentuan harga jual beli tomat, berdasarkan warna (misalnya merah cerah atau hijau) dan bentuk (misalnya besar atau kecil). Sehingga pembeli memilih tomat dapat lebih akurat, diharapkan hasil dari pengembangan sistem ini mampu mengklasifikasikan tomat kedalam kelas matang, kelas A, kelas B, kelas luar mutu I, dan kelas luar mutu II sesuai keadaan tomat yang sebenarnya dan mampu memberikan tingkat keakuratan klasifikasi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Konsep Support Vector Machine (SVM)

SVM adalah memaksimalkan batas hyperplane, yang diilustrasikan seperti pada Gambar 2.1 pada gambar (a) ada sejumlah pilihan hyperplane yang mungkin untuk set data, sedangkan gambar (b) merupakan hyperplane dengan margin yang paling maksimal. Meskipun sebenarnya pada gambar (a) bisa juga menggunakan hyperplane sembarang, tetapi hyperplane dengan margin yang maksimal akan memberikan generalisasi yang lebih baik pada metode klasifikasi.



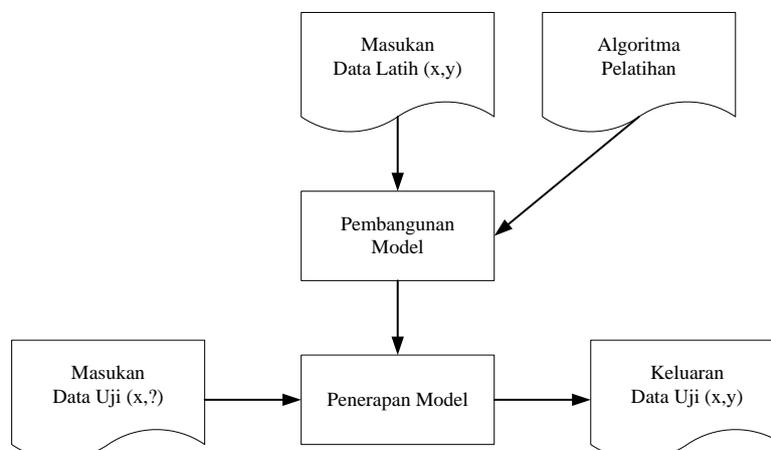
Gambar 2.1 Batas keputusan yang mungkin untuk set data

Konsep klasifikasi dengan SVM dapat dijelaskan secara sederhana sebagai usaha mencari hyperplane terbaik yang berfungsi sebagai pemisah dua buah kelas data pada input space. Gambar 2.1 memperlihatkan beberapa data yang merupakan anggota dari dua buah kelas data, yaitu +1 dan -1. Data yang tergabung pada kelas -1 disimbolkan dengan bentuk lingkaran sedangkan data pada kelas +1, disimbolkan dengan bentuk bujur sangkar[6].

2.2 Klasifikasi

Klasifikasi dapat didefinisikan secara detail sebagai suatu pekerjaan yang melakukan pelatihan/ pembelajaran terhadap fungsi target f yang memetakan setiap vektor (set fitur) x ke dalam satu dari sejumlah label kelas y yang tersedia. Pekerjaan pelatihan tersebut akan menghasilkan suatu model yang kemudian disimpan sebagai memori.

Model dalam klasifikasi mempunyai arti yang sama dengan *black box*, di mana ada suatu model yang menerima masukan kemudian mampu melakukan pemikiran terhadap masukan tersebut dan memberikan jawaban sebagai keluaran dari hasil pemikirannya. Kerangka kerja klasifikasi ditunjukkan pada Gambar 2.2. pada gambar tersebut, disediakan sejumlah data latih (x,y) untuk digunakan sebagai data pembangunan model, kemudian menggunakan model tersebut untuk memprediksi kelas dari data uji $(x,?)$ sehingga data uji $(x,?)$ diketahui kelas y yang seharusnya.



Gambar 2.2 Proses Pekerjaan Klasifikasi [6]

Model yang sudah dibangun pada saat pelatihan kemudian dapat digunakan untuk memprediksi label kelas dari data baru yang belum diketahui label kelasnya. Dalam pembangunan model selama proses pelatihan tersebut diperlukan adanya suatu algoritma untuk membangunnya yang disebut sebagai algoritma pelatihan (*learning algorithm*)[6].

2.3 Citra Digital

Citra diartikan secara harfiah adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi) yang disusun oleh banyak piksel yaitu bagian terkecil dari citra. Dalam komputer, setiap piksel diwakili oleh dua buah bilangan bulat (*integer*) untuk menunjukkan lokasinya dalam bidang citra dan sebuah nilai dalam bilangan bulat (*integer*) untuk menunjukkan cahaya atau keadaan terang-gelap piksel tersebut.

Suatu piksel dapat ditunjukkan lokasinya dengan menggunakan koordinat (0,0) yang digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra. Tingkat pencahayaan suatu piksel dapat ditunjukkan dengan bilangan bulat yang besarnya 8 bit, dengan lebar selang nilai 0-255, di mana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih. Citra digital yang diperoleh dari kamera digital akan menghasilkan intensitas pantulan yang menggambarkan terang dan gelap pada penampilan piksel-piksel penyusunannya selain itu juga akan memberikan informasi warna [5].

2.4 Pengolahan Warna RGB

Pengolahan warna menggunakan model RGB sangat mudah dan sederhana, karena informasi warna dalam komputer sudah dikemas dalam model yang sama. Hal yang perlu dilakukan adalah melakukan pembacaan nilai-nilai R,G, dan B pada suatu piksel.

Salah satu cara untuk menghitung warna yaitu dengan cara normalisasi ketiga komponen tersebut. Normalisasi penting dilakukan terutama bila sejumlah citra ditangkap dengan penerangan yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tiap komponen warna pokok yang telah dinormalisasi akan menghilangkan pengaruh penerangan sehingga setiap komponen warna dapat dibandingkan satu sama lainnya walaupun berasal dari citra dengan kondisi penerangan yang tidak sama.

Cara melakukan normalisasi adalah sebagai berikut:

$$r = \frac{R}{R + G + B}$$

$$g = \frac{G}{R + G + B}$$

$$b = \frac{B}{R + G + B}$$

Bila ketiga komponen warna yang telah dinormalisasi dengan masing-masing indeks warna merah (r), indeks warna hijau (g), dan indeks berwarna biru (b), mempunyai nilai yang sama (1/3), maka objek tidak berwarna. Bila r lebih besar dari pada g dan b, maka objek berwarna merah, dan seterusnya [5].

2.5 Bentuk (*Area dan Perimeter*)

Area suatu objek adalah jumlah piksel penyusun objek tersebut dan unit umum digunakan adalah piksel, karena sejumlah piksel tadi membentuk suatu luasan. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat objek sesungguhnya. Hal ini berlaku untuk

benda pejal dengan bentuk yang hampir seragam, tetapi tidak demikian untuk benda yang berongga [2].

Perimeter adalah bagian terluar dari suatu objek yang bersebelahan dengan piksel latar belakang. Oleh karena itu perimeter mempunyai beberapa defenisi yang berbeda, namun sebenarnya mempunyai maksud yang sama. Ketiga defenisi tersebut adalah: a. Jumlah panjang garis yang memisahkan sepasang piksel p dan q dimana $p \in S$ dan $q \in S$; 2. Jumlah langkah yang diambil dalam menemukan batas daerah; 3. Jumlah piksel dari batas daerah [2].

2.6 Matlab

Matlab dikembangkan oleh *MathWorks* yang pada awalnya dibuat untuk memberikan kemudahan mengakses data matriks pada proyek *LINPACK* dan *EISPACK*. Selanjutnya menjadi sebuah aplikasi untuk komputasi matrik. Dalam lingkungan pendidikan ilmiah, *matlab* digunakan sebagai alat pemrograman standar bidang matematika, rekayasa dan keilmuan yang terkait. *matlab* menyediakan beberapa pilihan untuk dipelajari yaitu metode visualisasi dan pemrograman. Kemudahan yang ditawarkan sama sekali bukan tandingan bahasa pemrograman yang lain, karena bahasa pemrograman yang lain memang tidak menawarkan kemudahan yang serupa. *Matlab* dihadirkan bagi orang-orang yang tidak ingin disibukkan dengan rumitnya sintak dan alur logika pemrograman, sementara pada saat yang sama membutuhkan hasil komputasi dan visualisasi yang maksimal untuk mendukung pekerjaannya. *Matlab* telah menyediakan fungsi-fungsi GUI yang dapat digunakan untuk pengolahan suatu citra atau gambar. Selain itu *matlab* juga memberikan keuntungan bagi programmer-developer program yaitu untuk menjadi program pembanding yang handal. Hal tersebut dapat dilakukan karena kekayaannya akan fungsi matematika, fisika dan visualisasi [8]

3. Metode Penelitian

Dalam pengembangan sistem digunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) untuk mengklasifikasi tomat dan menentukan tingkat keakuratan klasifikasi, serta *data mining* sebagai basis pengetahuan.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam pengembangan sistem sebagai berikut. Metode Observasi adalah metode ini, pengembangan sistem melakukan pengamatan langsung dengan cara mengambil objek/ citra sebanyak 10 kali per item tomat dengan format jpg sebelum objek dirubah ke format file Bitmap (BMP) dengan ukuran citra 640 x 480 piksel. Study Literatur adalah metode ini, pengembangan sistem mencari sumber-sumber tulisan berupa buku maupun jurnal yang berhubungan dengan tomat penerapan *data mining*, metode *Support Vector Machine* (SVM), dan berhubungan dengan perancangan program yang digunakan sebagai referensi pada pengembangan sistem yang sedang dilakukan. Peralatan/ instrumen yang digunakan sebagai berikut:

a. Tomat



b. Kamera



c. Tripod



d. Kain Hitam



Cara kerja pengambilan objek tomat dengan alat-alat yang sudah disediakan.

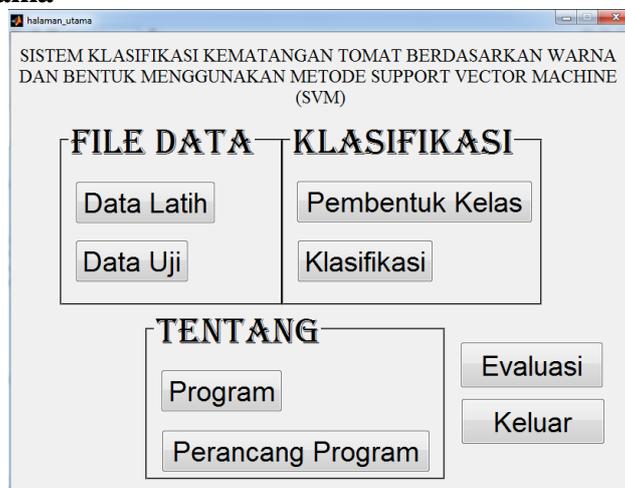


- Penangkapan citra tomat menggunakan jarak yang sama lebih kurang ± 30 cm.
- Mengambil objek/ citra sebanyak 10 kali per item untuk data latih tomat masak kelas A, mentah kelas B, busuk kelas C jumlah 30 objek dan data uji sama pengambilan objek nya 30 kali jadi keseluruhan nya 60 objek tomat dengan format jpg.

4. Hasil Dan Pembahasan

Implementasi adalah proses realisasi dari model sistem yang telah dirancang sebelumnya, di antaranya penulisan model jaringan ke dalam bahasa program matlab, dan pembuatan layout halaman aplikasi. Tahap implementasi dapat diterapkan jika sistem perangkat lunak dan perangkat kerasnya telah dipersiapkan, Kegiatan implementasi sistem ini meliputi kebutuhan perangkat lunak, perangkat keras, implementasi antarmuka, dan pengujian program sistem yang telah dirancang sesuai dengan kebutuhan. Pembahasan adalah mencakup pembahasan listing, pembahasan basis data dan *interface* yang telah dirancang dalam pengolahan Sistem Klasifikasi Kematangan Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Menggunakan Metode *Support Vector Machine* (SVM). Pembahasan program merupakan Sistem Klasifikasi Kematangan Tomat Berdasarkan Warna Dan Bentuk Menggunakan Metode *Support Vector Machine* (SVM) yang telah dirancang yaitu sebagai berikut:

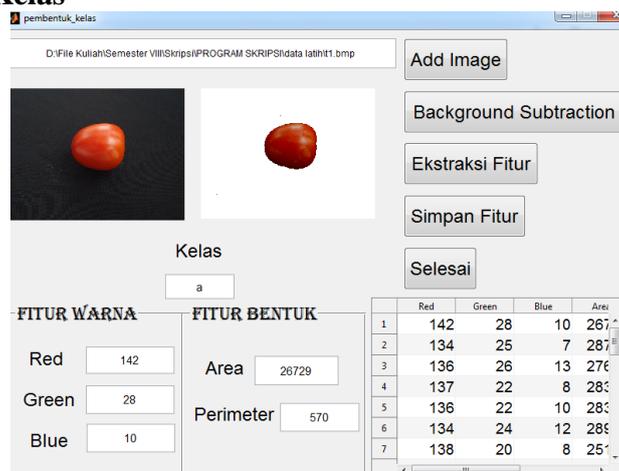
4.1 Halaman Utama



Gambar 4.1 Halaman Utama

Gambar 4.1 menampilkan beberapa tombol-tombol yang dapat dipergunakan oleh user pada halaman utama. Adapun tombol-tombol yang digunakan adalah sebagai berikut. Tombol Data latih untuk membuka file data latih mengambil objek tomat, tombol data uji untuk membuka file data uji mengambil objek tomat, tombol pembentuk kelas untuk membuka form pembentuk kelas, tombol klasifikasi untuk membuka form klasifikasi, tombol program untuk membuka form program, tombol perancang program untuk membuka form perancang program, tombol evaluasi untuk mengetahui nilai evaluasi crossvalidation/ di hitung berulang-ulang sampai 10 kali, tombol keluar untuk menutup program.

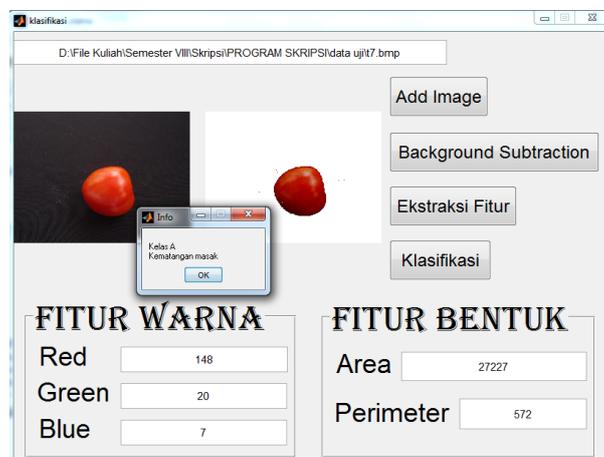
4.2 Pembentuk Kelas



Gambar 4.2 Pembentuk Kelas

Gambar 4.2 menampilkan beberapa tombol-tombol yang dapat dipergunakan oleh user untuk melakukan kegiatan pelatihan sistem menggunakan file citra training. Adapun tombol-tombol yang digunakan adalah sebagai berikut. Tombol add image untuk membuka file data latih mengambil objek tomat, tombol background subtract untuk memisahkan citra objek tomat dari latar, tombol ekstrak fitur untuk melakukan proses ekstrak pada citra sampel tomat data latih, tombol simpan fitur digunakan untuk menyimpan hasil ekstraksi ke dalam basis data fitur citra tomat, tombol selesai untuk mengakhiri program.

4.3 Klasifikasi

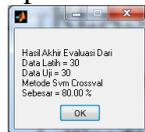


Gambar 4.3 Interface form Klasifikasi

Gambar 4.3 menampilkan beberapa tombol-tombol yang dapat dipergunakan oleh user untuk melakukan pengenalan dan klasifikasi tomat. Tombol-tombol yang digunakan adalah sebagai berikut. Tombol add image adalah memasukkan objek tomat dalam file data uji, tombol background subtract adalah memisahkan objek tomat dari latarnya, tombol ekstrak adalah eksekusi objek (proses ekstraksi), tombol klasifikasi adalah melakukan klasifikasi tomat.

4.4 Evaluasi

Uji coba sistem dan program adalah program atau aplikasi yang sudah selesai dirancang, di uji kelayakannya untuk mengetahui apakah aplikasi masih terdapat kesalahan eksekusi dan sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Metode yang digunakan adalah crossval method. Adapun hasilnya uji diperlihatkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Evaluasi

Gambar 4.4 hasil evaluasi dari data latih 30, data uji 30 dan crossval method sebesar 80.00%.

4.5 Tabel Penguji Evaluasi

Evaluasi adalah menguji aplikasi sistem yang telah digunakan secara akurat pada 10 x 10 fold crossvalidation.

Tabel 4.1 Pengujian Evaluasi

No. Pengujian	Ketelitian %
1	80.00 %
2	83.33 %
3	83.33 %
4	85.00 %
5	83.33 %
6	85.00 %
7	81.67 %
8	81.67 %
9	81.67 %
10	83.33 %
Rata-rata	82.83 %
Simpangan Baku	1.52

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai rata-rata menggunakan metode 10 x 10 fold crossvalidation diperoleh akurasi 82.83%, dengan simpangan baku yaitu 1.52.

5. Kesimpulan

Aplikasi yang berfungsi sebagai sistem klasifikasi kematangan tomat berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode *Support Vector Machine* (SVM) telah dihasilkan. Pengguna dimudahkan mengklasifikasi tomat dengan komputerisasi. Berdasarkan pengujian data baru secara acak diuji sebanyak 10 kali dalam 3 kelas dan hasil penjumlahan setiap data 10 x 10 fold crossvalidation diperoleh ketelitian 82.83%

dan dengan simpangan baku yaitu 1.52.

Sistem ini selain memiliki kelebihan, juga ada memiliki kelemahan. Untuk menerapkan sistem agar berjalan dengan baik memerlukan proses pelatihan yang baik. Seperti penerapan sistem pada umumnya, sistem ini juga memerlukan biaya perawatan, perlu dijaga keamanannya dan perlu di *backup* data secara berkala. Sistem klasifikasi kematangan tomat berdasarkan warna dan bentuk menggunakan metode SVM akan lebih baik dikembangkan berbasis android. Pembuatan desain sebaiknya harus dibuat lebih menarik lagi, dengan menampilkan gambar-gambar tool dan form-form menarik yang lebih bervariasi sehingga user dapat menggunakannya dengan baik. Aplikasi klasifikasi tomat ini perlu dikembangkan lagi dengan menerapkan metode lain yang lebih akurat lagi seperti metode *k-NN*, *NMC*, *Neural Network* dan *Naïvebayes*.

Daftar Pustaka

- [1] Abdullah. (2011). *Klasifikasi Buah-Buahan Berdasarkan Bentuk dan Warna*. Program Studi Ilmu Komputer Bidang Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam.
- [2] Abdullah. (2013). a New Feature Set Partitioning Method, (54), 39–44.
- [3] Fakhri. (2014). Rancang Bangun Sistem Informasi Inventaris Laboratorium Amik Akmi Baturaja, 4(1).
- [4] Marwoto, H. (2011). *Budi Daya Aneka Tanaman Sayuran*.
- [5] Pradhitya, R. (2015). *Pembangunan Aplikasi Deteksi dan Tracking Warna Virtual Drawing Menggunakan Algoritma Color Filtering Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*.
- [6] Prasetyo, E. (2014). *Data Mining Mengolah Data Menjadi Informasi Menggunakan Matlab*.
- [7] Widodo, P. P. (2013). *Penerepan Data Mining Dengan Matlab*.
- [8] Yahya, K. (2010). Aplikasi Kompresi Citra Digital Menggunakan Teknik Kompresi Jpeg dengan Fungsi GUI pada Matlab, 3(Dm), 2012–2014.