

DETEKSI BUAH STRAWBERRY YANG TERPAPAR PESTISIDA MENGUNAKAN METODE GLCM DAN K-NN

THE DETECTION OF STRAWBERRIES EXPOSED TO PESTICIDES USING GLCM AND K-NN METHODS

1st Wulan Martiviani Rukadi
Prodi SI Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
wulanmrtvn@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Rita Magdalena
Prodi SI Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
ritamagdalenat@telkomuniversity.ac.id

3rd Gelar Budiman
Prodi SI Teknik Telekomunikasi
Telkom University
Bandung, Indonesia
gelarbudiman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Strawberry merupakan buah yang mudah ditemukan dan memiliki beragam manfaat untuk tubuh manusia. Tetapi, buah strawberry bisa menjadi berbahaya untuk tubuh manusia apabila mengandung pestisida. Dalam tugas akhir ini membahas proses deteksi pestisida pada buah strawberry. Data citra yang digunakan yaitu kulit buah strawberry, dan dijadikan data citra latih dan data citra uji. Setelah mengambil data citra, melakukan pre-processing yaitu mengubah dari citra RGB menjadi citra grayscale. Tahap selanjutnya menjalankan proses ekstraksi fitur menggunakan metode Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), dan menerapkan metode K-Nearest Neighbor (K-NN) untuk mengklasifikasikan data citra. Percobaan yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini menggunakan suatu sistem yang dapat membedakan buah strawberry yang mengandung pestisida dan buah strawberry yang tidak mengandung pestisida mencapai nilai akurasi tertinggi sebesar 94% ketika parameter K-Nearest Neighbor (K-NN) diatur menjadi K=1.

Kata kunci— Strawberry, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (K-NN).

Abstract — Strawberry is a fruit that is easy to find and has various benefits for the human body. However, strawberries can be harmful to the human body if they contain pesticides. In this final project discuss the process of detecting pesticides on strawberries. The image data that be used is strawberry skin, and be used as training image data and test image data. After receive the image data, perform pre-processing, namely changing from an RGB image to a grayscale image. The next stage involves performing feature extraction using the Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) method and applying the K-Nearest Neighbor (K-NN) method to

classify image data. The experiment conducted in this final project use a system that can differentiate between strawberries containing pesticides and strawberries that not contain pesticides achieves the highest accuracy rate of 94% when the K-Nearest Neighbor (K-NN) parameter is set to K=1.

Keywords: Strawberry, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (K-NN).

I. PENDAHULUAN

Strawberry merupakan salah satu jenis buah berry yang mudah ditemukan dan cukup diminati oleh warga Indonesia. Terdapat antioksidan tinggi pada buah stroberi karena terdapat kandungan quercetin, ellagic acid, antosianin, dan kaempferol. Antioksidan memiliki peran sebagai pelindung tubuh dari radikal bebas, mencegah terciptanya senyawa karsinogen, dan menghambat perkembangan tumor [1].

Salah satu elemen penting yang dapat mendukung petani untuk menghilangkan organisme pengganggu pada tanaman atau buah adalah pestisida. Namun, pestisida akan menjadi racun apabila digunakan dalam jumlah yang banyak, dapat menyebabkan keracunan akut apabila buah tersebut mengandung residu pestisida tinggi [2].

Dari permasalahan tersebut, pada penelitian ini dapat melaksanakan analisa melalui image processing dalam dua klasifikasi yaitu buah strawberry tanpa pestisida dan buah strawberry mengandung pestisida dengan memanfaatkan data citra menggunakan metode GLCM (Gray Level Co-occurrence Matrix) dan K-NN (K-Nearest Neighbor). Metode GLCM adalah sebuah metode ekstraksi fitur berlandaskan dari orde kedua yang lebih akurat dalam mengenali tekstur. Metode klasifikasi K-NN digunakan dalam tahap pengujian karena bersifat tahan dengan noise dan efektif untuk menguji data dalam jumlah yang besar.

II. KAJIAN TEORI

2.1 Buah Strawberry

Strawberry merupakan salah satu jenis buah berry yang mudah ditemukan dan cukup diminati oleh warga Indonesia. Terdapat antioksidan tinggi pada buah stroberi karena terdapat kandungan *quercetin*, *ellagic acid*, antosianin, dan kaempferol. Antioksidan memiliki peran sebagai pelindung tubuh dari radikal bebas, mencegah terciptanya senyawa karsinogen, dan menghambat perkembangan tumor [1].

2.2 Pengolahan Citra Digital

Dalam garis besar, citra digital adalah gambar yang mengalami proses sampling dan kuantisasi pada alat digital, seperti komputer, untuk mengubah citra analog menjadi citra digital. Proses ini menghasilkan nilai real, yang membentuk matriks M baris dan N kolom. [3].

A. Citra RGB

Citra digital berwarna atau yang disebut citra RGB menggambarkan warna merah, hijau, dan biru pada setiap pixel nya serta memiliki matriks data yang berukuran m x n x 3. Dalam setiap komponen warna nya terdapat 8 bit dengan rentang nilai terkecil 0 dan nilai terbesar 255. Total warna yang akan didapatkan lebih dari 16 juta warna [4].

B. Citra Keabuan (Grayscale)

Citra keabuan merupakan suatu citra berwarna abu-abu yang nilai intensitasnya berdasarkan pada derajat keabuan. Citra RGB yang telah dikonversi menjadi citra grayscale akan menghasilkan satu kanal warna [6].

2.3 Ekstraksi Ciri

Proses pengambilan ciri dikenal sebagai ekstraksi ciri. atau karakteristik dari sebuah objek dengan menetapkan satu nilai yang dapat digunakan sebagai batasan untuk menggambarkan suatu objek. Kemudian batasan tersebut berfungsi sebagai data dalam proses klasifikasi. Terdapat vektor ciri yang merupakan encode dalam vektor n ciri dalam setiap ekstraksi ciri. [7].

2.4 Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)

Metode Metode analisis tekstur statistik *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) menghitung kemungkinan hubungan ketetangaan antara dua pixel pada jarak dan orientasi sudut tertentu. Cara kerja GLCM adalah membentuk sebuah matriks ketetangaan (kookurensi) pada suatu citra, proses selanjutnya adalah menetapkan fitur sebagai fungsi dari matriks citra tersebut [8].

Terdapat beberapa jenis fitur GLCM, yaitu :

1. Contrast adalah fitur yang menunjukkan perbedaan tingkat warna atau skala keabuan (grayscale) dalam suatu gambar. Jika nilainya sama, fitur ini bernilai 0 pada ketetangaan dan dapat didefinisikan pada persamaan 1.

$$C_n = \sum_i \sum_j (i - j)^2 p(i,j) \tag{1}$$

dengan nilai *i* , *j* adalah baris ke- *i* kolom ke- *j* dan *p(i,j)* adalah Pixel di lokasi baris ke- *i* kolom ke- *j*

2. Correlation menjelaskan tentang keterkaitan linear dari derajat keabuan citra. Correlation memiliki rentang nilai dari -1 hingga 1 seperti didefinisikan pada persamaan berikut :

$$C_r = \sum_i \sum_j \frac{(i-\mu_i)(j-\mu_j)p(i,j)}{\sigma_i\sigma_j} \tag{2}$$

dengan μ_i, μ_j merupakan nilai rata-rata dari p_i, p_j , sedangkan σ_i, σ_j merupakan standar deviasi p_i, p_j

3. Energy merupakan sifat keseragaman intensitas dalam suatu citra. Besaran nilai energy tergantung pada tingkat kemiripan citra tersebut.

$$E = \sum_i \sum_j p(i,j)^2 \tag{3}$$

dengan nilai *i,j* adalah baris ke- *i* kolom ke- *j* dan *p(i,j)* adalah pixel pada lokasi baris ke- *i* kolom ke- *j*

4. Homogeneity adalah ukuran dekat dari distribusi elemen dalam GLCM terhadap diagonal matriks.

$$H = \sum_i \sum_j \frac{p(i,j)}{1+|i-j|} \tag{4}$$

dengan *i,j* = baris ke- *i* kolom ke- *j* dan *p(i,j)* adalah Pixel pada lokasi baris ke- *i* kolom ke- *j*

2.5 K-Nearest Neighbor (K-NN)

K-Nearest Neighbor (K-NN) merupakan metode klasifikasi terhadap suatu objek berdasarkan ciri data latih yang sudah melalui klasifikasi dan mendekati objek tersebut. Ciri tersebut direpresentasikan dengan ukuran jarak agar dapat diolah dengan hitungan sistematis. Menggunakan persamaan jarak Euclidean untuk pengukuran jarak antar dua objek, data latih, dan data uji. Adapun persamaan jarak Euclidean sebagai berikut :

$$d(a,b) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (a_k - b_k)^2} \tag{5}$$

dengan nilai n adalah Jumlah atribut pada setiap kasus dan nilai k adalah jumlah algoritma klasifikasi yang dikomparasi. Terdapat beberapa model pengukuran yang digunakan pada klasifikasi K-NN sebagai berikut :

1. Persamaan menghitung jarak dengan menggunakan Euclidean distance :

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{j=1}^N |x - y|^2} \tag{6}$$

2. Persamaan menghitung jarak dengan menggunakan Cityblock distance :

$$D(x,y) = \sum_{j=1}^N |x - y| \tag{7}$$

3. Persamaan menghitung jarak dengan menggunakan Minkowski distance :

$$D(x,y) = \sqrt[\lambda]{\sum_{j=1}^N |x - y|^\lambda} \tag{8}$$

4. Persamaan menghitung jarak dengan menggunakan Chebychev distance :

$$D(x,y) = \max\{|x_i - y_i|\} \tag{9}$$

dengan D = Jarak, x adalah Data latih dan y adalah data uji

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Desain Sistem

Secara umum desain sistem dikelompokkan menjadi 2 tahap, yaitu tahap latih dan tahap uji. Peran dari tahap latih adalah untuk membuat suatu database yang merekam ciri yang berasal dari data latih dengan menggunakan metode GLCM. Peran dari tahap uji adalah untuk pengujian suatu sistem terhadap data uji. Adapun perancangan sistem deteksi pestisida pada buah strawberry terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Blok Perancangan Sistem

3.2 Akuisisi Citra

Citra yang digunakan pada Tugas Akhir ini diperoleh dengan cara membeli buah strawberry, lalu terdapat strawberry yang diberi pestisida merk Daconil. Dalam Tugas Akhir ini menggunakan 200 citra yang terbagi menjadi 168 data citra latih yang terdiri atas 84 citra buah strawberry tanpa pestisida, dan 84 citra buah strawberry yang mengandung pestisida. Terdapat 32 data citra uji yang terdiri atas 16 citra buah strawberry tanpa pestisida, dan 16 citra buah strawberry yang mengandung pestisida.

3.3 Preprocessing

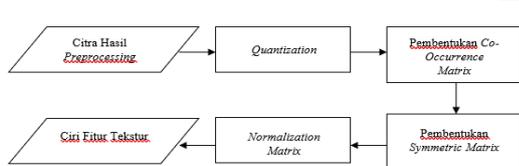
Pre-processing merupakan tahap awal dalam pengolahan data. Fungsi dari pre-processing yaitu untuk membantu sistem pada saat mengenali suatu objek. Tahapan mengenai pre-processing terdapat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Preprocessing

Pada Gambar 3.2 terdapat penjelasan mengenai proses preprocessing. Pertama melakukan input citra buah strawberry, lalu resize citra buah strawberry dengan ukuran awal 4032x2268 menjadi 2132x1599. Kemudian konversi citra dari RGB menjadi grayscale.

3.4 Ekstraksi Ciri GLCM (Gray Level Co-Occurrence Matrix)



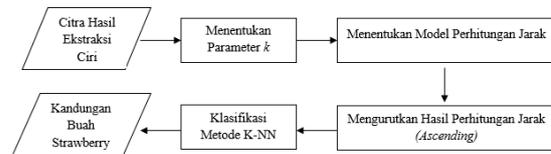
Gambar 3. 2 Diagram Blok Ekstraksi Ciri GLCM

Pada tahap ekstraksi ciri ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendapatkan ciri khusus pada suatu citra yang akan mendeskripsikan karakteristik dari objek tersebut. Selanjutnya, ciri yang telah didapat akan menjadi pembeda antar karakter. Adapun gambar tahapan dari ekstraksi ciri GLCM terdapat pada Gambar 3.4.

3.5 Klasifikasi K-NN (K-Nearest Neighbor)

Metode K-NN (K-Nearest Neighbor) digunakan untuk proses klasifikasi pada Tugas Akhir ini. Proses klasifikasi dilakukan setelah mendapatkan hasil yaitu ciri khusus dari proses ekstraksi ciri pada pengolahan citra latih. Selanjutnya dilakukan proses klasifikasi berdasarkan data latih yang telah melalui proses pengolahan dan disimpan

dengan cara melakukan perbandingan antara data latih dengan data uji untuk membagi 2 jenis citra, yaitu citra buah strawberry tanpa pestisida dan citra buah strawberry yang mengandung pestisida. Adapun tahapan dari klasifikasi K-NN dapat dilihat pada Gambar 3.5.

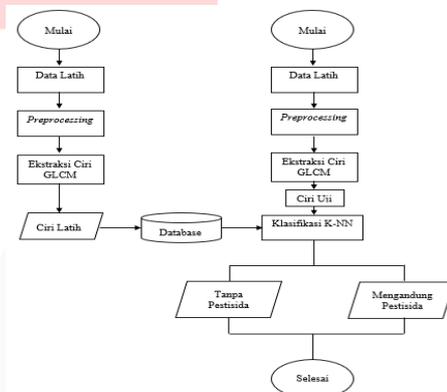


Gambar 3. 5 Diagram Blok Klasifikasi K-NN

3.6 Perancangan Sistem

Rancangan sistem yang telah dibuat terdiri atas dua tahap, yaitu tahap latih dan tahap uji. Berikut merupakan diagram alir dari tahap latih dan tahap uji yang terdapat pada Gambar 3.6.

Tahap awal dalam proses pelatihan yaitu melakukan input data latih yaitu sebuah citra buah strawberry.



Gambar 3. 6 Diagram Alir Perancangan Sistem

Selanjutnya, terdapat proses ekstraksi ciri yang menggunakan metode GLCM. Setelah itu melakukan proses pelatihan agar mendapatkan ciri data latih yang berfungsi sebagai referensi dalam proses klasifikasi. Ciri data latih yang telah didapatkan berfungsi sebagai database, selanjutnya terdapat proses pengujian yaitu input data uji berupa citra buah strawberry dan melakukan klasifikasi dengan metode K-NN. Proses mendapatkan ciri data uji dengan melakukan perbandingan data ciri latih yang menjadi referensi, dengan data ciri uji yang akan menghasilkan output data dari klasifikasi, seperti strawberry tanpa pestisida dan strawberry mengandung pestisida.

3.7 Performansi Sistem

Pengujian performansi sistem dilakukan setelah melewati proses pelatihan, pengujian, dan klasifikasi. Pengujian bertujuan untuk indikator sukses atau tidak sebuah sistem dalam pengaplikasian klasifikasi buah strawberry. Terdapat beberapa kriteria performansi sistem, yaitu :

A. Akurasi Sistem

Akurasi sistem merupakan sebuah pengukuran untuk pengecekan sistem dari nilai prediksi dengan nilai kenyataan, dan akan mendapatkan nilai kebenaran. Sistem dinyatakan baik apabila nilai kebenaran besar. Akurasi sistem direpresentasikan dengan persamaan:

$$A = \frac{B}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

A = Akurasi

B = Total Data yang Benar

N = Total Data Keseluruhan

B. Durasi Komputasi

Durasi Komputasi merupakan durasi yang diperlukan oleh sistem pada saat dalam proses. Rumus yang terdapat di bawah ini bertujuan agar mendapatkan durasi komputasi, dan sistem dihitung menggunakan tool dari Matlab. Semakin kecil nilai durasi komputasi, maka proses sistem tersebut bersifat efisien. Adapun rumus untuk menghitung durasi komputasi sebagai berikut:

$$T_k = T_2 - T_1 \quad (2)$$

Keterangan :

T_k = Durasi Komputasi

T_2 = Durasi Akhir

T_1 = Durasi Mulai

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem merupakan tahapan yang dilakukan setelah melalui proses implementasi. Tujuan dari melakukan pengujian sistem dari klasifikasi kualitas pada buah strawberry adalah untuk mengetahui tingkat dari performansi sistem yang akan digunakan. Berikut merupakan rincian dari perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam sistem :

A. Perangkat Keras

1. Laptop ASUS A455L dengan spesifikasi :

Processor : Intel(R) Core(TM) i5-5200U CPU @ 2.20GHz
2.19GHz

RAM : 4 GB

2. Handphone Samsung S9+ .

B. Perangkat Lunak

1. Operating system menggunakan Windows 10 version 1809 64-bit.
2. Menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CC 2019 dan Matlab R2021a.

4.2 Tujuan Pengujian Sistem

Adapun tujuan dari melakukan pengujian sistem sebagai berikut :

1. Mengetahui tingkat akurasi dari sistem deteksi kualitas pada buah strawberry.
2. Mengetahui parameter terbaik agar kinerja sistem menjadi lebih optimal.

4.3 Skenario Pengujian

Dalam melakukan analisa pada proses deteksi pestisida pada buah strawberry, terdapat beberapa skenario pengujian sebagai berikut :

1. Pada skenario pertama memberi nama dan meletakkan citra pada kelompok yang sesuai.
2. Pada skenario ke-dua melakukan pengujian pada citra uji agar mendapatkan citra latih.
3. Pada skenario ke-tiga melakukan pengujian pada sudut 0° , 45° , 90° , dan 135° , serta menggunakan jarak satu dan dua.
4. Pada skenario ke-empat melakukan pengujian pada ciri orde dua, seperti contrast, correlation, energy, dan homogeneity.
5. Pada skenario ke-lima akan mengetahui klasifikasi kelas dengan menggunakan metode KNN.
6. Pada skenario ke-enam akan mengetahui nilai akurasi yang terbaik dengan melakukan percobaan terhadap beberapa nilai K.

4.4 Hasil Pengujian Sistem

Dalam pengujian ini terdapat perubahan beberapa parameter seperti perubahan terhadap nilai ukuran citra dan nilai K, agar dapat mengetahui pengaruh perubahan parameter terhadap nilai akurasi sistem dan waktu komputasi sistem.

4.5 Pengaruh Penamaan dan Pengelompokan Data Terhadap Karakteristik Citra

Tabel 4.1 Kelompok Citra Berdasarkan Ekstraksi Ciri

Dalam skenario ini akan memberikan nama dan mengelompokkan data pada seluruh citra buah strawberry yang telah diuji menggunakan metode GLCM.

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.1 hasil ekstraksi ciri buah strawberry menggunakan metode GLCM menyatakan bahwa

Nama Citra (.jpg)	Nama Kelas	Kelompok
S-1	Segar	1
S-2	Segar	1
S-3	Segar	1
S-4	Segar	1
S-5	Segar	1
S-6	Segar	1
S-7	Segar	1
S-8	Segar	1
S-9	Segar	1
S-10	Segar	1
P-1	Pestisida	2
P-2	Pestisida	2
P-3	Pestisida	2
P-4	Pestisida	2
P-5	Pestisida	2
P-6	Pestisida	2
P-7	Pestisida	2
P-8	Pestisida	2
P-9	Pestisida	2
P-10	Pestisida	2

seluruh citra buah strawberry dapat diproses dan menghasilkan dua jenis kelompok karakteristik buah yaitu segar dan pestisida.

4.6 Pengaruh Data Uji Dalam Data Target Terhadap Data Latih

Dalam skenario ini, terdapat proses pengujian menggunakan data target agar mendapatkan data latih yang sesuai.

Nama Citra (.jpg)	Data Target	Hasil Uji	Keterangan
S-1	1	1	BENAR
S-2	1	2	SALAH
S-3	1	1	BENAR
S-4	1	1	BENAR
S-5	1	1	BENAR
S-6	1	1	BENAR
S-7	1	1	BENAR
S-8	1	1	BENAR
S-9	1	1	BENAR
S-10	1	1	BENAR
P-1	2	1	SALAH
P-2	2	1	SALAH
P-3	2	2	BENAR
P-4	2	2	BENAR
P-5	2	2	BENAR
P-6	2	2	BENAR
P-7	2	2	BENAR
P-8	2	2	BENAR
P-9	2	2	BENAR
P-10	2	2	BENAR

Tabel 4. 2 Hasil Data Uji Dalam Data Target

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.2 yaitu hasil dari data uji terhadap data target mendapatkan keterangan “BENAR” atau “SALAH” yang merupakan tanda bahwa telah berhasil melakukan uji coba terhadap data target.

4.7 Hasil Proses Ekstraksi Ciri Pada Sudut 0°, 45°, 90°, 135° Dengan Menggunakan Jarak Satu dan Dua

Terdapat proses analisis performansi sistem pada metode GLCM pada skenario ke-tiga, yang bertujuan agar mendapatkan hasil terbaik dengan cara mengubah ukuran jarak dan sudut.

Tabel 4. 1 Hasil Proses Ekstraksi Ciri Menggunakan Jarak Satu Pada Sudut 0°, 45°, 90°, 135°

Jarak dan Sudut	Parameter Hasil Ekstraksi GLCM	
	Segar	Pestisida
d = 1 dan $\Theta = 0^\circ$	0.4490	0.9940
d = 1 dan $\Theta = 45^\circ$	0.0548	0.9927
d = 1 dan $\Theta = 90^\circ$	0.0380	0.9949
d = 1 dan $\Theta = 135^\circ$	0.0646	0.9914

Tabel 4. 2 Hasil Proses Ekstraksi Ciri Menggunakan Jarak Dua Pada Sudut 0°, 45°, 90°, 135°

Jarak dan Sudut	Parameter Hasil Ekstraksi GLCM	
	Segar	Pestisida
d = 2 dan $\Theta = 0^\circ$	0.2110	0.9610
d = 2 dan $\Theta = 45^\circ$	0.2762	0.9490
d = 2 dan $\Theta = 90^\circ$	0.2147	0.9603
d = 2 dan $\Theta = 135^\circ$	0.2997	0.9447

Berdasarkan hasil proses ekstraksi ciri citra buah strawberry dengan jarak satu dan dua pada sudut 0°, 45°, 90°, 135° yang terdapat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 menunjukkan hasil terendah pada jarak satu terdapat dalam sudut 90° untuk kelas segar, dan sudut 135° untuk kelas pestisida, sedangkan hasil tertinggi terdapat dalam sudut 135° untuk kelas segar dan sudut 90° untuk kelas pestisida. Pada jarak dua hasil terendah terdapat pada sudut 0° untuk kelas segar dan sudut 135° untuk kelas pestisida, selanjutnya hasil tertinggi terdapat pada sudut 135° untuk kelas segar dan sudut 0° untuk kelas pestisida.

4.8 Hasil Proses Ekstraksi Ciri Dengan Menggunakan Orde Dua Dengan Menggunakan Sudut 0°, 45°, 90°, dan 135°

Dalam skenario ini melakukan analisis performansi sistem terhadap karakteristik orde dua dengan menggunakan sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° serta menggunakan jarak satu yang bertujuan untuk mendapatkan hasil terbaik dalam metode GLCM.

Karakteristik GLCM	Nama Kelas	
	Segar	Pestisida
Contrast	0.23913	0.20530
Correlation	0.94934	0.95822
Energy	0.25349	0.17647
Homogeneity	0.88806	0.90318

Tabel 4. 3 Hasil Parameter Orde Dua Pada Sudut 0°

Tabel 4. 4 Hasil Parameter Orde Dua Pada Sudut 45°

Karakteristik GLCM	Nama Kelas	
	Segar	Pestisida
Contrast	0.25045	0.12174
Correlation	0.95381	0.98399
Energy	0.24026	0.51045
Homogeneity	0.88126	0.95203

Tabel 4. 5 Hasil Parameter Orde Dua Pada Sudut 90°

Karakteristik GLCM	Nama Kelas	
	Segar	Pestisida
Contrast	0.12609	0.16398
Correlation	0.96972	0.97753
Energy	0.35768	0.33359
Homogeneity	0.94373	0.93673

Tabel 4. 6 Hasil Parameter Orde Dua Pada Sudut 135°

Karakteristik GLCM	Nama Kelas	
	Segar	Pestisida
Contrast	0.20463	0.16944
Correlation	0.96091	0.97692
Energy	0.16712	0.31358
Homogeneity	0.90169	0.92069

Berdasarkan hasil dari Tabel 4.5, Tabel 4.6, Tabel 4.7, dan Tabel 4.8 ciri karakteristik orde dua menggunakan sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° serta jarak satu. Hasil dari karakteristik orde dua untuk ekstraksi ciri menunjukkan bahwa hasil nilai tertinggi terdapat pada karakteristik *Correlation* dan hasil nilai terendah terdapat pada karakteristik *Contrast*.

4.9 Hasil Dari Metode KNN Pada Klasifikasi Buah Strawberry

Dalam skenario ini terdapat hasil klasifikasi kelas yang terbaik dari proses analisa performansi sistem pada metode KNN.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Menggunakan KNN Berdasarkan Klasifikasi

Nama Kelas	Jumlah Data Latih	Jumlah Data Uji	Total Yang Sesuai	Akurasi
Segar	75	25	24	96%
Pestisida	75	25	23	92%

Berdasarkan Tabel 4.9 yang merupakan hasil dari sistem menggunakan metode KNN menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 96% dari kelas Strawberry Segar.

4.10 Hasil Pengujian Dengan Perubahan Nilai K Terhadap Nilai Akurasi Sistem

Dalam pengujian ini terdapat hasil dari pengaruh nilai K terhadap nilai akurasi. Terdapat 5 nilai K yang diujikan yaitu

K=1, K=3, K=5, K=7, dan K=9. Hasil dari pengujian terdapat dalam tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Nilai K Terhadap Akurasi Pada Citra

No	Nilai K	Akurasi Latih (%)	Akurasi Uji (%)
1	K=1	100	94
2	K=3	100	86.9
3	K=5	100	90
4	K=7	100	88
5	K=9	100	82

Dalam pengujian nilai K terhadap nilai akurasi sistem, telah mendapatkan nilai akurasi tertinggi pada nilai K=1 dengan nilai akurasi sebesar 94%. Sedangkan nilai akurasi terendah pada nilai K=9 dengan nilai akurasi sebesar 82%. Sehingga dalam pengujian ini, nilai K yang terbaik adalah K=1.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilaksanakan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan penggunaan metode ekstraksi ciri Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) dalam deteksi buah strawberry terpapar pestisida menggunakan metode GLCM dan K-NN sudah berhasil diaplikasikan dengan menggunakan arah sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° dan menggunakan 5 nilai K, yaitu nilai K=1, K=3, K=5, K=7, dan K=9. Nilai akurasi terbesar dalam penelitian ini terdapat pada nilai K=1 dengan nilai akurasi 94%. Nilai akurasi terendah berdasarkan hasil analisis terdapat pada nilai K=9 yaitu nilai akurasi 82%.

2. Berdasarkan jenis kelas, sistem mengenali dengan baik pada kelas Segar sebesar 96% dan sistem mengenali dengan kurang baik pada kelas Pestisida sebesar 92%

5.2 Saran

Saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Dapat menggunakan jenis buah yang lainnya agar mendapatkan hasil yang lebih beragam.
2. Menggunakan metode ekstraksi fitur lainnya pada proses deteksi buah strawberry terpapar pestisida.
3. Pada saat pengambilan citra buah strawberry menggunakan tempat dan pencahayaan yang baik.

REFERENSI

- [1] Budiman, S ; Saraswati, D. (2005). Berkebun Stroberi Secara Komersil (1st ed.). Niaga Swadaya.
- [2] Djojosumarto, P. (2008). Panduan Lengkap Pestisida & Aplikasinya. AgroMedia.

- [3] Andono, P. N., & Sutojo, T. (n.d.). Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi.
- [4] Rizal, A. (2014). Pengolahan Citra. <https://achmadrizal.staff.telkomuniversity.ac.id/pengolahan-citra/>
- [5] Pamungkas, A. (2017). Thresholding Citra. https://pemrogramanmatlab.com/2017/07/25/thresholding_citra/
- [6] Salamah, U. G., Ekawati, R., Rerung, R. R., & Indonesia, M. S. (2021). Pengolahan Citra Digital. Media Sains Indonesia.
- [7] Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2012). Pattern Classification. Wiley.
- [8] Regina, S. R., Usman, K., Kumalasari, N., & Pratiwi, C. (2019). Identifikasi Jenis Bawang Merah Berdasarkan Tekstur Dan Warna Dengan Ekstraksi Ciri Glcm Dan Klasifikasi K-Nn. 1-7.
- [9] Ganefi, F. A., Magdalena, R., & Fu'adah, R. Y. N. (2015). IDENTIFIKASI PENYAKIT KULIT MENGGUNAKAN GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) DAN K-NEAREST NEIGHBOR (K-NN). 1-8.
- [10] Mulyana, I. B. G. S. B., Novianty, A., & Brian, A. (n.d.). IDENTIFIKASI JENIS BUNGA ANGGREK MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN METODE KNN. 1-6.
- [11] Ocsan, R., Raharjo, J., & Safitri, I. (2021). Klasifikasi Kesegaran Sayur Kangkung Dan Deteksi Terpapar Bahan Kimia Menggunakan Metode Glcm Dan Knn. eProceedings of Engineering, 8(2).
- [12] Sumarsono, A. (2020). Identifikasi Citra Tomat Yang Mengandung Pestisida Dengan Learning Vector Quantization (LVQ) (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Yogyakarta).
- [13] Abidin, Z., Bijanto, B., & Fredyatama, Y. Klasifikasi Daun Empon-Empon Menggunakan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix Dan Algoritma K-Nn. SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, 18(2), 261-267.
- [14] Lamasigi, Z. Y., & Lasena, Y. (2022). Identifikasi Tingkat Kesegaran Ikan Tuna Menggunakan Metode GLCM dan KNN. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, 4(1), 70-76.