

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Wortel**

##### **2.1.1 Ekologi dan Deskripsi Wortel**

Wortel merupakan tanaman sayuran umbi yang berasal dari Eropa, Asia Selatan, Asia Barat, dan Afrika Utara. Tumbuhan ini memerlukan cuaca agak dingin dan lembab pada temperatur 20-30°C, cukup sinar matahari, tumbuh baik pada tanah yang gembur dengan ketinggian di atas 400m dari permukaan laut . Umbi wortel dapat dipanen mulai umur 90 hari.

Merupakan tumbuhan yang semusim yang berbentuk rumput, mempunyai batang yang sangat pendek, berupa sekumpulan pelepah (tangkai daun) yang muncul dari pangkal umbi bagian atas. Daun majemuk menyirip ganda, dengan tepi yang bertoreh, berwarna hijau. Bunga majemuk dalam rangkaian bentuk payung, berangkai panjang dan berwarna putih. Buah wortel umumnya disebut biji, berbentuk lonjong pipih, berukuran kecil, dan berwarna coklat kehijauan. Berakar tunggang yang kemudian berbuah bentuk menjadi umbi yang berwarna orange atau kuning kemerah-merahan (Wijayakusuma, 2004).

Dalam dunia tumbuhan, tanaman wortel diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Apiales (umbelliflorae)
Familia	: Apiaceae (umbelliferae)
Genus	: <i>Daucus</i>
Species	: <i>Daucus Carota</i>

Seperti yang terlihat pada **gambar 2.1** dibawah ini merupakan bentuk fisik dari tanaman wortel



**Gambar 2.1** Tanaman wortel

### 2.1.2 Jenis Wortel

Wortel banyak jenisnya, kultivar yang sekarang merupakan hasil seleksi dari jenis liar, varietas lokal yang berasal dari Lembang mempunyai rasa yang manis dan enak. Berdasarkan bentuk umbinya, wortel dapat dibedakan menjadi tiga golongan :

1. Jenis imperator, umbinya bulat panjang dan ujungnya runcing, rasanya kurang manis.
2. Jenis chanterang, umbinya bulat panjang dan ujungnya tumpul. Tidak mempunyai akar serabut dan rasanya manis.
3. Jenis mantes, umbinya berbentuk peralihan dari kedua tipe di atas.

### 2.1.3 Bagian-bagian wortel

#### a. Daun

Daun wortel bersifat majemuk menyirip ganda dua atau tiga, anak-anak daun berbentuk lanset (garis-garis). Seperti pada **gambar 2.2** dibawah ini, Setiap tanaman memiliki 5-7 tangkai daun yang berukuran agak panjang. Tangkai daun kaku dan tebal dengan permukaan yang halus, sedangkan helaian daun lemas dan tipis.



**Gambar 2.2** Daun wortel

b. Batang

Seperti **gambar 2.3** dibawah ini terlihat bahwa batang tanaman wortel sangat pendek sehingga hampir tidak nampak, batang bulat, tidak berkayu, agak keras, dan berdiameter kecil (sekitar 1-1,5 cm). Pada umumnya batang berwarna hijau tua. Batang tanaman tidak bercabang, namun ditumbuhi oleh tangkai daun yang berukuran panjang, sehingga kelihatan seperti bercabang.



**Gambar 2.3** Batang wortel

c. Akar/Umbi

Tanaman wortel memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Dalam pertumbuhannya akar tunggang akan mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi tempat penyimpanan cadangan makanan. Bentuk akar akan berubah menjadi besar dan bulat memanjang, hingga mencapai diameter 6 cm dan panjang sampai 30 cm, tergantung varietasnya. Akar tunggang yang telah berubah bentuk dan fungsi inilah yang sering disebut atau dikenalsebagai “Umbi Wortel”. Serperti pada **gambar 2.4** di bawah ini merupakan bentuk fisik dari umbi wortel



**Gambar 2.4** Akar/umbi wortel

d. Bunga

Bunga tanaman wortel tumbuh pada ujung tanaman, berbentuk payung berganda, dan berwarna putih atau merah jambu agak pucat. Bunga memiliki tangkai yang pendek dan tebal. Kuntum-kuntum bunga terletak pada bidang yang sama. Bunga wortel yang telah mengalami penyerbukan akan menghasilkan buah dan biji-biji yang berukuran kecil dan berbulu, seperti yang terlihat pada **gambar 2.5** (Cahyono, 2007).



**Gambar 2.5** Bunga wortel

#### **2.1.4 Ciri-ciri wortel yang berkualitas**

Menurut Norvay (1999) mengemukakan ciri-ciri wortel yang bermutu baik adalah sebagai berikut :

1. Berkulit licin dan mengkilap
2. Permukaan rata (tidak kasar), tidak banyak akar sekunder
3. Berwarna kuning tua (jingga) kemerahan dan cerah
4. Bentuknya tidak bertekuk-tekuk
5. Tidak bercabang
6. Teksturnya tidak lecet atau luka titik-titik

Sebaliknya untuk wortel yang bermutu jelek yaitu yang memiliki ciri sebagai berikut:

1. Berkulit kusam dan permukaannya kasar
2. Memiliki banyak akar sekunder
3. Bentuknya bertekuk-tekuk
4. Memiliki cabang
5. Ada luka titik-titik atau lecet

### **2.1.5 Manfaat dan Kandungan wortel**

- a. Beta-karoten yang berkhasiat sebagai antioksidan dan antikanker yang melindungi tubuh dari radikal bebas penyebab kanker dengan membantu merangsang pertumbuhan jumlah molekul yang membantu sistem kekebalan mencapai sasaran sehingga dapat menekan pertumbuhan dan menghancurkan sel kanker. Selain itu beta-karoten juga berkhasiat meningkatkan kesehatan tubuh, dan menghambat penuaan. Karoten mempunyai kemampuan berubah menjadi vitamin A di dalam hati apabila tubuh kekurangan vitamin A.
- b. Vitamin A yang terkandung dalam wortel sangatlah tinggi sehingga bermanfaat untuk membantu penglihatan, mencegah rabun senja, mempercepat penyembuhan luka dan untuk kesehatan kulit. Vitamin A juga berfungsi membantu hati dalam menghilangkan toksin didalam tubuh.
- c. Kandungan mineral tertinggi dari wortel adalah kalium, yang berfungsi menjaga keseimbangan air dalam tubuh dan membantu menurunkan tekanan darah. Kalium bersifat sebagai diuretik yang kuat sehingga selain membantu menurunkan tekanan darah juga dapat melancarkan pengeluaran air kemih, membantu melarutkan batu pada saluran kemih, kandung kemih, dan ginjal. Kalium juga dapat membantu menetralkan asam dalam darah.

- d. Wortel berkhasiat sebagai laksatif yaitu melancarkan buang air besar, hal ini karena adanya kandungan pektin yang berkhasiat mencegah dan mengatasi sembelit dengan cara memperlunak feses dan mendorong sisa makanan pada saluran pembuangan. Pektin juga berkhasiat menurunkan kolesterol tinggi dan membantu kesehatan usus besar. Selain mengatasi sembelit, pengkonsumsian wortel akan menambah berat feses sehingga senyawa-senyawa beracun yang bersifat karsinogen seperti logam berat akan terbawa keluar bersama feses.
- e. Kandungan gula alami (fruktosa, dektrosa, sukrosa, maltosa, laktosa) pada wortel cukup tinggi sekitar 4%, dengan demikian wortel berkhasiat untuk meningkatkan energi tubuh.
- f. Efek antioksidan pada wortel terutama dapat mencegah timbulnya gangguan yang disebabkan oleh merokok seperti kanker paru, batuk, radang saluran napas (bronkhitis), dan lain-lain.
- g. Kandungan porfirin pada daun wortel mempunyai efek menstimulasi kelenjar pituitari yang berfungsi melepaskan hormon seks. Zat-zat penting yang dikandung dalam wortel juga sangat diperlukan dalam memicu fungsi kerja kelenjar endokrin, khususnya adrenalin dan kelenjar kelamin sehingga bermanfaat pula dalam menangkal kemandulan dan menyuburkan istem reproduksi manusia maupun hewan.

## **2.2 Computer Vision**

Komputerisasi memiliki ketelitian yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan cara manual yang dilakukan oleh mata manusia, komputer dapat melakukan berbagai pekerjaan sesuai dengan kehendak programmer selama 24 jam tanpa kenal lelah, sedangkan manusia hanya dapat bekerja dengan batas-batas tertentu. Computer vision pada hakekatnya meniru sistem visual manusia (human vision), dimana manusia melihat objek dengan mata lalu diteruskan ke otak untuk di intepretasikan

sehingga manusia dapat mengetahui apa yang tampak dalam penglihatannya dan apa yang harus dikerjakan.

Computer vision adalah proses otomatis yang mengintegrasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akuisisi citra, pengolahan citra, pengenalan dan pembuatan keputusan. Computer vision mencoba meniru cara kerja sistem visual manusia (human vision) yang sesungguhnya sangat kompleks, bagaimana manusia melihat objek dengan indera penglihatan (mata), lalu citra objek diteruskan ke otak untuk diinterpretasikan sehingga manusia mengerti objek apa yang tampak dalam pandangan mata. Selanjutnya hasil interpretasi ini digunakan untuk pengambilan keputusan.

## 2.3 Pengolahan Citra

### 2.3.1 Pengertian Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Sebagai contoh, citra burung nuri pada Gambar 2.6 (a) tampak agak gelap, lalu dengan operasi pengolahan citra kontrasnya diperbaiki sehingga menjadi lebih terang dan tajam (b).



**Gambar 2.6** (a) Citra burung yang agak gelap, (b) Citra burung yang telah diperbaiki kontrasnya sehingga terlihat jelas dan tajam.

Pengolahan citra merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang

berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. (digilib.ittelkom.ac.id).

## **2.4 Ruang Warna Citra Digital**

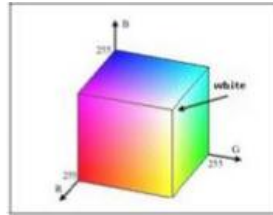
### **2.4.1 RGB**

Warna adalah spektrum tertentu yang terdapat didalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Nilai warna ditentukan oleh tingkat kecerahan maupun kesuraman warna. Nilai ini dipengaruhi oleh penambahan putih ataupun hitam.

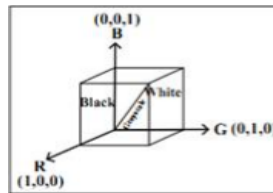
Penelitian memperlihatkan bahwa kombinasi warna yang memberikan rentang paling lebar adalah red(R), green(G), blue(B). Ketiga warna tersebut merupakan warna pokok yang biasa di sebut RGB. Warna lain dapat diperoleh dengan mencampurkan ketiga warna pokok tersebut dengan perbandingan tertentu. Setiap warna pokok mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8-bit). Misal warna kuning merupakan kombinasi warna merah dan hijau sehingga nilai RGB: 255 255 0.

RGB disebut juga ruang warna yang dapat divisualisasikan sebagai sebuah kubus seperti gambar 2.7 dengan tiga sumbunya yang mewakili komponen warna merah (red) R, hijau (green) G, biru (blue) B. Salah satu pojok alasnya yang Sistem Klasifikasi Jenis dan Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Bentuk dan Ukuran serta Warna Permukaan Kulit Buah Berbasis Pengolahan Citra Digital berlawanan menyatakan warna hitam ketika  $R = G = B = 0$ , sedangkan pojok atasnya yang berlawanan menyatakan warna putih ketika  $R = G = B = 255$  (sistem warna 8-bit bagi setiap komponennya).





**Gambar 2.7** Ruang warna RGB



**Gambar 2.8** Ruang warna RGB yang telah di normalisir

Pada gambar 2.8 di atas, garis diagonal ruang menyatakan warna grayscale, yakni warna-warna piksel dalam rentang gradasi warna hitam dan putih yang dapat diperoleh dengan mengalikan ketiga komponen warna pokok merah, hijau, dan biru dengan suatu koefisien yang jumlahnya satu.

#### 2.4.2 YCbCr

YcbCr merupakan standar internasional bagi pengkodean digital gambar televisi yang didefinisikan di CCIR Recommendation. Y merupakan komponen luminance, Cb dan Cr adalah chrominance. Pada monitor monokrom nilai luminance digunakan untuk mempresentasikan warna RGB, secara psikologis ia mewakili intensitas sebuah warna RGB yang diterima oleh mata. Chrominance mempresentasikan corak warna dan saturasi (saturation). Nilai komponen ini juga mengindikasikan banyaknya komponen warna biru dan merah pada warna YcbCr (256 level) dapat diperoleh dari RGB 8 bit dengan menggunakan rumus berikut :

$$Y = 0.299 R + 0.587 G + 0.114 B \quad (2.1)$$

$$Cb = -0.1687 R - 0.3313 G + 0.5 B + 128 \quad (2.2)$$

$$Cr = 0.5 R - 0.4187 G - 0.0813 B + 128 \quad (2.3)$$

Sedangkan untuk konversi YCbCr ke RGB dapat dilakukan dengan rumus:

$$R = Y + 1.402 (Cr-128) \quad (2.4)$$

$$G = Y - 0.34414 (Cb-128) - 0.71414 (Cr - 128) \quad (2.5)$$

$$B = Y + 1.772 (Cb - 128) \quad (2.6)$$

Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan dekomposisi citra RGB ke dalam komponen luminance dan chrominance-nya :



**Gambar 2.9** searah jarum jam dari kiri atas citra RGB, komponen Luminance (L), Chrominance Blue (Cb), Chrominance Red (Cr)

## 2.5 Pemrosesan Data Awal

### 2.5.1 Konversi Gambar Array ke Double Precision

Im2double mengambil gambar sebagai masukan, dan mengembalikan sebuah gambar ganda. Jika gambar input adalah

ganda kelas, output gambar identik dengan itu. Jika gambar input kelas *uint8* atau *uint16*, *uint32*, *double* mengembalikan citra ganda setara kelas, *rescaling* atau pemindahan data yang diperlukan.

Nama	Penjelasan
Double	Double-precision, floating-point numbers dalam jangkauan kira-kira $-10^{308}$ sampai $10^{308}$ (8 byte per elemen)
uint8	Unsigned 8-bit integer dalam jangkauan [0, 255] (1 byte per elemen)
uint16	Unsigned 16-bit integer dalam jangkauan [0, 65535] (2 byte per elemen)
uint32	Unsigned 32-bit integer dalam jangkauan [0, 4294967295] (4 byte per elemen)

**Tabel 2.4** Type Data

### 2.5.2 Normalisasi Warna

Normalisasi warna dilakukan untuk meminimalisir pengaruh pencahayaan yang berbeda pada pengambilan citra buah. Normalisasi warna tiap *pixel* pada semua *channel* warna R, G, dan B dengan rumus:

$$r(p) = \frac{R(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.7)$$

$$g(p) = \frac{G(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.8)$$

$$b(p) = \frac{B(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.9)$$

### 2.5.3 Mean Warna

Rata-rata (*average*) adalah nilai yang mewakili sehimpunan atau sekelompok data (*a set of data*). Nilai rata-rata pada umumnya mempunyai kecenderungan terletak ditengah-tengah dalam suatu

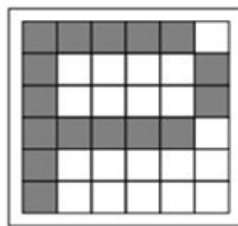
kelompok data yang disusun menurut besar kecilnya nilai. Berikut rumus dari perhitungan nilai *mean*[AHS:12].

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.10)$$

## 2.6 Jenis Citra

### 2.6.1 Citra Biner

Citra biner (binary image) adalah citra yang hanya mempunyai dua nilai derajat keabuan yaitu hitam dan putih. Alasan masih digunakannya citra biner dalam pengolahan citra hingga saat ini adalah algoritma untuk citra biner telah berkembang dengan baik dan waktu pemrosesan lebih cepat karena jumlah bit untuk tiap pikselnya lebih sedikit. [NS:12].



**Gambar 2.10** Citra Biner

1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0

**Gambar 2.11** Array citra biner

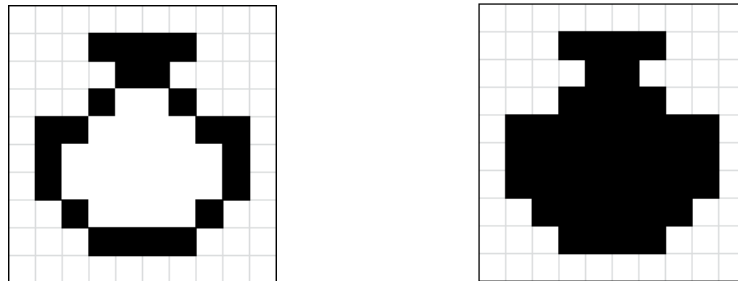
## 2.7 Image Enhancement

Teknik image enhancement digunakan untuk meningkatkan kualitas suatu citra digital, baik dalam tujuan untuk menonjolkan suatu ciri tertentu dalam citra tersebut, maupun untuk memperbaiki aspek tampilan. Proses ini biasanya didasarkan pada prosedur yang bersifat eksperimental, subjektif, dan amat bergantung pada tujuan yang hendak dicapai. [AHS:12].

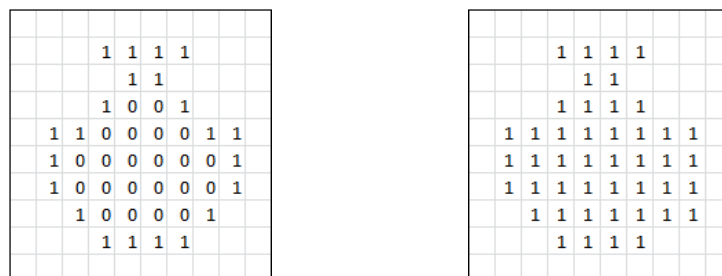
### 1. *Filling* (Pengisian)

Operasi pengisian merupakan kebalikan dari operasi pencarian batas citra. Pada operasi ini, citra masukan adalah citra batas/kontur, kemudian dilakukan pengisian sehingga diperoleh segmen objek yang solid. Prosesnya dimulai dengan menentukan titik awal pengisian yang terletak

di dalam objek, kemudian bergerak ke arah titik-titik tetanganya [AHS:12].



**Gambar 2.12** Proses *Image Filling*

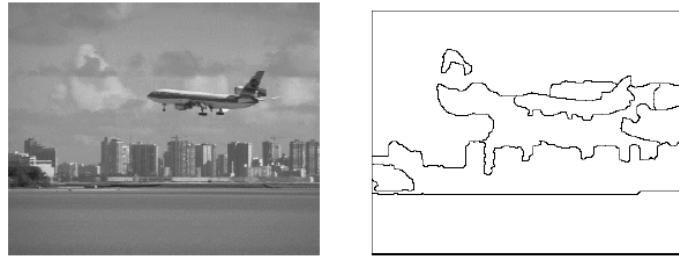


**Gambar 2.13** *Pixel Biner* Proses *Image Filling*

## 2.8 Segmentasi Citra

Terdapat dua pendekatan utama dalam segmentasi citra yaitu didasarkan pada tepi (*edge-based*) dan didasarkan pada wilayah (*region-based*). Segmentasi didasarkan pada tepi membagi citra berdasarkan diskontinuitas di antara sub-wilayah (*sub-region*), sedangkan segmentasi yang didasarkan pada wilayah bekerjanya berdasarkan keseragaman yang ada pada sub-wilayah tersebut.

Hasil dari segmentasi citra adalah sekumpulan wilayah yang melingkupi citra tersebut, atau sekumpulan kontur yang diekstrak dari citra (pada deteksi tepi). Contoh segmentasi dapat dilihat dalam gambar 2.14. Tiap piksel dalam suatu wilayah mempunyai kesamaan karakteristik atau properti yang dapat dihitung (*computed property*), seperti : warna (*color*), intensitas (*intensity*), dan tekstur (*texture*).



**Gambar 2.14** Citra Asli dan Hasil Segmentasi

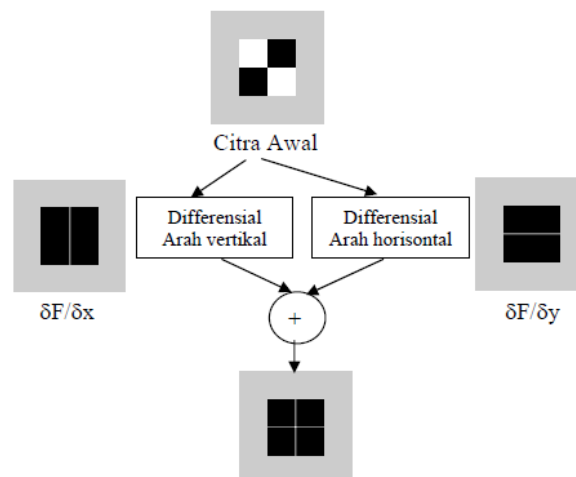
## 2.9 Edge Detection

### 2.9.1 Prinsip-prinsip Deteksi Tepi

Deteksi tepi (*Edge Detection*) pada suatu citra adalah suatu proses yang menghasilkan tepi-tepi dari obyek-obyek citra, tujuannya adalah

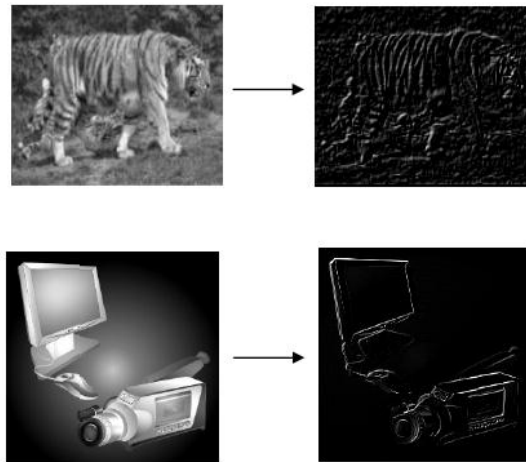
1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra.
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

Suatu titik  $(x,y)$  dikatakan sebagai tepi (edge) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.15 berikut ini menggambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



**Gambar 2.15** Proses Deteksi Tepi Citra

Perhatikan hasil deteksi dari beberapa citra menggunakan model differensial di atas:



**Gambar 2.16** Hasil Beberapa Deteksi Tepi

Pada gambar 2.16 terlihat bahwa hasil deteksi tepi berupa tepi-tepi dari suatu gambar. Bila diperhatikan bahwa tepi suatu gambar terletak pada titik-titik yang memiliki perbedaan tinggi. Berdasarkan prinsip-prinsip filter pada citra maka tepi suatu gambar dapat diperoleh menggunakan High Pass Filter (HPF), yang mempunyai karakteristik:

$$\sum_y \sum_x H(x, y) = 0 \quad (2.11)$$

Macam-macam metode untuk proses deteksi tepi ini, antara lain:

1. Metode Robert
2. Metode Prewitt
3. Metode Sobel

Metode yang banyak digunakan untuk proses deteksi tepi adalah metode Robert, Prewitt dan Sobel.

### 2.9.2 Metode Robert

Metode Robert adalah nama lain dari teknik differensial yang dikembangkan di atas, yaitu differensial pada arah horisontal dan differensial pada arah vertikal, dengan ditambahkan proses konversi biner setelah dilakukan differensial. Teknik konversi biner yang

disarankan adalah konversi biner dengan meratakan distribusi warna hitam dan putih. Metode Robert ini juga disamakan dengan teknik DPCM (Differential Pulse Code Modulation).

Kernel filter yang digunakan dalam metode Robert ini adalah:

$$H = [-1 \ 1] \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

### 2.9.3 Metode Prewitt

Metode Prewitt merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF.

Kernel filter yang digunakan dalam metode Prewitt ini adalah:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

### 2.9.4 Metode Sobel

Metode Sobel merupakan pengembangan metode robert dengan menggunakan filter HPF yang diberi satu angka nol penyangga. Metode ini mengambil prinsip dari fungsi laplacian dan gaussian yang dikenal sebagai fungsi untuk membangkitkan HPF. Kelebihan dari metode sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

Kernel filter yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah:

$$H = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ dan } V = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



## 2.10 Deskriptor Bentuk

Deskriptor bentuk adalah teknik untuk mempresentasikan bentuk objek, sebuah representasi yang baik akan dapat menggambarkan karakteristik intrinsik dari sebuah shape secara eksplisit. Representasi sebuah shape juga harus invariant terhadap rotasi, scaling dan transformasi.

Klasifikasi yang digunakan dalam skripsi ini adalah deskriptor bentuk terdapat 3 point yang dianalisis pada descriptor bentuk ini, yaitu :

### 1. Perimeter

Perimeter merupakan bagian terluar dari suatu objek yang bersebelahan dengan piksel-piksel dari latar belakang. Nilai perimeter suatu objek dapat dicari dengan menghitung banyaknya piksel yang merupakan piksel-piksel yang berada pada perbatasan dari objek tersebut.

### 2. Area

Area adalah jumlah piksel dalam S, sehingga bila dalam suatu citra terdapat lebih dari satu komponen,  $S_1, S_2, \dots, S_n$  maka ada  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Jadi nilai area suatu objek adalah jumlah dari piksel-piksel penyusun objek tersebut dan unit yang umum digunakan adalah piksel karena sejumlah piksel membentuk suatu luasan. Area dapat mencerminkan ukuran atau berat objek sesungguhnya pada beberapa benda dengan bentuk yang hampir seragam (misalnya buah mangga) tetapi tidak demikian untuk benda yang berongga (misalnya paprika).

### 3. Indeks Kebulatan

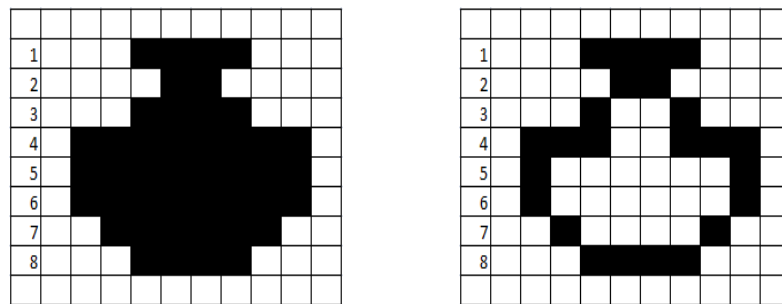
Faktor kebulatan dapat digunakan untuk menggolongkan bentuk objek yang dihubungkan dengan bentuk bulat dan memanjang seperti banyak dijumpai pada jenis buah-buahan. Lingkaran adalah bentuk rasio paling bulat dengan nilai resiko sekitar 1, untuk bujur sangkar nilainya  $\pi/4$  semakin mengecil ketika objek berbentuk memanjang (elips atau kotak). Untuk mendapatkan luas suatu objek dilakukan dengan cara mencari indeks kebulatan dengan rumus:

$$I = \frac{4 \cdot \pi A}{p^2} \quad (2.12)$$

Luas lingkaran dengan panjang perimeter P adalah dapat dinyatakan dengan rumus:

$$L = \frac{p^2}{4\pi} \quad (2.13)$$

Hasil perhitungan indeks kebulatan digunakan sebagai acuan dalam uji coba implementasi software.



**Gambar 2.17** Bentuk objek yang mempunyai perimeter, area, dan kebularan.

$$\begin{aligned} A &= \text{Jumlah piksel dibaris ke-1} + \text{baris ke-2} + \dots + \text{baris ke-8} \\ &= 4+2+4+8+8+8+6+4 \\ &= 44 \text{ piksel} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \text{Jumlah piksel dari batas area} \\ &= 24 \text{ piksel} \end{aligned}$$

$$I = \frac{4 \cdot \pi A}{p^2} = \frac{4 \cdot \frac{22}{7} \cdot 44}{24^2} = 0,96$$

$$L = \frac{p^2}{4 \cdot \pi} = \frac{24^2}{4 \cdot \frac{22}{7}} = \frac{576}{12,57} = 45,82$$

Keterangan :

A = Area

P = Perimeter

I = Kebularan

## 2.11 Morfologi

Operasi morfologi adalah teknik pengolahan citra yang didasarkan pada bentuk segmen atau region pada citra. Karena difokuskan pada bentuk objek, maka operasi ini diterapkan pada citra biner. Biasanya segmen tadi didasarkan pada objek yang menjadi perhatian. Segmentasi dilakukan dengan membedakan antara objek dan latar, antara lain dengan memanfaatkan operasi pengambangan yang mengubah citra warna menjadi citra biner dengan melalui proses grayscale. Nilai biner dari citra hasil merepresentasikan 2 hal : objek dan latar (non-objek). Meskipun lebih sering dilakukan.

Pada citra biner, operasi morfologi sering juga dilakukan pada citra grayscale. Hasil operasi morfologi dapat dimanfaatkan untuk pengambilan keputusan dengan analisis lebih lanjut. Operasi ini antara lain meliputi: pencarian batas / kontur, dilasi, erosi, penutupan (closing), pembukaan (opening), pengisian (filling), pelabelan (labeling), dan pengerangkaan (skeletonization).

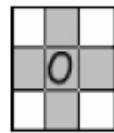
### 2.11.1 Structuring Elements

*Structuring element* yaitu bentuk dasar dari suatu objek yang digunakan untuk struktur geometri dari objek lain yang lebih besar dan kompleks. Tujuannya adalah untuk memperoleh informasi mengenai bentuk dari suatu citra dengan mengatur bentuk dan ukuran suatu *structuringelement*. [NS :12]

Ada beberapa bentuk *structuring element* yang biasa digunakan, ada yang berbentuk *rectangle*, *square*, *disk*, *linear*, dan *diamond*. Setiap bentuk *structuring element* tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. *Structuringelement* berbentuk *rectangle* dan *square*, dapat digunakan untuk mendeteksi tepi bagian atas, bawah, pinggir kiri, dan kanan dari sebuah objek. Sedangkan *structuringelement* berbentuk *disk* dapat digunakan untuk melakukan operasi dilasi/rotasi yang tidak berhubungan dengan arah karena

*structuring element* berbentuk disk simetris terhadap objek aslinya. *Structuringelement* berbentuk *line/linear* hanya dapat mendeteksi *single border*.

*Structuring element* dapat diibaratkan dengan *mask* pada pemrosesan citra biasa (bukan secara morfologi). *Structuringelement* juga memiliki titik poros (disebut juga titik origin/ titik asal/ titik acuan). Di bawah ini adalah contoh *structuringelement* dengan titik poros di (0,0) ditunjukkan dengan huruf “O” (**Gambar 2.18**)



(a)

$$g = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

(b)

**Gambar 2.18** Contoh *Structuring Element*

(a) titik “O” adalah titik poros,

(b) representasi biner *strel*

Bentuk *structuring element* pada Gambar 2.18 (a) dapat direpresentasikan dalam bentuk matriks biner seperti pada Gambar 2.18 (b) di mana angka “1” dan angka “0” menunjukkan nilai gray level. Dalam morfologi, yang menjadi kunci penting adalah pemilihan *structuringelement*. *Structuring element* memiliki dua komponen yang penting yaitu bentuk dan ukuran dimana keduanya mempengaruhi hasil pengujian. Pemilihan bentuk *structuring element* juga mempengaruhi citra hasil operasi morfologi.[NS :12]

### 2.11.2 Operasi-operasi Morfologi

Dalam morfologi ada beberapa operasi yang dapat dilakukan, yaitu:

#### a. Dilasi

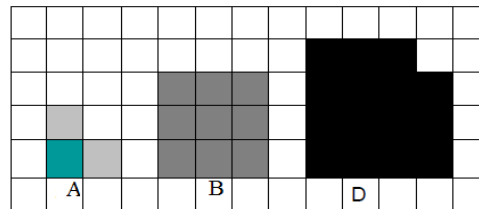
Operasi dilasi dilakukan untuk memperbesar ukuran segmen objek dengan menambah lapisan di sekeliling objek sehingga citra

hasil dilasi cenderung menebal. Operasi dilasi akan melakukan proses pengisian pada citra asal yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan *structuring element (strel)*. Dilasi A oleh B dinotasikan dengan  $A+B$  dan didefinisikan sebagai:

$$D(A,B) = A \oplus B = \{x : B_x \cap A \neq \emptyset\} \quad (2.14)$$

Dengan  $\emptyset$  menyatakan himpunan kosong

Gambar 2.19 merupakan proses operasi dilasi, terdapat obyek awal A dan B sedangkan D merupakan objek hasil dilasi.



**Gambar 2.19** Proses Dilasi

### b. Erosi

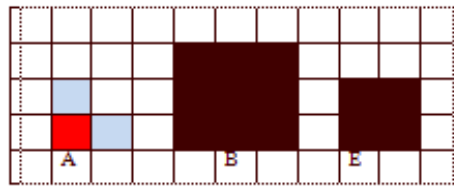
Operasi erosi adalah kebalikan dari operasi dilasi. Pada operasi ini, ukuran objek diperkecil dengan mengikis sekeliling objek sehingga citra hasil cenderung diperkecil menipis. Operasi erosi akan melakukan pengurangan pada citra asal yang lebih kecil disbanding elemen penstruktur (*strel*).[AHS:12]

Erosi A oleh B dinotasikan  $A-B$  didefinisikan sebagai :

$$E(A,B) = A \ominus B = \{x : B_x \subset X\} \quad (2.15)$$

Sama dengan dilasi proses erosi dilakukan dengan membandingkan setiap piksel citra input dengan nilai pusat SE dengan cara melapiskan SE dengan citra sehingga SE tepat dengan posisi piksel citra yang diproses.

Gambar 2.20 menunjukkan proses erosi, terdapat objek awal A dan B sedangkan objek E merupakan objek hasil erosi.



**Gambar 2.20** Proses Erosi

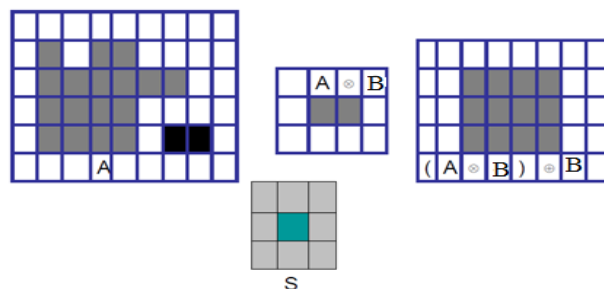
### c. Opening

Proses *opening* pada sebuah citra  $A$  oleh *strel*  $B$  dinotasikan dengan  $A \circ B$  dan didefinisikan sebagai proses erosi yang dilanjutkan dengan proses dilasi dimana kedua proses tersebut dilakukan secara berulang untuk semua titik  $(x,y)$ .

Persamaan dapat dituliskan ke dalam bentuk

$$O(A,B) = A \circ B = D(E(A,B),B) \quad (2.16)$$

Operasi *opening* digunakan untuk memutus bagian-bagian dari objek yang hanya terhubung dengan 1 atau 2 buah titik saja, dan menghilangkan objek yang sangat kecil. Operasi *opening* bersifat memperhalus kenampakan citra, menyambung fitur yang terputus (*break narrow joins*), dan menghilangkan efek pelebaran pada objek (*remove protrusions*). [AHS:12]



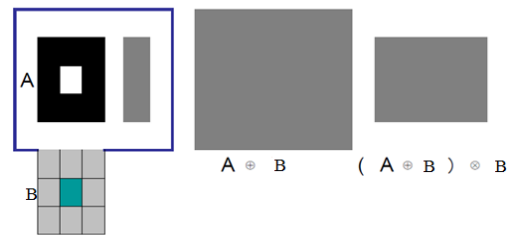
**Gambar 2.21** Proses opening

### d. Closing

Operasi *closing* adalah kombinasi antara operasi dilasi dan erosi yang dilakukan secara berurutan. Citra asli didilasi terlebih dahulu,

kemudian hasilnya dierosi. Proses *closing* pada sebuah citra  $A$  oleh *strel*  $B$  dinotasikan dengan  $A \bullet B$  dan didefinisikan sebagai :

$$C(A,B) = A \bullet B = E(D(A, -B), -B) \quad (2.17)$$



**Gambar 2.22** Proses closing

Ada beberapa kegunaan operasi *closing* yaitu :

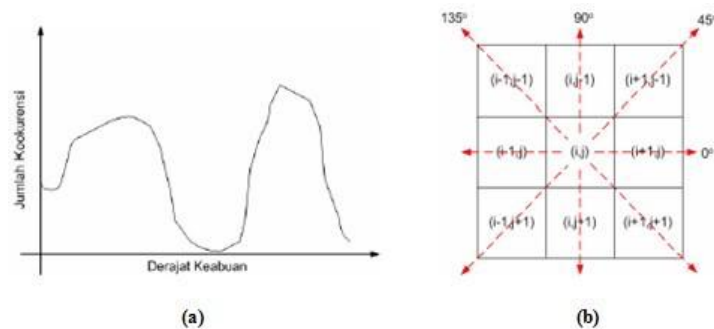
- Menutup atau menghilangkan lubang-lubang kecil yang ada dalam segmen objek
- Menggabungkan 2 segmen objek yang saling berdekatan (menutup sela antara 2 objek yang sangat berdekatan)
- Juga dilakukan dalam beberapa rangkaian dilasi-erosi (misalnya 3 kali dilasi, lalu 3 kali erosi) apabila ukuran lubang atau jarak antar objek cukup besar.

Operasi *closing* juga cenderung akan memperhalus objek pada citra, namun dengan cara menyambung pecahan-pecahan (*fuses narrow breaks and thin gulf*) dan menghilangkan lubang-lubang kecil pada objek.[AHS:12]

## 2.12 Analisis Tekstur

Tekstur merupakan karakteristik intrinsik dari suatu citra yang terkait dengan tingkat kekasaran (*roughness*), granularitas (*granulation*), dan keteraturan (*regularity*) susunan struktural piksel. Aspek tekstural dari sebuah citra dapat dimanfaatkan sebagai dasar dari segmentasi, klasifikasi, maupun interpretasi citra.

Analisis tekstur lazim dimanfaatkan sebagai proses antara untuk melakukan klasifikasi dan interpretasi citra. Suatu proses klasifikasi citra berbasis analisis tekstur pada umumnya membutuhkan tahapan ekstraksi ciri, yang terdiri dari tiga macam metode yaitu metode statistik, metode spektral dan metode struktural. Metode GLCM termasuk dalam metode statistik dimana dalam perhitungan statistiknya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetangaan antar piksel di dalam citra. Paradigma statistik ini penggunaannya tidak terbatas, sehingga sesuai untuk tekstur-tekstur alami yang tidak terstruktur dari sub pola dan himpunan aturan (mikrostruktur). Metode statistik terdiri dari ekstraksi ciri orde pertama dan ekstraksi ciri orde kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra sedangkan ekstraksi ciri statistik orde kedua dilakukan dengan matriks kookurensi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetangaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.21.



**Gambar 2.23** Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ,(a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetangaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

### 2.12.1 *Co-occurrence Matrix*

*Co-occurrence* berarti kejadian bersama, yaitu jumlah kejadian satu level nilai piksel bertetangga dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak ( $d$ ) dan orientasi sudut ( $\theta$ ) tertentu. Jarak dinyatakan





0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

**Gambar 2.25** Perhitungan nilai rata-rata

Berikut adalah nilai matriks  $i$  dan  $j$  yang nantinya akan digunakan sebagai pelengkap perhitungan.

i				j			
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	1	2	3	4

(a)

(b)

**Gambar 2.26** (a) nilai Matriks variable  $i$  (b) nilai matriks variable  $j$

Setelah memperoleh nilai rata-rata, kita dapat menghitung ciri statistik orde dua yang merepresentasikan citra yang diamati. Haralick et al mengusulkan berbagai jenis ciri tekstural yang dapat diekstraksi dari matriks kookurensi. Dalam modul ini dicontohkan perhitungan 6 ciri statistik orde dua, yaitu *Angular Second Moment*, *Contrast*, *Correlation*, *Variance*, *Inverse Difference Moment*, dan *Entropy*.

#### 1. *Angular Second Moment (ASM)*

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

$$ASM = \sum_i \sum_j \{p(i, j)\}^2 \quad (2.18)$$

dimana  $p(i, j)$  merupakan menyatakan nilai pada baris  $i$  dan kolom  $j$  pada matriks kookurensi. Berikut adalah perhitungan nilai ASM

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405	0.0088	0.0048	0.0080	0.0016
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399	0.0048	0.0027	0.0043	0.0016
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656	0.0080	0.0043	0.0039	0.0043
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521	0.0016	0.0016	0.0043	0.0027

(a)

(b)

Keterangan :

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata).
- (b) Adalah nilai dari masing-masing *pixel* yang sudah dipangkat 2.
- (c) Jika nilai (b) dijumlahkan, maka hasil yang diperoleh yakni nilai  $ASM = 0.0672$

## 2. Contrast (CON)

Menunjukkan ukuran penyebaran (momen inersia) elemen-elemen matriks citra. Jika letaknya jauh dari diagonal utama, nilai kekontrasan besar. Secara visual, nilai kekontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra. Berikut adalah adalah perhitungan nilai CON

$$CON = \sum_i k^2 \left[ \sum_i \sum_j p(i,j) \right]_{|i-j|=k} \quad (2.19)$$

(i-j) <sup>2</sup> = k			
0	1	4	9
1	0	1	4
4	1	0	1
9	4	1	0

(a)

k*rata-rata			
0	0.0690	0.3571	0.3643
0.0690	0	0.0655	0.1595
0.3571	0.0655	0	0.0656
0.3643	0.1595	0.0656	0

(b)

Keterangan :

- (a) Hasil pengurangan nilai dari variable *i* dengan nilai variable *j* kemudian dikuadratkan, perhitungan ini digunakan sebagai nilai dari variable *k*.
- (b) Hasil perkalian dari nilai variable *k* dengan nilai dari variable rata-rata.
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.11 maka nilai yang diperoleh untuk  $CON = 2.1622$

### 3. Correlation (COR)

Menunjukkan ukuran ketergantungan linear derajat keabuan citra sehingga dapat memberikan petunjuk adanya struktur linear dalam citra. Berikut adalah perhitungan nilai COR

$$COR = \frac{\sum_i \sum_j (ij) \cdot p(i,j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.20)$$

Dimana:

$\mu_x$  : adalah nilai rata-rata elemen kolom pada matriks  $p(i,j)$

$\mu_y$  : adalah nilai rata-rata elemen baris pada matriks  $p(i,j)$

$\sigma_x$  : adalah nilai standar deviasi elemen pada kolom  $p(i,j)$

$\sigma_y$  : adalah nilai standar deviasi elemen pada baris  $p(i,j)$

0.0938	0.0690	0.0893	0.0405
0.0690	0.0521	0.0655	0.0399
0.0893	0.0655	0.0625	0.0656
0.0405	0.0399	0.0656	0.0521

(a)

$\mu_x$	2.3865	$\sigma_x$	1.1038
$\mu_y$	2.3865	$\sigma_y$	1.1038
$\mu_x \cdot \mu_y$	5.6952	$\sigma_x \cdot \sigma_y$	1.2184

(b)

		$i*j$	
1	2	3	4
2	4	6	8
3	6	9	12
4	8	12	16

(c)

$(i*j)*a$			
0.0938	0.1381	0.2679	0.1619
0.1381	0.2083	0.3929	0.3190
0.2679	0.3929	0.5625	0.7875
0.1619	0.3190	0.7875	0.8333

(d)

Keterangan :

- (a) Adalah nilai dari penjumlahan masing-masing sudut dibagi dengan banyaknya sudut (nilai rata-rata).
- (b) Adalah nilai rata-rata dan standar deviasi.
- (c) Adalah nilai perkalian matriks  $i$  dengan  $j$ .
- (d) Adalah nilai dari matriks (c) dikalikan dengan nilai dari matriks (a).
- (e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.19 maka nilai yang diperoleh untuk  $COR = 0.1127$

#### 4. Variance (VAR)

Menunjukkan variasi elemen-elemen matriks kookurensi. Citra dengan transisi derajat keabuan kecil akan memiliki variansi yang kecil pula. Berikut adalah perhitungan nilai VAR

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i, j) \quad (2.21)$$

$i - \mu_x$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(a)

$j - \mu_y$			
-1.3865	-1.3865	-1.3865	-1.3865
-0.3865	-0.3865	-0.3865	-0.3865
0.6135	0.6135	0.6135	0.6135
1.6135	1.6135	1.6135	1.6135

(b)

$$(i - \mu_x) * (j - \mu_y)$$

1.9223	0.5358	-0.8506	-2.2371
0.5358	0.1494	-0.2371	-0.6236
-0.8506	-0.2371	0.3764	0.9900
-2.2371	-0.6236	0.9900	2.6035

(c)

0.1802	0.0370	-0.0760	-0.0905
0.0370	0.0078	-0.0155	-0.0249
-0.0760	-0.0155	0.0235	0.0650
-0.0905	-0.0249	0.0650	0.1356

(d)

Keterangan :

- (a) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable  $i$  dengan nilai pada variable  $\mu_x$
- (b) Adalah hasil pengurangan antara matriks pada variable  $j$  dengan nilai pada variable  $\mu_y$
- (c) Adalah hasil perkalian dari (a) dengan (b)
- (d) Adalah hasil perkalian antara nilai pada hasil (c) dengan nilai rata-rata awal
- (e) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.13 maka nilai yang diperoleh untuk  $COR = 0.1373$

#### 5. Inverse Difference Moment (IDM)

Menunjukkan kehomogenan citra yang berderajat keabuan sejenis. Citra homogen akan memiliki harga IDM yang besar. Berikut adalah perhitungan nilai IDM

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \quad (2.22)$$

$1+(i-j)^2$			
1	2	5	10
2	1	2	5
5	2	1	2
10	5	2	1

(a)

$\frac{1}{1+(i-j)^2}p(i,j)$			
0.0938	0.0345	0.0179	0.0040
0.0345	0.0521	0.0327	0.0080
0.0179	0.0327	0.0625	0.0328
0.0040	0.0080	0.0328	0.0521

(b)

Keterangan :

- (a) Adalah hasil 1 ditambah dengan matriks variable  $i$  dikurang dengan matriks variable  $j$  kemudian dikuadratkan.
- (b) Adalah hasil dari 1 dibagi dengan hasil (a) kemudian dikalikan dengan nilai rata-rata awal.
- (c) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.14 maka nilai yang diperoleh untuk  $IDM = 0.5203$

## 6. Entropy (ENT)

Menunjukkan ukuran ketidakteraturan bentuk. Harga ENT besar untuk citra dengan transisi derajat keabuan merata dan bernilai kecil jika struktur citra tidak teratur (bervariasi). Berikut adalah perhitungan nilai ENT

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i, j) \cdot {}^2\log p(i, j) \quad (2.23)$$

$-\sum_i p(i, j)$			
-0.0938	-0.0690	-0.0893	-0.0405
-0.0690	-0.0521	-0.0655	-0.0399
-0.0893	-0.0655	-0.0625	-0.0656
-0.0405	-0.0399	-0.0656	-0.0521

(a)

${}^2\log p(i, j)$			
-3.4150	-3.8563	-3.4854	-4.6268
-3.8563	-4.2630	-3.9329	-4.6482
-3.4854	-3.9329	-4.0000	-3.9296
-4.6268	-4.6482	-3.9296	-4.2630

(b)

$$-\sum_i p(i,j) * {}^2\log p(i,j)$$

0.3202	0.2663	0.3112	0.1873
0.2663	0.2220	0.2575	0.1854
0.3112	0.2575	0.2500	0.2579
0.1873	0.1854	0.2579	0.2220

(c)

Keterangan :

- (a) Adalah hasil dari nilai rata-rata awal dengan ditambah min
- (b) Adalah hasil dari  ${}^2\log p(i,j)$
- (c) Adalah hasil perkalian antara nilai hasil pada (a) dengan nilai hasil pada (b)
- (d) Sehingga jika dikerjakan sesuai dengan rumus 2.15 maka nilai yang diperoleh untuk IDM = 3.9452

### 2.13 Square Euclidean

*Square euclidean* digunakan untuk menentukan perhitungan jarak terdekat nilai vektor ciri citra uji dengan citra acuan. Nilai *square euclidean* yang mendekati nilai nol, akan menunjuk pada citra tertentu. Nilai vektor ciri citra masukan yang memiliki nilai vektor ciri yang sama dengan vektor ciri citra tertentu akan memiliki nilai *square euclidean* yang mendekati nol. Rumus menghitung *square euclidean* sebagai berikut :

$$\bar{d}(u, v) = (\sum_i (\bar{u}_i - \bar{v}_i)^2) \quad (2.24)$$

Berdasarkan rumus diatas,  $d$  adalah *square euclidean*,  $u$  untuk vektor  $u$ , dan  $v$  untuk vektor  $v$ .

### 2.14 Penelitian Sebelumnya

Pada tahun 2011 Dewinta Putri Yuliani telah melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Pengolahan Citra Untuk Pengenalan Objek Rempah Berbasis Bentuk Menggunakan Metode Morfologi”. Penelitian ini difungsikan untuk mengenali jenis rempah

berdasarkan bentuk rimpang rempah dengan menggunakan metode morfologi.

Pada tahun 2012 Siti Nuzulah telah melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Pengolahan Citra Identifikasi Kualitas Mengkudu Berbasis Bentuk dan Warna”. Penelitian ini difungsikan untuk mengenali kualitas buah mengkudu berdasarkan bentuk dan warna dengan menggunakan metode morfologi.

Pada tahun 2008 Ria Aswita Pohan telah melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Analisis Usahatani dan Faktor-faktor yang mempengaruhi Pendapatan Petani Wortel”. Penelitian ini difungsikan untuk mengetahui bahan masukan bagi petani wortel dalam usaha perbaiki tingkat pendapatan dan pola usahatani yang lebih efisien.

Pada tahun 2011 David Nugraha Tamujaya telah melakukan penelitian sebagai Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Perubahan Kualitas Fisik dan Kimiawi Wortel (*Daucus Carota*) Sepanjang Rantai Pasokan Dari Tingkat Pengumpul Hingga Pedagang di Pasar Swalayan dan Pasar Tradisional”. Penelitian ini difungsikan untuk mengetahui perubahan fisik dan kimia pada wortel dengan kelas dan penanganan yang berbeda sepanjang rantai pasokan dari tingkat pengumpul hingga penyimpanan di tingkat pedagang pasar swalayan dan pasar tradisional.

Pada tahun 2011 Rahmi Taufika telah melakukan penelitian yang berjudul Pengujian Beberapa Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Wortel (*Daucus Carota*). Penelitian ini difungsikan untuk memperoleh dosis pupuk organik cair yang terbaik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman wortel sebagai alternative lain dalam aplikasi pupuk organik cair.