

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Buah Naga**

##### **2.1.1 Sejarah Buah Naga**

Menurut Sinatra Hardjadinata (2010), buah naga merupakan kelompok tanaman kaktus atau famili Cactaceae. Buah ini termasuk genus *Hylocereus* yang terdiri dari beberapa spesies, diantaranya adalah buah naga yang biasanya dibudidayakan dan bernilai komersial yang tinggi. Daging buahnya berwarna pekat, manis, berair, dan menyegarkan. Di daerah asalnya Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan, buah naga terkenal dengan sebutan *pitahaya* atau *pitaya roja*. Dragon fruit atau *huo lung kuo* diperkenalkan di Indonesia pada dekade 90-an [1].

Tanaman buah naga awalnya dipergunakan sebagai tanaman hias karena sosoknya yang unik, eksotik, serta tampilan buah dan bunganya yang cantik. Bunganya cukup unik mirip dengan bunga wijayakusuma, berbentuk corong. Bunga buah naga akan berkembang menjadi buah. Tampilan buahnya berkulit merah dan bersisik. Tanaman ini lebih baik pertumbuhannya bila ditanam didataran rendah antara 0-350 m dpl. Suhu udara yang ideal antara 26-36 derajat Celsius dan kelembaban 70-90%. Tanah harus ber-areasi dengan baik dengan derajat keasaman (pH) 6,5-7.

Tanaman buah naga termasuk tanaman tropis dan dapat beradaptasi dengan berbagai lingkungan tumbuh dan perubahan cuaca seperti sinar matahari dan curah hujan. Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan buah naga sekitar 60 mm/bln atau 720 mm/tahun. Pada curah hujan 600-1.300 mm/tahun tanaman ini juga masih bisa tumbuh. Tetapi tanaman ini tidak tahan dengan genangan air. Hujan yang terlalu deras dan berkepanjangan bisa menyebabkan kerusakan tanaman terutama pembusukan akar dan merambat sampai pangkal batang.

Intensitas sinar matahari yang dibutuhkan sekitar 70-80%, karena itulah tanaman ini sebaiknya ditanam dilahan tanpa naungan dan sirkulasi udara yang cukup baik [2].



**Gambar 2.1** Tanaman buah naga

### **2.1.2 Bagian-Bagian Buah Naga**

#### **1. Akar**

Perakaran buah naga bersifat epifit, merambat dan menempel pada tanaman lain. Perakaran buah naga bisa dikatakan dangkal, saat menjelang produksi hanya mencapai kedalaman 50-60 cm, mengikuti perpanjangan batang berwarna coklat yang didalam tanah. Hal inilah yang bisa dikatakn tolak ukur pemupukan [3].



**Gambar 2.2** Akar buah naga

## 2. Batang dan cabang

Batang buah naga berwarna hijau keniru-biruan atau keunguan. Batang tersebut berbentuk siku atau segitiga dan mengandung air dalam bentuk lender dan berlapis lilin bila sudah dewasa. Dari batang ini tumbuh cabang dan bentuk yang warnanya sama dengan batang dan berfungsi sebagai daun untuk proses asimilasi dan mengandung kambium yang berfungsi untuk pertumbuhan tanaman. Pada batang dan cabang tanaman ini tumbuh duri-duri yang keras dan pendek. Letak duri pada tepi siku-siku batang maupun cabang dan terdiri 4-5 uah duri disetiap titik tumbuh [3].



(a)

(b)

**Gambar 2.3** (a) Batang dan cabang buah naga merah (b)  
Batang dan cabang buah naga putih

## 3. Bunga

Bunga buah naga berbentuk corong memanjang berukuran sekitar 30 cm dan akan mulai mekar sempurna pada malam hari. Setelah mekar warna mahkota bunga bagian dalam putih bersih didalamnya terdapat benang sariberwarna kuning dan akan mengeluarkan bau yang harum [3].



**Gambar 2.4** Bunga buah naga

#### 4. Buah

Buah berbentuk bulat panjang dan biasanya terletak mendekati ujung cabang atau batang. Pada cabang atau batang bisa tumbuh lebih dari satu dan terkadang berdekatan. Kulit buah naga tebal sekitar 1-2 cm dan pada permukaan kulit buah terdapat sirip atau jumbai berukuran sekitar 2 cm.



**Gambar 2.5** (a) Buah naga daging merah (b) Buah naga daging putih

#### 5. Biji

Biji buah naga berbentuk bulat berukuran kecil dan tipis tetapi sangat keras. Biji dapat digunakan perbanyak tanaman secara generatif, tetapi cara ini jarang dilakukan karena memerlukan waktu yang lama sampai berproduksi. Biasanya biji digunakan para peneliti untuk memunculkan varietas baru. Setiap buah mengandung lebih 1000 biji [3].



**Gambar 2.6** Biji buah naga

### **2.1.3 Manfaat dan Kandungan Buah Naga**

Menurut AL Leong dari johncola kandungan Zat Buah Naga :

Dalam 100g buah naga, mengandung kalori 60 kkal, protein 0,53 g, karbohidrat 11,5 g, serat 0,71 g, kalsium 134,5 mg, fosfor 87 mg, zat besi 0,65 mg, vitamin C 9,4 mg, serta kandungan airnya sebanyak 90%.

a. Sumber Vitamin C

Buah naga kaya akan vitamin C yang dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Buah naga yang dikeringkan terbukti mengandung 10 kali lebih banyak vitamin C yang dibutuhkan tubuh.

b. Sumber Vitamin B1 (tiamin)

Vitamin lain dalam buah naga adalah Vitamin B1 atau tiamin. Fungsinya untuk memproses karbohidrat dengan cepat dan menghasilkan energi bagi tubuh.

c. Sumber Vitamin B3 (niacin)

Buah naga ampuh menurunkan kolesterol karena kandungan vitamin B3 atau niacin di dalamnya. Vitamin ini juga mampu membuat kulit terlihat halus dan bercahaya secara alami dari dalam.

d. Sumber Vitamin B12

Kandungan vitamin B12 membuat buah ini menjadi perangsang nafsu makan yang baik. Terutama bagi orang

orang yang sedang masa penyembuhan, buah naga sangat dianjurkan untuk dikonsumsi.

e. Kaya Serat

Buah naga mengandung serat yang cukup tinggi, sehingga berkhasiat untuk mengatasi beberapa masalah pencernaan seperti sembelit atau susah buang air besar.

f. Kaya Mineral

Mineral yang terkandung dalam buah naga adalah fosfor dan kalsium. Keduanya memiliki peran dalam pembentukan tulang, gigi, dan perkembangan sel.

g. Kandungan Antioksidan

Buah naga merupakan sumber antioksidan yang baik untuk mencegah dari serangan radikal bebas yang menyebabkan kanker dan masalah kesehatan lainnya.

h. Kandungan protein

Protein merupakan nutrisi penting yang dibutuhkan oleh tubuh untuk membentuk hormon, enzim, dan senyawa lain. Jagalah kadar protein dalam tubuh dengan mengonsumsi secara teratur buah ini.

i. Rendah Lemak

Terdapat banyak biji-biji kecil dalam buah naga. Rupanya, biji ini merupakan lemak tak jenuh yang baik untuk kesehatan karena menurunkan kolesterol baik dan menghilangkan kolesterol jahat.

j. Mengontrol Gula Darah

Bagi penderita diabetes tipe 2, buah ini paling baik dikonsumsi untuk mengontrol gula darah agar tetap seimbang.

k. Menurunkan Tekanan Darah

Konsumsi buah naga mampu mengembalikan tingkat hipertensi seseorang menjadi normal. Berita bagus nih untuk mereka yang berisiko terkena serangan jantung dan stroke.

l. Menurunkan Tekanan Darah

Racun dalam tubuh seperti merkuri, arsen, dan lain-lain, membahayakan kesehatan. Namun, semua racun dalam tubuh dapat dinetralkan dengan rajin mengonsumsi buah naga.

m. Kesehatan Mata

Buah naga mengandung karoten yang membantu menjaga kesehatan mata.

n. Menurunkan Berat badan

Dalam melakukan program diet buah naga sangat baik karena dapat menurunkan berat badan anda.

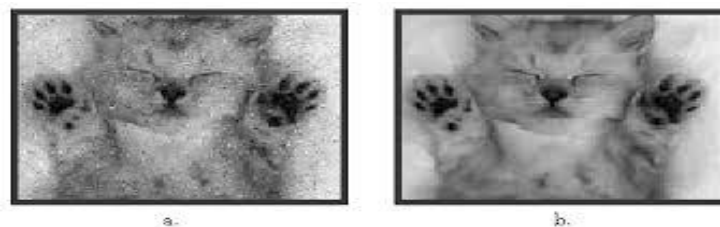
o. Mengobati Asma

Batuk dan asma, beberapa gangguan pernapasan yang sering menyerang anak-anak dan orang dewasa. Ringankan gejalanya dengan rajin mengonsumsi buah naga.

## 2.2 Pengolahan Citra

### 2.2.1 Pengertian Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah salah satu cabang dari ilmu informatika. Pengolahan citra berfokus pada usaha untuk melakukan transformasi suatu citra/gambar yang lebih baik dengan teknik tertentu. Sebagai contoh, citra kucing pada Gambar 2.9 (a) tampak kabur, lalu dengan operasi pengolahan citra kontrasnya diperbaiki sehingga menjadi lebih terang dan tajam (b).



**Gambar 2.7** (a) Citra yang tampak kabur (b) Citra 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 mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu [4].

### **2.3 Ruang Warna Citra Digital**

Warna yang kita lihat sebenarnya adalah spektrum cahaya yang dipantulkan oleh benda kemudian ditangkap oleh indra penglihatan kita (yakni mata) lalu diterjemahkan oleh otak sebagai sebuah warna tertentu. Sebagai contoh kita melihat warna hijau yang terdapat pada daun karena cahaya yang datang (umumnya cahaya matahari yang punya spektrum cahaya yang cukup komplit) diserap oleh daun selain warna hijau yang dipantulkan dan cahaya hijau terpantul inilah yang kita tangkap sehingga kita dapat melihat bahwa daun berwarna hijau. Jadi sebenarnya faktor penting bagi kita untuk melihat sebuah warna dengan baik adalah cahaya yang mengenai benda tersebut [5].

#### **2.3.1 Citra berwarna**

Secara sederhana citra berwarna dapat didefinisikan sebagai citra yang mengandung informasi warna pada tiap pixelnya. Banyaknya warna yang mungkin digunakan bergantung kepada kedalaman pixel citra yang bersangkutan. Citra berwarna direpresentasikan dalam beberapa kanal (channel) yang menyatakan komponen-komponen warna penyusunya. Banyaknya kanal yang digunakan bergantung pada model warna yang digunakan pada citra tersebut. Contoh model warna yang biasa digunakan pada citra digital adalah RGB dan YcbCr [6]. Contoh citra berwarna dapat dilihat pada Gambar 2.8

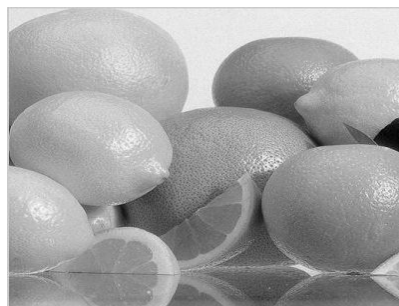




**Gambar 2.8** Citra Warna

### 2.3.2 Citra grayscale

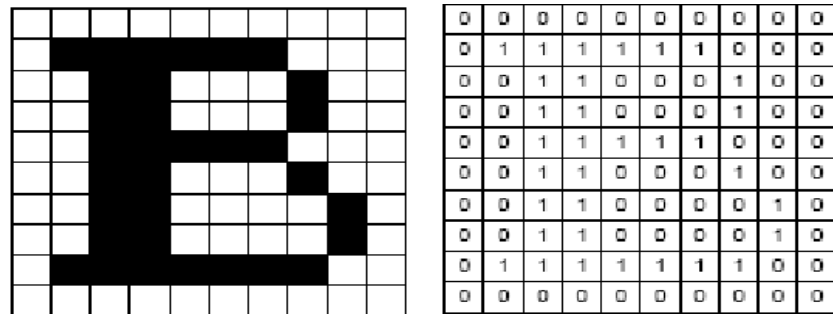
Citra yang nilai pixel-nya merepresentasikan derajat keabuan atau intensitas warna putih. Nilai intensitas paling rendah merepresentasikan warna hitam dan nilai intensitas paling tinggi merepresentasikan warna putih. Pada umumnya citra grayscale memiliki kedalaman pixel 8 bit (256 derajat keabuan), tetapi ada juga citra grayscale yang kedalaman pixel-nya bukan 8 bit, misalnya 16 bit untuk penggunaan yang memerlukan ketelitian tinggi [6]. Contoh citra grayscale dapat dilihat pada gambar 2.9



**Gambar 2.9** Citra Grayscale

### 2.3.3 Citra biner

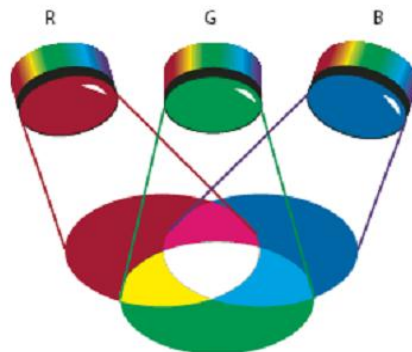
Citra biner adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai pixel yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (black and white) atau citra monokrom yang hanya membutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner [PUT: 40]. Citra biner komponennya bernilai 0 memiliki warna hitam dan bernilai 1 untuk warna putih. Contoh citra biner dapat dilihat pada Gambar 2.10 [7].



**Gambar 2.10** Citra Biner

### 2.3.4 RGB

Pengolahan warna menggunakan model warna RGB sangat mudah dan sederhana, karena informasi warna dalam computer sudah dikemas dalam model yang sama [AHM: 270]. Model warna RGB adalah model warna berdasarkan konsep penambahan kuat cahaya primer yaitu Red, Green dan Blue seperti contoh pada gambar 2.11 [8].



**Gambar 2.11** Struktur Warna RGB

Dalam suatu ruang yang sama sekali tidak ada cahaya, maka ruangan tersebut adalah gelap total. Tidak ada signal gelombang cahaya yang diserap oleh mata kita atau RGB (0,0,0). Apabila kita menambahkan cahaya merah pada ruangan tersebut, maka ruangan akan berubah warna menjadi merah misalnya RGB (255,0,0), semua benda dalam ruangan tersebut hanya dapat terlihat berwarna merah. Demikian apabila cahaya kita ganti dengan hijau atau biru [<http://pengantar-warna.blogspot.com>]. Berdasar pada tri-stimulus vision theory yang mengatakan bahwa manusia melihat warna dengan

cara membandingkan cahaya yang datang dengan sensor-sensor peka cahaya pada retina (yang berbentuk kerucut). Sensor-sensor tersebut paling peka terhadap cahaya dengan panjang gelombang 630 nm (merah), 530 nm (hijau) dan 450 nm (biru). Model ini dapat digambarkan dengan kubus dengan sumbu-sumbu R, G dan B.

- Warna sudut kubus pada sumbu utama menyatakan warna primer.
- Warna sudut kubus diluar sumbu utama menyatakan warna komplementer (merah dengan cyan, hijau dengan magenta, biru dengan kuning).
- Warna gray dinyatakan sepanjang diagonal hitam-putih [5].

### 2.3.5 YcbCr

**YCbCr** adalah suatu keluarga ruang warna yang dipakai sebagai bagian dari *color image pipeline* dalam system video dan fotografi digital. Ruang warna YCbCr digunakan untuk video digital. Dalam format ini, informasi luminasi diwakili oleh komponen tunggal y dan informasi warna disimpan sebagai komponen warna yang berbeda, yaitu Cb dan Cr [9].

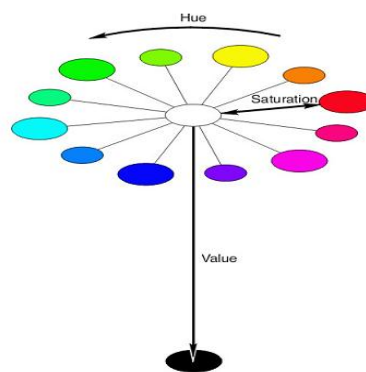
Konversi warna YCbCr dapat diperoleh dari model RGB dengan persamaan berikut.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65,481 & 128,553 & 24,966 \\ -37,797 & -74,203 & 112,000 \\ 112,000 & -93,786 & -18,214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Y merupakan komponen luma sedangkan Cb dan Cr merupakan komponen kroma perbedaan antara biru dan merah. Pada YCbCr Warna aktual ditampilkan berdasar pada pewarna RGB aktual yang dipakai untuk menampilkan sinyal. Oleh sebab itu suatu nilai yang ditunjukkan sebagai YCbCr, sebenarnya hanya akan dapat diperkirakan jika pewarna RGB standard atau profil ICC dipakai [SUT: 2009].

### 2.3.6 HSV

Model warna HSV mendefinisikan warna dalam terminologi Hue, Saturation dan Value. Hue menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning. Hue digunakan untuk membedakan warna-warna dan menentukan kemerahan (redness), kehijauan (greenness), dsb, dari cahaya. Hue berasosiasi dengan panjang gelombang cahaya. Saturation menyatakan tingkat kemurnian suatu warna, yaitu mengindikasikan seberapa banyak warna putih diberikan pada warna. Value adalah atribut yang menyatakan banyaknya cahaya yang diterima oleh mata tanpa memperdulikan warna seperti contoh pada gambar 2.12



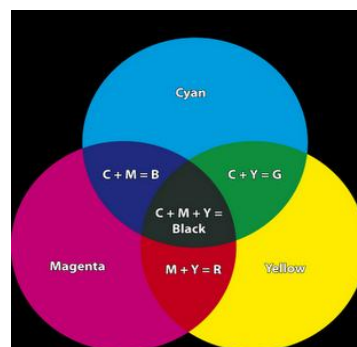
**Gambar 2.12** Model Warna HSV

Model warna HSV merupakan model warna yang diturunkan dari model warna RGB maka untuk mendapatkan warna HSV ini harus melakukan proses konversi warna dari RGB ke HSV. HSV merupakan salah satu cara untuk mendefinisikan warna yang didasarkan pada roda warna. Hue mengukur sudut sekitar roda warna (merah pada 0 derajat, 120 derajat di hijau, biru, di 240 derajat). Saturation yang menunjukkan pada radius roda warna sehingga menunjukkan proporsi antara gelap (pusat) untuk warna ke putih murni (di luar). Value Menunjukkan nilai

kecerahan. Hue memiliki nilai antara 0 hingga 360 (derajat), Saturation and Value berkisar dari 0 hingga 100% [5].

### 2.3.7 CMYK

CMYK adalah kependekan dari cyan, magenta, yellow-kuning, dan black-hitam, dan biasanya juga sering disebut sebagai warna proses atau empat warna. CMYK adalah sebuah model warna berbasis pengurangan sebagian gelombang cahaya (subtractive color model) dan yang umum dipergunakan dalam pencetakan berwarna. Istilah CMYK juga biasanya digunakan untuk menjelaskan proses pencetakan itu sendiri. Meskipun terdapat beberapa metode pencetakan yang diterapkan pada percetakan, operator cetak, pembuat mesin cetak dan urutan penintaan, proses pewarnaan umumnya berurutan sesuai dengan singkatannya, yaitu CMYK seperti pada gambar 2.13 [8].



**Gambar 2.13** Komposisi Model Warna CMYK

## 2.4 Pemrosesan Data Awal

### 2.4.1 Pencerahan Citra (image brightening)

Merubah nilai warna dari gelap menuju terang atau sebaliknya merubah citra yang terlalu cemerlang menjadi gelap dengan menambahkan atau mengurangi sebuah konstanta kepada atau dari setiap pixel di dalam citra  $f(x,y) = f(x,y) + b$  jika  $b$  positif, kecerahan citra bertambah, sebaliknya jika  $b$  negatif kecerahan citra berkurang

### 2.4.2 *Image Enhancement* (Perbaikan Kualitas Citra)

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. Ada beberapa proses *image enhancement* seperti *imadjust*, *adaptive histeq*, *histogram equalisasi*, dan juga *log*.

### 2.4.3 Konversi Gambar ke Grayscale

Merubah citra menjadi grayscale adalah salah satu contoh proses pengolahan citra menggunakan operasi titik. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra grayscale adalah dengan menghitung rata-rata nilai intensitas RGB setiap pixel penyusun tersebut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

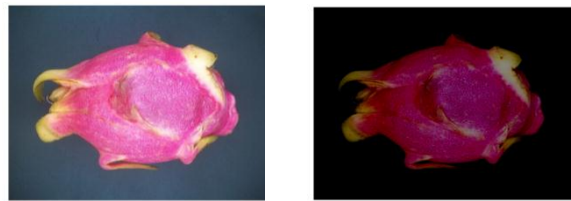
$$\text{Citra Abu-Abu} = 0,2989 * R + 0,587 * G + 0,114 B \dots \dots \dots (2.1)$$

### 2.4.4 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah pemisahan objek yang satu dengan objek yang lain dalam suatu citra atau antara objek dengan latar dalam sebuah citra. Dengan proses segmentasi tersebut, masing-masing objek pada citra dapat di ambil secara individu sehingga dapat di gunakan sebagai input proses lain. Ada dua macam segmentasi, yaitu *full segmentation*, dan *partial segmentation*. *Full segmentation* adalah pemisahan objek secara individu dari *background* dan diberi *Id*(label) pada tiap-tiap segment. *partial segmentation* adalah pemisahan sejumlah data dari background di mana data yang di simpan hanya data yang di pisahkan saja hanya untuk mempercepat proses selanjutnya. [cahyan,2013]

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 RGB dan Hasil Segmentasi

## 2.5 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. Tekstur dapat didefinisikan sebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra. Berdasarkan strukturnya, tekstur dapat diklasifikasikan dalam dua golongan :

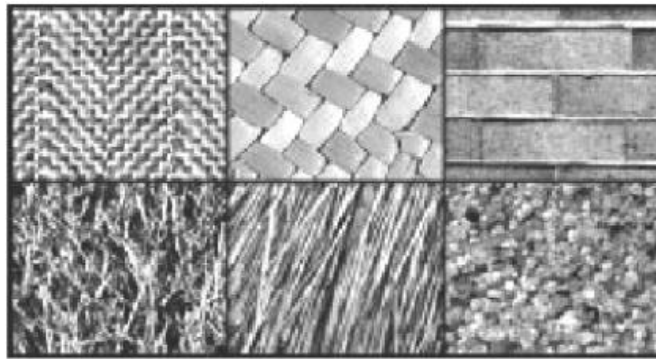
### 1. Makrostruktur

Tekstur makrostruktur memiliki perulangan pola lokal secara periodik pada suatu daerah citra, biasanya terdapat pada pola-pola buatan manusia dan cenderung mudah untuk direpresentasikan secara matematis.

### 2. Mikrostruktur

Pada tekstur mikrostruktur, pola-pola lokal dan perulangan tidak terjadi begitu jelas, sehingga tidak mudah untuk memberikan definisi tekstur yang komprehensif.

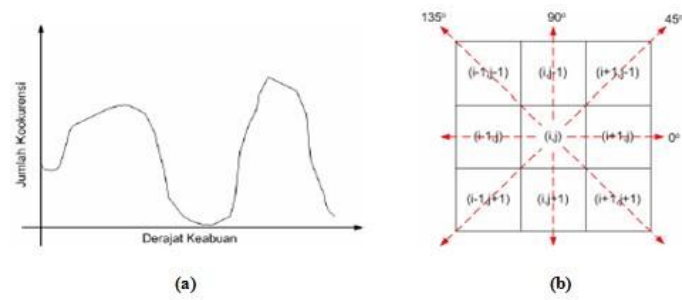
Contoh gambar 2.15 berikut ini menunjukkan perbedaan tekstur makrostruktur dan mikrostruktur yang diambil dari album tekstur Brodatz.



**Gambar 2.15** Gambar tekstur makrostruktur dan mikrostruktur

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 perhitungannya menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan 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 korelasi, yaitu suatu matriks antara yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan antar piksel dalam citra pada berbagai arah orientasi dan jarak spasial. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.16



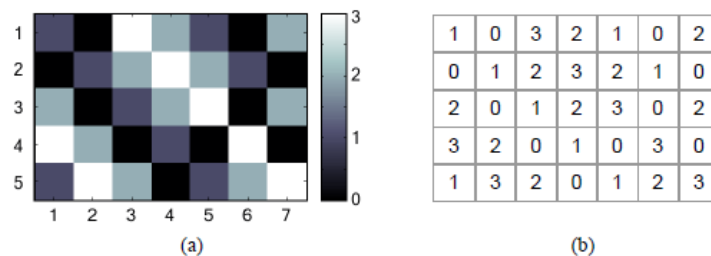


**Gambar 2.16** Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ,(a) Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetangaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

### 2.5.1 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 dalam piksel dan orientasi dinyatakan dalam derajat. Orientasi dibentuk dalam empat arah sudut dengan interval sudut  $45^\circ$ , yaitu  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Sedangkan jarak antar piksel biasanya ditetapkan sebesar 1 piksel.

*Co-occurrence Matrix* merupakan matriks bujursangkar dengan jumlah elemen sebanyak kuadrat jumlah level intensitas piksel pada citra. Setiap titik  $(p, q)$  pada co-occurrence matrix berorientasi  $\theta$  berisi peluang kejadian piksel bernilai  $p$  bertetangga dengan piksel bernilai  $q$  pada jarak  $d$  serta orientasi  $\theta$  dan  $(180-\theta)$  [DNE12].



0	0.1333	0.0833	0.0667
0.1333	0	0.0833	0.0167
0.0833	0.0833	0	0.1167
0.0667	0.0167	0.1167	0

(c)

0.1667	0	0.0833	0.0417
0	0	0.1042	0.125
0.0833	0.1042	0.0833	0.0208
0.0417	0.125	0.0208	0

(d)

0	0.1429	0.1071	0.0536
0.1429	0	0.0536	0.0179
0.1071	0.0536	0	0.125
0.0536	0.0179	0.125	0

(e)

0.2083	0	0.0833	0
0	0.2083	0.0208	0
0.0833	0.0208	0.1667	0
0	0	0	0.2083

(f)

**Gambar 2.17** Ilustrasi pembuatan matriks kookurensi

- (a) Citra Masukan
- (b) Nilai Intensitas Citra masukan
- (c) Hasil Matriks kookurensi  $0^\circ$
- (d) Hasil Matriks kookurensi  $45^\circ$
- (e) Hasil Matriks kookurensi  $90^\circ$
- (f) Hasil Matriks kookurensi  $135^\circ$

Setelah memperoleh matriks kookurensi tersebut, Langkah selanjutnya yakni mencari nilai rata-rata dari sudut  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ , hasil perhitungan dapat dilihat pada gambar 2.18

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 2.18** perhitungan nilai rata-rata

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

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

(a)

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

(b)

**Gambar 2.19** (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* [Andhika,2012].

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

Menunjukkan ukuran sifat homogenitas citra.

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

.....(2.2)

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

0.0088	0.0048	0.0080	0.0016
0.0048	0.0027	0.0043	0.0016
0.0080	0.0043	0.0039	0.0043
0.0016	0.0016	0.0043	0.0027

(a)

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

(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 kontrasan besar. Secara visual, nilai kontrasan adalah ukuran variasi antar derajat keabuan suatu daerah citra.

$$\sum_i k^2 \left[ \sum_i \sum_j p(i,j) \right]_{|i-j|=k} \dots\dots\dots(2.3)$$

**(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 2.4 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.

$$\frac{\sum_i \sum_j (i \cdot j) p(i, j) - \mu_x \mu_j}{\sigma_x \sigma_y} \dots\dots\dots (2.4)$$

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 kolom  $p(i,j)$

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
$\mu_x * \mu_y$	5.6952	$\sigma_x * \sigma_y$	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 2.5 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.

$$VAR = \sum_i \sum_j (i - \mu_x)(j - \mu_y)p(i, j) \dots\dots\dots(2.5)$$

$i - \mu_x$			
-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 2.6 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

$$IDM = \sum_i \sum_j \frac{1}{1 + (i - j)^2} p(i, j) \dots\dots\dots(2.6)$$

$1+(i-j)^2$			
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 2.7 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

$$ENT_2 = - \sum_i \sum_j p(i,j) \cdot {}^2\log p(i,j) \dots\dots\dots(2.7)$$

$-\sum_i p(i,j)$	${}^2\log p(i,j)$																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>-0.0938</td><td>-0.0690</td><td>-0.0893</td><td>-0.0405</td></tr> <tr><td>-0.0690</td><td>-0.0521</td><td>-0.0655</td><td>-0.0399</td></tr> <tr><td>-0.0893</td><td>-0.0655</td><td>-0.0625</td><td>-0.0656</td></tr> <tr><td>-0.0405</td><td>-0.0399</td><td>-0.0656</td><td>-0.0521</td></tr> </table>	-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	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>-3.4150</td><td>-3.8563</td><td>-3.4854</td><td>-4.6268</td></tr> <tr><td>-3.8563</td><td>-4.2630</td><td>-3.9329</td><td>-4.6482</td></tr> <tr><td>-3.4854</td><td>-3.9329</td><td>-4.0000</td><td>-3.9296</td></tr> <tr><td>-4.6268</td><td>-4.6482</td><td>-3.9296</td><td>-4.2630</td></tr> </table>	-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
-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																														
-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																														

(a)

(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 2.18 maka nilai yang diperoleh untuk IDM = 3.9452

## 2.6 Normalisasi Data Linear

Normalisasi data linier adalah proses penskalaan nilai atribut dari data sehingga bisa jatuh pada range tertentu. Keuntungan dari metode ini adalah keseimbangan nilai perbandingan antara data saat sebelum dan sesudah nilai normalisasi. Kekurangannya adalah jika ada data baru metode ini akan memungkinkan terjebak pada out of bound error. Normalisasi data sangat diperlukan ketika data yang ada terlalu besar atau terlalu kecil sehingga pengguna kesulitan memahami informasi yang dimaksud. Normalisasi dapat di hitung dengan cara sebagai berikut.

$$\text{normalisasi } (\chi) = \frac{\text{minRange} + (\chi - \text{minValue})(\text{maxRange} - \text{minRange})}{\text{maxValue} - \text{minValue}} \dots\dots\dots(2.8)$$

- X= nilai yang akan di normalisasi
- MinRange = batas nilai minimum normalisasi yang di inginkan
- MaxRange = batas nilai maksimum normalisasi yang di inginkan
- MinValue = nilai terendah dari data set
- MaxValue = nilai tertinggi dari data set

jika rentan nilai normalisasi yang di inginkan berada pada rentan [0,1] maka dapat juga menggunakan persamaan berikut

$$\text{normalisasi } (\chi) = \frac{\chi - \text{minValue}}{\text{maxValue} - \text{minValue}} \dots\dots\dots(2.9)$$

## 2.7 Fuzzy KNN

Algoritma Nearest Neighbor (kadang disebut juga K-Nearest Neighbor / K-NN) merupakan algoritma yang melakukan klasifikasi berdasarkan kedekatan lokasi (jarak) suatu data dengan data yang lain. K-NN merupakan algoritma yang menggunakan seluruh data



latih untuk melakukan proses klasifikasi (*complete storage*). Hal ini mengakibatkan untuk data dalam jumlah yang sangat besar, proses prediksi menjadi sangat lama.

Jika K-NN melakukan prediksi secara tegas pada data uji berdasarkan perbandingan K tetangga terdekat, maka ada pendekatan lain yang dalam melakukan prediksi juga berdasarkan K tetangga terdekat tapi tidak secara tegas memprediksi kelas yang harus diikuti oleh data uji, pemberian label kelas data uji pada setiap kelas dengan memberikan nilai keanggotaan seperti halnya teori himpunan fuzzy. Algoritma Fuzzy K-Nearest Neighbour diperkenalkan oleh Keller dengan mengembangkan K-NN yang digabung dengan teori fuzzy dalam memberikan definisi pemberian label kelas pada data uji yang diprediksi.

Seperti halnya pada teori fuzzy, sebuah data mempunyai nilai keanggotaan pada setiap kelas, yang artinya sebuah data bisa dimiliki oleh kelas yang berbeda dengan nilai derajat keanggotaan dalam interval [0,1]. Teori himpunan fuzzy men-generalisasi teori K-NN klasik dengan mendefinisikan nilai keanggotaan sebuah data pada masing – masing kelas. Rumus yang digunakan :

$$u(x, c_i) = \frac{\sum_{k=1}^K u(x_k, c_i) * d(x, x_k)^{\frac{-2}{(m-1)}}}{\sum_{k=1}^K d(x, x_k)^{\frac{-2}{(m-1)}}} \dots\dots\dots (2.10)$$

- $u(x, c_i)$  adalah nilai keanggotaan data  $x$  ke kelas  $c_i$
- $K$  adalah jumlah tetangga terdekat yang digunakan
- $u(x_k, c_i)$  adalah nilai keanggotaan data tetangga dalam  $K$  tetangga pada kelas  $c_i$ , nilainya 1 jika data latih  $x_k$  milik kelas  $c_i$  atau 0 jika bukan milik kelas  $c_i$
- $d(x, x_k)$  adalah jarak dari data  $x$  ke data  $x_k$  dalam  $K$  tetangga terdekat
- $m$  adalah bobot pangkat (*weight exponent*) yang besarnya  $m > 1$

Nilai keanggotaan suatu data pada kelas sangat dipengaruhi oleh jarak data itu ke tetangga terdekatnya, semakin dekat ke tetangganya maka semakin besar nilai keanggotaan data tersebut pada kelas tetangganya, begitu pula sebaliknya. Jarak tersebut diukur dengan N dimensi( fitur ) data.

$$d(x_i, x_j) = \left( \sum_{l=1}^N |x_{il} - x_{jl}|^p \right)^{\frac{1}{p}} \dots\dots\dots (2.11)$$

- N adalah dimensi (jumlah fitur) data.
- Untuk p adalah penentu jarak yang digunakan,
- jika p=1 maka jarak yang digunakan adalah Manhattan,
- jika p=2 maka jarak yang digunakan adalah Euclidean,
- jika p= $\infty$  maka jarak yang digunakan adalah Chebyshev.

Meskipun FK-NN menggunakan nilai keanggotaan untuk menyatakan keanggotaan data pada setiap kelas, tetapi untuk memberikan keluaran akhir, FK-NN tetap harus memberikan kelas akhir hasil prediksi, untuk keperluan ini, FK-NN memilih kelas dengan nilai keanggotaan terbesar pada data tersebut.

Algoritma prediksi dengan F-KNN

1. Normalisasi data menggunakan nilai terbesar dan terkecil data pada setiap fitur.
2. Cari K tetanggan terdekat untuk data uji x menggunakan persamaan (2.9).
3. Hitung nilai keanggotaan  $u(x,y_i)$  menggunakan persamaan (2.8) untuk setiap i, dimana  $1 \leq i \leq C$
4. Ambil nilai terbesar  $v = u(x,y_i)$  untuk semua  $1 \leq i \leq C$  C adalah jumlah kelas
5. Berikan label kelas v ke data uji x yaitu  $y_i$  [Prasetyo,2012].

## 2.8 Penelitian Sebelumnya

1. PENGOLAHAN CITRA IDENTIFIKASI JERUK IMPOR BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR DENGAN METODE FUZZY KNN. Pada tahun 2014 Intan Desy Pratiwi dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengidentifikasi jenis jeruk impor berdasar pada warna dan tekstur menggunakan metode fuzzy knn. Dalam penyelesaian menggunakan metode tersebut, tingkat keberhasilan program mencapai 80%.
2. PENGOLAHAN CITRA IDENTIFIKASI KUALITAS BUAH MENGGUDU (*MORINDA CITRIFOLIA*) BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ANALISIS *CO-OCCURENCE MATRIX*. Pada tahun 2012 Hamdan Sobri Andhika dari fakultas Teknik jurusan Informatika Universitas Muhammadiyah Gresik telah melakukan penelitian tersebut sebagai Tugas Akhir (Skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk mengidentifikasi kualitas mengkudu berdasar pada warna dan tekstur menggunakan analisis coocuren matrix. Dalam penyelesaian menggunakan analisis tersebut, tingkat keberhasilan mencapai 85%.