

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Mengkudu (*Morinda Citrifolia*)

Asal-usul buah mengkudu tidak terlepas dengan keberadaan bangsa Polinesia yang menetap di kepulauan Samudera Pasifik. Bangsa polinesia dipercaya berasal dari Asia Tenggara. Pada tahun 100 SM, bangsa polinesia bermigrasi dengan hanya membawa tanaman dan hewan yang dianggap penting untuk hidup di tempat baru. Tanaman-tanaman tersebut memiliki banyak kegunaan, antara lain untuk bahan pakaian, bangunan, makanan dan obat-obatan, lima jenis tanaman bangsa polinesia yaitu talas, sukun, buah pisang, ubi, tebu dan buah mengkudu.

2.1.1 Sejarah Pemanfaatan Mengkudu (*Morinda Citrifolia*)

Salah satu tumbuhan itu, yaitu buah mengkudu dianggap barang yang penting. Bangsa polinesia mengenal buah mengkudu dengan sebutan *noni*. Mereka memanfaatkan buah mengkudu untuk mengobati berbagai jenis penyakit, diantaranya : tumor, luka, penyakit kulit, gangguan pernapasan (termasuk asma), demam dan penyakit usia lanjut. Pengetahuan tentang pengobatan menggunakan buah mengkudu diwariskan dari generasi ke generasi melalui nyanyian dan cerita rakyat. Tabib Bangsa Polinesia yang disebut Kahuna adalah orang yang memegang peranan penting dalam dunia pengobatan tradisional Bangsa Polinesia dan selalu menggunakan buah mengkudu dalam resepnya.

Laporan-laporan tentang khasiat tanaman buah mengkudu juga terdapat pada tulisan-tulisan kuno yang dibuat kira-kira 200 tahun yang lalu, yaitu pada masa pemerintahan Dinasti Han di Cina. Bahkan juga dimuat dalam cerita-cerita pewayangan yang tertulis pada pemerintahan raja-raja di Pulau Jawa ratusan tahun yang lalu.

Seluruh bagian tanaman mengkudu seperti akar, kulit batang, daun, dan buah berkhasiat untuk obat. Akar mengkudu dimanfaatkan untuk mengobati kejang-kejang dan tetanus, juga untuk menormalkan tekanan darah, obat demam, dan tonikum. Pepagan (kulit batang) mengkudu digunakan sebagai tonikum, antiseptik pada pembengkakan kulit, borok dan luka. Daun mengkudu dimanfaatkan untuk mengobati disentri, kejang usus, pusing-pusing, muntah-muntah, dan demam. Buah mengkudu untuk obat peluruh kemih, urus-urus, pelembut kulit, kejang-kejang, peluruh haid, asma, gangguan pernapasan, radang selaput sendi. Akar, daun dan buah mengkudu memiliki khasiat anti cacing.

Perkembangan industri tekstil di Eropa mendorong pencarian bahan-bahan pewarna alami sampai ke wilayah-wilayah kolonisasi, karena pada masa itu pewarna sintetis belum ditemukan. Pada tahun 1849, para peneliti Eropa menemukan zat pewarna alami yang berasal dari akar buah mengkudu, dan kemudian diberi nama "*Morindone*" dan "*Morindin*". Dari hasil penemuan inilah, nama "*Morinda*" diturunkan. Berikut adalah table sejarah perkembangan buah mengkudu.

2.1.2 Jenis Mengkudu (*Morinda Citrifolia*)

Berdasarkan penampilan fisik buahnya, mengkudu dapat dibedakan menjadi 2 macam, yakni mengkudu berbiji dan tidak berbiji. Keduanya berkhasiat obat, tetapi mengkudu yang tidak berbiji sangat jarang ditanam atau dikenal orang. Buah mengkudu dipakai untuk menyembuhkan penyakit hati, limpa, radang tenggorokan, batuk sariawan, demam, cacar, dan luka-luka.

Buku *Ensiklopedi Nasional Indonesia* menyebutkan 2 spesies mengkudu. Pertama, *Morinda Citrifolia* yang berdaun lonjong besar berwarna hijau mengkilap. Kedua, *Morinda Ellipticca* yang berdaun jorong meruncing.

Buah mengkudu dapat tumbuh di dataran rendah, tepi pantai hingga ketinggian 700 m di atas permukaan laut. Buah mengkudu juga dapat tumbuh di daerah yang tanahnya miskin unsur hara dan di tanah-tanah yang sistem pengairannya kurang bagus. Di Indonesia, *Morinda citrifolia* dikenal dengan nama lokal, seperti di Jawa (*pace*, *bentis*, atau *kemudu*), di Sunda (*cengkudu*), di Madura (*kodhuk*), di Aceh (keumudee), di Bali (*wungkudu*, *tibah*), dan di Sumatra (*bengkudu*, *pamarai*).



Gambar 2.1 Buah Mengkudu

[Kandungan fenol, Anita Rahmawati, FK UI 2009]

2.1.3 Ciri-ciri Umum Mengkudu (*Morinda Citrifolia*)

Pohon mengkudu tidak begitu besar, tingginya antara 4-6 m. Batang bengkok-bengkok, berdahan kaku, kasar, dan memiliki akar tunggang yang tertancap dalam. Kulit batang cokelat keabu-abuan atau cokelat kekuningan, berlekah dangkal, tidak berbulu, anak cabangnya bersegi empat. Tajuknya selalu hijau sepanjang tahun. Kayu mengkudu mudah sekali dibelah setelah dikeringkan. Bisa digunakan sebagai kayu bakar dan tiang.

Daun mengkudu terletak berhadap-hadapan. Ukuran daun besar, tebal, dan tunggal. Berbentuk jorong lanset, berukuran 15-50 x 5-17 cm. tepi daun rata, ujung lancip pendek, pangkal berbentuk pasak, urat daun menyirip, warna hijau mengkilap, tidak berbulu, pangkal daun pendek, berukuran segitiga lebar. Daun mengkudu dapat digunakan sebagai sayuran. Nilai gizinya tinggi karena banyak mengandung vitamin A.



Gambar 2.2 Daun mengkudu

Kelopak bunga tumbuh menjadi buah bulat lonjong sebesar telur ayam bahkan ada yang berdiameter 7,5-10 cm. permukaan buah seperti terbagi dalam sel-sel polygonal (bersegi banyak) yang berbintik-bintik dan berkulit. Mula-mula buah berwarna hijau, menjelang masak menjadi putih kekuningan. Setelah matang, warnanya putih transparan dan lunak. Daging buah tersusun dari buah-buah batu berbentuk piramid, berwarna cokelat merah.



Gambar 2.3 Bunga Buah Mengkudu

Setelah lunak, daging buah mengkudu banyak mengandung air yang aromanya seperti keju busuk. Bau itu timbul karena percampuran antar asam kaprik dan asam kaporat (senyawa lipid atau lemak yang gugusan molekulnya menguap, menjadi bersifat seperti minyak atsiri) yang berbau tegik dan asam kaplirat tang rasanya tidak enak. Diduga kedua senyawa ini bersifat aktif sebagai antibiotic.



Gambar 2.4 Buah Mengkudu

Biji mengkudu berwarna hitam, memiliki albumen yang keras dan ruang udara yang tampak jelas. Biji itu tetap memiliki daya tumbuh yang tinggi walaupun telah disimpan selama 6 bulan. Perkecambahannya 3-9 minggu setelah biji disemaikan. Pertumbuhan tanaman setelah biji tumbuh sangat cepat. Dalam waktu 6 bulan, tinggi tanaman dapat mencapai 1,2-1,5 m. Pembungaan dan pembuahan dimulai pada tahun ketiga dan berlangsung terus-menerus sepanjang tahun. Umur maksimum tanaman lebih dari 25 tahun.

[mengkudu.edublogs.org/2013/09/18/ciri-ciri-umum-tanaman-mengkudu-lengkap/]

2.1.4 Ciri-ciri Mengkudu Berkualitas

Buah *Morinda Citrifolia* yang berkualitas baik dapat diidentifikasi sebagaimana berikut:

1. Buah tidak memiliki lubang
2. Bentuk buah tidak bengkok
3. Buah tidak pecah
4. Buah masih keras
5. Warna buah putih merata
6. Panjang buah minimal 6 cm.

[Hamdan Sobri Andhika : 2012]

2.1.5 Kandungan Mengkudu *Morinda Citrifolia*

Para ilmuwan semula menduga ada sejumlah zat yang berbeda-beda dalam buah mengkudu yang bekerja secara bersama-sama menghasilkan efek yang baik bagi tubuh. Setelah ditelusuri, ternyata dalam buah mengkudu terdapat beberapa kandungan senyawa atau zat , antara lain :

1. Zat nutrisi

Secara keseluruhan mengkudu merupakan buah makanan bergizi lengkap. Zat nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti protein, vitamin dan mineral penting tersedia dalam jumlah yang cukup pada buah dan daun mengkudu. Selenium, salah satu mineral yang terdapat pada buah mengkudu merupakan antioksidan yang kuat.

2. Terpenoid

Terpenoid dalam senyawa hidrokarbon isomeric terdapat pada minyak atau lemak esensial. Jenis lemak ini penting bagi tubuh. Zat ini membantu tubuh dalam proses sintesis organik dan pemulihan sel-sel tubuh.

3. Zat anti bakteri

Mengkudu mengandung bahan antibakteri yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah pencernaan dan gangguan jantung. Senyawa antrakuinon yang banyak terdapat pada mengkudu dapat melawan bakteri *staphylococcus* yang menyebabkan infeksi pada jantung dan bakteri *shigella* yang menyebabkan disentri.

Sari buah mengkudu sangat berguna untuk mendukung perawatan dan penyembuhan penyakit infeksi kulit, pilek, demam dan berbagai masalah kesehatan yang disebabkan bakteri.

4. Skopoletin

Senyawa skopoletin (hidrok-metoksi-kumarin) sangat efektif sebagai unsur anti radang dan alergi. Skopolotin juga dapat menghambat aktivitas E. coli. Pada tahun 1993, peneliti universitas Hawaii berhasil memisahkan zat-zat scopoletin dari buah *Morinda citrifolia*. Zat-zat scopoletin ini mempunyai khasiat pengobatan, dan sebagai tambahan para ahli percaya bahwa scopoletin adalah salah satu di antara zat-zat yang terdapat dalam buah *Morinda citrifolia* yang dapat mengikat serotonin, salah satu zat kimiawi penting di dalam tubuh manusia.

Scopoletin berfungsi memperlebar saluran pembuluh darah yang mengalami penyempitan dan melancarkan peredaran darah. Selain itu scopoletin juga telah terbukti dapat membunuh beberapa tipe bakteri, bersifat fungisida (pembunuh jamur) terhadap *Pythium* sp dan juga bersifat antiperadangan dan anti-alergi.

5. Zat anti kanker

Empat ilmuan jepang berhasil menemukan zat antikanker (damnachantal) dalam buah mengkudu. Zat itu ditemukan ketika mereka sedang mencari zat-zat yang dapat merangsang pertumbuhan struktur normal di dalam sel-sel abnormal (sel prakanker) pada 500 jenis ekstrak tumbuhan. Ternyata zat antikanker pada buah mengkudu paling efektif melawan sel-sel abnormal.

Menurut Dr. Judah Folkman dari Universitas Harvard, mengaku bekerja sinergis dengan mikronutrien lain dalam menghambat aliran darah yang menuju sel-sel tumor. Mekanismenya sama dengan minyak squalen (dari hati ikan hiu) yang mengontrol pertumbuhan tumor otak dan memperpanjang usia tikus eksperimen dengan merusak alat-alat peredaran darah yang menyuplai nutrient menuju tumor. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Universitas Hawaii, sari buah mengkudu dapat

menghambat sel tumor dengan cara merangsang kekebalan tubuh. Senyawa kimia dalam mengkudu secara nyata dapat meningkatkan fungsi setiap sel. Di samping itu, mematikan jamur kulit, parasit dan bakteri yang bisa menimbulkan penyakit pada tubuh.

6. Xeronine dan proxeronine

Salah satu alkaloid penting yang terdapat di dalam buah mengkudu adalah xeronine. Zat ini ditemukan pertama kali oleh Dr. Ralph Heinicke, ahli biokimia. Buah mengkudu hanya mengandung sedikit xeronine, tapi banyak mengandung bahan pembentuk (prekursor) xeronine, yaitu proxeronine dalam jumlah besar. Proxeronine adalah konstituen alkaloid yang tidak mengandung gula, asam amino, atau asam nukleat. Kalau kita mengkonsumsi proxeronine, kadar xeronine di dalam tubuh kita akan meningkat. Di dalam usus enzim proxeronase dan zat-zat lain akan mengubah proxeronine menjadi xeronine. Selanjutnya xeronine diserap sel-sel tubuh mengaktifkan protein-protein yang tidak aktif, mengatur struktur dan bentuk sel yang aktif.

7. Asam

Asam askorbat yang terdapat di dalam buah mengkudu merupakan sumber vitamin C dan antioksidan yang kuat. Antioksidan bermanfaat menetralisasi radikal bebas, yaitu partikel-partikel berbahaya yang terbentuk sebagai hasil samping proses metabolisme yang dapat merusak genetik dan sistem kekebalan tubuh.

Mengkudu juga mengandung asam kaproat, asam kaprik, dan asam kaprilat. Asam kaproat dan asam kaprik inilah yang menyebabkan bau busuk yang tajam ketika buah mengkudu masak, sedangkan asam kaprilat membuat rasa buah tidak enak. Mengkonsumsi sari buah mengkudu secara rutin dan teratur dapat membantu mengatasi keseimbangan pH tubuh, sehingga

meningkatkan kemampuan tubuh dalam menyerap vitamin, mineral dan protein.

8. Zat pewarna

Kulit akar tanaman mengkudu mengandung zat pewarna (merah), yang diberi nama *morindon* dan *morindin*.

[Kandungan fenol, Anita Rahmawati, FK UI 2009]

2.1.6 Khasiat Mengkudu (*Morinda Ctrifolia*) Secara Ilmiah

Adapun khasiat buah mengkudu secara ilmiah adalah :

1. Riset Medis Tentang Mengkudu

Riset medis tentang Mengkudu *Morinda citrifolia* dimulai setidaknya pada tahun 1950, ketika jurnal ilmiah Pacific Science melaporkan bahwa buah *Morinda citrifolia* menunjukkan sifat anti bakteri terhadap *M. pyrogenes*, *P. Aeruginosa*, dan bahkan *E. coli* yang mematikan itu. Studi dan penelitian tentang *Morinda citrifolia* terus dilakukan oleh berbagai lembaga penelitian dan universitas. Sejak tahun 1972, Dr. Ralph Heinicke, ahli biokimia terkenal dari Amerika Serikat mulai melakukan penelitian tentang alkaloid xeronine yang terdapat pada enzim bromelain (enzim pada nenas), dan kemudian menemukan bahwa buah *Morinda citrifolia* juga mengandung xeronine dan prekursornya (proxeronine) dalam jumlah besar. Xeronine adalah salah satu zat penting yang mengatur fungsi dan bentuk protein spesifik sel-sel tubuh manusia. Tahun 1993, jurnal Cancer Letter melaporkan bahwa beberapa peneliti dari Keio University dan The Institute of Biomedical Sciences di Jepang yang melakukan riset terhadap 500 jenis tanaman mengklaim bahwa mereka menemukan zat-zat anti kanker (damnacanthal) yang terkandung dalam *Morinda citrifolia*.

Lembaga-lembaga penelitian terkemuka di Perancis, Belanda, Jerman, Irlandia, Jepang, Taiwan, Austria, Kanada, dan bahkan National Academy of Sciences, sebuah pusat kajian ilmu

pengetahuan nasional yang prestisius di Amerika Serikat telah melakukan berbagai penelitian tentang *Morinda citrifolia*. Sementara itu, para peneliti di Universitas Hawaii juga telah melakukan banyak riset tentang *Morinda citrifolia*, diantaranya riset tentang aktifitas anti-tumor dan anti-kanker *Morinda citrifolia* yang dimuat pada sebuah jurnal ilmiah (Proc, West Pharmacology Society Journal, vol,37, 1994). Survei yang dilakukan oleh Dr. Neil Solomon terhadap 8000 pengguna sari buah *Morinda citrifolia* dengan melibatkan 40 dokter dan praktisi medis lainnya menunjukkan bahwa sari buah *Morinda citrifolia* membantu pemulihan sejumlah penyakit, antara lain : kanker, penyakit jantung, gangguan pencernaan, diabetes, stroke, dan sejumlah penyakit lain yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Riset Medis Tentang Buah Mengkudu

No	Kondisi	Jumlah Pasien	% Tertolong
1	Kanker	874	67
2	Sakit Jantung	1058	80
3	Stroke	983	58
4	Diabetes, tipe 1&2	2434	83
5	Lesu	7931	91
6	Peningkatan daya seksual	1545	88
7	Penguatan otot	709	71
8	Kegemukan (Obesitas)	2638	72
9	Tekanan darah tinggi	721	87
10	Perokok	447	58
11	Artritis	673	80
12	Nyeri	3785	87
13	Depresi	781	77
14	Alergi	851	85

15	Masalah pencernaan	1509	89
16	Masalah pernapasan	2727	78
17	Sulit tidur	1148	72
18	Lemah konsentrasi	301	89
19	Peningkatan perasaan sehat	3716	79
20	Kestabilan menurun	2538	73
21	Sakit ginjal	2127	66
22	Stres	3272	71

2. Meningkatkan Daya Tahan Tubuh
3. Normalkan Tekanan darah
4. Melawan Tumor dan Kanker
5. Menghilangkan Rasa Sakit
6. Anti-peradangan dan Anti-alergi
7. Anti-bakteri
8. Mengatur Siklus Suasana Hati (Mood)
9. Mengatur Siklus Energi Tubuh

[Hamdan Sobri Andhika, 2012]

2.2. Computer Vision

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.

Dalam melakukan pengenalan sebuah objek di antara banyak objek dalam citra, komputer harus melakukan proses segmentasi terlebih dahulu.

Segmentasi adalah memisahkan citra menjadi bagian-bagian yang diharapkan merupakan objek-objek tersendiri atau membagi suatu citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kriteria keserupaan tertentu antara derajat keabuan suatu piksel dengan derajat keabuan piksel-piksel tetangganya.

Pengolahan Citra (Image Processing) merupakan bidang yang berhubungan dengan proses transformasi citra atau gambar. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas citra yang lebih baik. Sedangkan Pengenalan Pola (Pattern Recognition), bidang ini berhubungan dengan proses identifikasi obyek pada citra atau interpretasi citra. Proses ini bertujuan untuk mengekstrak informasi atau pesan yang disampaikan oleh gambar atau citra.

[Tanfaus Sakinah, 2011]

2.3. Jenis Citra

Nilai suatu pixel memiliki nilai dalam rentang waktu tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0-255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai pixelnya :

2.3.1 Citra RGB

Warna merah (Red), hijau (Green) dan biru (Blue) merupakan warna dasar dapat diterima oleh mata manusia. Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari ketiga warna dasar RGB. Setiap titik pada citra warna membutuhkan data sebesar 3 byte. Setiap warna dasar memiliki intensitas tersendiri dengan nilai minimum nol (0) dan nilai maksimum 255 (8 bit). RGB didasarkan pada teori bahwa mata manusia peka terhadap panjang gelombang 630 nm (merah), 530 nm (hijau) dan 450 nm (biru).



Gambar 2.5 Representasi Warna RGB

Berdasarkan gambar diatas dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. RGB terdiri dari tiga warna utama yaitu merah, hijau dan biru.
2. Campuran dua warna pada RGB menghasilkan warna baru yaitu kuning = merah + hijau, cyan = hijau + biru dan magenta = biru + merah.
3. Bila seluruh warna merah, hijau dan biru dicampur akan menghasilkan warna putih.
4. Bila warna merah, hijau dan biru tidak dicampur maka akan menghasilkan warna hitam.
5. Jenis warna lain akan dihasilkan oleh variasi campuran warna dan intensitas campuran setiap warna.

2.3.2 Citra Grayscale

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pikselnya artinya nilai Red = Green = Blue. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan intensitas warna.

Citra yang ditampilkan dari citra jenis ini terdiri atas warna abu-abu, bervariasi pada warna hitam pada bagian yang intensitas terlemah dan warna putih pada intensitas terkuat. Citra *Grayscale* berbeda dengan citra “hitam-putih”, dimana pada konteks komputer, citra hitam putih hanya terdiri atas 2 warna saja yaitu “hitam” dan “putih” saja. Pada

citra grayscale warna bervariasi antara hitam dan putih, tetapi variasi warna diantaranya sangat banyak. Citra grayscale seringkali merupakan perhitungan dari intensitas cahaya pada setiap piksel pada spectrum elektromagnetik single band.

Citra grayscale disimpan dalam format 8 bit untuk setiap sample piksel, yang memungkinkan sebanyak 256 intensitas. Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matrik masing-masing R, G, dan B menjadi citra grayscale dengan nilai X, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai R, G, dan B sehingga dapat dituliskan menjadi :

$$X = (R+G+B)/3$$

$$\text{Warna} = \text{RGB}(X,X,X)$$



Gambar 2.6 Citra Grayscale

2.3.3 Citra Biner

Citra biner (binary image) adalah citra digital yang hanya memiliki 2 kemungkinan warna, yaitu hitam dan putih. Citra biner disebut juga dengan citra W&B (White dan Black) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap piksel dari citra biner.

Pembentukan citra biner memerlukan nilai batas keabuan yang akan digunakan sebagai nilai patokan. Piksel dengan derajat keabuan lebih besar dari nilai batas akan diberi nilai 1 dan sebaliknya piksel dengan derajat keabuan lebih kecil dari nilai batas akan diberi nilai 0.

Citra biner sering muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi ataupun dithering. Fungsi dari binerisasi sendiri adalah untuk mempermudah proses pengenalan pola, karena pola akan lebih mudah terdeteksi pada citra yang mengandung lebih sedikit warna.



Gambar 2.7 Citra Biner

[<http://achmadrizal.staff.telkomuniversity.ac.id/2014/06/19/pengolahan-citra/>]

2.4. Pemrosesan Data Awal

2.4.1 Konversi Gambar Array ke Double Precision

`Im2double` mengambil gambar sebagai masukan, dan mengembalikan sebuah gambar ganda, jika gambar input adalah ganda kelas, output gambar identic dengan itu, jika gambar input kelas `uint8` atau `uint16`, `uint32`, `double` mengembalikan citra ganda setara kelas, rescaling atau pemindahan data yang diperlukan.

Tabel 2.2 Data Tipe

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)

[Hamdan Sobri Andhika, 2012]

2.4.2 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

$$r(p) = \frac{R(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.1)$$

$$g(p) = \frac{G(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.2)$$

$$b(p) = \frac{B(p)}{R(p) + G(p) + B(p)} \quad (2.3)$$

2.4.3 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*.

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

(2.4)

2.5. Image Enhancement (Perbaikan Kualitas Citra)

Perbaikan kualitas citra (image enhancement) merupakan salah satu proses awal dalam pengolahan citra. Perbaikan kualitas citra diperlukan karena memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan operasi ini, cirri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra lebih ditonjolkan. Contoh-contoh operasi perbaikan citra :

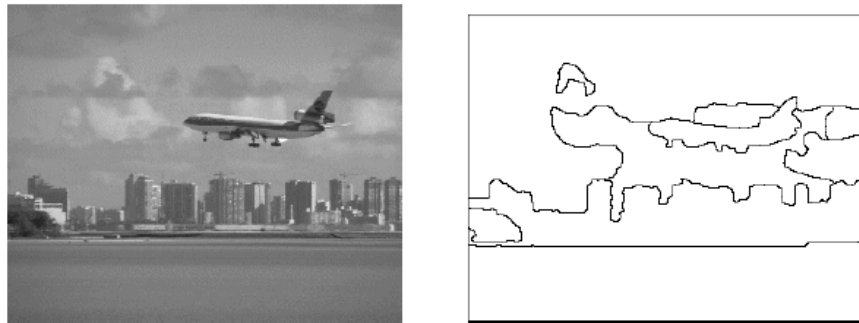
1. Perbaikan kontras gelap atau terang.
2. Perbaikan tepian objek (edge enhancement)
3. Penajaman (sharpening)
4. Pemberian warna semu (pseudocoloring)
5. Penapisan derau (noise filtering)

[elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/operasi-pengolahan-citra-digital/]

2.6. 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 diskontnuitas diantara 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 dereksi tepi). Tiap piksel dalam suatu wilayah mempunyai kesamaan karakteristik atau property yang dapat dihitung (*computed property*), seperti : warna (*colour*), intensitas (*intensity*) dan tektur (*texture*).



Gambar 2.8 Citra Asli dan Hasil Segmentasi

Segmentasi wilayah merupakan pendekatan lanjutan dari deteksi tepi. Dalam deteksi tepi segmentasi citra dilakukan melalui identifikasi batas-batas objek (boundaries of object). Batas merupakan lokasi dimana terjadi perubahan intensitas. Dalam pendekatan didasarkan pada wilayah, maka identifikasi dilakukan melalui wilayah yang terdapat dalam objek tersebut. Salah satu cara untuk mendefinisikan segmentasi citra adalah sebagai berikut. Sekumpulan wilayah $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ merupakan suatu segmentasi citra R ke dalam n wilayah jika:

1. $\bigcup_{i=1}^n R_i = R$
2. $R_i \cap R_k = \emptyset, i \neq k$
3. R_i terhubung, $i=1,2, \dots, n$
4. Terdapat suatu predikat P yang merupakan ukuran homogenitas wilayah
 - (a) $P(R_i) = TRUE, I=1,2, \dots, n$
 - (b) $P(R_i \cup R_k) = FALSE, i \neq k$ dan R_i adjacent R_k

(2.5)

[Intan Desy Partiw, 2014]

2.7. Edge Detection

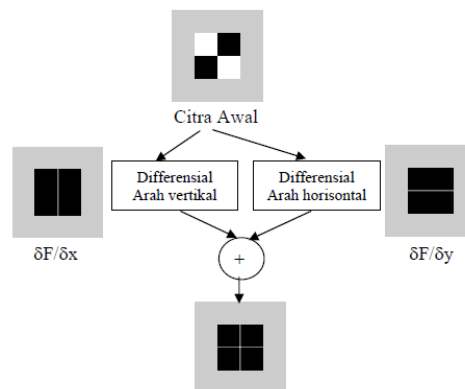
2.7.1 Prinsip-prinsip Deteksi Citra

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

1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra

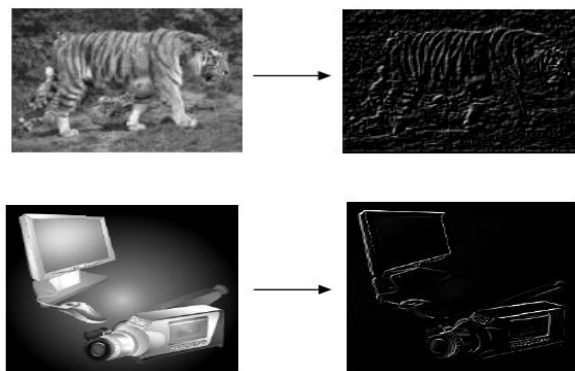
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena adanya efek dari proses akuisi citra

Suatu titik (x,y) dikatakan sebagai tepi (edge) dari suatu citra bila titik tersebut mempunyai perbedaan yang tinggi dengan tetangganya. Gambar 2.9 berikut ini menggambarkan bagaimana tepi suatu gambar diperoleh.



Gambar 2.9 Proses deteksi Tepi Citra

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



Gambar 2.10 Hasil Beberapa Deteksi Tepi

Pada gambar 2.10 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 :

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

(2.6)

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

1. Metode Robert
2. Metode Prewitt
3. Metode sobel

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

[Citra-bab8]

2.7.2 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 [5], seperti telah dibahas pada bab 3. Metode Robert ini juga disamakan dengan teknik DPCM (Differential Pulse Code Modulation)

Kernel filter yang digunakan dalam metode Robert ini adalah:

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

2.7.3 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:

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

2.7.4 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:

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

[Citra-bab8]

2.8. Morfologi

Morfologi adalah teknik pengolahan citra digital dengan menggunakan bentuk (shape) sebagai pedoman dalam pengolahan. Nilai dari setiap pixel dalam citra digital hasil diperoleh melalui proses perbandingan antara pixel yang bersesuaian pada citra digital masukan dengan pixel tetangganya. Operasi morfologi bergantung pada urutan kemunculan dari pixel, tidak memperhatikan nilai numeric dari pixel sehingga teknik morfologi sesuai apabila digunakan untuk melakukan pengolahan binary image dan grayscale image [TJO].

Operasi morfologi banyak digunakan dalam pengolahan dan analisis citra misalkan untuk operasi perbaikan citra (image enhancement), ekstrasi fitur, deteksi tepi, analisis bentuk, dan beberapa implementasi operasi pengolahan citra lain.

Dalam operasi morfologi, pemilihan structuring element (strel) sangat mempengaruhi hasil pemrosesan citra. Penggunaan dua buah structuring element yang berbeda akan menghasilkan hasil yang berbeda juga meski objek/citra yang dianalisa sama.

Ada beberapa bentuk structuring element (SE) yang biasa digunakan, ada yang berbentuk rectangle, square, disk, linear, dan diamond. Setiap bentuk structuring element (SE) tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Structuring element berbentuk rectangle dan square, dapat digunakan untuk mendeteksi tepi bagian atas, bawah, pinggir kiri, dan kanan dari sebuah objek. Sedangkan structuring element berbentuk disk dapat digunakan untuk melakukan operasi dilasi/rotasi yang tidak berhubungan dengan arah karena structuring element berbentuk disk simetris terhadap objek aslinya. Structuring element berbentuk line/linear hanya dapat mendeteksi single border.

Belum ada pedoman dalam pemilihan bentuk structuring element. Umumnya pemilihan bentuk structuring element hanya didasarkan pada kemiripan dengan bentuk objek yang diteliti. Salah satu atribut yang penting untuk mengenali sebuah objek adalah shape (bentuk). Bentuk merupakan representasi dari sebuah objek. Shape (bentuk) adalah salah satu atribut yang penting untuk mengenali sebuah objek. Pemilihan bentuk structuring element lebih didasarkan pada kemiripan dengan bentuk objek. Oleh karena itu bentuk objek dapat digunakan sebagai penentuan bentuk structuring element

2.8.1 Operasi Dasar Morfologi

1. Dilasi

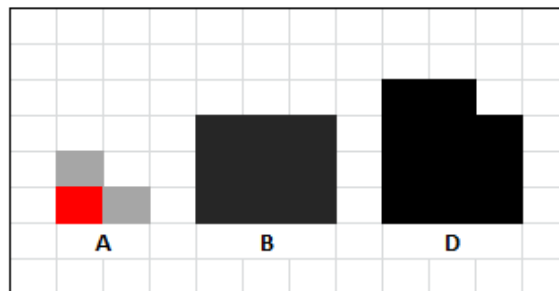
Dilasi adalah suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu gambar sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka gambar hasilnya lebih besar ukurannya dibandingkan dengan gambar aslinya. Operasi dilasi akan melakukan proses pengisian pada citra asal yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan structuring element (strel).

Dilasi A oleh B dinotasikan dengan $A + B$ dan didefinisikan sebagai :

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

(2.7)

Dengan \emptyset menyatakan himpunan kosong.



Gambar 2.11 Proses Dilasi

2. Erosi

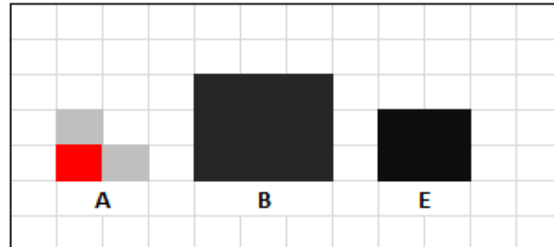
Operasi erosi merupakan kebalikan dari operasi dilasi. Pada operasi ini, ukuran objek diperkecil dengan mengikis sekeliling objek. sehingga citra hasil cenderung diperkecil menipis. Operasi erosi akan melakukan pengurangan pada citra asal yang lebih kecil dibanding elemen penstruktur (strel).

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

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

(2.8)

Sama seperti 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 2.12 Proses Erosi

3. Opening (Pembukaan)

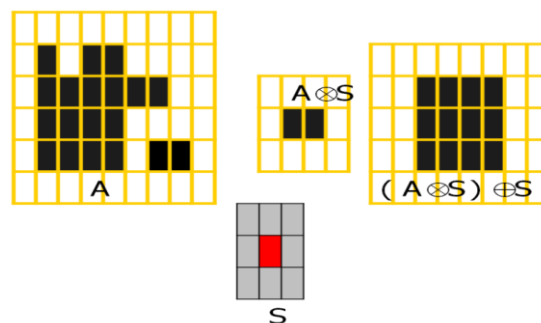
Operasi opening (pembukaan) juga merupakan kombinasi antara operasi erosi dan dilasi yang dilakukan secara berurutan, tetapi citra asli dierosi terlebih dahulu baru kemudian hasilnya didilasi. Operasi ini digunakan untuk memutus bagian-bagian dari objek yang hanya terhubung dengan 1 atau 2 buah titik saja.

Secara matematis proses opening dapat dinyatakan dengan :

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

(2.9)

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).



Gambar 2.13 Proses Operasi Opening

4. Closing (Penutupan)

Operasi closing (penutupan) adalah kombinasi antara operasi dilasi dan erosi yang dilakukan secara berurutan [SRI]. Citra asli didilasi terlebih dahulu, kemudian hasilnya dierosi. Operasi ini digunakan untuk menutup atau menghilangkan lubang-lubang kecil yang ada dalam segmen objek.

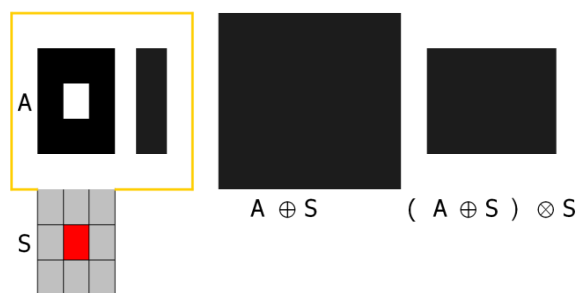
Operasi penutupan juga digunakan untuk menggabungkan 2 segmen objek yang saling berdekatan (menutup sela antara 2 objek yang sangat berdekatan) [SRI].

Operasi closing dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

(2.10)

Hasil operasi closing hampir mirip seperti hasil operasi dilasi yakni memperbesar batas luar dari objek *foreground* dan juga menutup lubang kecil yang terletak di tengah objek, namun hasil operasi closing tidak sebesar hasil dilasi.



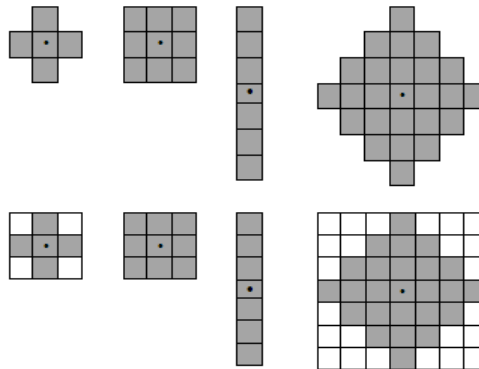
Gambar 2.14 Proses Operasi Closing

[Tanfaus Sakinah, 2011]

2.8.2 Structure Element

Struktur Element adalah himpunan sub-image kecil yang digunakan untuk meneliti citra dalam pembelajaran propertinya. Untuk elemen yang menjadi anggota strel, original strel, juga harus ditetapkan.

Origin dari strel ditandai dengan tanda titik hitam. jika tidak ada titik hitam maka diasumsikan origin berada di pusat simetri. karena origin tidak harus berada di pusat, tetapi juga bisa berada di pinggir strel.



Gambar 2.15 Contoh Gambar Strel

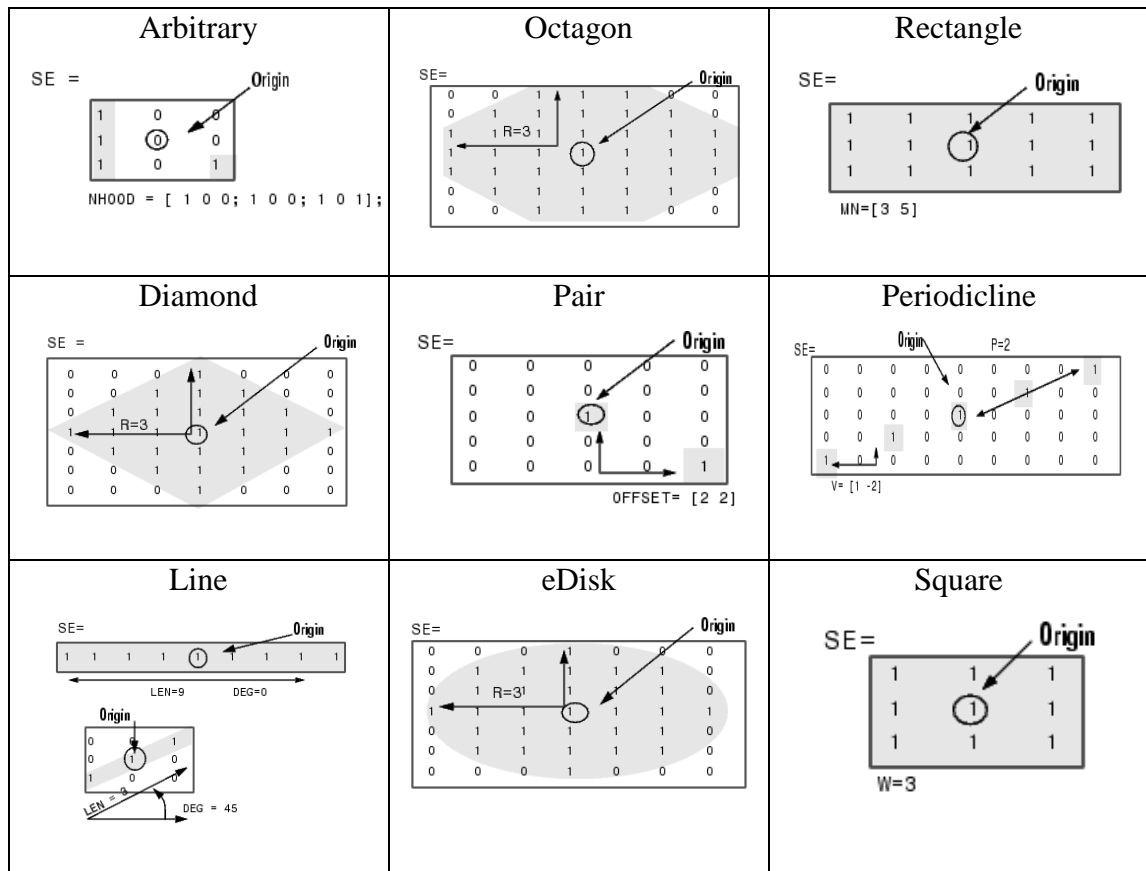
Pada gambar 2.15 menunjukkan berbagai macam type yang dapat digunakan dan pada gambar 2.16 menjelaskan dari berbagai macam type tersebut.

SE = strel(tipestrel, parameter)

Toolbox MATLAB untuk membuat strel

<u>Type</u>	<u>Format fungsi</u>
Arbitrary	SE = strel('arbitrary', NHOOD)
Diamond	SE = strel('diamond', R)
Disk	SE = strel('disk', R, N)
Line	SE = strel('line', LEN, DEG)
Octagon	SE = strel('octagon', R)
pair	SE = strel('pair', OFFSET)
periodicline	SE = strel('periodicline', P, V)
rectangle	SE = strel('rectangle', MN)
square	SE = strel('square', W)

Gambar 2.16 Tipe Dari Structure Element (SE)



Gambar 2.17 Penjelasan dari masing-masing SE

[Intan Desy Partiwi, 2014]

2.9. Analisis Tekstur

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

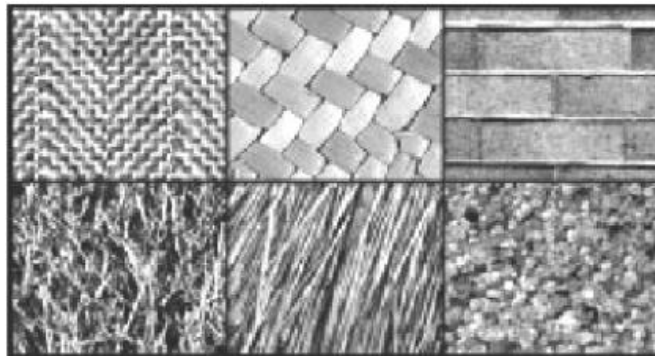
Tekstur dapat didefinisikan ebagai fungsi dari variasi spasial intensitas piksel (nilai keabuan) dalam citra. Berdasarkan strukturnya, tektur dapat diklasifikasikan dalam dua golongan :

1. Makrostruktur

Tekstur makrostruktur memiliki perulangan pola local secara periodic 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 local dan perulangan tidak terjadi begitu jelas, sehingga tidak mudah untuk memberikan definisi tekstur yang komprehensif.



Gambar 2.18 Atas: makrostruktur Bawah: 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 dapat terbagi dalam tiga macam metode berikut:

1. Metode statistik

Metode statistik menggunakan perhitungan statistik 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).

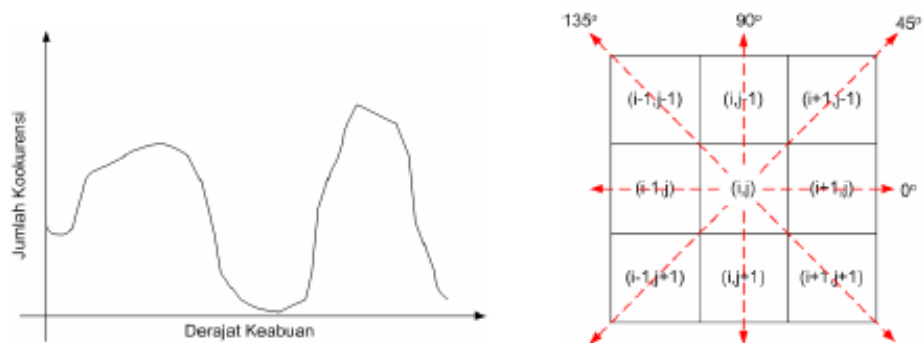
2. Metode spektral

Metode spektral berdasarkan pada fungsi autokorelasi suatu daerah atau power distribution pada domain transformasi Fourier dalam mendeteksi periodisitas tekstur.

3. Metode struktural

Analisis dengan metode ini menggunakan deskripsi primitif tekstur dan aturan sintaktik. Metode struktural banyak digunakan untuk pola-pola makrostruktur.

Bagian ini akan membahas metode ekstraksi ciri statistik orde pertama dan kedua. Ekstraksi ciri orde pertama dilakukan melalui histogram citra. 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.



Gambar 2.19 Ilustrasi ekstraksi ciri statistik

Kiri : Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra. **Kanan** : Hubungan ketetangaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

[Modul 3 - Analisis Tekstur]

2.9.1 Gabor Wavelet

Filter Gabor digunakan untuk menganalisis ciri tekstur dari suatu citra berdasarkan parameter skala dan orientasi (Dunn, D. dan Higgins, W.E., 1995). Filter Gabor 2D dapat dinyatakan sebagai ruang sinusoida dari frekuensi, skala dan orientasi dimodulasikan dengan fungsi Gaussian 2D, $g(x,y)$, berikut ini :

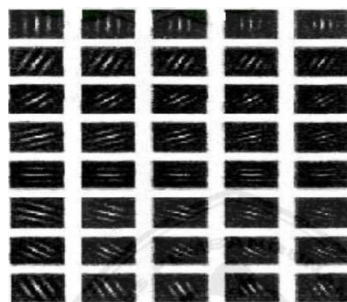
$$\frac{1}{2 \pi \sigma_x \sigma_y} \exp\left\{-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{x}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right]\right\} [\cos (Wx) + 2 \pi j \sin(Wx)] \quad (2.11)$$

dengan $j=\sqrt{-1}$ dan W adalah frekuensi dari sinusoida yang termodulasi.

Gabor wavelet adalah perhitungan ekstraksi fitur tekstur menggunakan filter *Gabor* beserta *Wavelet-nya*. Tujuan *Gabor Wavelet* adalah menganalisis frekuensi citra dengan cara proses dilatasi dan rotasi dengan parameter skala dan orientasi, sehingga dapat memunculkan suatu karakter khusus pada citra yang telah dikonvolusikan dengan *Gabor Wavelet* tersebut.

gabor wavelet dipilih karena sangat relevan dengan biological dan teknikal properties. gabor wavelet akan memberikan kekuatan melawan brightness menghasilkan sejumlah kekuatan berbeda-beda pada gambar. lokasi yang terbatas dalam space dan frekuensi menghasilkan sejumlah kekuatan tertentu melawan translasi, distorsi dan scalling.

Gabor filter kernel mempunyai kesamaan bentuk dengan *receptive fields* dari sel-sel sederhana (*simple cells*) dalam visual cortex utama yaitu *multi-scale* dan *multi-oriental kernel*. Hal ini didasarkan pada wavelet transformasi, didefinisikan sebagai proses Gabor Kernel, seperti ditunjukkan pada gambar dibawah berikut :



Gambar 2.20 Gabor Kernel

Rumus Gabor wavelet pada skala (m) dan orientasi (n) yang didapatkan dari hasil dilatasi dan rotasi pada fungsi filter Gabor dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} g_{mn}(x,y) &= a^{-m} g(x',y') \text{ dengan :} \\ x' &= a^{-m} (x \cos \theta + y \sin \theta) \\ y' &= a^{-m} (-x \sin \theta + y \cos \theta) \end{aligned} \tag{2.12}$$

dimana:

$g(x',y')$ = fungsi filter Gabor yang telah dilakukan proses dilatasi dan rotasi sesuai dengan skala(m) dan orientasi (n) yang ditentukan, m dan n adalah integer,

a^{-m} = faktor skala ($a > 1$)

$\theta = \frac{n\pi}{K}$, K adalah jumlah total rotasi.

Magnitude diperoleh dengan cara mengalikan sebuah citra dengan Gabor wavelet.

Dari rumus diatas dapat dilihat bahwa fungsi gabor memiliki parameter yang mengatur filter-filter yang dibangun. Berikut ini akan dijelaskan secara berurutan sesuai rumus gabor diatas mengenai parameter-parameter yang berkaitan dengan formula gabor diatas (contoh gambar pada penjelasan selain penjelasan mengenai variasi phase yang diikutsertakan adalah menggunakan gabor wavelet sinus, pemilihan ini hanya bertujuan untuk menyederhanakan penjelasan).

1. Theta (θ) merupakan parameter yang mengatur besarnya rotasi dari sebuah gabor filter. Parameter ini melakukan rotasi dari wavelet dari tengah wavelet. nilai $\theta = \frac{n\pi}{K}$, K adalah jumlah total rotasi. dalam skripsi ini menggunakan rotasi 45° , 30° , 20° dan 10° .

2. Pi (π)
3. Sigma (σ) parameter ini merupakan standar deviasi dengan nilai $\frac{1}{2} * \pi$. Gabor wavelet dibedakan menjadi 2 jenis yaitu real dan imaginary. Gabor wavelet yang berjenis real disebut juga dengan wavelet kosinus sebaliknya gabor wavelet yang berjenis imaginary disebut dengan wavelet sinus.

[<http://www.library.upnvj.ac.id/pdf/4s1teknikinformatika/207511037/BAB%202.pdf>]

2.9.2 Ekstraksi ciri statistik

Ekstraksi ciri statistik merupakan metode pengambilan ciri yang didasarkan pada karakteristik histogram citra. Histogram menunjukkan probabilitas kemunculan nilai derajat keabuan piksel pada suatu citra.

- a. Mean (μ)

Menunjukkan ukuran dispersi dari suatu citra

$$\mu = \sum_n f_n p(f_n) \quad (2.13)$$

dimana f_n merupakan suatu nilai intensitas keabuan, sementara $p(f_n)$ menunjukkan nilai histogramnya (probabilitas kemunculan intensitas tersebut pada citra).

- b. Entropy (H)

Menunjukkan ukuran ketidakaturan bentuk dari suatu citra

$$H = - \sum_n p(f_n) \cdot \log p(f_n) \quad (2.14)$$

- c. Standar Deviasi merupakan suatu nilai yang menunjukkan tingkat variasi suatu kelompok data. Standar Deviasi sendiri juga merupakan akar dari Varians.

$$\sigma = \sqrt{\mu_2(f_n)} = \sqrt{\sigma^2} \quad (2.15)$$

2.9.3 Jarak Euclidean

Jarak euclidean digunakan untuk menentukan perhitungan jarak terdekat nilai vektor ciri citra uji dengan citra acuan. Nilai *Jarak 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 *Jarak euclidean* yang mendekati nol. Rumus menghitung *Jarak euclidean* sebagai berikut :

$$\bar{d}(u, v) = \left(\sqrt{(u + v)} \right)^2 \quad (2.16)$$

Berdasarkan rumus diatas, d adalah *Jarak euclidean*, u untuk vektor u , dan v untuk vektor v [DNE12]. Berikut adalah contoh peritungan menggunakan *Square Euclidean*:

Hitung =

$$\begin{aligned} & \sqrt{(\text{MEAN_Latih} - \text{MEAN_Uji})^2 +} \\ & (\text{ENTROPY_Latih} - \text{ENTROPY_Uji})^2 + \\ & (\text{STANDARDEVIASI_Latih} - \text{STANDARDEVIASI_Uji})^2 \end{aligned}$$

2.10. Penelitian sebelumnya

1. PENGOLAHAN CITRA IDENTIFIKASI KUALITAS BUAH MENGKUDU (*MORINDA CITRIFOLIA*) BERDASARKAN WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN ANALISIS CO-OCCURRENCE 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 jenis buah mengkudu berdasarkan warna dan tekstur. Dalam penyelesaian masalah tersebut, tingkat keberhasilan program mencapai 91,5 %.

2. **EKSTRAKSI FITUR WAJAH DENGAN GABOR WAVELET.** Pada tahun 2007 Arie Murdianto dari Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia telah melakukan penelitian tersebut sebagai tugas akhir (skripsi). Penelitian ini difungsikan untuk menginvestigasi penggunaan metode gabor dalam melakukan ekstraksi terhadap fitur-fitur wajah manusia. Dalam penyelesaian masalah tersebut, tingkat keberhasilannya program mencapai 55 %.
3. **SEGMENTASI CITRA BERBASIS INFORMASI WARNA DAN TEKSTUR MENGGUNAKAN NEUTROSOPHIC SET.** Monica Widiastri dari Institute Sepuluh Nopember melakukan penelitian tersebut sebagai tugas akhir (skripsi). Segmentasi citra dengan metode clustering yang menggunakan NS terbukti lebih baik dibandingkan metode clustering yang tidak menggunakan NS. Keberhasilan penerapan indeks validitas dalam penentuan jumlah cluster optimal otomatis mencapai kesesuaian hasil dengan F-measure terbaik sebesar 70%.