

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. *Morinda Citrifolia*

2.1.1. Sejarah Pemanfaatan *Morinda Citrifolia*

Morinda citrifolia berasal dari Asia Tenggara. Pada tahun 100 SM, penduduk Asia Tenggara bermigrasi dan mendarat di kepulauan Polinesia, mereka 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 pangan bangsa Polinesia yaitu talas, sukun, pisang, ubi rambat, dan tebu. *Morinda citrifolia* yang dalam bahasa setempat disebut "Noni" adalah salah satu jenis tanaman obat penting yang turut dibawa.

Bangsa Polinesia memanfaatkan "Noni" untuk mengobati berbagai jenis penyakit, diantaranya: tumor, luka, penyakit kulit, gangguan pernapasan (termasuk asma), demam dan penyakit usia lanjut. Pengetahuan tentang pengobatan menggunakan *Morinda citrifolia* diwariskan dari generasi ke generasi melalui nyanyian dan cerita rakyat. Tabib Polinesia, yang disebut Kahuna adalah orang memegang peranan penting dalam dunia pengobatan tradisional bangsa Polinesia dan selalu menggunakan *Morinda citrifolia* dalam resep pengobatannya.

Laporan-laporan tentang khasiat tanaman *Morinda citrifolia* juga terdapat pada tulisan-tulisan kuno yang dibuat kira-kira 2000 tahun yang lalu, yaitu pada masa pemerintahan Dinasti Han di Cina. Bahkan juga dimuat dalam cerita-cerita pewayangan yang ditulis pada masa pemerintahan raja-raja di pulau Jawa ratusan tahun yang lalu.

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 *Morinda citrifolia*, dan kemudian diberi nama "*Morindone*" dan "*Morindin*".

Dari hasil penemuan inilah, nama "*Morinda*" diturunkan. Tabel 2.1 adalah sejarah perkembangan *Morinda citrifolia*:

Tabel 2.1 Sejarah Pemanfaatan *Morinda citrifolia*

Tahun	Keterangan
100 M	Imigran dari Asia Tenggara tiba di Kep. Polinesia dengan membawa bibit <i>Morinda citrifolia</i> .
1849	Orang-orang Eropa menemukan zat pewarna dari akar <i>Morinda citrifolia</i> , yaitu <i>Morindon</i> dan <i>Morindin</i> .
1860	Penggunaan <i>Morinda citrifolia</i> untuk pengobatan mulai ditulis dalam literatur Barat.
1950	Penemuan zat antibakteri pada buah <i>Morinda citrifolia</i> .
1960-1980	Riset-riset ilmiah dilakukan untuk membuktikan bahwa <i>Morinda citrifolia</i> dapat menurunkan tekanan darah tinggi.
1972	Ahli biokimia, Dr. Ralph Heinicke mulai melakukan penelitian tentang xeronine dan <i>Morinda citrifolia</i> .
1993	Penemuan zat anti kanker (damnacanthal) di dalam buah <i>Morinda citrifolia</i> .

Orang-orang Eropa mengetahui khasiat *Morinda citrifolia* sekitar tahun 1800, yang diawali dengan pendaratan Kapten Cook dan para awaknya di Kepulauan Hawaii (tahun 1778). Kedatangan mereka turut membawa penyakit-penyakit baru, antara lain gonorrhoea, sipilis, TBC, kolera, influenza, pneumonia yang dengan cepat mewabah ke seluruh wilayah Hawaii dan mengakibatkan kematian ribuan penduduk. Bahkan pengobatan tradisional masyarakat setempat tidak sanggup melawan penyakit-penyakit tersebut. Para peneliti Eropa yang datang kemudian melakukan pencarian dan penelitian tentang sejarah dan kebudayaan bangsa Polinesia, termasuk sistem pengobatan tradisionalnya. Dan pada tahun 1860, pengobatan alamiah menggunakan *Morinda citrifolia* mulai tercatat dalam literatur-literatur Barat [Andhika,2012].

2.1.2. Jenis *Morinda citrifolia*

Berdasarkan penampilan fisiknya (morfologi) buahnya, *Morinda citrifolia* dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu *Morinda citrifolia* berbiji dan *Morinda citrifolia* tidak berbiji. Keduanya berkhasiat sebagai obat, tetapi *Morinda citrifolia* tidak berbiji sangat jarang ditanam atau dikenal orang. Semua genus *Morinda citrifolia* termasuk dalam Genus *Morinda*, Famili *Rubiaceae*. Menurut Steenis (1975), genus ini mencakup 80 spesies. Tetapi ternyata dari 80 jenis *Morinda citrifolia* yang ada di dunia ini, hanya 20 jenis yang aman untuk dikonsumsi, sementara 60 jenis sisanya mengandung racun. Dari 20 jenis yang tidak beracun tersebut, yang paling baik untuk kesehatan adalah dari jenis *Morinda citrifolia* L. yang hanya tumbuh di daerah Tahiti. Penyebarannya dari India sampai pulau-pulau di Samudra Pasifik [www.griyaherbalsehat.blogspot.com].

Morinda citrifolia termasuk jenis kopi-kopian. *Morinda citrifolia* dapat tumbuh di dataran rendah sampai pada ketinggian tanah 1500 meter di atas permukaan laut. Mengkudu merupakan tumbuhan asli dari Indonesia. Tumbuhan ini mempunyai batang tidak terlalu besar dengan tinggi pohon 3-8 m. Daunnya bersusun berhadapan, panjang daun 20-40 cm dan lebar 7-15 cm. Bunganya berbentuk bungan bongkol yang kecil-kecil dan berwarna putih. Buahnya berwarna hijau mengkilap dan berwujud buah buni berbentuk lonjong dengan variasi trotol-trotol. Bijinya banyak dan kecil-kecil terdapat dalam daging buah. Pada umumnya tumbuhan mengkudu berkembang biak secara liar di hutan-hutan atau dipelihara orang pinggiran - pinggiran kebun rumah, serta tumbuh liar di tepi pantai. Gambar 2.1 merupakan gambar *Morinda citrifolia* [tanamanherbal.wordpress.com].



Gambar 2.1 Buah *Morinda citrifolia*

2.1.3. Ciri-ciri *Morinda citrifolia* 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.

2.1.4. Bagian-bagian *Morinda citrifolia*

Bagian-bagian tumbuhan *Morinda citrifolia* terdiri dari:

a. Pohon atau Batang

Batang *Morinda citrifolia* ukurannya tidak besar. Tinggi batang sekitar 4-6 m. batang bengkok-bengkok, kasar, berdahan kaku, dan berakar tunggang. Mempunyai kulit berwarna coklat kekuning-kuningan atau coklat keabu-abuan. Kulit tidak berbulu. Kayu *Morinda citrifolia* setelah kering dapat digunakan sebagai kayu bakardan mudah dibelah. Tidak selalu hijau sepanjang tahun. Gambar 2.2 merupakan gambar dari pohon dan batang *Morinda citrifolia*.



(a)



(b)

Gambar 2.2 (a) Pohon *Morinda citrifolia* (b) Batang *Morinda citrifolia*

b. Daun

Daun *Morinda citrifolia* berbentuk bulat telur sampai lonjong dan ujungnya meruncing. Ukuran daun besar, tebal, dan tunggal. Daun *Morinda citrifolia* terletak berhadap-hadapan. Tepi daun rata, ujung lancip sampai lancip pendek. Urat daun nyirip. Pangkal daun pasak berukuran 0,5-2,5 cm. Warna daun

hijau mengkilap, tidak berbulu. Daun penumpu berbentuk segitiga lebar. Gambar 2.3 merupakan gambar daun *Morinda citrifolia*



Gambar 2.3 Daun *Morinda citrifolia*

c. Bunga

Bunga *Morinda citrifolia* tumbuh di ketiak daun penumpu. Bunga *Morinda citrifolia* bertipe bonggol bulat, bergagang ukuran 1-4 cm. Mahkota bunga putih berbentuk corong. Benang sari tertancap di mulut mahkota. Kepala putik berputing dua. Bunga mekar dari kelopak berbentuk seperti tandan. Saat bunga rontok, bekas tempatnya tampak seperti kutil di kulit bonggol dan membengkak, kemudian menjadi buah. Gambar 2.4 merupakan gambar bunga *Morinda citrifolia*.



Gambar 2.4 Bunga *Morinda citrifolia*

d. Buah

Buah bulat lonjong sebesar telur ayam sampai ada yang berdiameter 7,5-10 cm. Permukaan buah berbintik-bintik dan berkutil. Ketika masih muda berwarna hijau. Menjelang masak, buah berwarna putih kekuningan. Setelah masak, berwarna putih transparan dan lunak. Daging buah tersusun dari buah-buah batu berbentuk piramid berwarna coklat merah.

Bau buah *Morinda citrifolia* yang sudah masak sangat menyengat seperti keju busuk dan banyak mengandung air.



Gambar 2.5 Buah *Morinda citrifolia*

e. Biji

Biji *Morinda citrifolia* berwarna coklat kehitaman, memiliki albumen yang keras serta ruang udara yang tampak jelas. Biji *Morinda citrifolia* daya kecambahnya cukup tinggi walaupun disimpan selama 6 bulan. Setelah disemai dalam waktu 35 hari terjadi perkecambahan. Pertumbuhan tanaman setelah itu sangat cepat. Dalam waktu 6 bulan, tinggi tanaman bias mencapai 1,2-1,5 m. Gambar 2.6 merupakan gambar biji *Morinda citrifolia* [Andhika,2012].



Gambar 2.6 Biji Buah *Morinda citrifolia*

2.1.5. Kandungan *Morinda citrifolia*

Dalam buah *Morinda citrifolia* terdapat beberapa kandungan senyawa atau zat, anatar lain:

a. Senyawa-senyawa Terpenoid

Senyawa terpenoid adalah senyawa hidrokarbon isometrik yang juga terdapat pada lemak/minyak esensial (essential oils), yaitu sejenis lemak yang sangat penting bagi tubuh. Zat-zat terpenoid membantu tubuh dalam proses sintesa organik dan pemulihan sel-sel tubuh.

b. Zat Anti Bakteri

Acubin, L. asperuloside, alizarin dan beberapa zat antraquinon telah terbukti sebagai zat anti bakteri. Zat-zat yang terdapat di dalam buah *Morinda*

citrifolia telah terbukti menunjukkan kekuatan melawan golongan bakteri infeksi: *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus morgani*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*.

Pengujian selanjutnya menunjukkan bahwa kegiatan zat anti-bakteri dalam buah *Morinda citrifolia* dapat mengontrol dua golongan bakteri yang mematikan (pathogen), yaitu: *Salmonella* dan *Shigella*. Penemuan zat-zat anti bakteri dalam sari buah *Morinda citrifolia* mendukung kegunaannya untuk merawat penyakit infeksi kulit, pilek, demam dan berbagai masalah kesehatan yang disebabkan oleh bakteri.

c. Asam

Asam askorbat yang ada di dalam buah *Morinda citrifolia* adalah sumber vitamin C yang luar biasa. Vitamin C merupakan salah satu antioksidan yang hebat. Antioksidan bermanfaat untuk menetralkan radikal bebas (partikel-partikel berbahaya yang terbentuk sebagai hasil samping proses metabolisme, yang dapat merusak materi genetik dan merusak sistem kekebalan tubuh). Asam kaproat, asam kaprilat dan asam kaprik termasuk golongan asam lemak. Asam kaproat dan asam kaprik inilah yang menyebabkan bau busuk yang tajam pada buah *Morinda citrifolia*.

d. Nutrisi

Secara keseluruhan *Morinda citrifolia* merupakan bahan makanan yang bergizi lengkap. Sebagian besar adat budaya Polinesia masa lampau maupun sekarang, menggunakan buah *Morinda citrifolia* sebagai makanan utama. Penduduk asli kepulauan Pasifik Selatan mengkonsumsi buah *Morinda citrifolia* untuk dapat bertahan hidup pada waktu kelaparan. Demikian pula, para prajurit yang menetap di kepulauan Polinesia selama perang dunia II dianjurkan untuk mengkonsumsi buah *Morinda citrifolia* untuk menambah kekuatan dan tenaga.

Zat-zat nutrisi yang dibutuhkan tubuh antara lain: karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral-mineral esensial juga tersedia dalam buah maupun daun *Morinda citrifolia*. Selenium adalah salah satu contoh mineral yang banyak terdapat pada *Morinda citrifolia* dan merupakan antioksidan yang hebat.

e. Scopoletin

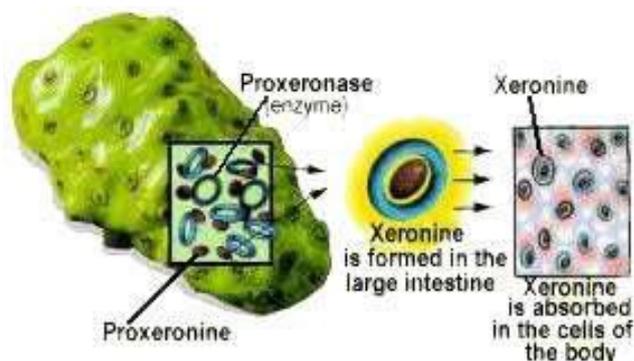
Pada tahun 1993, peneliti universitas Hawaii berhasil memisahkan zat-zat scopoletin dari buah *Morinda citrifolia*. Zat-zat scopoletin ini mempunyai khasiat pengobatan, dan sebagai tambahan para ahli percaya bahwa scopoletin adalah salah satu di antara zat-zat yang terdapat dalam buah *Morinda citrifolia* 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.

f. Zat Anti-kanker (*Damnacanthal*)

Beberapa penelitian terbaru tentang *Morinda citrifolia* dilakukan untuk mengetahui kandungan zat-zat antikanker (*damnacanthal*). Empat ilmuwan Jepang berhasil menemukan zat anti kanker pada ekstrak *Morinda citrifolia* ketika mereka sedang mencari zat-zat yang dapat merangsang pertumbuhan struktur normal dari sel-sel abnormal K-ras-NRK (sel pra kanker) pada 500 jenis ekstrak tumbuhan. Ternyata zat anti kanker pada *Morinda citrifolia* paling efektif melawan sel-sel abnormal.

g. *Xeronine* dan *Proxeronine*

Beberapa penelitian terbaru tentang *Morinda citrifolia* dilakukan untuk mengetahui kandungan zat-zat antikanker (*damnacanthal*). Empat ilmuwan Jepang berhasil menemukan zat anti kanker pada ekstrak *Morinda citrifolia* ketika mereka sedang mencari zat-zat yang dapat merangsang pertumbuhan struktur normal dari sel-sel abnormal K-ras-NRK (sel pra kanker) pada 500 jenis ekstrak tumbuhan. Ternyata zat anti kanker pada *Morinda citrifolia* paling efektif melawan sel-sel abnormal. Gambar 2.7 merupakan gambar *Xeronine* dan *Proxeronine* dari buah *Morinda citrifolia*.



Gambar 2.7 Proxeronine dan Xeronine

h. Zat Pewarna

Kulit akar tanaman *Morinda citrifolia* mengandung zat pewarna (merah), yang diberi nama *morindon* dan *morindin* [www.ekafood.com].

2.1.6. Khasiat *Morinda citrifolia* Secara Ilmiah

Adapun khasiat *Morinda citrifolia* secara ilmiah adalah:

a. Riset Medis Tentang *Morinda citrifolia*

Riset medis tentang *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 2.2.

Tabel 2.2 Riset Medis Tentang *Morinda citrifolia*

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

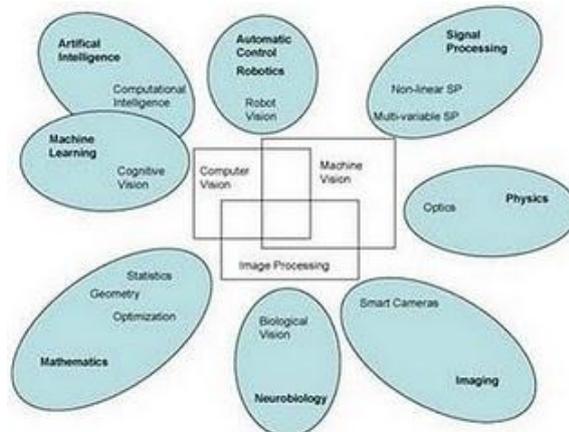
- b. Meningkatkan Daya Tahan Tubuh
- c. Normalkan Tekanan darah
- d. Melawan Tumor dan Kanker
- e. Menghilangkan Rasa Sakit
- f. Anti-peradangan dan Anti-alergi
- g. Anti-bakteri
- h. Mengatur Siklus Suasana Hati (Mood)
- i. Mengatur Siklus Energi Tubuh

[www.deherba.com].

2.2. Computer Vision

Computer Vision sering didefinisikan sebagai salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari bagaimana komputer dapat mengenali obyek yang diamati atau diobservasi. Arti dari *Computer Vision* adalah ilmu dan teknologi mesin yang melihat, di mana mesin mampu mengekstrak informasi dari gambar yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas tertentu. Sebagai suatu disiplin ilmu, visi komputer berkaitan dengan teori di balik sistem buatan bahwa ekstrak informasi dari gambar. Data gambar dapat mengambil banyak bentuk, seperti urutan video, pandangan dari beberapa kamera, atau data multi-dimensi dari scanner medis. Sebagai disiplin teknologi, *Computer Vision* berusaha untuk menerapkan teori dan model untuk pembangunan sistem.

Pada *Computer Vision* terdapat kombinasi antara Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola yang hubungannya dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Kombinasi Pengolahan Citra dan Pengenalan Pola

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 [www.juliocaesarz.blogspot.com].

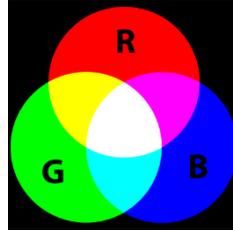
2.3. Jenis Citra

2.3.1. Citra RGB

RGB sering disebut sebagai warna additive. Hal ini karena warna dihasilkan oleh cahaya yang ada. Beberapa alat yang menggunakan color model RGB antara lain; mata manusia, projector, TV, kamera video, kamera digital, dan alat-alat yang menghasilkan cahaya. Proses pembentukan cahayanya adalah dengan mencampur ketiga warna tadi. Skala intensitas tiap warnanya dinyatakan dalam rentang 0 sampai 255.

Ketika warna Red memiliki intensitas sebanyak 255, begitu juga dengan Green dan Blue, maka terjadilah warna putih. Sementara ketika ketiga warna tersebut mencapai intensitas 0, maka terjadilah warna hitam, sama seperti ketika berada di ruangan gelap tanpa cahaya, yang tampak hanya warna hitam. Hal ini bisa dilihat ketika menonton di bioskop tua di mana proyektor yang digunakan masih menggunakan proyektor dengan 3 warna dari lubang yang terpisah, bisa terlihat ketika film menunjukkan ruangan gelap, cahaya yang keluar dari ketiga

celah proyektor tersebut berkurang. Warna RGB dapat dilihat pada gambar 2.9 [Diani,2012].

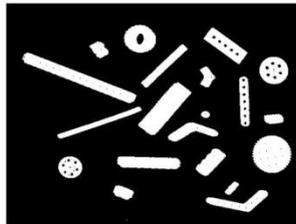


Gambar 2.9 Warna RGB

2.3.2. 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 dan white) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner.

Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi, ataupun dithering. Gambar citra biner dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Citra Biner

2.3.3. Citra Gray

Citra grayscale merupakan citra digital yang hanya memiliki satu nilai kanal pada setiap pixelnya, dengan kata lain nilai bagian RED=GREEN=BLUE. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan disini merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Citra grayscale berikut memiliki kedalaman warna 8 bit (256 kombinasi warna keabuan).Citra gray dapat dilihat pada gambar 2.11 [Andhika,2012].



Gambar 2.11 Citra *Grayscale*

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. Data tipe dapat dilihat pada tabel 2.3 [Achmad,2012].

Tabel 2.3 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)

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 :

$$r(p) = \frac{R_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$g(p) = \frac{G_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$b(p) = \frac{B_{(p)}}{R_{(p)} + G_{(p)} + B_{(p)}} \dots\dots\dots(2.3)$$

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* [Achmad,2012].

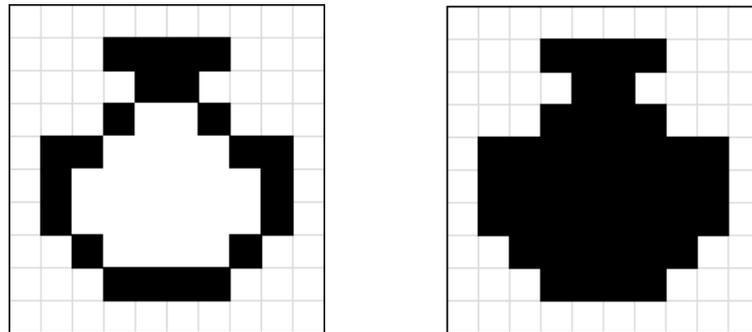
$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots\dots\dots(2.4)$$

2.5. Image Enhancement

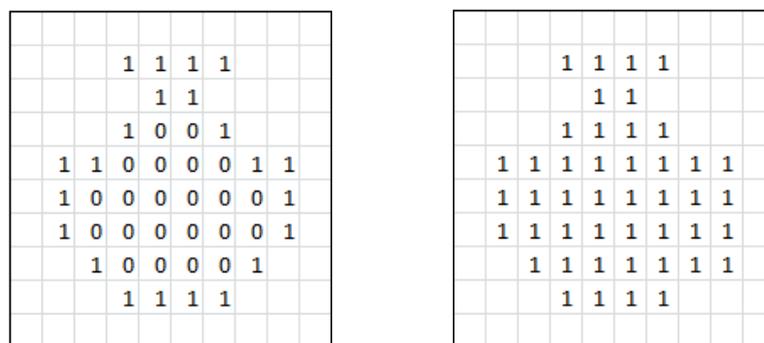
Teknik image enhancement digunakan untuk meningkatkan kualitas suatu citra digital, baik dalam tujuan untuk menonjolkan suatu ciri tertentu dalam citra tersebut, maupun untuk memperbaiki aspek tampilan. Proses ini biasanya didasarkan pada prosedur yang bersifat eksperimental, subjektif, dan amat bergantung pada tujuan yang hendak dicapai [Tanfaus,2011].

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. proses image filling dapat dilihat pada gambar 2.12 dan gambar 2.13 [Tanfaus,2011].



Gambar 2.12 Proses *Image Filling*

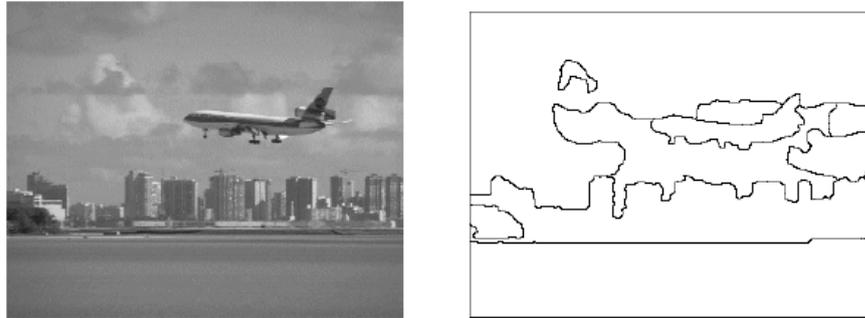


Gambar 2.13 *Pixel Biner* Proses *Image Filling*

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 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 1. Tiap piksel dalam suatu wilayah mempunyai kesamaan karakteristik atau properti yang dapat dihitung (*computed property*), seperti : warna (*color*), intensitas (*intensity*), dan tekstur (*texture*). Proses segmentasi dapat dilihat pada gambar 2.14 [Harjoko,2009].



Gambar 2.14 Citra Asli dan Hasil Segmentasi

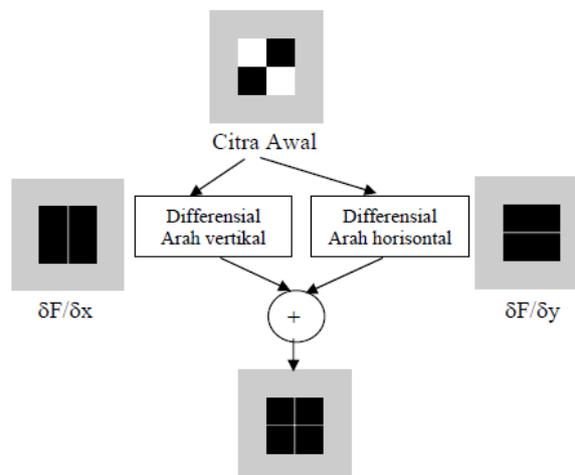
2.7. Edge Detection

2.7.1. Prinsip-prinsip Deteksi Tepi

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

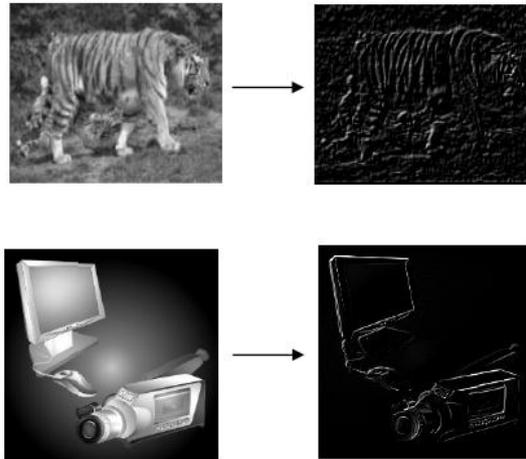
1. Untuk menandai bagian yang menjadi detail citra
2. Untuk memperbaiki detail dari citra yang kabur, yang terjadi karena error atau adanya efek dari proses akuisisi citra.

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 meng-gambarkan 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:

$$\sum_y \sum_x H(x,y) = 0 \dots\dots\dots(2.5)$$

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.

2.7.2. 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. 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:

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

[<http://utekqu.wordpress.com>].

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.

Operasi morfologi banyak digunakan dalam pengolahan dan analisis citra misalkan untuk operasi perbaikan citra (image enhancement) , ekstraksi 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 [Tanfaus,2011].

2.8.1. Operasi Dasar Morfologi

a. 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

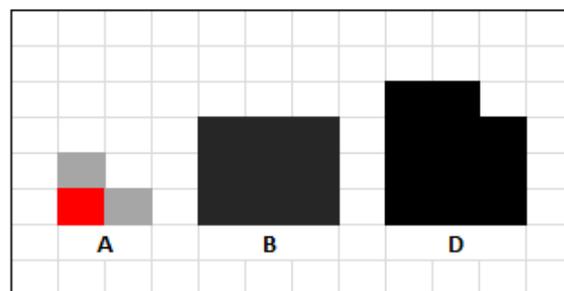
dilasi akan melakukan proses pengisian pada citra asal yang memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan structuring element (strel).

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

$$D(A,B) = A \oplus B = \{x : B_x \cap A \neq \emptyset\} \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan \emptyset menyatakan himpunan kosong.

Gambar 2.17 menunjukan proses operasi dilasi ,terdapat objek awal A dan B sedangkan objek D objek hasil dilasi.



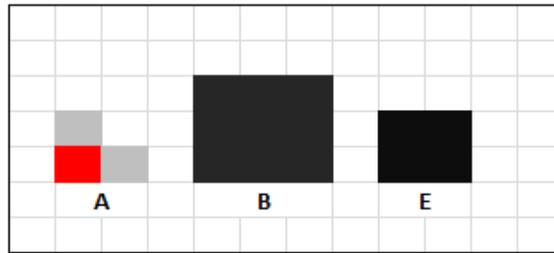
Gambar 2.17 Proses Dilasi

b. 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 :

$$E(A,B) = A \ominus B = \{x : B_x \subset X\} \dots \dots \dots (2.7)$$

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 2.18 menunjukan proses operasi dilasi ,terdapat objek awal A dan B sedangkan objek E objek hasil erosi.



Gambar 2.18 Proses Erosi

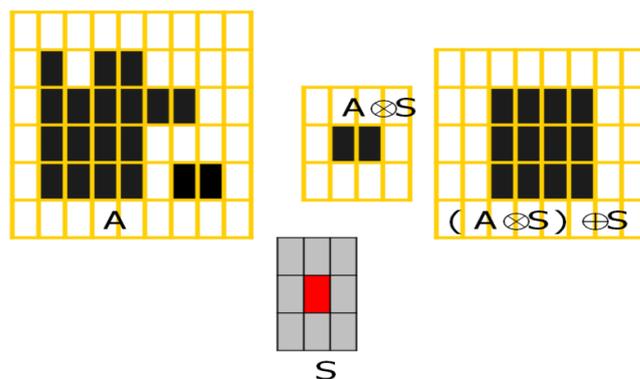
c. Opening (Pembukaan)

Operasi opening (pembukaan) juga merupakan kombinasi antara operasi erosi dan dilasi yang dilakukan secara berurutan, tetapi citra asli dierosi terlebih dahulu baru kemudian hasilnya dilasi. 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 :

$$O(A,B) = A \circ B = D(E(A,B),B) \dots \dots \dots (2.8)$$

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 2.19 menunjukan proses operasi dilasi, terdapat objek awal A dan S.



Gambar 2.19 Proses Operasi Opening

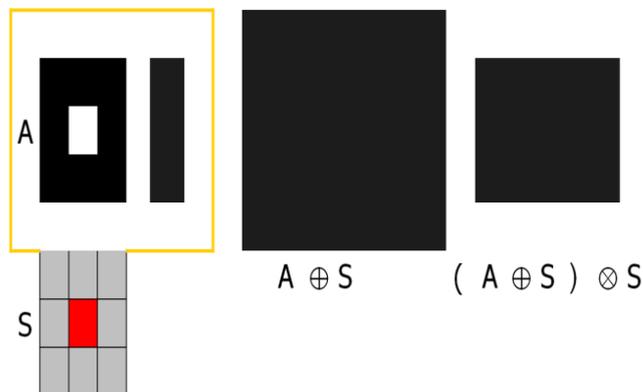
d. Closing (Penutupan)

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).

Operasi closing dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C(A,B) = A \bullet B = E(D(A, -B), -B) \dots \dots \dots (2.9)$$

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. Pada gambar 2.20 merupakan proses operasi closing.

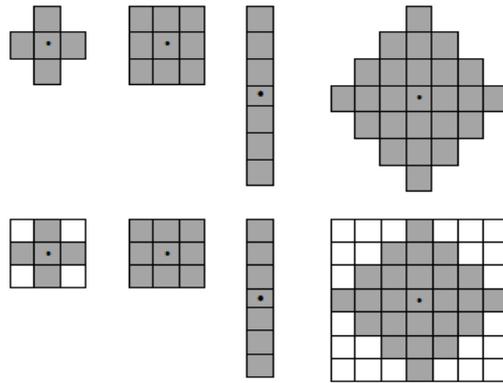


Gambar 2.20 Proses Operasi Closing

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 2.21 Contoh Gambar strel

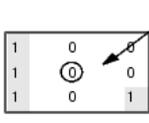
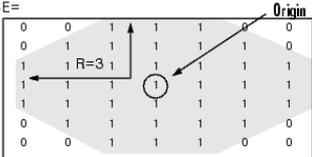
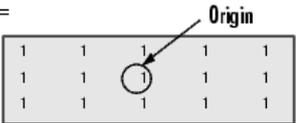
Pada gambar 2.22 menunjukkan berbagai macam type yang dapat digunakan, dan pada gambar 2.23 menjelaskan dari berbagai macam type tersebut [Efrilia,2012].

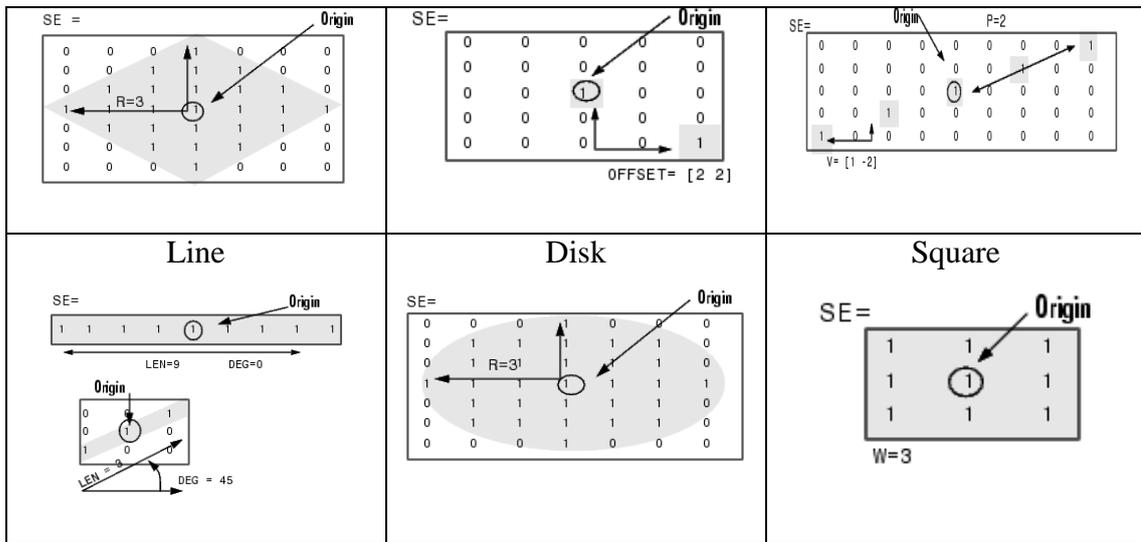
SE = strel(tipestrel, parameter)

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 2.22 Tipe dari *Structure Element (SE)*

<p style="text-align: center;">Arbitrary</p> <p>SE =</p>  <p style="text-align: center;">NHOOD = [1 0 0; 1 0 0; 1 0 1];</p>	<p style="text-align: center;">Octagon</p> <p>SE=</p>  <p style="text-align: center;">R=3;</p>	<p style="text-align: center;">Rectangle</p> <p>SE=</p>  <p style="text-align: center;">MN=[3 5]</p>
Diamond	Pair	Periodicline

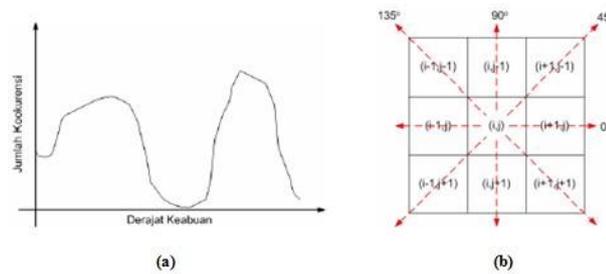


Gambar 2.23 Penjelasan dari masing-masing SE

2.9. 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 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. Pendekatan yang sering digunakan untuk analisis tekstur didasarkan pada property statistik histogram intensitas atau biasa disebut dengan pendekatan statistik. Satu kelas pengukuran didasarkan pada moment statistik. Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ditunjukkan pada gambar 2.24 [www. <http://utekqu.wordpress.com>]



Gambar 2.24 Ilustrasi ekstraksi ciri statistik ,(a)Histogram citra sebagai fungsi probabilitas kemunculan nilai intensitas pada citra, (b) Hubungan ketetanggaan antar piksel sebagai fungsi orientasi dan jarak spasial

2.9.1. Pendekatan Statistik

Pendekatan yang sering digunakan untuk analisis tekstur didasarkan pada property statistik histogram intensitas. Satu kelas pengukuran didasarkan pada moment statistik. Untuk menghitung moment *n*th terhadap mean diberikan oleh:

$$\mu_n = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana z_i adalah variable random yang mengindikasikan intensitas, $p(z)$ adalah histogram level intensitas dalam region, L adalah jumlah level intensitas yang tersedia, dan:

- 1. Mean = Ukuran rata-rata intensitas

$$m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i) \dots\dots\dots(2.8)$$

- 2. Standar deviasi = Ukuran rata-rata kontras

$$\sigma = \sqrt{\mu_2(z)} = \sqrt{\sigma^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

- 3. Smoothness = Ukuran smoothness relatif dari intensitas dalam region. R bernilai 0 untuk region dalam intensitas konstan dan mendekati 1 untuk region dengan ekskursi yang besar dalam nilai level intensitas. Dalam

prakteknya, varian digunakan dalam ukuran ini dinormalisasikan dalam range [0,1] oleh pembagian $(L - 1)^2$

$$R = 1 - 1/(1 + \sigma^2) \dots \dots \dots (2.10)$$

4. Third moment = Ukuran skewness (kecondongan) histogram. Ukuran ini 0 untuk histogram yang simetris, positif untuk histogram yang condong ke kiri. Nilai ukuran ini dibawa dalam range nilai yang dibandingkan ke ukuran yang lain dengan membagi μ_3 oleh $(L - 1)^2$ juga dimana pembagi yang sama digunakan untuk menormalisasi varian.

$$\mu_3 = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^3 p(z_i) \dots \dots \dots (2.11)$$

5. Uniformity = Ukuran keseragaman. Ukuran ini maksimum ketika semua gray level sama (keseragaman maksimal)

$$U = \sum_{i=0}^{L-1} p^2(z_i) \dots \dots \dots (2.12)$$

6. Entropy = Ukuran keacakan

$$e = \sum_{i=0}^{L-1} p(z_i) \log_2 p(z_i) \dots \dots \dots (2.13)$$

2.10. Fuzzy KNN

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.

Algoritma Fuzzy K-Nearest Neighbor (FK-NN) diperkenalkan oleh Keller dengan mengembangkan K-NN yang digabungkan 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 menggeneralisasi teori K-NN klasik dengan mendefinisikan nilai keanggotaan sebuah data pada masing – masing kelas. Rumus yang digunakan :

$$u(x, y_i) = \frac{\sum_{j=1}^K u(x_j, y_i) * d(x, x_j)^{\frac{-2}{(m-1)}}}{\sum_{j=1}^K d(x, x_j)^{\frac{-2}{(m-1)}}} \dots\dots\dots(2.16)$$

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.

Pengukuran jarak (ketidakmiripan) dua data yang digunakan dalam F-KNN digenerali dengan :

$$d(x_i, x_j) = \left(\sum_{l=1}^N |x_{il} - x_{jl}|^p \right)^{\frac{1}{p}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Algoritma prediksi dengan F-KNN

1. Normalisasi data menggunakan nilai terbesar dan terkecil data pada setiap fitur.
2. Cari K tetangga terdekat untuk data uji x menggunakan persamaan (2.17).

3. Hitung nilai keanggotaan $u(x,y_i)$ menggunakan persamaan (2.16) 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,12].

Contoh perhitungan fuzzy KNN dapat dilihat dibawah ini.

2.10.1 Contoh Perhitungan Fuzzy KNN

Data uji adalah data (3,4), fitur $X=3$, $Y=4$ $m=2$

Akan dilakukan prediksi, masuk dalam kelas yang manakah seharusnya ?

- Data Latih

Data	X	Y	Kelas
1	1	1	0
2	2	1	0
3	3	1	0
4	3	2	0
5	7	2	1
6	1	3	0
7	2	3	0
8	5	3	1
9	4	4	1
10	6	4	1
11	1	5	0
12	6	5	1
13	1	6	0
14	4	6	1
15	5	6	1
16	2	7	1
17	4	7	1

- Prediksi dengan KNN

Jarak data uji (3,4) ke 17 data latih

Data	X	Y	Kelas	Jarak data uji ke data latih	1-NN	3-NN	7-NN
1	1	1	0	3.6055	-	-	-
2	2	1	0	3.1622	-	-	-
3	3	1	0	3	-	-	-
4	3	2	0	2	-	1	1
5	7	2	1	4.4721	-	-	-
6	1	3	0	2.2360	-	-	1
7	2	3	0	1.4142	-	1	1
8	5	3	1	2.2360	-	-	1
9	4	4	1	1	1	1	1
10	6	4	1	3	-	-	-
11	1	5	0	2.2360	-	-	1
12	6	5	1	3.1622	-	-	-
13	1	6	0	2.8284	-	-	-
14	4	6	1	2.2360	-	-	1
15	5	6	1	2.8284	-	-	-
16	2	7	1	3.1622	-	-	-
17	4	7	1	3.1622	-	-	-

- Menghitung nilai keanggotaan.

Data	X	Y	Kelas	Jarak data uji ke data latih	1-NN	$d^{\frac{-2}{m-1}}$	3-NN	$d^{\frac{-2}{m-1}}$	7-NN	$d^{\frac{-2}{m-1}}$
1	1	1	0	3.6055	-	-	-	-	-	-
2	2	1	0	3.1622	-	-	-	-	-	-
3	3	1	0	3	-	-	-	-	-	-
4	3	2	0	2	-	-	1	0,2	1	0,25
5	7	2	1	4.4721	-	-	-	-	-	-
6	1	3	0	2.2360	-	-	-	-	1	0,2
7	2	3	0	1.4142	-	-	1	0,5	1	0,5
8	5	3	1	2.2360	-	-	-	-	1	0,2
9	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1
10	6	4	1	3	-	-	-	-	-	-
11	1	5	0	2.2360	-	-	-	-	1	0,2
12	6	5	1	3.1622	-	-	-	-	-	-
13	1	6	0	2.8284	-	-	-	-	-	-
14	4	6	1	2.2360	-	-	-	-	1	0,2
15	5	6	1	2.8284	-	-	-	-	-	-
16	2	7	1	3.1622	-	-	-	-	-	-
17	4	7	1	3.1622	-	-	-	-	-	-
Jumlah kelas 0						0		0,8		1.15
Jumlah kelas 1						1		1		1.4
Jumlah						1		1,75		2.55
Nilai keanggotaan di kelas 0						0		0,428		0.45
Nilai Keanggotaan di kelas 1						1		0,571		0.54

- Untuk K=1 , Data uji (3,4) diprediksi masuk kelas 1
- Untuk K=3 , Data uji (3,4) diprediksi masuk kelas 1
- Untuk K=7 , Data uji (3,4) diprediksi masuk kelas 1

[Prasetyo,2012]

2.11 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hamdan Sobri Andhika adalah Pengolahan Citra Identifikasi Kualitas Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) Berdasarkan Warna Dan Tekstur Menggunakan Analisis *Co-Occurrence Matrix*. Pada penelitian tersebut difungsikan untuk mengenali kualitas buah mengkudu berdasarkan tekstur dengan penyelesaian menggunakan metode Co-occurrence Matrix. Penelitian ini akan dilakukan pembuatan system identifikasi kualitas buah mengkudu berdasarkan warna dan tekstur menggunakan pendekatan statistik dan juga menggunakan metode fuzzy KNN untuk membandingkan metode dari penelitian sebelumnya. Karena KNN yang digabungkan dengan teori fuzzy dapat memberikan definisi pemberian label kelas pada data uji yang diprediksi.