

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi Urogenital

Urogenital adalah suatu sistem yang terdiri dari sistem urinaria dan sistem reproduksi. Pada sistem urinaria, penyakit gonore lebih banyak menyerang daerah uretra baik pada pria maupun wanita.

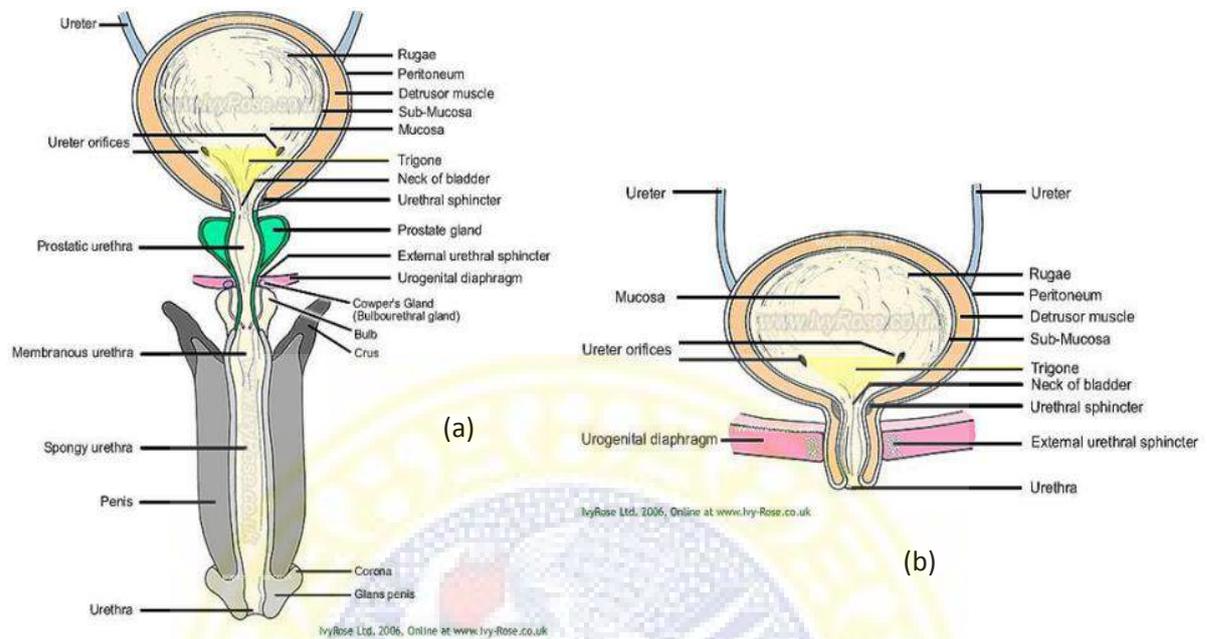
2.1.1 Uretra

Uretra merupakan saluran sempit yang terdiri dari mukosa membran dengan muskulus yang berbentuk spinkter pada bagian bawah dari kandung kemih. Uretra berfungsi untuk mengalirkan urine dari kandung kemih ke bagian eksterior tubuh (Sloane, 2003). Pada *vesikouretra junction* terdapat penebalan dari muskulus detrusor yang disebut *internal urethral sphincter* (involuntary). Sedangkan *eksternal urethral sphincter* (voluntary) dibentuk oleh *muskulus skeletal* yang mengelilingi uretra melalui diafragma urogenital. Dindingnya terdiri dari tiga lapisan yaitu: epitel transional, *columnair pseudostratified* dan *squamous tratified*. Letak uretra di atas dari *orivisium internal uretra* pada kandung kemih dan terbentang sepanjang 1,5 inchi (3,75 cm) pada wanita dan 7-8 inchi (18,75 cm) pada pria (Pearce, 1999).

Pada pria, uretra membawa cairan semen dan urin, tetapi tidak pada waktu yang bersamaan. Pada pria, uretra dibagi menjadi tiga daerah yaitu :

- a. Uretra prostatik dikelilingi oleh kelenjar prostat. Uretra ini menerima dua duktus ejakulator yang masing-masing terbentuk dari penyatuan duktus deferen dan duktus kelenjar vesikel seminal serta menjadi tempat bermuaranya sejumlah duktus dari kelenjar prostat.
- b. Uretra membranosa adalah bagian terpendek dari uretra pria. Panjangnya sekitar 1-2 cm, berdinding tipis dan dikelilingi oleh otot rangka *sfincter uretra eksternal*.
- c. *Uretra kavernous* (penile, berspons) merupakan bagian yang terpanjang. Bagian ini menerima duktus kelenjar bulbouretra yang membentang hingga *orifisium uretra eksternal* pada ujung penis. Tepat sebelum mulut penis, uretra membesar untuk membentuk suatu dilatasi kecil, *fosa navicularis*. Uretra kavernus dikelilingi oleh *corpus spongiosum* (suatu kerangka ruang vena yang besar).

Uretra wanita berukuran cukup pendek (3.75 cm) dan saluran ini membuka keluar tubuh melalui *orifisium uretra eksternal* yang terletak dalam vestibulum antara klitoris dan mulut vagina (Sloane, 2003). Perbedaan antara uretra pria dan wanita dapat dilihat pada Gambar 2.1.

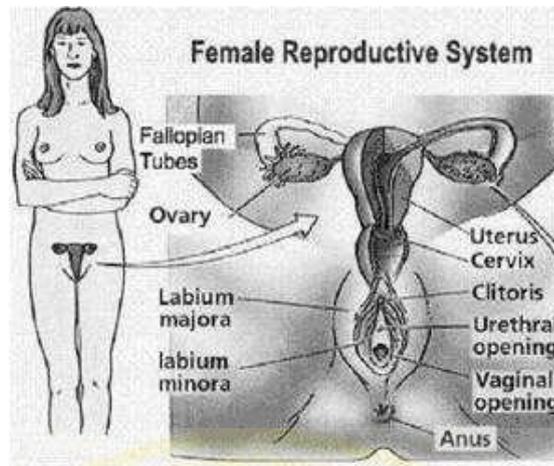


Gambar 2.1 Perbedaan (a) Uretra Pria dan (b) Uretra Wanita

Sumber : <http://www.ivy-rose.co.uk/>

2.1.2 Alat Reproduksi Wanita

Vagina merupakan organ kopulatoris dan saluran keluarnya bayi saat proses kelahiran (*partus*). Vagina terbagi menjadi dua bagian yaitu *vestibulum* (bagian terluar yang berhubungan dengan vulva) dan *portio vaginalis cervicis* (bagian dalam yang berhubungan dengan *cervix*). Sekat antara kedua bagian tersebut disebut *hymen* (selaput dara). Lubang pada vagina disebut *introitus* dan daerah berbentuk separuh bulan di belakan *introitus* disebut *foreskin*. Jika ada rangsangan, saluran kecil di samping *introitus* akan mengeluarkan cairan (lendir) yang dihasilkan oleh kelenjar bartholini. Uretra terletak di depan vagina yang berfungsi sebagai tempat keluarnya air kemih dari kandung kemih. Anatomi organ reproduksi wanita dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Anatomi Organ Reproduksi Wanita

Sumber : <http://hasanhayatull.wordpress.com/2012/11/29/sistem-reproduksi-wanita/>

Organ genitalia pada wanita disebut *vulvae* atau *pudendum*. *Vulvae* terdiri dari *mons pubis*, *labia mayora*, *labia minora*, *klitoris*, *vestibula*, lubang uretra dan lubang vagina. *Mons pubis* adalah bantalan jaringan lemak dan kulit yang terletak di atas *symfisis pubis*. Bagian ini tertutup rambut pubis setelah pubertas. *Labia mayora* (bibir mayor) adalah dua lipatan kulit longitudinal yang merentang ke bawah dari *mons pubis* dan menyatu di sisi posterior *perineum* (kulit antara pertemuan dua lipatan ini dan anus).

Labia minora merupakan lipatan kecil di bagian dalam *labia mayora*, lipatan ini tidak berambut namun mengandung kelenjar sebacea dan beberapa kelenjar keringat. *Klitoris* merupakan bagian yang erektil seperti penis pada pria, tetapi lebih kecil dan tidak memiliki mulut uretra. *Vestibulum* merupakan celah antara *labia minora* dan terdapat muara vagina, saluran kencing, kelenjar bartholini dan kelenjar skene. Kelenjar-kelenjar tersebut akan mengeluarkan cairan pada saat berhubungan seks sehingga memudahkan penetrasi penis (Manuaba, 1999).

2.2 Sejarah Gonore

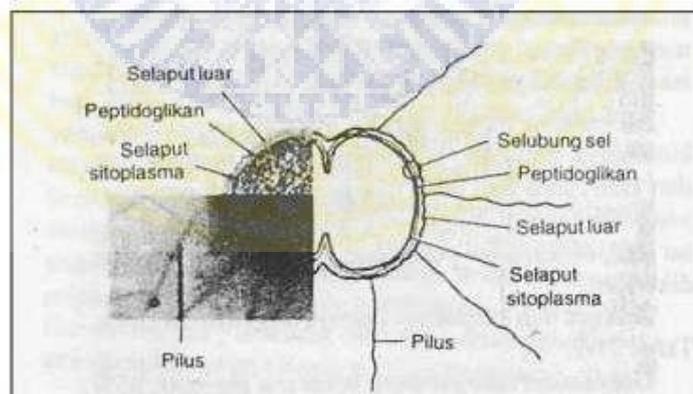
Gonore merupakan salah satu penyakit tertua yang telah banyak dikenal sejak awal peradapan manusia yang disebabkan oleh bakteri *Neisseria gonorrhoeae*. Bakteri ini ditemukan oleh dokter kebangsaan Jerman, Albert Ludwig Siegmund Neisser tahun 1879 melalui pengecatan hapusan duh tubuh uretra, vagina dan konjungtiva. Bakteri ini pertama kali di kultur (biakan) *in vitro* pada tahun 1882 oleh Leistikow (Hook *et al*, 2008). Pada abad ke 20 ditandai dengan penemuan obat-obatan yang aman dan efektif untuk gonore. Sulfonamid pertama kali diperkenalkan untuk terapi gonore pada tahun 1936 dan penisilin pada tahun 1943. Media Thayer Martin ditemukan pada tahun 1962 untuk meningkatkan diagnosis gonore. Tahun 1963, Kellog berpendapat bahwa terdapat perbedaan *virulensi* antara gonore dengan morfologi koloni yang berbeda. Kemudian pada tahun 1970an ditemukan *strain* NGPP yang pertama kali timbul di Afrika Barat dan Timur Jauh kemudian menyebar ke seluruh dunia (Sparling, 1990).

2.3 *Neisseria gonorrhoeae*

Neisseria gonorrhoeae merupakan bakteri diplokokus gram-negatif yang biasanya tampak berpasangan, berbentuk seperti ginjal dan bersifat patogen pada manusia. Bakteri-bakteri ini secara khas ditemukan bersama atau di dalam sel *polimorfonuklear* (leukosit) (Jawetz, 1996). Bakteri ini mempunyai kapsul, tidak berspora, tidak bergerak secara aktif dan berdiameter 0.8 μm . Secara umum, struktur *Neisseria gonorrhoeae* mirip dengan *Neisseria meningitidis*, namun keduanya dapat dibedakan dari hasil fermentasinya. Pada *Neisseria gonorrhoeae*

tidak menghasilkan asam dari peragian maltosa (Radji, 2010). *Neisseria* paling baik tumbuh pada lingkungan aerob, membentuk asam tetapi tidak menghasilkan gas. Bakteri ini menghasilkan enzim autolitik yang cepat mengakibatkan pembengkakan dan lisis *in vitro* pada suhu 25°C dan pH Basa (Jawetz, 1996).

Secara morfologi gonokokus terdiri dari empat tipe yaitu tipe 1 dan 2 yang mempunyai protein pili yang bersifat *virulen* (kemampuan dari organisme patogen untuk menyebabkan penyakit) serta tipe 3 dan 4 yang tidak mempunyai protein pili yang bersifat *nonvirulen*. Protein pili adalah alat yang mirip dengan rambut yang menjulur ke luar beberapa mikrometer dari permukaan gonokokus yang dibentuk oleh tumpukan protein pili. Protein pili berfungsi untuk membantu pelekatan pada sel inang dan resistensi terhadap fagositosis (Jawetz, 1996). Struktur bakteri *Neisseria gonorrhoeae* dapat dilihat pada Gambar 2.3 sedangkan Gambar 2.4 menunjukkan tampilan mikroskopik bakteri *Neisseria gonorrhoeae*.



Gambar 2.3 Struktur *Neisseria gonorrhoeae* (Jawetz, 1996)

2.3.1 Struktur Permukaan Bakteri

Struktur permukaan bakteri *Neisseria gonorrhoeae* dibagi menjadi berikut :

1. Membran sitoplasma

Membran ini menghasilkan beberapa enzim seperti *suksinat dehydrogenase*, *laktat dehydrogenase*, *nicotinamide adenine dinucleotide dehydrogenase (NADH)* dan *adenosinetriphospatase (ATP ase)*.

2. Lapisan peptidoglikan

Lapisan ini mengandung beberapa asam amino dan *penicilinase binding component* yang merupakan sasaran antibiotik penisilin dalam proses kematian bakteri karena terjadi hambatan dalam sintesis dinding sel.

3. Dinding sel atau membran luar (Jawetz, 1996)

- a. Pili

Pili adalah tentakel berbentuk rambut yang dapat memanjang hingga beberapa mikrometer dari permukaan *gonococi*. Perpanjangan tersebut menempel pada sel inang dan resisten terhadap fagositosis. Mereka terbuat dari sekumpulan protein pilin (BM 17.000-21.000). Pilin-pilin dari hampir seluruh *strain N. gonorrhoeae* secara antigen berbeda-beda dan setiap strain dapat membuat bentuk pilin yang unik secara antigen.

- b. Por

Por membesar hingga mencapai membran sel *gonococi*. Ini terjadi dalam trimer untuk membentuk pori-pori pada permukaan melalui nutrisi yang masuk ke dalam sel. Berat molekul por sangat bervariasi 34.000 hingga 37.000. Pengklasifikasian secara serologis terhadap por dengan menggunakan reaksi aglutinasi dengan antibodi monoklonal

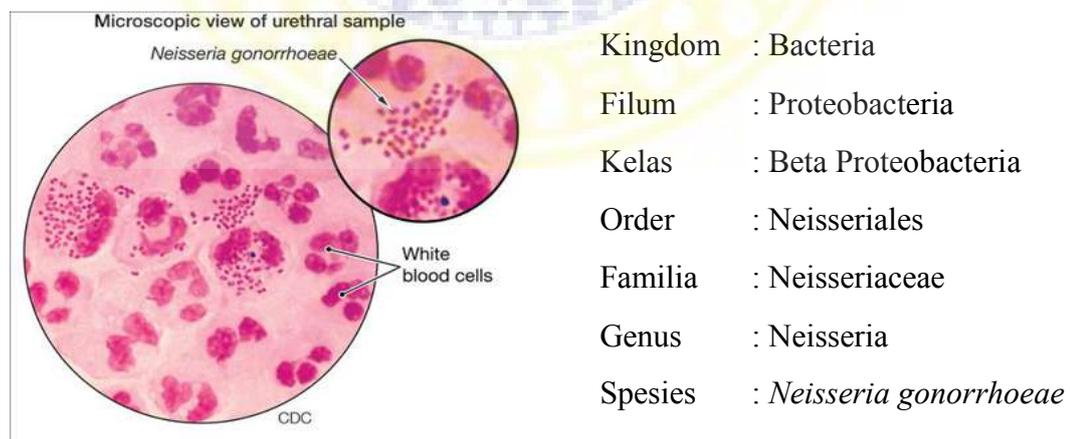
dapat dibedakan menjadi 18 *serovar* PorA dan 28 *serovar* PorB (*serotyping* hanya dapat dilakukan berdasarkan referensi laboratorium).

c. Opa

Protein ini berfungsi dalam adhesi *gonococci* dalam koloni dan dalam penempelan *gonococci* pada sel inang. Satu porsi dari molekul Opa berada di bagian terluar dari membran *gonococci* dan sisanya berada pada permukaan. Berat molekul Opa berkisar antara 24.000 hingga 32.000.

d. RMP

Protein ini (BM sekitar 33.000) secara antigen tersimpan di semua *gonococci*. Protein ini mengubah berat molekulnya pada saat terjadi reduksi. Mereka bergabung dengan Por pada saat pembentukan pori-pori pada permukaan sel.



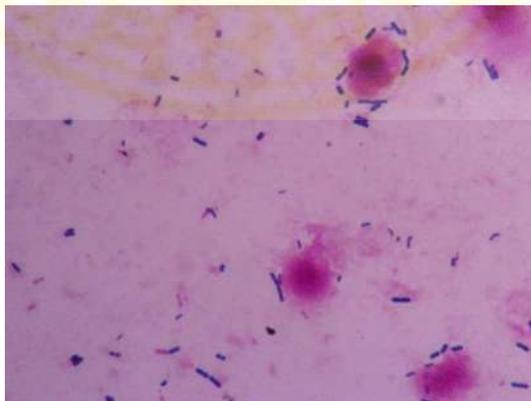
Gambar 2.4 Tampilan Mikroskopik *Neisseria gonorrhoeae*
 Sumber : <http://www.cdc.gov/std/Gonorrhea/lab/default.htm>

2.4 Flora Normal di Vagina

Pada vagina terdapat bakteri laktobasilus aerob yang kerap muncul dan menetap untuk mempertahankan pH vagina tetap asam. Hal ini merupakan mekanisme yang penting untuk mencegah menetapnya mikroorganisme yang lain yang memiliki potensi bersifat patogen dalam vagina (Brooks dkk., 2005). Keberadaan laktobasilus diperlukan untuk mendapatkan kondisi pH vagina yang optimal ($\text{pH} < 4,5$). Kolonisasi *Lactobacillus sp* yang cenderung menetap yaitu *L. Crispatus* atau *L. Jensenii* yang memproduksi H_2O_2 (Ledger WJ and Witkin SS, 2007). Gambar 2.5 menunjukkan gambaran mikroskopik bakteri *Lactobacillus sp*.

Kriteria sekret endoserviks :

- Berwarna jernih (putih keruh)
- Berwarna kekuningan ketika mengering di pakaian
- Terdiri dari sel-sel epitel.
- Sejumlah leukosit normal.
- Tanpa adanya jamur *Trichomonas* dan tanpa *Clue cell*.



Gambar 2.5 *Lactobacillus sp*.

Sumber : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, 2014

Selain *Lactobacillus sp* terdapat organisme fakultatif yang paling menonjol yaitu spesies korinebakteria, streptokokus, stafilokokus epidermis dan Gardnerella vaginalis. Sebenarnya semua wanita paling sedikit mempunyai satu organisme fakultatif dan salah satu organisme fakultatif ini dapat ditemukan pada 40-80% wanita. E. coli, merupakan organisme koliformis virulen yang tersering ditemukan, dapat ditemukan dari hanya kira-kira 20% wanita namun pada wanita inipun hanya terdapat secara sepintas.

Organisme anaerob yang paling menonjol adalah peptostreptokokus, peptokokus, laktobasilus anaerob, eubakteria; Bacteroides sp., yang ditemukan secara keseluruhan atau sendiri-sendiri pada 20-60% wanita. Candida albicans, organisme jamur tersering ditemukan, terdapat 5-10% wanita. Mycoplasma hominis terdapat pada 20-50% dan Ureaplasma urealyticum terdapat pada 50-70% wanita asimtomatik yang aktif berhubungan seksual. Jadi sulit sekali menentukan kapan keadaan disebut patologis bila hanya berdasarkan ditemukannya suatu jenis kuman tertentu.

2.5 Penularan dan Tanda - Tanda Klinik (Gejala)

Penularan penyakit gonore (GO) banyak terjadi melalui kontak seksual sehingga gonore menjadi salah satu penyakit infeksi menular seksual (IMS). *Neisseria gonorrhoeae* dapat menyerang daerah urogenital, rektum, orofaring dan konjungtiva. Gejala awal biasanya timbul dalam waktu 2-7 hari setelah terinfeksi pada pria. Gejala awal yang timbul yaitu adanya perasaan tidak nyaman pada uretra dan beberapa jam kemudian diikuti oleh rasa nyeri ketika berkemih (kencing) dan keluarnya cairan (nanah) dari penis. Lubang penis tampak merah (*eritematosa*) dan

membengkak, dikarenakan penyakit ini menyebar ke uretra bagian atas. Sedangkan pada wanita, gejala awal dapat timbul dalam waktu 7-21 hari setelah terinfeksi. Penderita wanita seringkali tidak menunjukkan gejala (*asimtomatik*) selama beberapa minggu atau bulan dan baru mengetahui ketika pemeriksaan prenatal atau pemeriksaan keluarga berencana. Infeksi dapat terjadi pada saluran kencing, vagina atau serviks. Pada penderita gonore biasanya air kencing berwarna kuning kehijauan (Susanto dkk, 2013).

Pada penderita homoseksual dan lesbian yang melakukan hubungan seksual melalui anus (lubang dubur) dapat menderita gonore pada rektumnya. Penderita akan merasa tidak nyaman pada daerah sekitar anus dan akan keluar cairan dari rektum. Daerah di sekitar anus akan tampak merah, kasar dan tinjanya akan terbungkus oleh lendir dan nanah. Gonore juga dapat menyerang daerah orofaring bila penderita melakukan hubungan seksual melalui mulut (*oral seks*) sehingga menyebabkan *faringitis gonokokal* (Susanto dkk, 2013). Infeksi ini biasanya tidak menimbulkan gejala tetapi terkadang menyebabkan nyeri tenggorokan atau gangguan saat menelan makanan.

Neisseria gonorrhoeae juga dapat menginfeksi daerah *konjungtiva* (daerah mata luar) sehingga menyebabkan *konjungtivitis gonore*. Infeksi ini biasanya menyerang bayi yang baru lahir dari ibu yang menderita gonore selama proses persalinan. Terjadi pembengkakan pada kedua kelopak mata dan dari mata keluar cairan atau nanah. Jika infeksi ini tidak diobati maka dapat menimbulkan kebutaan (Susanto dkk, 2013).

2.6 Diagnosis

Diagnosis gonore tidak cukup dengan pemeriksaan klinis tetapi harus diikuti pemeriksaan bakteriologis. Pemeriksaan bakteriologis terdiri dari pemeriksaan menggunakan hapusan dan biakan yang berfungsi sebagai identifikasi bakteri dan tes kepekaan antibiotik. Pada pemeriksaan hapusan sekret (cairan) dapat dilakukan menggunakan pewarnaan gram yang memiliki nilai akurasi yang cukup tinggi karena kemungkinan ditemukan bakteri *gonococcus* lebih besar. Namun pada wanita, pemeriksaan pewarnaan gram harus diikuti dengan pemeriksaan menggunakan kultur (biakan) karena kemungkinan ditemukan bakteri *gonococcus* lebih kecil dan adanya kemungkinan kekeliruan dengan flora lain dari vagina. Cara membaca sediaan kering dan interpretasi hasil tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Tabel Membaca Sediaan dengan Pewarnaan Gram/*Methylen Blue*.
Sumber : Depkes RI, 2006

No.	Macam Hapusan	Hasil		
1.	Uretra (Pria)			
	Pasien sebaiknya tidak buang air kecil sebelum pengambilan bahan pemeriksaan.	PMN	+	Ditemukan > 5 PMN/lpb
		Diplokokus	+	Ditemukan \geq 1 diplokokus intrasel
2.	Servikal			
	Bersihkan serviks sebelum pengambilan bahan pemeriksaan untuk mengurangi jumlah bakteri vagina dan sel pada sediaan.	PMN	+	Ditemukan > 30 PMN/lpb
		Diplokokus	+	Ditemukan \geq 1 diplokokus intrasel
3.	Rektal			
	Gunakan anuskopi untuk pengambilan bahan pemeriksaan	PMN	+	Ditemukan > 5 PMN/lpb
		Diplokokus	+	Ditemukan \geq 1 diplokokus intrasel

2.7 Perlakuan untuk Identifikasi Bakteri

Identifikasi bakteri *Neisseria gonorrhoeae* yang sering dilakukan adalah memberikan pewarnaan *methylene blue* dan pewarnaan gram pada sampel sekret (cairan) dari uretra atau endoserviks.

2.7.1 Pewarnaan *Methylene Blue*

Pewarnaan *methylene blue* termasuk dalam pewarnaan sederhana yang bertujuan hanya untuk melihat bentuk sel bakteri dan untuk mengetahui morfologi dan susunan selnya. Pewarnaan sederhana merupakan teknik pewarnaan yang paling banyak digunakan karena lebih cepat bila dibandingkan dengan pewarnaan gram. Pewarnaan ini hanya menggunakan satu jenis zat warna untuk mewarnai organisme. Sebagian besar bakteri mudah bereaksi dengan pewarna-pewarna sederhana karena sitoplasma dari bakteri bersifat *basofilik* (basa) sedangkan zat-zat warna yang digunakan bersifat *alkalin* (komponen kromoforiknya bermuatan positif).

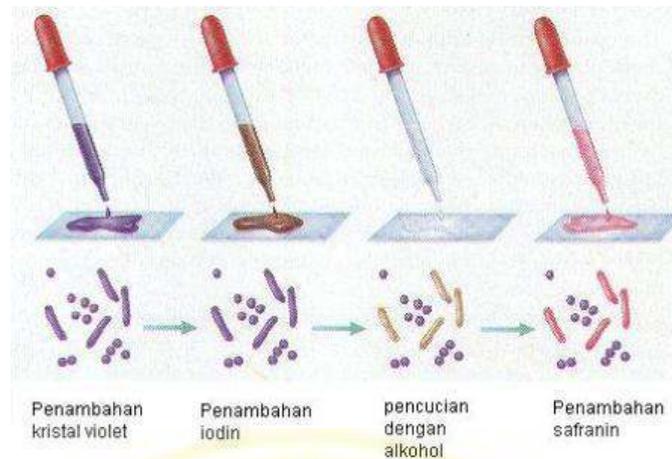
2.7.2 Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram merupakan suatu metode yang digunakan untuk membedakan mikroorganisme berdasarkan susunan dan struktur dinding sel mikroorganisme. Berdasarkan pewarnaan gram, bakteri dibagi menjadi dua golongan yaitu bakteri gram positif (+) dan bakteri gram negatif (-). Bakteri gram positif akan berwarna biru-ungu dan bakteri gram negatif akan berwarna merah apabila menggunakan metode pewarnaan gram. Pada metode pewarnaan gram

terdapat empat jenis reagen yaitu *kristal gentian violet* (Gram I), *iodine* (Gram II), *alcohol 95%* (Gram III) dan *saphranin* (Gram IV).

Fungsi dari reagen tersebut pada metode pewarnaan gram menentukan sampel bakteri tersebut termasuk dalam bakteri gram positif atau gram negatif. Langkah-langkah pewarnaan gram dapat dilihat pada Gambar 2.6 dan fungsi dari keempat reagen pada metode pewarnaan gram tersebut akan dijelaskan sebagai berikut :

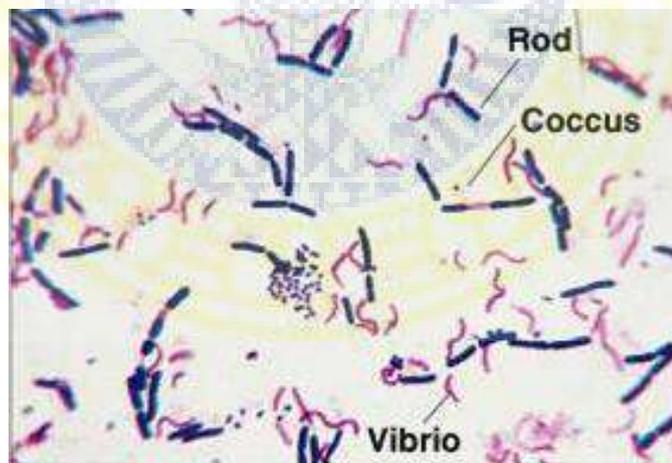
- a. Pemberian kristal violet berfungsi mewarnai semua sel baik gram positif maupun negatif.
- b. Iodin berfungsi sebagai mordant dimana sitoplasma akan terbentuk kristal violet dengan iodine yang kompleks sehingga sel akan berwarna biru tua.
- c. Pemberian *alcohol 95%* akan mengakibatkan petidoglikan pada bakteri gram positif terdehidrasi sehingga ukuran porinya mengecil dan kristal violet tidak dapat keluar dari sitoplasma. Pada bakteri gram negatif, *alcohol* akan meninggalkan lubang kecil pada petidoglikan yang mengakibatkan kristal violet tercuci keluar sehingga sel menjadi tidak berwarna.
- d. Safranin berfungsi sebagai *counter staining*, dimana akan terjadi perbedaan warna yang terlihat jelas di bawah mikroskop antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif.



Gambar 2.6 Langkah Pewarnaan Gram

Sumber : <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/7-pewarnaan-gram-gram-positif-dan-gram-negatif/>

Selain warna, pewarnaan gram juga berfungsi untuk mengidentifikasi bentuk bakteri, misalnya bentuk *sferis* (kokus), bentuk batang (basilus) dan bentuk koma (*vibrio*). Gambar 2.7 menunjukkan contoh bentuk bakteri.



Gambar 2.7 Identifikasi Bentuk Bakteri Menggunakan Pewarnaan Gram
Sumber ; <http://biobakteri.wordpress.com/2009/06/07/7-pewarnaan-gram-gram-positif-dan-gram-negatif/>

2.8 Mikroskop

Mikroskop merupakan salah satu alat bantu yang biasa digunakan untuk mengamati obyek yang berukuran sangat kecil (mikroskopis). Mikroskop pertama kali digunakan oleh Antony Van Leuwenhoek (1632 -1680) untuk mempelajari penyakit dan pengobatan meskipun bukan seorang dokter. Mikroskop berfungsi untuk menghitung koloni dan pemeriksaan bakteri yang sampai saat ini masih digunakan.

Komponen mikroskop terdiri dari kondensor, lensa objektif, dan lensa okuler, serta bagian non-optik yang terdiri dari kaki dan lengan mikroskop, diafragma, meja objek, pemutar halus dan kasar, penjepit kaca objek, dan sumber cahaya. Pembesaran pada mikroskop yang digunakan bergantung pada berbagai faktor, diantaranya titik fokus kedua lensa, lensa objektif terhadap lensa okuler dan jarak pandang mata normal. Lensa objektif dan lensa okuler merupakan lensa cembung yang dapat menghasilkan bayangan sementara yang mempunyai sifat maya, terbalik, dan diperbesar terhadap posisi benda mula – mula, kemudian menentukan sifat bayangan akhir selanjutnya adalah lensa okuler (Novianti, 2012). Berikut rumus perbesaran pada mikroskop :

$$M_{total} = M_{ob} \times M_{ok} \quad (2.1)$$

Bagian – bagian terdiri dari beberapa lensa, yakni lensa objektif dan lensa okuler, yang dapat menyebabkan gambaran specimen (sampel) dapat terlihat meskipun dengan obyek yang tak kasat mata seperti bakteri. Perubahan arah rambat partikel cahaya akibat terjadinya percepatan disebut dengan refraksi (Wu et al, 2008). Gambar 2.8 menunjukkan komponen-komponen pada mikroskop.



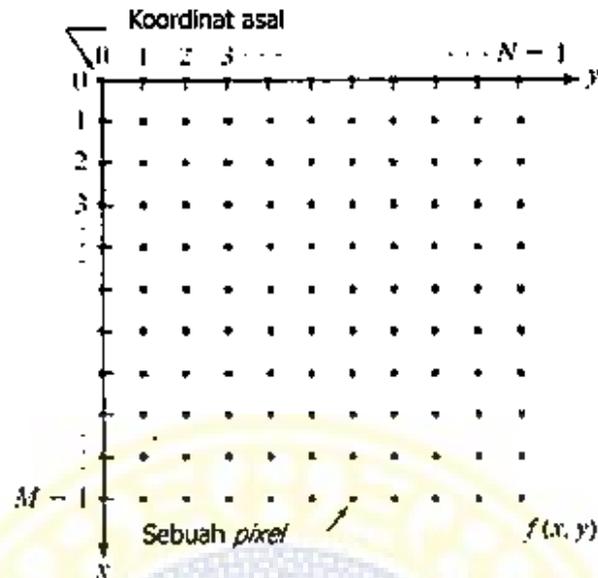
Gambar 2.8 Bagian - Bagian Mikroskop

Sumber : <http://rumushitung.com/2013/06/04/bagian-bagian-mikroskop-dan-fungsinya/>

2.9 Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan suatu representasi (gambaran), kemiripan atau imitasi dari suatu objek. Citra juga dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi dua dimensi $f(x,y)$ dimana x dan y adalah koordinat bidang datar dan harga fungsi f di setiap pasangan koordinat (x,y) disebut intensitas atau level keabuan (*grey level*) dari gambar di titik tersebut. Jika x , y dan f semuanya berhingga (*finite*) dan nilainya diskrit disebut citra digital (Hermawati, 2013).

Pada citra digital titik koordinat $(0,0)$ berada di ujung kiri atas seperti yang terlihat di Gambar 2.9 Sebuah piksel dalam koordinat citra digambarkan dengan satu titik dalam koordinat citra. Piksel (*pixel*) adalah elemen dasar dari sebuah citra yang mengandung informasi nilai RGB (*Red, Green, Blue*) pada titik tersebut.



Gambar 2.9 Koordinat Citra Digital (Putra, 2010)

Citra digital juga dapat ditulis dalam bentuk matriks. Ukuran piksel biasanya dinyatakan sebagai lebar x tinggi. Pada Gambar 2.10, citra digital dinyatakan dengan matriks berukuran $N \times M$, dimana N menyatakan baris atau tinggi dan M menyatakan kolom atau lebar.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.10 Citra Digital dalam Bentuk Matriks (Hermawati, 2010)

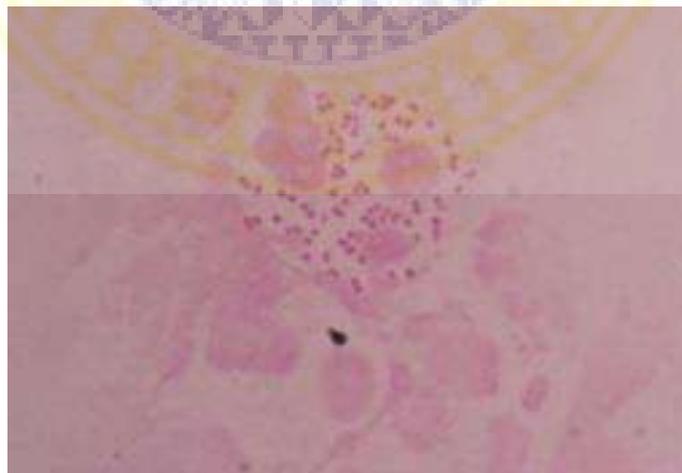
Citra digital dapat diolah oleh komputer menggunakan metode pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital berfungsi untuk memperbaiki mutu citra dan menghasilkan citra yang baru untuk memudahkan proses identifikasi pada jaringan syaraf tiruan.

2.9.1 Jenis Citra

Nilai suatu piksel memiliki nilai dalam rentang tertentu dari nilai minimum hingga nilai maksimum. Secara umum rentang nilai yang biasa digunakan 0 – 255. Berikut ini adalah jenis – jenis citra berdasarkan nilai pikselnya (Putra,2009).

2.9.1.1 Citra Warna (*True Color*)

Setiap piksel pada citra warna merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = *Red Green Blue*). Jumlah bit yang digunakan untuk merepresentasikan setiap piksel dalam wilayah RGB disebut *pixel depth*. Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = *1byte*, yang berarti setiap warna memiliki gradasi sebanyak 255 warna sehingga setiap piksel mempunyai kombinasi warna sebanyak $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24} = 16$ juta lebih. Citra yang memiliki jumlah warna yang cukup besar itulah yang dinamakan *true color* (Sutoyo dkk, 2009). Gambar 2.11 menunjukkan contoh citra warna (*True Color*) pada bakteri.



Gambar 2.11 Citra Warna (*True Color*)

Sumber : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, 2014

2.9.1.2 Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang mempunyai satu nilai kanal pada setiap pikselnya sehingga nilai RGB bernilai sama. Nilai tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas dari citra. Warna yang ditampilkan adalah warna hitam, keabuan dan putih. Tingkat keabuan merupakan warna abu dengan tingkatan hitam hingga mendekati putih (Putra, 2010). Gambar 2.12 menunjukkan citra *grayscale* bakteri. Perhitungan matematis mendapatkan nilai *grayscale* menggunakan metode mengambil ketiga nilai unsur warna dasar yang kemudian dirata-rata (Saraswati, 2011)

$$x = \frac{aR+bG+cB}{a+b+c} \quad (2.2)$$

Dimana x adalah warna grayscale, r adalah warna merah, g adalah warna hijau dan b adalah warna biru. Keempat elemen ini dalam satuan piksel.



Gambar 2.12 Citra *Grayscale* Bakteri
Sumber : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, 2014

2.9.1.3 Citra Biner

Citra biner merupakan citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam dan putih. Citra biner disebut juga sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 bit untuk mewakili nilai setiap pixel dari citra biner. Gambar 2.13 menunjukkan citra biner bakteri.



Gambar 2.13 Citra Biner Bakteri
Sumber : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya, 2014

2.9.2 Perbaikan Citra (*Image Enhancement*)

Perbaikan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas tampilan citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra tersebut lebih mudah diolah dengan komputer (Putra, 2009).

2.9.2.1 *Contrast Stretching*

Kontras suatu citra merupakan distribusi piksel terang dan gelap. Pada citra *grayscale* dengan kontras rendah akan terlihat terlalu gelap, terlalu terang atau terlalu abu-abu. Histogram citra dengan kontras rendah, semua piksel akan

terkelompok secara rapat pada sisi tertentu. Sedangkan citra dengan kontras tinggi mempunyai daerah gelap dan terang yang luas. Histogram citra dengan kontras tinggi mempunyai dua puncak yang masing-masing terkonsentrasi pada bagian kiri dan kanan histogram (Putra, 2009). Salah satu teknik perbaikan citra yang sangat berguna adalah perenggangan kontras atau biasa dikenal dengan *contrast stretching*. Gambar 2.14 menunjukkan contoh penggunaan *contrast stretching*.

Pada perenggangan kontras, setiap piksel pada citra U ditransformasikan menggunakan fungsi berikut :

$$v(i, j) = \frac{u(i, j) - c}{d - c} (L - 1) \quad (2.3)$$

Dimana $v(i, j)$ adalah piksel sesudah dan $u(i, j)$ adalah piksel sebelum ditransformasikan pada koordinat (i, j) , c dan d menyatakan nilai maksimum dan minimum dari piksel pada citra input. L menyatakan nilai *grayscale* maksimum. Jika nilai piksel lebih kecil dari 0 maka akan dijadikan 0 dan jika nilai piksel lebih besar dari $(L-1)$ maka akan dijadikan $(L-1)$ (Putra, 2009).



Gambar 2.14 Contoh Penggunaan *Contrast Stretching*

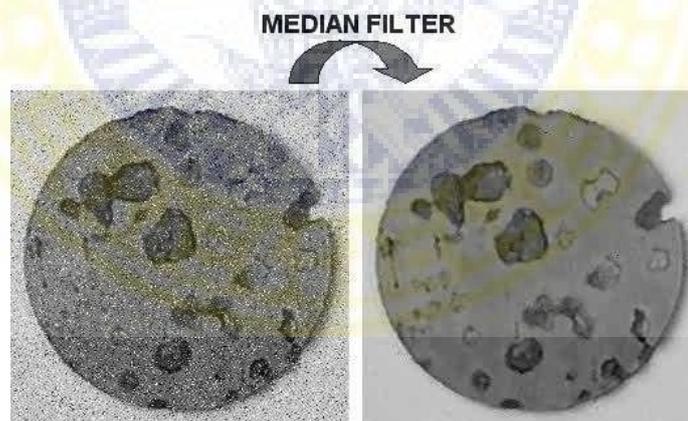
Sumber : <http://the-archiest.blogspot.com/2012/09/tugas-pengolahan-citra.html>

2.9.2.2 Median Filtering

Salah satu teknik perbaikan citra adalah *filtering* yang berfungsi untuk mengurangi *noise* dan menajamkan citra. Salah satu macam *filtering* adalah *median filtering*. *Median filtering* merupakan salah satu teknik *filtering* menggunakan nilai tengah (median) dari nilai-nilai dalam matriks *kernel (mask)* NxM sebagai piksel baru di pusat *kernel*. Misalnya,

50	65	52	→	50	52	57	58	60	61	63	65	255	→	60
63	255	58												
61	60	57												

Operasi untuk mendapatkan median adalah nilai terbesar dan terkecil berada di ujung atas atau ujung bawah urutan, jadi median akan menggantikan suatu nilai berderau (*noise*) dengan nilai dekat dengan tetangganya (Sianipar 2013). Gambar 2.15 menunjukkan contoh penggunaan median filter pada citra *grayscale*.

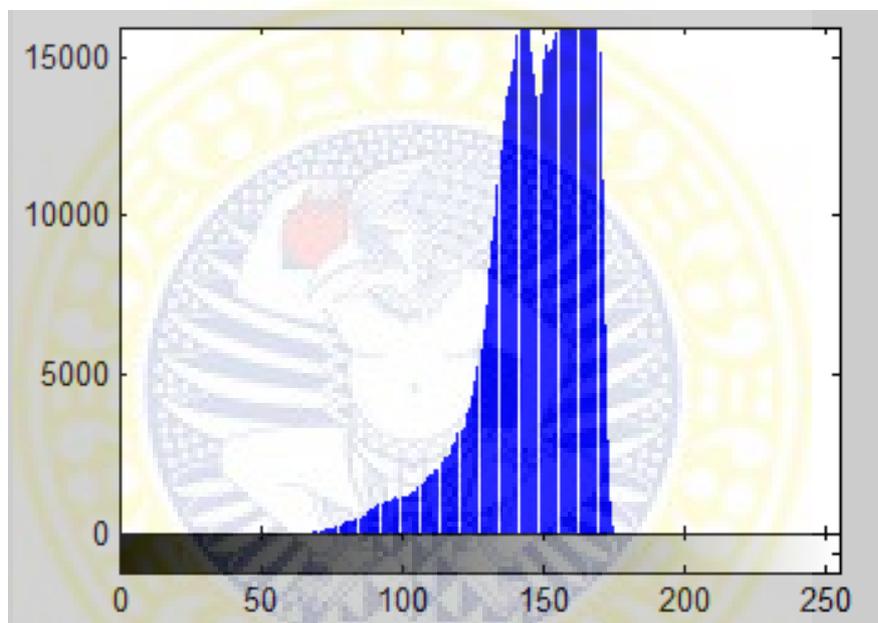


Gambar 2.15 Contoh Penggunaan Median Filter pada Citra *Grayscale*
 Sumber : <http://tracer.lcc.uma.es/problems/mfp/mfp.html>

2.9.3 Histogram Citra

Histogram adalah suatu grafik yang menunjukkan frekuensi kemunculan setiap nilai gradasi warna. Apabila digambarkan pada koordinat kartesian maka sumbu x (absis) menunjukkan tingkat warna dan sumbu y (ordinat) menunjukkan

frekuensi kemunculan. Histogram bermanfaat sebagai indikasi visual untuk menentukan skala keabuan yang tepat sehingga diperoleh kualitas citra yang diinginkan. Selain itu histogram juga bermanfaat untuk menentukan nilai batas ambang (*threshold*). Pada proses segmentasi citra nilai *threshold* sangat dibutuhkan untuk memisahkan objek dengan *background* (Sutoyo dkk, 2009). Gambar 2.16 menunjukkan histogram citra bakteri.



Gambar 2.16 Histogram Citra Bakteri

2.9.4 Segmentasi Citra

Segmentasi citra adalah salah satu metode penting yang digunakan untuk membagi citra ke dalam daerah intensitasnya masing-masing sehingga dapat dipisahkan antara objek dan *background*-nya. Similaritas merupakan salah satu algoritma dalam segmentasi citra. Similaritas merupakan pembagian citra berdasarkan kesamaan-kesamaan kriteria yang dimilikinya. Salah satu contohnya adalah *thresholding*.

2.9.4.1 *Thresholding*

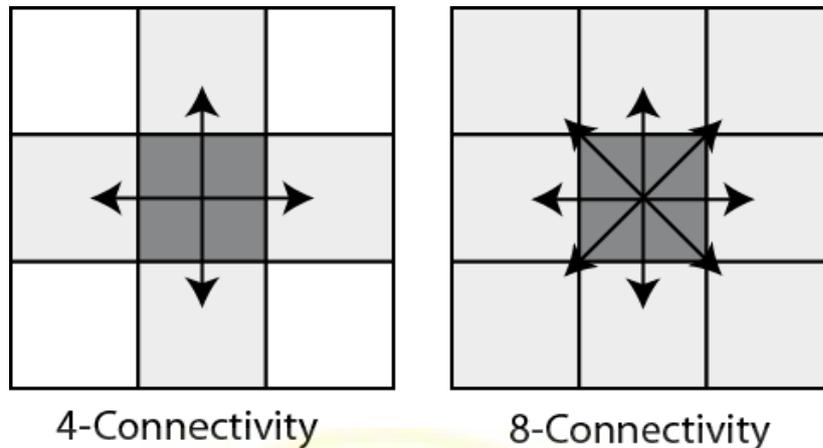
Proses *threshold* akan menghasilkan citra biner dimana citra tersebut memiliki dua nilai tingkat keabuan yaitu hitam dan putih (Putra, 2010). Secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & f(x,y) \geq T \\ 0, & f(x,y) < T \end{cases} \quad (2.4)$$

Fungsi $g(x,y)$ adalah citra biner dari citra warna atau citra *grayscale* $f(x,y)$ dan T menyatakan nilai ambang. Nilai ambang memiliki peranan yang penting dan menyatakan kualitas citra biner (Putra, 2010). Pada persamaan di atas, proses *thresholding* akan merubah piksel dengan nilai di atas nilai *threshold* akan menjadi nilai 1 (piksel putih) dan merubah piksel dengan nilai di bawah nilai *threshold* menjadi nilai 0 (piksel hitam).

2.9.4.2 *Connected Component Labeling*

Connected component labeling atau lebih dikenal dengan penandaan komponen terhubung ini berfungsi untuk memeriksa suatu citra dan mengelompokkan setiap piksel ke dalam suatu komponen terhubung menurut aturan keterhubungan (4, 8 atau *m-connectivity*). Setiap komponen yang terhubung yang saling tidak terhubung (*disjoin*) pada suatu citra akan diberikan tanda (*label*) berbeda (Putra, 2009). Gambar 2.17 menunjukkan komponen terhubung menurut aturan keterhubungan.



Gambar 2.17 Komponen Terhubung Menurut Aturan Keterhubungan
 Sumber : <http://www.ualberta.ca/~ccwj/teaching/image/morph/>

Penandaan komponen terhubung dilakukan dengan cara memeriksa masing-masing piksel dalam citra untuk mengidentifikasi area piksel yang terhubung. Area piksel yang terhubung merupakan area dari piksel yang mempunyai nilai intensitas yang sama. Penandaan komponen terhubung ini dapat dilakukan pada citra biner dan citra *grayscale*. Langkah pertama yang dilakukan pada penandaan komponen terhubung dengan *8-connectivity* yaitu memeriksa nilai piksel tetangga dari P yaitu piksel atas, kiri, diagonal atas kiri dan diagonal atas kanan dengan ketentuan berikut :

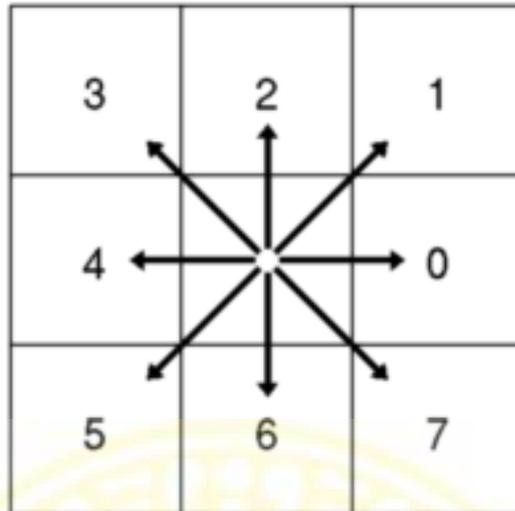
1. Bila keempat piksel ketetanggaan bernilai 0 maka berilah tanda baru pada P.
2. Bila hanya salah satu piksel tetangga bernilai 1 maka berilah tanda dari piksel tetangga tersebut pada P.
3. Bila salah satu atau lebih piksel tetangga bernilai 1 maka berilah salah satu tanda dari piksel tetangga tersebut pada P kemudian semua tanda dari piksel tetangga bernilai 1 tsb adalah ekuivalen (Putra,2010).

2.9.5 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur (*feature extraction*) merupakan bagian terpenting dari analisis citra. Fitur adalah suatu karakteristik unik dari suatu objek. Karakteristik fitur yang baik sebisa mungkin memenuhi persyaratan sebagai berikut (Putra, 2010) :

1. Dapat membedakan suatu objek dengan yang lainnya (*discrimination*).
2. Memperhatikan kompleksitas komputasi dalam memperoleh fitur. Kompleksitas komputasi yang tinggi akan menjadi beban tersendiri dalam menemukan suatu fitur.
3. Tidak terikat (*independence*), dalam arti bersifat invarian terhadap berbagai transformasi.
4. Jumlahnya sedikit, karena fitur yang jumlahnya sedikit akan dapat menghemat waktu komputasi dan ruang penyimpanan untuk proses selanjutnya (proses pemanfaatan fitur).

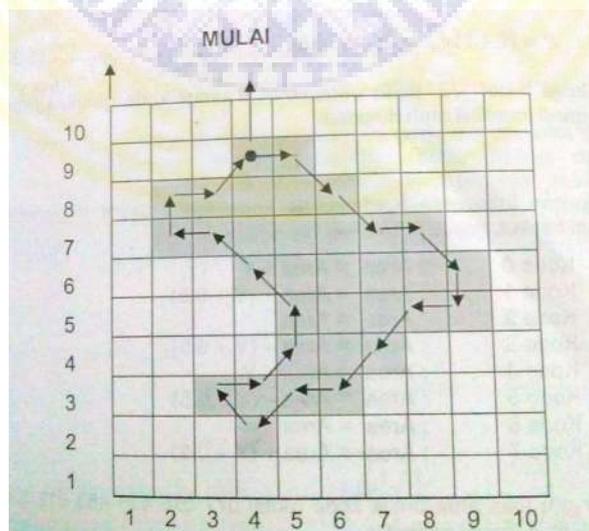
Pada penelitian ini digunakan beberapa fitur seperti area, perimeter dan faktor bentuk yang perhitungannya berdasarkan kode rantai (*Chain Code*). Kode rantai sering digunakan untuk mendeskripsikan/mengkodekan bentuk (*countour*) suatu obyek (Putra, 2010). Gambar 2.18 menunjukkan arah kode rantai dan Gambar 2.19 menunjukkan contoh obyek dan kode rantainya.



Gambar 2.18 Arah Kode Rantai

<http://www.cb.uu.se/~cris/blog/matlabimages/ccgraph.png>

Pembentukan kode rantai dimulai dengan menentukan pixel pertama dari obyek. Berdasarkan pixel tersebut kode rantai obyek dibentuk dengan cara mengikuti aturan arah kode rantai. Berdasarkan kode rantai tersebut digunakan untuk menghitung keliling, area dan faktor bentuk.



Gambar 2.19 Obyek dengan Kode Rantai (Putra, 2010)

Area merupakan jumlah piksel-piksel penyusun obyek dan satuannya piksel sehingga membentuk luasan. Area juga mencerminkan ukuran atau berat obyek.

Perhitungan luas area berdasarkan kode rantai dapat dinyatakan sebagai berikut :

Kode 0	:	Area = Area + Y
Kode 1	:	Area = Area + (Y + 0.5)
Kode 2	:	Area = Area
Kode 3	:	Area = Area - (Y + 0.5)
Kode 4	:	Area = Area - Y
Kode 5	:	Area = Area - (Y - 0.5)
Kode 6	:	Area = Area
Kode 7	:	Area = Area + (Y - 0.5)

Perhitungan luas area untuk kode rantai 077 076 455 453 012 334 201 sebagai berikut :

Kode rantai	0	7	7	0	7	6	4	5	5	4	5	3	0	1	2	3	3	4	2	0	1
Ordinat (y)	9	9	8	7	7	6	5	5	4	3	3	2	3	3	4	5	6	7	7	8	8
Area	9.0	8.5	7.5	7.0	6.5	0.0	-3.0	-4.3	-3.5	-3.0	-2.3	-2.5	3.0	3.5	0.0	-5.5	-6.3	-7.0	0.0	8.0	8.5

Sehingga total luas obyek adalah $\sum area = 21.5 \text{ units}$.

Perimeter merupakan panjang perbatasan obyek tersebut dengan menghitung jumlah piksel dari batas obyek. Perhitungan perimeter menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = \text{jumlah kode genap} + \text{jumlah kode ganjil} \sqrt{2} \quad (2.5)$$

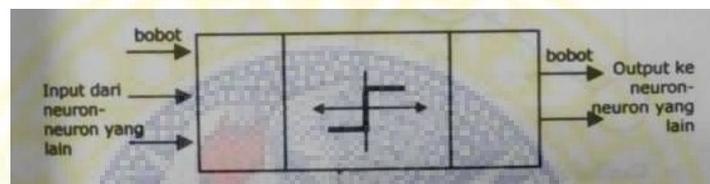
Untuk kode rantai 077 076 455 453 012 334 201 di atas, panjang kerangka adalah $P = 10 + 11\sqrt{2} = 25.56 \text{ units}$.

Faktor bentuk merupakan rasio antara perimeter dan area.

$$S = \frac{\text{perimeter}^2}{\text{area}} \quad (2.6)$$

2.10 Jaringan Syaraf Tiruan

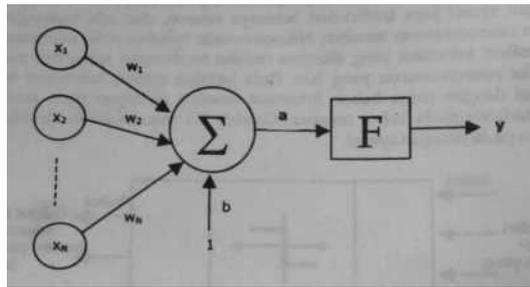
Jaringan Syaraf Tiruan merupakan salah satu upaya manusia untuk memodelkan cara kerja atau fungsi sistem syaraf manusia dalam melaksanakan tugas tertentu. Pemodelan ini didasari oleh kemampuan otak manusia dalam mengorganisasikan sel-sel penyusunnya yang disebut *neuron*, sehingga mampu melaksanakan tugas tertentu khususnya pengenalan pola dengan efektivitas yang sangat tinggi (Suyanto,2011). Gambar 2.20 menunjukkan struktur *neuron* JST.



Gambar 2.20 Struktur *Neuron* Jaringan Syaraf Tiruan (Kusumadewi, 2004)

Sel syaraf (*neuron*) merupakan unit pemrosesan informasi yang berfungsi sebagai *input* dan menjadi dasar dari operasi JST. Terdapat tiga elemen dasar model *neuron* yaitu :

1. Sekumpulan sinapsis atau jalur hubungan dimana masing-masing sinapsis memiliki bobot (*weight*).
2. Suatu *adder* untuk menjumlahkan sinyal-sinyal *input* yang diberi bobot oleh sinapsis *neuron* yang sesuai. Operasi-operasi yang digambarkan mengikuti aturan *linear combiner*.
3. Fungsi aktivasi untuk membatasi nilai ambang (*threshold*) *output* dari setiap *neuron*.



Gambar 2.21 Fungsi Aktivasi pada Jaringan Syaraf Sederhana (Kusumadewi, 2004)

Gambar 2.21 tersebut sebuah *neuron* akan mengolah N *input* (x_1, x_2, \dots, x_N) yang masing-masing memiliki bobot w_1, w_2, \dots, w_N dan bobot bias b dengan rumus :

$$a = \sum_{i=1}^N x_i w_i \quad (2.7)$$

Kemudian fungsi aktivasi F akan mengaktifasi *linier combiner* a menjadi *output* jaringan y .

Secara umum arsitektur jaringan yang sering digunakan yaitu jaringan syaraf tiruan selapis (*single layer*), banyak lapisan (*multi layer*) dan lapisan kompetitif. Pada jaringan *single layer*, terdapat 1 lapisan *input* dan 1 lapisan *output*. Jaringan ini menerima *input* kemudian mengolahnya menjadi *output* tanpa melewati lapisan tersembunyi (*hidden layer*). Salah satu contoh JST yang menggunakan jaringan *single layer* adalah *perceptron*. Pada jaringan *multi layer* terdapat 3 jenis lapisan yaitu lapisan *input*, lapisan tersembunyi (*hidden layer*) dan lapisan *output*. Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih kompleks dibandingkan jaringan lapisan tunggal. Salah satu contoh JST yang menggunakan jaringan *multi layer* adalah *backpropagation*. Sedangkan pada

jaringan dengan lapisan kompetitif merupakan jaringan yang telah memiliki bobot yang telah ditentukan dan pelatihannya tidak terawasi. Contoh JST yang menggunakan jaringan ini adalah *Self-Organizing Map* (SOM) (Sutojo dkk., 2010).

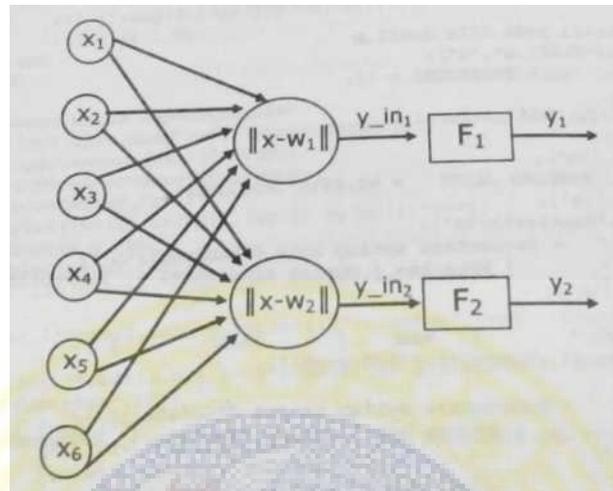
Proses belajar merupakan suatu proses pada jaringan syaraf tiruan yang berfungsi memberikan suatu pelatihan pada program untuk dapat menerima informasi serta mengaktifkan rangsangan pada *neuron* yang telah dibangun melalui program. Pada saat pembelajaran, *input* yang diberikan berbeda-beda maka nilai bobot akan berubah secara dinamis sehingga mencapai nilai yang cukup seimbang. Nilai yang telah tercapai mengindikasikan bahwa tiap-tiap *input* telah berhubungan dengan *output* yang diharapkan (Novianti, 2012).

Proses pembelajaran jaringan syaraf tiruan dibagi menjadi dua yaitu *Supervised Learning* (pembelajaran terawasi) dan *Unsupervised Learning* (pembelajaran tak terawasi). Proses pembelajaran terawasi merupakan proses pembelajaran dimana *output* yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Sedangkan pembelajaran tak terawasi merupakan proses pembelajaran tanpa membutuhkan target *output* (Novianti, 2012).

2.11 *Learning Vector Quantization* (LVQ)

LVQ merupakan salah satu metode pelatihan pada lapisan kompetitif terawasi yang akan belajar secara otomatis untuk mengklasifikasikan vektor-vektor *input* ke dalam kelas-kelas tertentu. Kelas-kelas yang dihasilkan tergantung pada jarak antara vektor-vektor *input*. Jika terdapat dua vektor *input* yang hampir sama,

maka lapisan kompetitif akan mengklasifikasikan kedua vektor *input* tersebut ke dalam kelas yang sama (Sutojo dkk., 2010).



Gambar 2.22 Arsitektur Jaringan LVQ (Kusumadewi, 2004)

Gambar 2.22 menunjukkan jaringan LVQ memiliki 6 unit lapisan *input* dan 2 unit (*neuron*) pada lapisan *output*. Pemrosesan yang terjadi pada setiap *neuron* adalah mencari jarak antara suatu vektor *input* ke bobot yang bersangkutan (w_1 dan w_2). w_1 adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap *neuron* pada lapisan *input* ke *neuron* pertama pada lapisan *output*. Sedangkan w_2 adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap *neuron* pada lapisan *input* ke *neuron* kedua pada lapisan *output*.

Fungsi aktivasi F_1 akan memetakan y_{in1} ke $y_1 = 1$ apabila $|x - w_1| < |x - w_2|$ dan $y_1 = 0$ jika sebaliknya. Hal tersebut juga terjadi pada fungsi aktivasi F_2 yang akan memetakan y_{in2} ke $y_2 = 1$ apabila $|x - w_2| < |x - w_1|$ dan $y_2 = 0$ jika sebaliknya (Kusumadewi, 2004).

Algoritma dari metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai berikut :

1. Tetapkan parameter *input* : bobot (W), Maksimum Iterasi (MaxEpoch), *learning rate* (α), pengurangan *learning rate* ($Dec\alpha$) dan Minimal *learning rate* ($Min\alpha$).
2. Masukkan
 - a. Matriks *input* : $x(i,j)$ dimana i = jumlah *input* dan n = jumlah data.
 - b. Matriks target : $T(1,j)$
3. Tetapkan kondisi awal :
 - a. Epoch = 0
 - b. Error = 1
4. Kerjakan jika : (epoch < MaxEpoch) atau ($\alpha > Min\alpha$)
 - a. Epoch = epoch + 1
 - b. Kerjakan untuk $i = 1$ sampai n
 - i. Tentukan J sehingga $\|x-w_j\|$ adalah minimum
 - ii. Perbaiki w_j dengan ketentuan :
 - Jika $T = J$ maka $w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha (x - w_j(\text{lama}))$
 - Jika $T \neq J$ maka $w_j(\text{baru}) = w_j(\text{lama}) + \alpha (x - w_j(\text{lama}))$
 - Kurangi nilai α