

**PENGLASIFIKASIAN SPERMA NORMAL DAN ABNORMAL  
DARIPADA SUSPENSI SPERMA TIKUS SPRAGUE DAWLEY**

**Oleh**

**MOHD FAUZI BIN ALIAS**

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**Mac 2009**

**PENGLASIFIKASIAN SPERMA NORMAL DAN ABNORMAL  
DARIPADA SUSPENSI SPERMA TIKUS SPRAGUE DAWLEY**

**Oleh**

**MOHD FAUZI BIN ALIAS**

**Tesis yang diserahkan untuk memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Sarjana Sains**

**Mac 2009**

## **PENGHARGAAN**

Dengan nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji bagi Allah S.W.T kerana dengan rahmat dan izinNya, saya berjaya menyiapkan penyelidikan dan tesis ini sebagai memenuhi keperluan pengijazahan peringkat sarjana.

Saya mengucapkan jutaan penghargaan dan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Nor Ashidi bin Mat Isa selaku penyelia utama dan Prof. Madya Dr. Siti Amrah binti Sulaiman selaku penyelia bersama penyelidikan ini. Segala tunjuk ajar, nasihat dan dorongan yang telah diberikan kepada saya merupakan aset yang tidak ternilai dalam menjayakan penyelidikan ini. Selain itu, sokongan dan pendapat yang diberikan oleh rakan-rakan terutama saudara Zamani Md Sani, Wan Mohd Fahmi, Zailani, Subhi Al-Batah dan saudari Hamizah Abd Samad telah banyak membantu dalam penyelidikan ini.

Tidak dilupakan jasa mak dan abah yang sangat prihatin dalam memberikan sokongan padu dari setiap aspek. Begitu juga dengan kakak dan abang saya yang sering memberikan semangat untuk terus berjuang. Doa dan nasihat yang diberikan merupakan pendorong utama saya sehingga mencapai segala impian.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada seluruh warga Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik, USM yang telah banyak membantu secara langsung atau tidak langsung.

Sebahagian daripada penyelidikan ini dibiayai oleh Geran Universiti Penyelidikan USM bertajuk 'Imaging' bernombor 814012 di bawah kendalian Pusat Pengajian Kejuruteraan Elektrik dan Elektronik, Universiti Sains Malaysia.

Sekian, wassalam.

# KANDUNGAN

	<b>Muka Surat</b>
<b>PENGHARGAAN</b>	ii
<b>KANDUNGAN</b>	iii
<b>SENARAI RAJAH</b>	viii
<b>SENARAI JADUAL</b>	xiii
<b>SENARAI TERJEMAHAN ISTILAH</b>	xv
<b>SENARAI SINGKATAN ISTILAH</b>	xix
<b>ABSTRAK</b>	xxi
<b>ABSTRACT</b>	xxiii
<b>BAB 1      PENGENALAN</b>	
1.1    Pengenalan	1
1.2    Limitasi Proses Pengecaman dan Pengklasifikasian Imej Sperma Secara Manual	3
1.3    Objektif Penyelidikan	6
1.4    Skop Penyelidikan	8
1.5    Garis Panduan Tesis	9
<b>BAB 2      KAJIAN ILMIAH</b>	
2.1    Pengenalan	12
2.2    Sperma Tikus Sprague Dawley	13
2.2.1    Morfologi Sperma Sprague Dawley	14
2.2.2    Kaedah Persampelan Cecair Sperma	16

2.2.2.1	Faraj Buatan	16
2.2.2.2	Manipulasi Digital	17
2.2.2.2	Elektroejakulasi	18
2.2.3	Klasifikasi Jenis Sperma Tikus Sprague Dawley	19
2.2.4	Limitasi Ke Atas Pengklasifikasian Sperma Secara Manual	20
2.3	Pemrosesan Imej Digital	21
2.3.1	Konsep Imej Digital	22
2.3.2	Pra Pemrosesan Imej	25
2.3.3	Peruasan Imej	26
2.3.4	Pengklasifikasian Imej Menggunakan Kaedah Pemrosesan Imej	28
2.4	Rangkaian Neural Buatan	31
2.4.1	Neuron Biologi	31
2.4.2	Neuron Buatan	33
2.4.2.1	Seni Bina Neuron Buatan	35
2.4.2.2	Proses Pembelajaran Neuron Buatan	39
2.4.3	Pengklasifikasian Imej Berkonsepkan Rangkaian Neural	42
2.5	Aplikasi Semasa Teknik Pemrosesan Imej Terhadap Pengklasifikasian Sperma	44
2.6	Aplikasi Semasa Teknik Rangkaian Neural Terhadap Pengklasifikasian Sperma	46
2.7	Kesimpulan	47

**BAB 3            PENGKLASIFIKASIAN IMEJ SPERMA TIKUS SPRAGUE  
DAWLEY MENGGUNAKAN KAEDAH PEMROSESAN IMEJ**

3.1	Pengenalan	49
3.2	Pengklasifikasian Imej Sperma Tikus Sprague Dawley Menggunakan Kaedah Pemrosesan Imej Secara Umum	50
3.3	Peruasan Imej	53
3.3.1	Kaedah Nilai Ambang Ganda Dua	54
3.3.2	Kaedah Pengelompokan Purata-k Bolehgerak Terubahsuai	63
3.3.3	Perbandingan Kaedah Peruasan Imej	71
3.4	Teknik Pengisian Lubang Menggunakan Kod Berantai Freeman	75
3.5	Kaedah Padanan Templat	83
3.5.1	Kaedah Padanan Templat Menggunakan Algoritma Kolerasi Silang	86
3.5.2	Kaedah Putaran Imej Menggunakan Hubungan Jumlah-Sudut	92
3.5.3	Analisa dan Sampel Data	95
3.5.4	Keputusan dan Perbincangan	98
3.6	Kesimpulan	105

**BAB 4            PENGKLASIFIKASIAN IMEJ SPERMA TIKUS SPRAGUE  
DAWLEY    MENGGUNAKAN    RANGKAIAN    NEURAL  
BUATAN**

4.1	Pengenalan	107
4.2	Pengklasifikasian Imej Sperma Tikus Sprague Dawley Menggunakan Rangkaian Neural Buatan Secara Umum	109
4.3	Pengestrakan Ciri-ciri Imej Sperma Tikus Sprague Dawley	112
4.3.1	Ciri Darjah Bukaam	116
4.3.2	Ciri Lebar Lengkungan	119
4.3.3	Peratusan Padanan Templat	122
4.4	Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Hibrid	123
4.4.1	Seni Bina	125
4.4.2	Pemberat Sambungan	127
4.4.3	Proses Pengklasifikasian Menggunakan Rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Hibrid	131
4.5	Analisa dan Sampel Data	131
4.6	Keputusan dan Perbincangan	136
4.7	Kesimpulan	140

<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN</b>	
	5.1	Kesimpulan 143
	5.2	Cadangan 146
<b>RUJUKAN</b>		148
<b>LAMPIRAN</b>		168
Lampiran A		
Jadual A.1	Perbezaan nilai ambang menggunakan kaedah TDV dan kaedah ambang konvensional.	168
Jadual A.2	Peratus bagi bilangan imej yang mempunyai nilai ambang yang sama bagi kedua-dua kaedah TDV dan kaedah ambang konvensional.	187
<b>SENARAI PENERBITAN</b>		188



## SENARAI RAJAH

<b>Senarai Rajah</b>	<b>Muka Surat</b>
Rajah 2.1	Morfologi sel sperma tikus Sprague Dawley. 15
Rajah 2.2	Imej sperma tikus Sprague Dawley pada pembesaran 400. 15
Rajah 2.3	Alat untuk teknik Faraj Buatan. 17
Rajah 2.4	Alat untuk teknik Manipulasi Digital. 18
Rajah 2.5	Alat untuk teknik Elektroejakulasi. 19
Rajah 2.6	(a) Imej sperma abnormal tanpa cangkuk, (b) Imej sperma abnormal berbentuk pisang. 20
Rajah 2.7	(a) Alat 'hemacytometer' dan (b) bilik pengiraan sperma (SCC) 21
Rajah 2.8	Tatasusunan piksel dalam imej dua dimensi pada koordinat (5,4). 23
Rajah 2.9	Tiga jenis grid piksel yang sering digunakan dalam imej dua dimensi; a) grid segi tiga, b) grid segi empat dan c) grid heksagonal. 24
Rajah 2.10	a) Imej kepala sperma tikus Sprague-Dawley; b) Taburan histogram paras kelabu bagi imej (a). 25
Rajah 2.11	Gambarajah rangkaian biologi neural ( <i>neuron</i> ) (Diamantaras & Kung, 1996). 32
Rajah 2.12	Pemodelan neuron berdasarkan McCulloch dan Pitts. 34
Rajah 2.13	Model rangkaian neural suap depan dengan sambungan penuh. 36

Rajah 2.14	Model rangkaian neural suap depan dengan sambungan separa.	37
Rajah 2.15	Model rangkaian neural suap balik dengan dua lapisan tersembunyi.	38
Rajah 3.1	Carta alir proses pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley menggunakan teknik pemprosesan imej.	51
Rajah 3.2	Taburan histogram berbentuk bimodal.	56
Rajah 3.3	Taburan histogram yang bukan berbentuk bimodal, (a) imej Dawley01, (b) taburan histogram.	56
Rajah 3.4	Proses pembahagian piksel imej melalui kaedah nilai ambang ganda dua.	58
Rajah 3.5	Imej Dawley01 (a) Imej asal, (b) taburan histogram, (c) imej keluaran menggunakan kaedah TDV pada paras kelabu 109, (d) imej keluaran menggunakan kaedah ambang konvensional pada paras kelabu 109.	59
Rajah 3.6	Imej Dawley02 (a) Imej asal, (b) taburan histogram, (c) imej keluaran menggunakan kaedah TDV pada paras kelabu 109, (d) imej keluaran menggunakan kaedah ambang konvensional pada paras kelabu 107.	60
Rajah 3.7	Imej Dawley03 (a) Imej asal, (b) taburan histogram, (c) imej keluaran menggunakan kaedah TDV pada paras kelabu 126, (d) imej keluaran menggunakan kaedah ambang konvensional pada paras kelabu 124.	61

Rajah 3.8	Topeng imej $N \times N$ .	67
Rajah 3.9	Perbandingan imej keluaran Dawley01 (a) menggunakan kaedah MKM, (b) menggunakan kaedah MMKM.	69
Rajah 3.10	Perbandingan imej keluaran Dawley02 (a) menggunakan kaedah MKM, (b) menggunakan kaedah MMKM.	70
Rajah 3.11	Perbandingan imej keluaran Dawley03 (a) menggunakan kaedah MKM, (b) menggunakan kaedah MMKM.	70
Rajah 3.12	Perbandingan imej keluaran Dawley01 (a) menggunakan kaedah TDV, (b) menggunakan kaedah MMKM.	72
Rajah 3.13	Perbandingan imej keluaran Dawley02 (a) menggunakan kaedah TDV, (b) menggunakan kaedah MMKM.	72
Rajah 3.14	Perbandingan imej keluaran Dawley03 (a) menggunakan kaedah TDV, (b) menggunakan kaedah MMKM.	73
Rajah 3.15	Kod berantai Freeman yang mempunyai lapan cabang.	76
Rajah 3.16	Aplikasi kod berantai Freeman ke atas imej.	77
Rajah 3.17	Tiga contoh situasi yang berlainan dalam mencari titik benih yang baru.	80
Rajah 3.18	Keputusan bagi sampel imej Dawley04,	

	(a) imej asal,	
	(b) selepas melalui kaedah kod berantai Freeman.	81
Rajah 3.19	Keputusan bagi sampel imej Dawley05,	
	(a) imej asal,	
	(b) selepas melalui kaedah kod berantai Freeman.	81
Rajah 3.20	Keputusan bagi sampel imej Dawley06,	
	(a) imej asal,	
	(b) selepas melalui kaedah kod berantai Freeman.	82
Rajah 3.21	Carta alir bagi proses padanan templat.	90
Rajah 3.22	Imej templat bersaiz ganjil, 65 x 71 pada berlainan orientasi.	91
Rajah 3.23	Arah vektor bagi Hubungan Jumlah-Sudut.	93
Rajah 3.24	Proses putaran imej templat daripada $0^\circ$ sehingga $360^\circ$ mengikut arah jam, (a) $0^\circ$ atau $360^\circ$ , (b) $45^\circ$ , (c) $90^\circ$ , (d) $135^\circ$ , (e) $180^\circ$ , (f) $225^\circ$ , (g) $270^\circ$ , (h) $315^\circ$ .	94
Rajah 3.25	Sampel imej sperma tikus Sprague Dawley, (a) Imej Dawley02, (b) Imej Dawley07, (c) Imej Dawley08.	96
Rajah 3.26	Pengesanan imej sperma tikus Sprague Dawley, (a) Imej Dawley02 dengan peratus padanan Sperma02a dan Sperma02b masing-masing 93.15% dan 82.06%, (b) Imej Dawley07 dengan peratus padanan Sperma07a dan Sperma07b adalah 100% , (c) Imej Dawley08 dengan peratus padanan Sperma08 adalah 100%.	98
Rajah 4.1	Carta alir bagi proses pengklasifikasian	

	menggunakan rangkaian neural.	111
Rajah 4.2	Dawley09 (a) Imej asal (b) Imej keluaran	114
Rajah 4.3	Dawley10 (a) Imej asal (b) Imej keluaran	114
Rajah 4.4	Dawley11 (a) Imej asal (b) Imej keluaran	115
Rajah 4.5	Pengestrakan ciri darjah bukaan ke atas imej Dawley09.	116
Rajah 4.6	Skematik proses hitungan ciri darjah bukaan.	117
Rajah 4.7	Ciri darjah bukaan untuk imej Dawley09, $\alpha^\circ = 93.18^\circ$	118
Rajah 4.8	Ciri darjah bukaan untuk imej Dawley10, $\alpha^\circ = 172.80^\circ$	118
Rajah 4.9	Ciri darjah bukaan untuk imej Dawley11, $\alpha^\circ = 174.94^\circ$	118
Rajah 4.10	Pengestrakan ciri lebar lengkungan ke atas imej Dawley09.	119
Rajah 4.11	Ciri lebar lengkungan untuk imej Dawley09, $l = 33.24$	121
Rajah 4.12	Ciri lebar lengkungan untuk imej Dawley10, $l = 4.12$	121
Rajah 4.13	Ciri lebar lengkungan untuk imej Dawley11, $l = 7.21$	121
Rajah 4.14	Seni bina rangkaian HMLP (Mashor, 2000).	127
Rajah 4.15	Blok pengklasifikasian sel sperma tikus, (a) klasifikasi kepada dua kelas, (b) klasifikasi kepada tiga kelas.	135

## SENARAI JADUAL

<b>Senarai Jadual</b>	<b>Muka Surat</b>
Jadual 3.1	Keputusan nilai ambang menggunakan kaedah TDV yang dicadangkan dan kaedah ambang konvensional. 61
Jadual 3.2	Kelebihan kaedah TDV dan MMKM. 74
Jadual 3.3	Bilangan sperma yang dikenal pasti mengikut peraturan padanan. 100
Jadual 4.1	Bilangan imej sperma bagi fasa latihan untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal dan abnormal. 132
Jadual 4.2	Bilangan imej sperma bagi fasa ujian untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal dan abnormal. 133
Jadual 4.3	Bilangan imej sperma bagi fasa latihan untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang. 133
Jadual 4.4	Bilangan imej sperma bagi fasa ujian untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang. 134
Jadual 4.5	Kejituan, spesifisiti dan sensitiviti bagi fasa latihan untuk lima analisa berasingan rangkaian

	HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal dan abnormal.	136
Jadual 4.6	Kejituan, spesifisiti dan sensitiviti bagi fasa Ujian untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal dan abnormal.	137
Jadual 4.7	Kejituan, spesifisiti dan sensitiviti bagi fasa latihan untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang	138
Jadual 4.8	Kejituan, spesifisiti dan sensitiviti bagi fasa ujian untuk lima analisa berasingan rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang	138
Jadual 4.9	Purata kejituan, spesifisiti dan sensitiviti bagi rangkaian HMLP terhadap pengklasifikasian kepada dua dan tiga kelas	139

## SENARAI TERJEMAHAN ISTILAH

<b>Bahasa Melayu</b>	<b>Bahasa Inggeris</b>
Analisa prinsip komponen	Principal component analysis
Asid 'deoxyribonucleic'	Deoxyribonucleic acid
Berbilang lapisan	Multi-layer
Bulat	Round
Bulat-panjang	Long-round
Elektroejakulasi	Electroejaculation
Elektrokimia	Electrochemical
Ellips	Elliptic
Empat-pokok	Quad-tree
Evolusi	Evolutionary
Faktor pelupa	Forgetting factor
Fungsi asas jejarian	Radial basis function
Hubungan jumlah-sudut	Angle-sum relation
Interneuron	Interneuron
Jarak bergerak bumi	Earth mover distance
Jarak Euclidean	Euclidean distance
Jumlah perbezaan nyata	Sum of absolute different
Jumlah perbezaan persegi	Sum of squared differences
Kaedah kecerunan purata nilai ambang	Average gradient method of thresholding
Kebolehlenturan	Flexibility
Faraj buatan	Artificial vagina



Kecerunan menurun dengan momentum dan suai	Gradient descent with momentum and adaptive
Kekuatan	Fitness
Kekurangan cembung	Convex deficiency
Keluasan matrik	Area matrix
Kepala-rata	Flat-headed
Kepala-tajam	Sharp-headed
Ketidakselanjarian	Discontinuity
Kod berantai Freeman	Freeman chain code
Kohonen SOM	Kohonen's SOM
Kolerasi diskrit	Discrete correlation
Kuasa dua terkecil linear	Linear least square
Lelaran	Epoch
Lipatan-5	5-fold
Manipulasi digital	Digital manipulation
Neural	Neuron
Nilai ambang ganda dua	Threshold doubled value
Pemberat	Weight
Penganalisa klasifikasi sperma	sperm-class analyzer
Penganjuran diri	self-organizing
Pengelompokan purata-k bolehgerak yerubahsuai	Modified moving k-mean
Pengelompokan purata-k bolehgerak	Moving k-mean
Pengkuantuman vektor pembelajaran generalisasi	Generalized learning vector quantization
Pengkuantuman vektor pembelajaran	Learning vector quantization

Peralihan purata	Mean shift
Perambatan balik	Back propagation
Perambatan balik kenyal	Resilient back propagation
Pergerakan	Moving
Persaingan	Competitive
Persamaan	Similarity
Perseptron berbilang lapisan hibrid	Hybrid multilayered perceptron
Perseptron berbilang lapisan	Multilayer perceptron
Perseptron Satu lapisan	Single-layer perceptron
Piriform	Pyriform
Purata ralat kuasa dua	Mean squared error
Purata-c kabur	Fuzzy c-means
Purata-k	K-mean
Pusat sains kesihatan london	London health sciences centre
putaran yang ketakberubahan	Rotation invariance
Ralat ramalan jadi semula terubahsuai	Modified recursive prediction error
Salah positif	False positive
Salah tahap dan gred	Grading and staging errors
Sensitiviti	Sensitivity
Skim klasifikasi imej modul hibrid	Hybrid modular image classification scheme
Spektrum	Spectral
Spesifisiti	Specificity
Suap balik	Feedback

Suap depan

Tak terselia

Terlebih diagnosis

Terlepas diagnosis

Terselia

Tetulang

Transformasi Fourier

Feedforward

Unsupervised

Over diagnosis

Missed diagnosis

Supervised

Reinforcement

Fourier Transform

## SENARAI SINGKATAN ISTILAH

ASR	-	Angel-Sum Relation
CASA	-	Computer Assisted Sperm Analysis
DNA	-	Deoxyribonucleic Acid
EMD	-	Earth Mover Distance
FCC	-	Freeman Chain Code
GDX	-	Gradient Descent with Momentum and Adaptive
GLVQ	-	Generalized Learning Vector Quantization
HMLP	-	Hybrid Multilayered Perceptron
LLS	-	Linear Least Square
LM	-	Levenberg-Marquardt
LVQ	-	Learning Vector Quantization
MKM	-	Moving K-Mean
ml	-	Milliliter
MLP	-	Multilayer Perceptron
MMKM	-	Modified Moving K-Mean
MRPE	-	Modified Recursive Prediction Error
MSE	-	Mean Squared Error
PCA	-	Principal Component Analysis
QN	-	Quasi-Newton
RBF	-	Radial Basis Function
RPE	-	Recursive Prediction Error
RPROP	-	Resilient Back Propagation
SAD	-	Sum of Absolute Different

SLP	-	Single-Layer Perceptron
SSD	-	Sum of Squared Differences
TDV	-	Threshold Doubled Value
WHO	-	World Health Organization

## ABSTRAK

Sehingga kini, proses pengesanan sperma masih dilakukan secara manual. Walaupun keputusan yang diperolehi berkualiti, namun masih lagi terdapat kekangan. Kesalahan dalam pengesanan imej sperma perlu diminimumkan. Oleh itu, penyelidikan ini mencadangkan pembinaan sistem pengklasifikasian imej sperma bagi membantu proses pengesanan manual oleh ahli patologi. Skop penyelidikan ini tertumpu kepada pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley kepada kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang berdasarkan ciri-ciri kepala sperma. Sistem yang dibangunkan mengaplikasi teknik pemprosesan imej (untuk mengklasifikasikan imej sperma kepada normal dan abnormal) dan rangkaian neural buatan (untuk mengklasifikasikan imej sperma kepada normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang). Teknik pemprosesan imej mengintegrasikan kaedah peruasan, pemenuhan lubang dan padanan templat. Dalam proses peruasan, penyelidikan ini membangunkan dua algoritma baru iaitu Nilai Ambang Ganda Dua (*Threshold Doubled Value*, TDV) dan Pengelompokan Purata-k Bolehgerak Terubahsuai (*Modified Moving K-Mean*, MMKM). Kedua-dua algoritma tersebut telah dibuktikan berjaya meruas imej sperma dengan lebih baik berbanding kaedah konvensional. Penyelidikan ini juga membangunkan satu cara implementasi baru bagi kaedah kod berantai untuk memenuhkan lubang atau hingar pada kepala sperma. Kemudian, penyelidikan ini membuktikan pengaplikasian kaedah padanan templat menggunakan algoritma kolerasi silang menghasilkan kejituan pengklasifikasian yang tinggi iaitu 99.79%. Bagi pengklasifikasian sperma menggunakan rangkaian Perseptron Berbilang Lapisan Hibrid (*Hybrid Multilayered Perceptron*, HMLP) yang dilatih oleh algoritma pembelajaran Ralat Ramalan Jadi Semula Terubahsuai (*Modified Recursive Prediction Error*, MRPE). Sistem yang

dibina menghasilkan kejitian 100% dan 94.62% masing-masing bagi proses pengklasifikasian sperma kepada dua dan tiga kelas. Penyelidikan ini juga berjaya mencadangkan tiga ciri imej sperma yang sesuai untuk dijadikan masukan rangkaian HMLP iaitu peratus padanan templat, darjah bukaan dan lebar lengkungan.

# **CLASSIFICATION OF NORMAL AND ABNORMAL SPERM FROM SUSPENSION OF SPRAGUE DAWLEY RAT SPERM.**

## **ABSTRACT**

As of now, the analysis of sperm such as counting and detection processes are still operated manually. Even though the results obtained are of high quality, errors still emerge. False detection in sperm analysis must be minimized as possible. Therefore, the current study focuses on developing a Sprague Dawley rat sperm classification system to assist the detection process by pathologist. The system has the ability to classify the Sprague Dawley rat sperm into three classes namely normal, hookless abnormal and banana shape abnormal based on the morphological characteristics of the sperm's head. The proposed system employs digital image processing technique to classify sperm into normal and abnormal classes as well as neural network to further classify sperm into normal, hookless abnormal and banana shape abnormal. Several digital image processing techniques have been integrated such as segmentation, hole filling and template matching. In segmentation process, this research proposes two new segmentation algorithms called as Threshold Doubled Value (TDV) and Modified Moving K-Mean (MMKM). These algorithms have been proven to give better segmentation results as compared to the conventional algorithms. This research also proposes a new implementation process for chain code method to fill holes and noises which occur in segmented sperm's head image. In the sperm classification, template matching technique using cross correlation algorithm successfully produces 99.79% of accuracy. However, the sperm classification using the Hybrid Multilayered Perceptron (HMLP) network trained with Modified Recursive Prediction Error (MRPE) algorithm achieved a higher accuracy by 100%. The HMLP network further classifies the rat sperm into three classes with high



accuracy at 94.62%. This research also proposes three significant features of sperm image to be used as input data to the HMLP network namely matching percentage, opened degree and width of the bend.

# **BAB 1**

## **PENGENALAN**

### **1.1 Pengenalan**

Sehingga kini, proses diagnosis penyakit berdasarkan imej perubatan masih lagi dilakukan secara manual dengan menggunakan mata kasar manusia. Proses ini melibatkan penggunaan tenaga dan masa yang intensif terutama bagi analisa sampel kajian yang banyak. Di samping itu, ahli patologi bertanggungjawab sepenuhnya ke atas keputusan diagnosis yang dikeluarkan bagi sesuatu penyakit. Ahli patologi yang berkemahiran tinggi perlu berupaya menentukan tahap sesuatu penyakit dengan baik (Thornton, 2007). Oleh itu, ketepatan keputusan diagnosis yang dihasilkan oleh ahli patologi sangat penting. Keputusan diagnosis daripada ahli patologi juga boleh dijadikan sebagai kenyataan di dalam mahkamah untuk sesuatu kes yang dibicarakan (Thornton, 2007). Keputusan diagnosis yang lambat dan berupaya menyebabkan kesan negatif kepada pesakit juga akan menyebabkan ahli patologi dipertanggungjawabkan apabila dihadapkan ke mahkamah (Troxel, 2000).

Kemandulan menjadi isu utama bagi keluarga yang menghadapi masalah mendapatkan zuriat. Kemandulan mungkin berpunca daripada lelaki atau wanita atau kedua-duanya dalam sesuatu pasangan. Secara khusus, kemandulan yang berpunca daripada lelaki adalah disebabkan oleh penghasilan sel sperma yang kurang aktif atau mempunyai bentuk morfologi yang abnormal (Aitken, 2006; Pusat Kemandulan Konsep Malaysia, 2008; Fertile Herbs, 2007). Berdasarkan penyelidikan yang dijalankan oleh World Health Organization (WHO), lebih daripada 50% kes kemandulan adalah berpunca daripada kaum lelaki. Dalam kajian berasingan, bagi penyelidikan terhadap kes kemandulan bagi tiap-tiap pasangan secara umum, 40%

daripada kemandulan adalah berpunca daripada lelaki, 40% berpunca daripada wanita, 10% berpunca daripada lelaki dan wanita, dan 10% berpunca daripada faktor lainnya (Fertile Herbs, 2007). Menurut Dindyal *et. al.*, (2004), penyelidikan terhadap sel sperma manusia yang dilakukan sejak 20 tahun lalu membuktikan bilangan sel sperma manusia yang hadir dalam sampel spesimen sperma lelaki amnya adalah semakin berkurangan. Berdasarkan Pantai Medical Centre (2008) pula, tiga kriteria penting dalam analisa kemandulan lelaki yang berpunca daripada sel sperma adalah bilangan, pergerakan dan morfologi sel sperma tersebut.

Penyelidikan-penyelidikan terdahulu juga banyak menggunakan sel sperma tikus sebagai sampel kajian untuk mengkaji kesan ubat-ubatan yang diaplikasikan ke atas tikus tersebut sebelum ubat-ubatan tersebut boleh diaplikasikan ke atas tubuh manusia (Joshi *et. al.*, 2003; Kawai *et. al.*, 2006; Hu & Yan, 2002). Penyelidikan-penyelidikan tersebut membuktikan kewujudan persamaan anatomi tubuh di antara badan manusia dan tikus. Salah satu persamaan anatomi tersebut ialah organ hati (Kogure *et. al.*, 1999). Bagi aplikasi harian sehingga kini, setiap keputusan kajian yang diperolehi daripada sampel air mani adalah dilaksanakan secara manual oleh ahli patalogi.

Banyak penyelidikan telah dibangunkan untuk memajukan lagi proses pengecaman corak dan pengklasifikasian imej terutama di dalam aplikasi imej perubatan. Kebanyakan penyelidikan yang dibangunkan berasaskan penggunaan teknik pemprosesan imej digital dan rangkaian neural buatan. Teknik pemprosesan imej kebanyakannya diaplikasikan di dalam proses membaiki kualiti imej, menyediakan imej mengikut keperluan penyelidikan, pengestrakan ciri-ciri imej, pengecaman dan pengklasifikasian. Teknik pemprosesan imej telah dibuktikan berjaya dalam meningkatkan kualiti, mengecam dan mengklasifikasi imej dalam

pelbagai bidang terutama bidang perubatan (Carillo *et. al.*, 2007; Rodriguez *et. al.*, 2006; Buendia *et. al.*, 2002). Rangkaian neural buatan juga telah banyak diaplikasikan dalam penyelidikan untuk meningkatkan kualiti, mengecam dan mengklasifikasikan imej perubatan (Mat-Isa *et. al.*, 2008; Abu-Seman *et. al.*, 2008; Kuri-Morales *et. al.*, 2003).

Justeru itu, dalam penyelidikan ini, kedua-dua teknik tersebut (iaitu pemprosesan imej dan rangkaian neural buatan) diaplikasikan ke dalam pembangunan sistem pengklasifikasian imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley. Bagi teknik pemprosesan imej, penyelidikan ini mengaplikasikannya untuk meruas, membaiki kualiti, mengecam, mengklasifikasi dan mengestrak ciri-ciri imej sperma tikus Sprague Dawley. Teknik rangkaian neural buatan pula diaplikasikan untuk meningkatkan kejituan pengklasifikasian imej sperma tikus Sprague Dawley yang dibangunkan menggunakan teknik pemprosesan imej. Oleh itu, skop penyelidikan ini hanya tertumpu kepada pengaplikasian rangkaian neural buatan yang telah sedia ada.

## **1.2 Limitasi Proses Pengecaman dan Pengklasifikasian Imej Sperma Secara Manual**

Sehingga kini, proses pengecaman dan pengklasifikasian sesuatu imej kajian masih lagi beroperasi secara manual. Berdasarkan sampel imej kajian terutama sampel imej bercorak perubatan, keputusan pengecaman dan pengklasifikasian yang dilakukan oleh ahli patologi sangat menitikberatkan kejituan. Justeru itu, hanya ahli patologi yang terlatih dan berpengalaman sahaja akan diberikan tugas ini. Namun, masih terdapat kesalahan dalam proses diagnosis dan pengklasifikasian yang dilakukan oleh ahli patologi (Raab & Grzybicki, 2006; Roberts, 2006; Chorneyko &

Butany, 2008; Fletcher, 2006). Selain itu, Pusat Sains Kesihatan London (*London Health Sciences Centre*) melaporkan perolehan kadar kesalahan yang tinggi dalam keputusan yang dikeluarkan oleh ahli patologi bagi pengesanan kanser (Solecki, 2008). Di samping itu juga, terdapat kesalahan diagnosis bagi kali kedua yang dilakukan oleh ahli patologi ke atas pesakit (Duggan, 2007). Terdapat juga kes kematian yang berpunca daripada kesalahan diagnosis yang serius oleh ahli patologi (Levy, 2008). Kewujudan masalah-masalah seperti ini menyebabkan kepercayaan terhadap keputusan diagnosis yang dihasilkan oleh ahli patologi semakin berkurangan. Selain itu, Lakhani (2009) menyatakan bahawa pengklasifikasian imej melalui ciri-ciri morfologi adalah sukar dan menjadi limitasi kepada tugas ahli patologi. Penyelidikan Park *et. al.* (2009) menyatakan bahawa ahli patologi tidak menyediakan informasi yang lengkap untuk dijadikan sebagai bukti bagi mengukuhkan keputusan yang dibuat bagi kes-kes tertentu di mahkamah. Kesalahan-kesalahan diagnosis oleh patologi menimbulkan keresahan terutama bagi pesakit-pesakit.

Selain kesalahan yang berpunca daripada ahli patologi, beban kerja yang terlalu banyak juga dikesan sebagai punca yang menyebabkan kadar kesalahan diagnosis tidak dapat dikurangkan. Menurut Raab & Grzybicki (2006), beban kerja yang terlalu banyak adalah antara punca utama menyebabkan kesalahan keputusan oleh ahli patologi. Berdasarkan Winter *et. al.* (2004), beban kerja adalah merangkumi kuantiti kerja dan kerumitan prosedur kajian. Kesalahan keputusan diagnosis oleh ahli patologi pula diwakili oleh tiga punca utama iaitu terlebih diagnosis (*over diagnosis*), terlepas diagnosis (*missed diagnosis*) dan salah tahap dan gred (*grading and staging errors*) (Roberts, 2009). Vollmer (2006) pula menyimpulkan bahawa beban kerja menggunakan tenaga manusia bagi proses pengesanan manual

menggunakan mata kasar adalah berkadar langsung dengan kesalahan keputusan secara bimodal. Menurut Vollmer (2006), beban kerja yang terlalu sedikit dan terlalu banyak akan menyebabkan kesalahan yang banyak dalam keputusan yang dikeluarkan oleh ahli patologi. Oleh itu, beban kerja yang seimbang berupaya mengurangkan risiko kesalahan tersebut. Menurut Vollmer (2006) lagi, masa juga adalah punca utama perolehan keputusan yang salah. Berdasarkan penyelidikan Raab & Grzybicki (2006) juga, ahli patologi yang bekerja lebih masa adalah lebih cenderung untuk melakukan kesalahan berbanding ahli patologi yang bekerja pada masa yang secukupnya. Ini disebabkan ahli patologi tidak berkesempatan untuk meneliti dan berbincang mengenai keputusan tersebut dengan ahli yang lebih arif. Berdasarkan Chorneyko & Butany (2008), kaedah pemerhati bersama bagi ahli patologi adalah penting untuk mengurangkan kesalahan keputusan yang diperolehi. Namun, kaedah tersebut memakan kos yang sangat besar terutama dalam menyediakan fasiliti dan tenaga pakar.

Selain itu, bagi pengklasifikasian sel sperma tikus Sprague Dawley, saiz sperma yang terlalu kecil menyukarkan proses pengesanan dan pengklasifikasian yang dijalankan secara manual. Berdasarkan pemerhatian, terdapat beberapa saiz imej sperma yang hampir menyerupai saiz partikel-partikel lain yang hadir di dalam suspensi sperma tersebut. Partikel-partikel tersebut terdiri daripada organ dan tisu yang hancur semasa proses pengestrakan sperma tikus Sprague Dawley.

Di samping itu, morfologi imej sperma tikus Sprague Dawley juga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan kesalahan dalam proses pengesanan dan pengklasifikasian. Justeru itu, penyelidikan ini menitikberatkan morfologi kepala sperma dalam proses pengklasifikasian. Berdasarkan morfologi kepala sperma normal dan abnormal, pengklasifikasian sperma kepada kelas normal dan abnormal

tidak sukar dilaksanakan kerana perbezaan morfologi dan bentuk yang agak jelas. Namun begitu, pengklasifikasian imej sperma kepada normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang adalah lebih sukar disebabkan morfologi kepala sperma abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang tidak menunjukkan perbezaan yang ketara.

Berdasarkan masalah-masalah tersebut, pembangunan penyelidikan untuk pengecaman dan pengklasifikasian imej perubatan adalah sangat diperlukan bagi meringankan beban kerja ahli patologi dan sekaligus berupaya mengurangkan kesalahan dalam keputusan penyelidikan yang dilaksanakan. Oleh itu, penyelidikan ini akan membangunkan satu sistem yang berupaya memberikan kejituan pengecaman dan pengklasifikasian yang tinggi dalam pengesanan sperma tikus Sprague Dawley normal dan abnormal.

### **1.3 Objektif Penyelidikan**

Berdasarkan masalah seperti yang diterangkan pada Bahagian 1.1 dan 1.2, objektif penyelidikan ini dibahagikan kepada empat iaitu:

1. Membina satu sistem pintar dalam proses mengklasifikasi imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley kepada kelas normal dan abnormal berdasarkan teknik-teknik pemprosesan imej.
2. Mencadangkan teknik pemprosesan imej yang baru yang berpotensi dan menghasilkan prestasi yang lebih baik bertujuan menghasilkan keputusan pengklasifikasian yang lebih tinggi dalam (1).
3. Meningkatkan prestasi proses pengklasifikasian dalam (1) dengan mencadangkan penggunaan rangkaian neural buatan, serta mengklasifikasikan sperma tikus Sprague Dawley dengan lebih terperinci

iaitu kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang.

4. Mencadang dan mengestrak ciri-ciri imej sperma tikus Sprague Dawley yang bersesuaian untuk dijadikan sebagai masukan ke dalam rangkaian neural buatan.

Berdasarkan objektif penyelidikan yang pertama, keluaran sistem merangkumi keputusan imej padanan bagi sperma tikus Sprague Dawley berserta garisan penanda, keputusan peratusan padanan dan pengklasifikasian imej tersebut kepada kelas-kelas normal dan abnormal.

Berdasarkan objektif penyelidikan yang kedua, penyelidikan ini akan mencadangkan algoritma baru bagi kaedah peruasan untuk meruas imej sperma tikus Sprague Dawley. Selain itu, penyelidikan ini juga akan mencadangkan cara implementasi yang baru bagi kaedah-kaedah yang telah sedia ada dengan tujuan memudahkan implementasi dan meningkatkan prestasi sistem yang akan dibangunkan. Kaedah-kaedah yang diperkenalkan ini akan diintegrasikan untuk membina satu sistem pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley berasaskan pemprosesan imej.

Bagi objektif penyelidikan yang ketiga, penyelidikan ini mencadangkan penggunaan rangkaian neural buatan untuk meningkatkan peratus kejituan pengklasifikasian yang diperolehi menggunakan teknik pemprosesan imej. Selain itu, rangkaian neural buatan yang dibangunkan juga akan diaplikasikan ke atas dua proses pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley. Proses pertama mengklasifikasikan sperma tersebut kepada dua kelas iaitu kelas normal dan abnormal manakala proses kedua mengklasifikasikan sperma dengan lebih terperinci



kepada tiga kelas iaitu kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang.

Objektif penyelidikan yang keempat mencadangkan tiga ciri imej sperma tikus Sprague Dawley yang difokuskan pada bahagian kepala sperma untuk dijadikan sebagai masukan kepada rangkaian neural buatan. Ketiga-tiga ciri baru yang dicadangkan ialah ciri peratus padanan templat, darjah bukaan dan lebar lengkungan.

#### **1.4 Skop Penyelidikan**

Bidang pemrosesan imej merupakan salah satu bidang yang luas dan sering diaplikasikan dalam membantu kehidupan manusia. Sehingga kini, telah banyak penyelidikan dibangunkan bagi meningkatkan prestasi kaedah yang diaplikasikan di dalam bidang ini supaya menghasilkan keputusan yang boleh dipercayai dan digunakan dalam aplikasi seharian. Skop penyelidikan ini tertumpu kepada aplikasi pemrosesan imej dan rangkaian neural buatan ke atas imej perubatan iaitu imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley yang bertujuan mengecam dan mengklasifikasikan imej sperma tersebut.

Bagi pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley kepada dua kelas iaitu normal dan abnormal, penyelidikan ini mencadangkan satu sistem pengklasifikasian berasaskan pemrosesan imej. Penyelidikan ini memilih teknik peruasan, pemenuhan lubang, dan kaedah berantai untuk dijadikan sebagai teknik pra pemrosesan sebelum imej kajian melalui proses pengklasifikasian menggunakan teknik padanan templat berasaskan algoritma korelasi silang.

Skop penyelidikan ini juga memperincikan lagi pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley kepada tiga kelas iaitu kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang. Bagi tujuan ini, kaedah padanan templat tidak sesuai

digunakan. Ini kerana bagi sperma abnormal, bentuk dan saiz sperma abnormal tanpa cangkuk dan berbentuk pisang tidak tetap dan berubah antara satu sama lain. Ini berbeza dengan sperma normal kerana pada asasnya, bentuk semua sperma normal adalah hampir menyerupai satu sama lain. Ini membolehkan proses penentuan imej templat ideal untuk sperma normal boleh dilakukan. Sebaliknya, proses penentuan ini adalah tidak sesuai untuk mencari imej templat ideal untuk sperma abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang memandangkan masalah perbezaan yang ketara antara sperma abnormal seperti yang telah diterangkan. Oleh itu, penyelidikan ini menggunakan rangkaian neural buatan sebagai pengkelas pintar bagi proses pengklasifikasian. Sebagai masukan kepada rangkaian neural buatan, penyelidikan ini mencadangkan penggunaan tiga ciri imej sperma tikus Sprague Dawley iaitu peratus padanan templat, darjah bukaan dan lebar lengkungan.

Bagi setiap sistem yang dibina, penyelidikan ini hanya menfokuskan pengklasifikasian berdasarkan morfologi kepala sperma yang diambil daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley. Berdasarkan aplikasi teknik pemrosesan imej dan rangkaian neural ke dalam penyelidikan ini, sistem yang dibangunkan diharapkan berupaya membantu ahli patologi dalam mendiagnosis dan mengklasifikasi imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley dengan lebih tepat dan mudah.

## **1.5 Garis Panduan Tesis**

Secara umum, tesis ini dibahagikan kepada lima bab. Bab 1 akan menerangkan pengenalan dan pelbagai masalah berkenaan penyelidikan yang dibangunkan. Selain itu, Bab 1 juga mengandungi objektif dan skop penyelidikan.

Akhir sekali, Bab 1 menerangkan berkenaan garis panduan tesis untuk penerangan secara umum isi-isi yang dibincangkan pada setiap bab bagi penyelidikan ini.

Di dalam Bab 2, tesis ini akan menfokuskan kepada kajian ilmiah yang berkaitan dengan penyelidikan yang akan dibangunkan. Bab 2 dimulakan dengan pengenalan imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley dan jenis-jenis keabnormalan sperma tersebut. Bab 2 juga menerangkan limitasi pengklasifikasian secara manual terhadap imej sperma tikus Sprague Dawley secara umum. Bab 2 diteruskan dengan penerangan keupayaan teknik pemprosesan imej untuk proses pengklasifikasian imej yang telah dibangunkan oleh penyelidikan-penyelidikan terdahulu. Di samping itu, Bab 2 juga menerangkan keupayaan dan senibina asas rangkaian neural buatan dalam proses pengklasifikasian imej. Pada bahagian akhir, Bab 2 menerangkan keupayaan aplikasi teknik pemprosesan imej dan rangkaian neural buatan oleh penyelidikan-penyelidikan terdahulu dalam proses pengklasifikasian imej terutama pengesanan sperma.

Bab 3 akan menerangkan algoritma dan kaedah pemprosesan imej yang diaplikasikan dalam penyelidikan ini untuk proses pengklasifikasian imej sperma tikus Sprague Dawley. Algoritma dan kaedah yang dipilih adalah berdasarkan potensinya dalam membantu meningkatkan kejituan dalam pengklasifikasian imej sperma tersebut serta mempunyai implementasi yang mudah untuk dibangunkan di dalam sistem. Bab 3 akan menerangkan algoritma, kaedah, syarat dan cara implementasi bagi setiap teknik pemprosesan imej yang terlibat. Bab 3 juga akan membentangkan keputusan yang diperolehi bagi setiap kaedah yang dibangunkan. Bagi proses pengklasifikasian, Bab 3 akan memaparkan peratus kejituan pengklasifikasian imej sperma tikus Sprague Dawley kepada kelas normal dan abnormal. Berdasarkan peratus kejituan pengklasifikasian tersebut, Bab 3 akan

memilih dan memaparkan nilai peratus padanan ambang yang diperolehi berdasarkan kajian ke atas sampel imej tersebut. Secara praktikal, peratus padanan ambang ini akan digunakan untuk proses pengklasifikasian imej sperma tikus kepada kelas normal atau abnormal. Akhir sekali, Bab 3 akan menyimpulkan keupayaan setiap algoritma dan kaedah pemprosesan imej yang diaplikasikan dalam penyelidikan ini.

Bab 4 pula akan menerangkan kaedah dan algoritma pembelajaran rangkaian neural buatan untuk proses pengklasifikasian imej sperma tikus Sprague Dawley. Kaedah dan algoritma pembelajaran yang berpotensi memberikan kejituan pengklasifikasian yang tinggi akan dipilih untuk diaplikasikan ke dalam penyelidikan ini. Rangkaian neural akan digunakan untuk mengklasifikasikan sperma tikus Sprague Dawley kepada tiga kelas iaitu normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang. Bab 4 juga menerangkan pengestrakan ciri-ciri imej sperma tikus Sprague Dawley sebagai data masukan rangkaian neural. Keputusan dan perbincangan pengestrakan ciri dan peratus kejituan pengklasifikasian sperma tikus Sprague Dawley akan dibentangkan di akhir Bab 4.

Bab 5 merupakan bab terakhir bagi tesis ini. Bab 5 mengandungi kesimpulan keseluruhan bagi teknik-teknik pemprosesan imej dan rangkaian neural buatan yang dibangunkan. Bab 5 juga menerangkan bagaimana sistem yang dibina berupaya mengklasifikasikan imej sperma tikus Sprague Dawley kepada kelas-kelasnya. Cadangan untuk memajukan lagi sistem ini pada masa hadapan juga dinyatakan pada akhir bab ini.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 Pengenalan**

Semenjak beberapa dekad yang lepas, saintis telah mengkaji beberapa masalah penyakit daripada kalangan kaum lelaki berpunca daripada bilangan sel sperma yang rendah. Bilangan sel sperma normal yang rendah adalah penyebab utama masalah kemandulan bagi kaum lelaki. Bilangan sel sperma normal seperti yang ditakrifkan oleh World Health Organization (WHO) merujuk kepada kepekatan sperma sebanyak 20 juta per mililiter (ml) dengan isipadu minimum air mani sebanyak 2 mililiter (Borrero, 2002). Oleh itu, keseluruhan bilangan normal bagi sperma ialah 40 juta di mana 75% daripadanya adalah bernyawa; 30% berada dalam keadaan sperma normal, 25% berada dalam keadaan pergerakan yang aktif dan 50% berada dalam keadaan aktif dan bergerak secara ke hadapan. Proses pengiraan dan pengklasifikasian sperma bagi suatu spesimen dilakukan secara manual dengan menggunakan alat yang dipanggil 'hemacytometer' (Rouge, 2002). Secara umum, alat ini dibangunkan bertujuan mengira sel darah, namun ia juga boleh digunakan untuk mengira sel sperma.

Sebelum pengujian dilakukan terhadap manusia, pengujian terhadap sampel tikus seringkali dilakukan. Proses pengecaman dan pengklasifikasian imej sperma tikus seperti tikus Sprague Dawley selalunya dilakukan secara manual menggunakan kepakaran manusia. Bagi sampel imej kajian yang bersaiz kecil dan mempunyai bilangan objek yang banyak seperti imej sperma, proses pengecaman dan pengklasifikasian secara manual adalah terlalu memenatkan dan mengambil masa yang lama. Terdapat penyelidikan-penyelidikan yang telah membuktikan proses

pegecaman dan pengklasifikasian yang dilakukan menggunakan kepakaran manusia secara manual adalah berisiko tinggi dalam menghasilkan kesalahan dalam keputusan pengklasifikasian.

Bab ini akan dimulakan dengan perbincangan mengenai sperma tikus Sprague Dawley, teori pengklasifikasian sperma dan limitasi ke atas pengklasifikasian sperma secara manual. Teori dan konsep teknik-teknik pemprosesan imej digital dan rangkaian neural buatan yang akan diimplentasikan ke atas sperma tikus Sprague Dawley dalam penyelidikan ini akan dibentangkan. Penerangan pada bahagian pemprosesan imej akan dimulakan dengan takrifan mengenai imej digital dan penghasilannya, dan histogram. Penerangan juga melibatkan aplikasi teknik pemprosesan imej iaitu peruasan imej dan pengklasifikasian imej. Bab ini juga membincangkan teknik-teknik pemprosesan imej dan rangkaian neural yang telah diaplikasikan ke atas imej sperma pada penyelidikan-penyelidikan yang terdahulu.

## **2.2 Sperma Tikus Sprague Dawley**

Sprague Dawley adalah sejenis spesies tikus. Tikus Sprague Dawley berasal daripada spesies tikus albino dan telah banyak digunakan untuk eksperimen oleh para saintis. Tikus Sprague Dawley dipilih disebabkan ia mempunyai sifat yang tenang dan mudah untuk dikendalikan berbanding jenis-jenis tikus yang lain. Secara purata, tikus Sprague Dawley juga mempunyai tahap kelahiran anak yang tinggi iaitu sebanyak 10.5 ekor pada setiap kelahiran berbanding tikus normal iaitu 8.0 (Sprague Dawley, 2009; Yosida & Hamada, 1985; Bouricius, 1948). Tikus Sprague Dawley mudah mendengar arahan dan mempunyai prestasi pembiakan yang sangat baik (Sprague Dawley, 2009). Tikus Sprague Dawley juga mempunyai anatomi yang

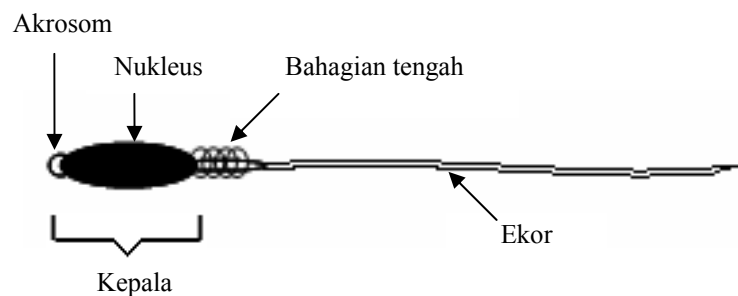
hampir serupa dengan tubuh manusia. Telah banyak kajian yang dilakukan menggunakan tikus sebagai sampel kajian yang boleh memanfaatkan manusia dan membuktikan banyak persamaan di antara anatomi tubuh badan manusia dan tikus (Hu & Yan, 2002; Joshi *et. al.*, 2003; Kawai *et. al.*, 2006). Kebanyakan penyelidikan yang dilakukan ke atas tikus adalah ujian toksikologi, penuaan, teratologi, onkologi, nutrisi dan lain-lain.

Sperma tikus Sprague Dawley diambil daripada induk apabila ia berada dalam keadaan matang iaitu di antara 12 hingga 14 minggu. Bagi mendapatkan hasil kajian yang baik, sampel sperma kebiasaannya diambil dalam masa tidak lebih daripada 10 minggu (*Computer Assisted Sperm Analysis (CASA)*, 2000). Dalam tempoh itu, sperma yang diambil masih belum matang dan mudah terdedah kepada bahan kimia dan gangguan lain yang boleh merosakkan sel-sel sperma. Oleh sebab itu, beberapa andaian yang penting perlu dititikberatkan apabila sperma tidak menunjukkan sebarang kesan terhadap bahan ujikaji yang diaplikasikan ke atasnya. Antara andaian tersebut ialah faktor masa yang singkat untuk sperma yang dijangkiti penyakit menunjukkan kesannya dan faktor umur tikus yang tidak cukup matang bagi membolehkannya berinteraksi dengan bahan ujikaji (*CASA*, 2000). Banyak kajian yang membuktikan bahawa faktor usia tikus memberikan perbezaan dalam keputusan kajian (Kholin, 1959; Wallace *et. al.*, 1951; Wang *et. al.*, 2001).

### **2.2.1 Morfologi Sperma Sprague Dawley**

Sperma tikus Sprague Dawley mempunyai anggaran panjang 2.5 $\mu$ m dan mempunyai kepala yang berbentuk cangkuk (*CASA*, 2000). Morfologi sperma tikus Sprague Dawley dibahagikan kepada tiga bahagian iaitu bahagian kepala, tengah dan ekor. Bahagian kepala sperma tikus Sprague Dawley mengandungi nukleus yang

padat dan akrosom yang kurang padat. Bahagian tengah sperma pula terdiri daripada kelopak seperti gegelung yang mengandungi genetik mitokondria. Genetik mitokondria berfungsi sebagai pembawa maklumat genetik daripada tikus induk. Bahagian ekor sperma tikus Sprague Dawley pula terdiri daripada filamen panjang yang bergegar dalam tempoh yang singkat apabila sperma berada dalam keadaan yang matang. Bagi imej sperma tikus Sprague Dawley yang diambil melalui pembesaran, kadang kala imej tersebut tidak memaparkan perbezaan yang jelas di antara bahagian tengah dan kepala sperma. Bagi kes seperti ini, bahagian tengah sperma digolongkan sebagai ekor sperma. Morfologi sperma tikus dan pembesaran imej sperma tikus pada 400 kali masing-masing dipaparkan dalam Rajah 2.1 dan Rajah 2.2 (CASA, 2000).



Rajah 2.1: Morfologi sel sperma tikus Sprague Dawley



Rajah 2.2: Imej sperma tikus Sprague Dawley pada pembesaran 400 kali

Rajah 2.1 dan 2.2 masing-masing menunjukkan imej morfologi sperma tikus dan imej sperma tikus yang telah dibesarkan pada pembesaran 400 kali. Dalam



kebanyakan penyelidikan yang dijalankan terhadap sperma tikus, saiz kepala, bentuk kepala dan ekor sperma menjadi kriteria dalam kajian. Namun begitu, terdapat maklumat tambahan yang boleh diperolehi daripada akrosom dan selaput-selaput halus sperma untuk penyelidikan yang lebih terperinci. Berdasarkan pelbagai jenis sperma, kebanyakan sel sperma mempunyai pelbagai bentuk dan saiz bergantung kepada spesis masing-masing. Sebagai contoh, sperma lembu dan manusia hampir menyerupai separa dayung manakala sperma tikus mempunyai bentuk seperti cangkuk (CASA, 2000).

### **2.2.2 Kaedah Persampelan Cecair Sperma**

Analisa air mani didefinisikan sebagai analisa saintifik yang dilaksanakan ke atas pengeluaran sperma, kuantiti dan kualiti sperma. Analisa yang dilaksanakan bukan sahaja dilakukan ke atas sel sperma, bahkan berlaku pada objek-objek lain yang turut hadir dalam cecair air mani. Terdapat tiga teknik umum yang sering digunakan dalam proses persampelan air mani iaitu persampelan menggunakan alat kecerdikan faraj (*artificial vagina*), manipulasi digital (*digital manipulation*) dan elektroejakulasi (*electroejaculation*) (Babyhopes, 2001). Setiap teknik persampelan cecair sperma yang diaplikasikan bergantung kepada spesis haiwan.

#### **2.2.2.1 Faraj Buatan**

Faraj Buatan merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam proses persampelan cecair air mani terutama untuk spesis lembu, kuda, kambing biri-biri, kambing, arnab dan kucing. Salah satu syarat penggunaan teknik ini ialah induk mesti berada dalam keadaan sedar. Teknik Faraj Buatan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.3 menggunakan aliran udara yang panas dan perangsang mekanikal

untuk membolehkan proses pancaran air mani. Faraj Buatan terdiri daripada tiub yang mempunyai lajur getah di luar yang berfungsi untuk menampung air dan lajur dalaman yang dilincirkan sebelum digunakan. Lajur luaran dipenuhi dan diberikan tekanan air dengan suhu 42 hingga 48°C.



Rajah 2.3: Alat untuk teknik Faraj Buatan (Artificial Vagina, 2007).

#### **2.2.2.2 Manipulasi Digital**

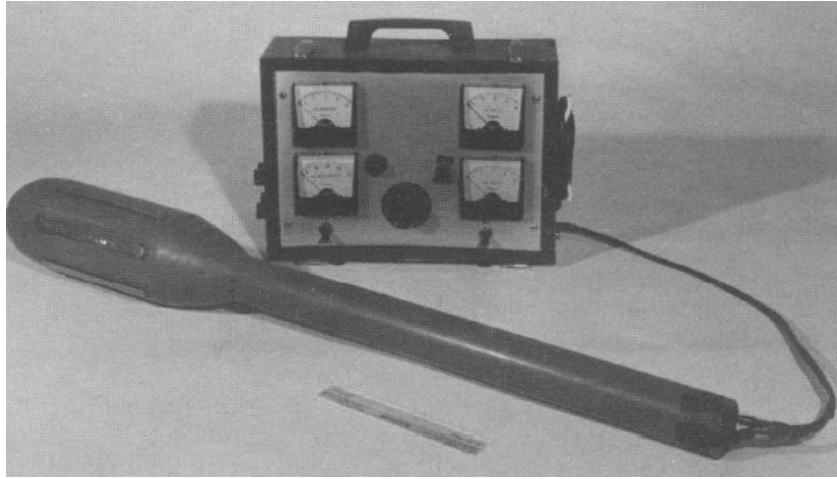
Teknik Manipulasi Digital beroperasi melalui proses tekanan terhadap zakar sehingga induk menjadi terangsang. Satu tiub akan disediakan untuk mengumpul air mani yang akan dikeluarkan daripada induk. Teknik Manipulasi Digital selalunya diaplikasikan ke atas ayam dan ayam belanda. Rajah 2.4 menunjukkan alat yang digunakan dalam proses persampelan cecair sperma menggunakan teknik Manipulasi Digital.



Rajah 2.4: Alat untuk teknik Manipulasi Digital (Kutzler, 2005).

### **2.2.2.3 Elektroejakulasi**

Teknik Elektroejakulasi beroperasi melalui kejutan elektrik yang mengandungi voltan rendah secara berulang. Elektroejakulasi dilekatkan pada saraf pelvis yang berfungsi sebagai sambutan duktus ejakulasi. Teknik Elektroejakulasi adalah teknik persampelan air mani yang sesuai diaplikasikan ke atas binatang buas. Antara kelebihan teknik Elektroejakulasi ialah tidak memerlukan rangsangan dan hanya menggunakan kuasa bateri. Teknik Elektroejakulasi kebiasaannya diaplikasikan ke atas semua jenis mamalia. Rajah 2.5 menunjukkan alat yang digunakan dalam proses persampelan cecair sperma menggunakan teknik Elektroejakulasi.



Rajah 2.5: Alat untuk teknik Eletroejakulasi (Howard *et. al.*, 1984).

### 2.2.3 Klasifikasi Jenis Sperma Tikus Sprague Dawley

Dalam penyelidikan ini, proses pengklasifikasian imej sperma daripada suspensi sperma tikus Sprague Dawley dibahagikan kepada dua proses. Proses pertama mengklasifikasikan imej sperma kepada normal dan abnormal. Satu proses lagi mengklasifikasikan imej sperma kepada tiga kelas iaitu kelas normal, abnormal tanpa cangkuk dan abnormal berbentuk pisang. Ciri imej sperma tikus Sprague Dawley yang normal adalah terdiri daripada morfologi kepala sperma yang berbentuk seperti cangkuk. Berdasarkan pemerhatian yang dilakukan, terdapat hanya satu ciri sahaja yang berupaya membezakan sperma normal dengan abnormal dengan jelas iaitu ciri bentuk. Berdasarkan usaha yang dilakukan dalam proses mencari ciri-ciri imej sperma tikus untuk proses pengklasifikasian, masih belum terdapat penyelidikan yang jelas membuktikan ciri yang lain selain daripada ciri bentuk yang berupaya mengklasifikasikan imej sperma tikus kepada normal dan abnormal. Berdasarkan kepada morfologi kepala sperma tikus Sprague Dawley, penyelidikan ini menumpukan pengklasifikasian imej sperma kepada keabnormalan yang terdapat pada kepala sperma sahaja. Berdasarkan maklumat yang diperolehi daripada Jabatan

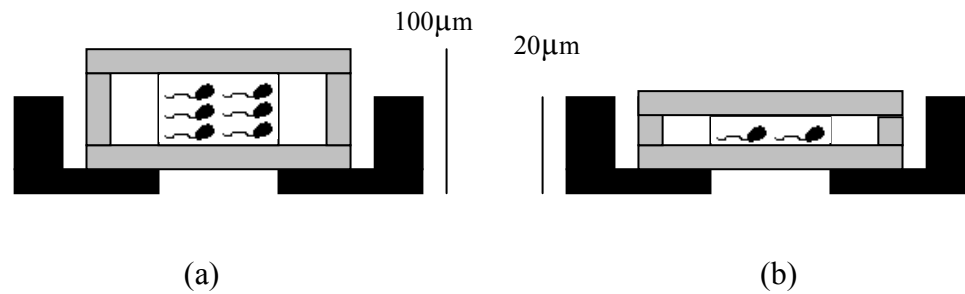
Farmakologi, Pusat Pengajian Sains Perubatan, Universiti Sains Malaysia, keabnormalan sperma tikus Sprague Dawley yang berpunca daripada morfologi kepala dikategorikan kepada dua jenis iaitu abnormal tanpa cangkuk dan berbentuk pisang masing-masing seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.6(a) dan (b).



Rajah 2.6 (a) Imej sperma abnormal tanpa cangkuk, (b) Imej sperma abnormal berbentuk pisang.

#### **2.2.4 Limitasi Ke Atas Pengklasifikasian Sperma Secara Manual**

Sehingga kini, pengklasifikasian sperma masih banyak dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga kerja manusia sepenuhnya. Proses pengklasifikasian setiap sel sperma memerlukan pengiraan sel dan kebiasaannya alat ‘hemacytometer’ digunakan dalam proses pengiraan (Rothmann & Reese, 2007). Alat ‘hemacytometer’ mempunyai ketinggian anggaran setinggi 100 $\mu$ m seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.7(a) (Rothmann & Reese, 2007).



Rajah 2.7: (a) Alat ‘hemacytometer’ dan (b) bilik pengiraan sperma (SCC)

Secara umum, proses klasifikasi dan pengiraan sperma menggunakan alat ‘hemacytometer’ memerlukan tenaga kerja manusia. Secara tidak langsung, ketepatan keputusan pengiraan juga bergantung sepenuhnya kepada kemahiran manusia yang melakukan proses klasifikasi dan pengiraan tersebut. Proses ini memakan masa yang lama di samping pengiraan yang dilakukan oleh manusia memerlukan fokus dan kecekapan yang tinggi sekaligus tidak mustahil kesilapan akan berlaku dalam keputusan yang diperolehi (Ryder, 1997).

### 2.3 Pemprosesan Imej Digital

Maklumat visual merupakan asas dalam kehidupan manusia dan kebanyakan maklumat ini diterjemah dan diproses secara digital. Aplikasi pemprosesan imej digital sangat luas seperti tomografi, fotografi, robotik dan perubatan. Pemprosesan imej digital didefinisikan sebagai analisa imej menggunakan teknik-teknik yang boleh mengenalpasti rona warna, bayangan gelap dan hubungan yang tidak dapat dikenalpasti oleh mata manusia (Image Processing Definition, 2008). Selain itu, pemprosesan imej juga didefinisikan sebagai manipulasi saiz, resolusi dan warna imej mengikut kehendak pengguna (Definition of Image Processing, 1993). Pemprosesan imej digital dalam bidang perubatan khususnya sangat popular dijadikan skop penyelidikan oleh para saintis disebabkan kelemahan imej perubatan

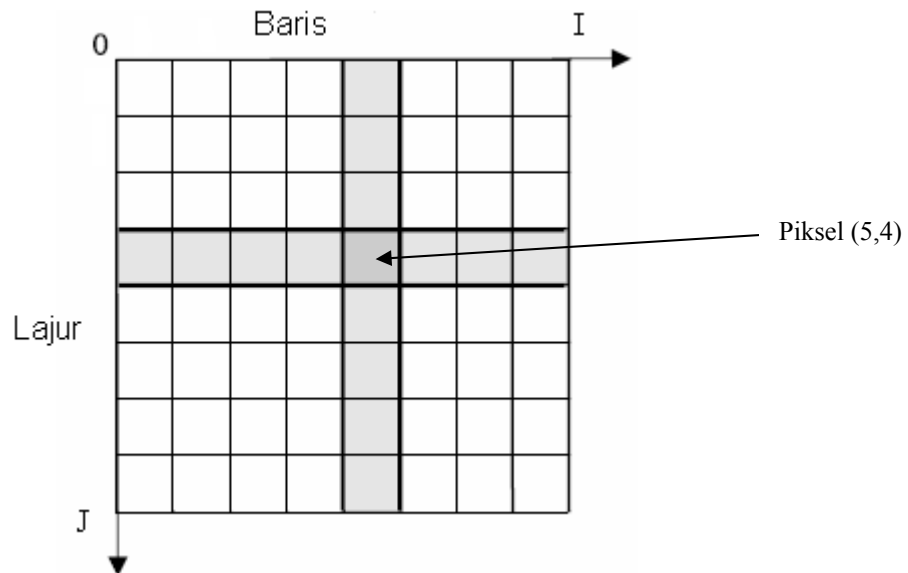
yang sedia ada. Antara kelemahannya ialah kabur, dipengaruhi hingar dan limitasi ke atas keupayaan mata kasar manusia menganalisa imej perubatan (Balafar *et. al.*, 2008; Roth & Ommer, 2006; Toprak & Guler, 2007). Faktor-faktor ini mendorong pengaplikasian teknik-teknik pemprosesan imej digital ke atas imej perubatan bagi meningkatkan kualiti imej dan merendahkan risiko berlaku kesilapan yang disebabkan oleh manusia.

### **2.3.1 Konsep Imej Digital**

Secara asas, maklumat yang hadir di dalam suatu imej boleh diterjemahkan menggunakan dua kaedah iaitu kaedah spatial dan frekuensi. Kedua-dua kaedah beroperasi dalam domain yang berlainan menggunakan data yang sama. Oleh itu, pertukaran operasi di antara kedua-dua domain tersebut dipanggil sebagai Transformasi Fourier (*Fourier Transform*) (Jahne, 2002). Secara praktikal, kedua-dua kaedah boleh diaplikasikan di dalam penyelidikan ini. Walaubagaimanapun, penyelidikan ini hanya mengaplikasikan satu kaedah sahaja iaitu dengan menggunakan domain spatial dalam analisa imej sperma tikus Sprague Dawley.

Kaedah spatial didefinisikan sebagai suatu fungsi dua dimensi,  $f(x,y)$ . Parameter  $x$  dan  $y$  didefinisikan sebagai koordinat bagi fungsi  $f(\bullet)$ . Simbol  $f(\bullet)$  pula didefinisikan sebagai keamatan imej pada koordinat  $x$  dan  $y$  (Gonzalez & Woods, 2002, Jahne, 2002). Berdasarkan penggunaan sistem digital oleh komputer, imej asal perlu diterjemahkan kepada imej digital terlebih dahulu dan proses ini dipanggil pendigitan. Setiap titik yang berada pada lokasi koordinat  $x$  dan  $y$  dipanggil piksel seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.8. Setiap piksel menterjemahkan maklumat yang diwakilkan menggunakan paras kelabu. Kedudukan piksel kebiasaannya diwakili dalam bentuk matrik. Sebagai contoh, baris melintang

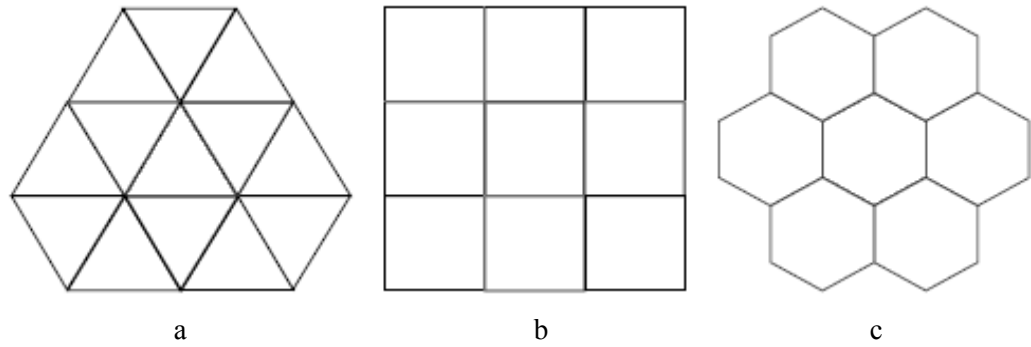
diwakili sebagai I dan lajur menegak diwakili sebagai J. Oleh itu, saiz imej diwakili oleh matrik  $I \times J$  piksel. Piksel juga berperanan dalam menentukan jenis grid piksel, saiz dan resolusi sesuatu imej.



Rajah 2.8: Tatasusunan piksel dalam imej dua dimensi pada koordinat (5,4).

Selain itu, piksel-piksel yang hadir pada imej digital diwakili oleh grid-grid geometri seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.9. Grid segiempat merupakan geometri yang paling popular dan mudah untuk diaplikasikan dalam imej digital. Namun begitu, jenis-jenis grid lain juga adalah tidak mustahil bagi sesetengah aplikasi seperti proses pengklasifikasian struktur kristal dan struktur atom yang memerlukan aplikasi grid piksel berjenis segi tiga dan heksagonal. Namun begitu, penyelidikan ini menggunakan piksel bergrid segi empat.





Rajah 2.9: Tiga jenis grid piksel yang sering digunakan dalam imej dua dimensi; a) grid segi tiga, b) grid segi empat dan c) grid heksagonal.

Terdapat satu lagi elemen penting dalam pemprosesan imej digital iaitu histogram taburan paras kelabu. Histogram paras kelabu banyak digunakan dalam pemprosesan imej digital terutama dalam teknik taburan kebarangkalian, teknik peningkatan kontras, teknik ambang dan teknik pengelompokan (Pratt, 2007; Jahne, 2002). Histogram paras kelabu melibatkan julat piksel daripada warna hitam kepada warna putih melalui penyerakan warna kelabu. Nilai piksel bagi paras kelabu bermula dari integer 0 sehingga 255. Integer 0 dan 255 masing-masing mewakili piksel berwarna hitam dan putih. Nilai integer yang berada di antara nilai 0 hingga 255 mewakili piksel berwarna kelabu yang mempunyai ton warna kelabu yang berlainan. Contoh histogram paras kelabu bagi imej sperma tikus Sprague-Dawley adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2.10.