

**KAJIAN KROMOSOM IKAN KERAPU HARIMAU (*Epinephelus fuscoguttatus*)  
DALAM JANGKA WAKTU SUNTIKAN COLCEMID YANG PELBAGAI**

**MOHAMAD IZWAN B MOHD NOOR**

**PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI  
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA  
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM BIOTEKNOLOGI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

**APRIL 2008**

## UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

## BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KAJIAN KROMOSOM IKAN KERAPU HARIMAU (EPINEPHELUS FUSCIGUTTATUS) PADA JANGKA WAKTU SUNTIKAN COLCEMID 74 PELBAGA

IJAZAH: SARJANA MUDA SAINS BIOTEKNOLOGI

SAYA MOHAMAD IZWAN B. MOHD NOOR  
(HURUF BESAR)

SESI PENGAJIAN: 2005/2008

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana/Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan ( / )

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan Oleh

**NURULAIN BINTI ISMAIL**  
LIBRARIAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

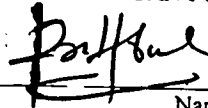


(TANDATANGAN PENULIS)



(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: JKR 1523-A1, JLN. TENGAH, KG. RAJA UDA, 47000 P. KLANG, SELANGOR



Nama Penyelia

Tarikh: 7/5/08Tarikh: 9/5/08

CATATAN:- \*Potong yang tidak berkenaan.

\*\*Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

**PENGAKUAN**

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

4 April 2008



---

**MOHAMAD IZWAN B MOHD NOOR**

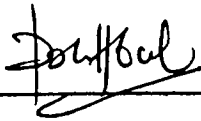
**HS2005-2876**

**DIPERAKUKAN OLEH**

Tanda tangan

1. PENYELIA

**(DR. ROZIAH HJ. KAMBOL)**



---

2. PEMERIKSA 1


**(DR. LEE PING CHIN)**



---

3. DEKAN

**(SUPT/KS. PROF MADYA DR. SHARIF  
A.K OMANG, ADK)**



---

## PENGHARGAAN

Alhamdulillah, setinggi kesyukuran dirafa'kan ke hadrat Illahi kerana dengan limpah kurniaNya, dapat saya menyiapkan projek disertasi ini seperti yang telah ditetapkan.

Setinggi penghargaan diucapkan kepada penasihat projek, Dr. Roziah Hj Kambol kerana dengan bimbingan dan tunjuk ajarnya dapat saya menyiapkan tugas ini dengan sebaik mungkin. Terima kasih juga di atas kesabaran dan keprihatinan yang diberi sepanjang projek ini dilaksanakan.

Tidak lupa juga diucapkan setinggi penghargaan dan terima kasih kepada ayah En. Mohd Noor B Sedan dan ibu, Siti Noryani Bt Bakar di atas segala sokongan, doa dan bantuan dari segi kewangan dan semangat yang mendorong untuk saya menyiapkan tugas ini sebaik mungkin.

Juga kepada pensyarah-pensyarah Bioteknologi dan Institut Penyelidikan Marin Borneo di atas ilmu baru yang diberi sepanjang pelaksanaan projek ini. Kepada rakan-rakan seperjuangan yang sentiasa menemani dan membantu dari segi sokongan moral, saya dahului dengan ucapan setinggi-tinggi terima kasih.

## ABSTRAK

Kajian ini dilakukan bagi memperoleh serakan kromosom metafasa yang baik bagi ikan Kerapu Harimau, *Epinephelus fuscoguttatus* (*E.fuscoguttatus*) melalui kaedah pemetaan kromosom. Untuk mendapatkan profil yang lengkap bagi *E.fuscoguttatus*, colcemid disuntik selama 2.5, 3.0, 3.5 dan 4.0 jam mengikut kaedah Ergene *et al.* (1998) bagi mengenalpasti tempoh optimum pembelahan mitosis untuk peringkat metafasa. Keputusan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan kaedah yang dijalankan oleh Rosenblatt dan Johnson (1974). Keputusan kajian mendapati, semua ikan berjantina betina dan karyotype bagi ikan kerapu yang disuntik colcemid selama 2.5 jam adalah 12M + 12SM + 24A manakala bagi suntikan colcemid selama 3.0 jam adalah 10M + 12SM + 26A. Bagi suntikan colcemid selama 3.5 jam, karyotype ikan kerapu adalah 12M + 6SM + 30A. Bagi suntikan colcemid ke dalam ikan kerapu selama 4.0 jam, karyotype kromosom adalah 8M + 6SM + 34A. Philips *et al.*(2006) menyatakan kromosom akrosentrik hadir pada karyotype ikan teleost sebanyak 70% sehingga 100% daripada jumlah kromosom lengkap ikan teleost. Maka dapat disimpulkan bahawa, jangka waktu suntikan colcemid yang optimum bagi ikan kerapu untuk mendapatkan peringkat metafasa adalah selama 4.0 jam. Ini kerana, jumlah kromosom akrosentrik yang diperoleh dalam kajian mengikut suntikan colcemid selama 4.0 jam adalah sebanyak 17 pasang iaitu 71% daripada jumlah keseluruhan kromosom lengkap dan jumlah ini terkandung dalam peratusan jumlah kromosom akrosentrik yang dinyatakan.

## ABSTRACT

*This study has been done to obtain a good quality of metaphase chromosome dispersion for Tiger Grouper, Epinephelus fuscoguttatus (E.fuscoguttatus) by karyotyping. To obtain a complete profile for E.fuscoguttatus, colcemide was injected into the fish body according to the time 2.5, 3.0, 3.5 and 4.0 hours, based on the method carried out by Ergene et al. (1998) in order to determine the optimum length for mitosis division at metaphase stage. Result was analyzed using method done by Rosenblatt and Johnson (1974). Result shown that all fishes are female. Injection of colcemide for 2.5 hours shown that the chromosomes profile is 12M + 12SM + 24A, while injection of colcemide for 3.0 hours, the profile of chromosome is 10M + 12SM + 26A. Injection of colcemide for 3.5 hours shown that the profile is 12M + 6SM + 30A. Injection of colcemide for 4.0 hours shown that the profile chromosome of Tiger Grouper is 8M + 6SM + 34A. According to Philips et al. (2006), about 70% to 100% acrocentric chromosomes present in teleost fish during metaphase stage. This study had obtained 17 acrocentric chromosomes, which is denoted by 71% of acrocentric in full set of chromosome at 4.0 hours injection. In conclusion, the optimum time for injection of colcemide in Tiger Grouper in order to obtain a metaphase stage is 4.0 hours to represent at least 71% of acrocentric in the full set of tiger grouper's chromosome.*

## KANDUNGAN

## Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI SIMBOL, UNIT, SINGKATAN DAN ISTILAH	xvii
<b>BAB 1    PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
<b>BAB 2    ULASAN LITERATUR</b>	<b>4</b>
2.1       Sitogenetik	4
2.2       Karyotyping	5
2.3       Struktur Kromosom	9
2.4       Karyotype dan Mitosis	13
2.5       Pewarnaan Kromosom	15
2.5.1   Kaedah Pewarnaan Ramanovsky	17
2.5.2 <i>G-banding (GTL)</i>	17
2.5.3 <i>C-banding</i>	17
2.5.4 <i>Q-banding</i>	18
2.5.5 <i>Giemsa Reverse Banding (RHG)</i>	18
2.6       Karyotype dan Ikan Kerapu	20



2.7	Kajian Karyotyping Ikan Terdahulu	21
2.8	Ketidaknormalan Kromosom Ikan	28
<b>BAB 3</b>	<b>BAHAN DAN KAEDAH</b>	<b>31</b>
3.1	Penyediaan Sampel	31
3.2	Penyediaan Slaid	33
3.3	Pewarnaan Giemsa	33
3.4	Pemetaan Kromosom	34
3.5	Analisis Kromosom	36
3.6	Analisis Idiogram	36
<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA</b>	<b>38</b>
4.1	Penyediaan Sampel	38
4.2	Kajian Karyotype Pada 2.5 jam	39
4.2.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	39
4.2.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	40
4.2.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	41
4.2.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	43
4.3	Kajian Karyotype Pada 3.0 jam	44
4.3.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	44
4.3.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	45
4.3.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	46
4.3.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	48
4.4	Kajian Karyotype Pada 3.5 jam	49
4.4.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	49
4.4.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	50

4.4.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	51
4.4.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	53
4.5	Kajian Karyotype Pada 4.0 jam	54
4.5.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	54
4.5.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	55
4.5.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	56
4.5.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	58
<b>BAB 5</b>	<b>PERBINCANGAN</b>	<b>59</b>
5.1	Penyediaan Sampel	59
5.2	Kajian Kromosom Harimau pada Masa Suntikan Colcemid 2.5 jam	67
5.2.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	67
5.2.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	67
5.2.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	71
5.2.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	72
5.3	Kajian Kromosom Harimau pada Masa Suntikan Colcemid 3.0 jam	73
5.3.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	73
5.3.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	73
5.3.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	76
5.3.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	77
5.4	Kajian Kromosom Harimau pada Masa Suntikan Colcemid 3.5 jam	78
5.4.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	78
5.4.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	78
5.4.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	81
5.4.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	82

<b>5.5</b>	<b>Kajian Kromosom Harimau pada Masa Suntikan Colcemid 4.0 jam</b>	<b>83</b>
5.5.1	Serakan Kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	83
5.5.2	Profil Kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	83
5.5.3	Analisis Statistik Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	86
5.5.4	Idiogram kromosom Pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	86
<b>5.6</b>	<b>Penentuan Waktu Metafasa Optimum</b>	<b>87</b>
<b>BAB 6</b>	<b>KESIMPULAN</b>	<b>90</b>
	<b>RUJUKAN</b>	<b>91</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>No. Jadual</b>		<b>Muka Surat</b>
3.1	Jumlah Suntikan Colcemid Pada Setiap Ikan	32
3.2	Perbandingan Teknik yang Digunakan oleh Ergene <i>et al.</i> (1998) dan Nurul Huda (2007)	35
3.1	Keputusan Analisis Statistik Karyotype Untuk Suntikan Colcemid Selama 2.5 jam	41
3.2	Keputusan Analisis Statistik Karyotype Untuk Suntikan Colcemid Selama 3.0 jam	46
3.3	Keputusan Analisis Statistik Karyotype Untuk Suntikan Colcemid Selama 3.5 jam	51
3.4	Keputusan Analisis Statistik Karyotype Untuk Suntikan Colcemid Selama 4.0 jam	56
5.1	Perbandingan Karyotype Mengikut Masa Suntikan Colcemid Yang Pelbagai	88

**5.2 Analisis Bilangan Kromosom Akrosentrik Pada Setiap Suntikan  
Colcemid**

**89**

**SENARAI RAJAH**

No. Rajah		Muka Surat
2.1	Suntikan <i>intramuscularly</i> dan <i>intraperitoneally</i> pada ikan Kerapu	8
2.2	Lengan Kromosom	9
2.3	Jenis-Jenis Kromosom	10
2.4	Karyotype ikan <i>Diplectrum eumelum</i>	23
2.5	Idiogram Bagi ikan <i>Diplectrum eumelum</i>	24
2.6	Karyotype bagi ikan sea silverside	25
2.7	Karyotype bagi ikan <i>Mobula japonica</i>	27
2.8	Kemandulan Dalam Ikan Triploid Berkaitan dengan Gangguan Dalam Proses Meiosis yang Normal	29
4.1(a)	Serakan Kromosom bagi Ikan Kerapu Harimau pada suntikan Colcemid 2.5 jam	39

4.1(b)	Profil Kromosom pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	40
4.1(c)	Idiogram bagi Kromosom ikan kerapu untuk Suntikan Colcemid Selama 2.5 jam	43
4.2(a)	Serakan Kromosom bagi Ikan Kerapu Harimau pada suntikan Colcemid 3.0 jam	44
4.2(b)	Profil Kromosom pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	45
4.2(c)	Idiogram bagi Kromosom ikan kerapu untuk Suntikan Colcemid Selama 3.0 jam	48
4.3(a)	Serakan Kromosom bagi Ikan Kerapu Harimau pada suntikan Colcemid 3.5 jam	49
4.3(b)	Profil Kromosom pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	50
4.3(c)	Idiogram bagi Kromosom ikan kerapu untuk Suntikan Colcemid Selama 3.5 jam	53
4.4(a)	Serakan Kromosom bagi Ikan Kerapu Harimau pada suntikan Colcemid 4.0 jam	54
4.4(b)	Profil Kromosom pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	55

4.4(c)	Idiogram bagi Kromosom ikan kerapu untuk Suntikan Colcemid Selama 4.0 jam	58
5.1(a)	Profil Kromosom Metasentrik pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	68
5.1(b)	Profil Kromosom Submetasentrik pada Suntikan Colcemid 2.5 jam	69
5.1(c)	Profil Kromosom Akrosentrik pada suntikan Colcemid 2.5 jam	70
5.2(a)	Profil Kromosom Metasentrik pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	74
5.2(b)	Profil Kromosom Submetasentrik pada Suntikan Colcemid 3.0 jam	75
5.2(c)	Profil Kromosom Akrosentrik pada suntikan Colcemid 3.0 jam	76
5.3(a)	Profil Kromosom Metasentrik pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	79
5.3(b)	Profil Kromosom Submetasentrik pada Suntikan Colcemid 3.5 jam	79
5.3(c)	Profil Kromosom Akrosentrik pada suntikan Colcemid 3.5 jam	80
5.4(a)	Profil Kromosom Metasentrik pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	68
5.4(b)	Profil Kromosom Submetasentrik pada Suntikan Colcemid 4.0 jam	69



5.4(c)	Profil Kromosom Akrosentrik pada suntikan Colcemid 4.0 jam	70
--------	------------------------------------------------------------	----

## SENARAI SIMBOL, UNIT, SINGKATAN DAN ISTILAH

$\beta$	beta
/	Solidus
X	Pembesaran kuasa kanta mikroskop
'p'	petit (lengan pendek kromosom)
'q'	Turutan p (lengan panjang kromosom)
g	Gram
M	Molar
$^{\circ}\text{C}$	Suhu (darjah Celcius)
rpm	putaran per minit
ml/ $\mu$ l	milliliter/mikroliter
%	peratus
®	Berdaftar (registered)
pH	Darjah penceraian Hidrogen dalam air
(v/v)	isipadu per isipadu
(w/v)	jisim/per isipadu
A-G	kumpulan Kromosom
1-22	Nombor autosoma
X,Y	Kromosom seks
Z,W	Kromosom seks
p	lengan pendek kromosom
q	lengan panjang kromosom

n	haploid (satu set kromosom)
2n	diploid (dua set kromosom)
3n	triploid (tiga set kromosom)
F.N	Nombor Asas (Fundamental Number)
DNA	Asid Deoksiribonukleik
KCl	Kalsium Klorida
3-BAABU	3-Bromoacetylamino benzoylurea
C <sub>22</sub> H <sub>25</sub> NO <sub>6</sub>	Colchicine
G-C	Guanicine – Cytocine
A-T	Adenine – Thymine
SINE	<i>Short Interspersed Sequences</i>
LINE	<i>Long Interspersed Sequences</i>

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Pemetaan kromosom atau karyotyping adalah satu kaedah di mana kromosom lengkap bagi sesuatu organisma dipetakan bagi mendapatkan profil kromosom organisma tersebut atau untuk mengesan ketidaknormalan sesuatu organisma. Digunakan secara meluas oleh penyelidik dari pelbagai lapangan untuk mengkaji sifat dan perwarisan sesuatu organisma kerana ianya merupakan kaedah yang ringkas sebelum melakukan kajian pada tahap genetik molekul. Karyotyping adalah teknik yang digunakan untuk mengesan beberapa penyakit manusia seperti *Down Syndrome*, *Turner Syndrome*, *Klinefelter Syndrome* dan *Noonan Syndrome* manakala pada organisma lain seperti ikan, penyakit yang sering dikaitkan adalah triploid kromosom.

Dalam pemetaan kromosom, sampel yang digunakan diproses untuk mendapatkan kromosom pada peringkat metafasa sebelum dipetakan. Ini kerana, kromosom pada peringkat ini adalah pada keadaan padat dan mudah dikesan melalui mikroskop. Pemetaan kromosom biasanya diklasifikasikan mengikut beberapa

kumpulan yang dilabelkan sebagai kumpulan A sehingga G. Penyusunan setiap kromosom adalah berdasarkan kepada jenis kromosom, saiz dan bentuk kromosom. Ikan merupakan organisma yang mana pemetaan kromosom agak sukar dilakukan kerana sukar mendapatkan penyerakan kromosom metafasa yang berkualiti kerana struktur kromosom yang kecil berbanding kromosom manusia ataupun lembu. Walau bagaimanapun, pemetaan kromosom ikan di Malaysia boleh dianggap penting kerana Malaysia masih lagi merupakan negara yang bersumberkan pertanian. Penghasilan ikan kerapu kultur di Asia Tenggara (Malaysia, Filipina, Singapura dan Thailand) adalah menghampiri 2995 tan pada tahun 1993 (FAO, 1995). Keadaan ini menunjukkan bahawa industri pengkulturan ikan kerapu masih mendapat permintaan ramai khususnya pengusaha atau pusat akuakultur di Malaysia.

Kajian kromosom bagi ikan adalah sangat penting dalam bidang akuakultur. Ini kerana, seringkali pengusaha atau penternak ikan berdepan dengan masalah dalam menentukan jantina bagi spesis ikan tertentu terutamanya apabila proses pengawanan ikan hendak dijalankan. Mereka seringkali menggunakan kaedah tradisional yang tidak spesifik dalam menentukan jantina ikan seperti membuat anggaran berat atau umur ikan. Kaedah ini adalah tidak saintifik kerana ia hanyalah andaian yang dibuat mengikut pengalaman seseorang pengusaha semasa menternak ikan terbabit. Dalam penentuan ikan hibrid, seperti Ikan Kerapu hibrid, agak sukar menentukan jantina spesis tersebut kerana sungguhpun dibedah dan dikaji, masih lagi tidak terdapat organ-organ dalaman yang secara spesifik boleh dijadikan bukti tentang jantina ikan tersebut. Maka, dalam

mencari penyelesaian tersebut, kaedah karyotyping boleh dijadikan salah satu kaedah penentuan jantina. Ini kerana, kaedah ini dilakukan pada peringkat kromosom ikan, yang merupakan tempat simpanan genetik bagi keseluruhan tindak-tanduk ikan secara amnya.

Beberapa objektif dirancang untuk mendapatkan hasil yang diperlukan. Pada dasarnya, kajian karyotyping ikan kerapu ini adalah untuk:

1. Bagi mengenalpasti tempoh optimum pembelahan mitosis bagi peringkat metafasa pada ikan Kerapu Harimau, *E.fuscoguttatus*.
2. Mendapatkan susunan lengkap kromosom bagi ikan Kerapu Harimau, *Ephinephelus fuscoguttatus (E.fuscoguttatus)*.
3. Membandingkan profil kromosom ikan Kerapu Harimau pada peringkat metafasa melalui kaedah yang dilakukan oleh Ergene *et al.* (1998) dan keputusan profil kromosom ikan Kerapu Harimau daripada Nurul Huda (2007).

## **BAB 2**

### **ULASAN PERPUSTAKAAN**

#### **2.1 Sitogenetik**

Sitogenetik haiwan dan tumbuhan mula berkembang pada pertengahan pertama abad ke 20 dan hampir kesemua fenomena yang penting berkaitan sitogenetik ditemui pada masa tersebut. Secara amnya, sitogenetik adalah satu bidang yang berkaitan dengan kajian mengenai kromosom sesuatu organisma. Sitogenetik telah membantu menjelaskan banyak undang-undang asas dalam mutasi kromosom dan gen.

Kromosom yang telah dijelaskan menggunakan pelbagai teknik penjeluran telah digunakan oleh ahli genetik untuk menyeragamkan cara untuk menerangkan kedudukan sitogenetik gen. Kombinasi nombor dan abjad membolehkan sesuatu gen itu dikesan dan

dianalisis pada kromosom. Sebagai contoh, 17q12 menerangkan kedudukan gen tersebut pada kromosom. Pada bahagian pertama, menunjukkan gen yang boleh ditemui pada kromosom. Kromosom 1 – 22 (autosoma) diwakili oleh nombor kromosom tersendiri manakala kromosom seks, abjad X/Y mewakili dalam penulisan kedudukan gen dalam jalur kromosom. Contoh yang diberi menunjukkan kedudukan gen pada kromosom ke 17. Bahagian kedua pula menerangkan lengan kromosom di mana gen tersebut boleh ditemui. Lengan pendek diwakili huruf 'p' manakala lengan 'q' mewakili lengan panjang. Bahagian terakhir menerangkan kedudukan gen pada lengan 'p' dan 'q' berdasarkan perbezaan corak jalur gelap dan terang kromosom. Kedudukan tersebut kebiasaannya diwakili oleh dua digit (mewakili kawasan dan jalur). Nombor yang mewakili sesuatu gen akan bertambah mengikut jarak dari sentromer. Sebagai contoh 17q12 adalah lebih hampir kepada sentromer berbanding 17q13.

## 2.2 Karyotyping

Karyotyping adalah satu kaedah untuk memaparkan profil kromosom sesuatu organisma untuk mengesan ketidaknormalan dalam bilangan kromosom ataupun kecacatan kromosom yang berkaitan dengan masalah semenjak kelahiran. Kaedah ini biasanya diaplikasikan selepas penggandaan kromosom dalam peringkat kitaran sel iaitu kebiasaannya pada peringkat metafasa (Zaid A., 1999) dan disediakan menggunakan sel darah limfosit (Campbell dan Reece, 2002). Kromosom akan disusun mengikut saiz, bentuk, bilangan dan kedudukan sentromer pada kromosom.



## RUJUKAN

- Aidil Faszrul Abdul Rahim. 2006. *Kajian Kromosom Pesakit Sindrom Down Menggunakan Teknik Karyotyping G-Banding*. Disertasi Ijazah Sarjana Muda Sains Bioteknologi, Universiti Malaysia Sabah, Sabah. Tidak diterbitkan.
- Amores, A. (1995) *Chromosome Mapping*, Institute of Neuroscience, University of Oregon. (<http://www.bio.net/hypermail/bioforum>)
- Armand de G. dan Orna C. 2005. *The Many Phases of Anaphase*. Elsevier Ltd.
- Asahida, T., Ida, H., Terashima, H. dan Chang, H. Y. 1993. *The Karyotype and Cellular DNA Content of a Ray, Mobula japonica*. Japan J. Ichthyol. Japan.
- Butler M. 2004. *The basic from Background to Bench : Animal Cell Culture and technology*. BIOS Scientific Publishers Limited, United Kingdom.
- Campbell N. A. and Reece J. B. 2002. *Biology 6<sup>th</sup> edition*. Benjamin Cummings, California.
- Carlos Muñoz, Mauro Nirchio, Julio E. Pérez, Ernesto Ron Claudio Oliveira dan Irani A. Ferreira. 2006. *Cytogenetic Characterization of the Silverside Fish *Odontesthes regia* (Humboldt, 1833) (Teleostei: Atheriniformes: Atherinopsidae) from Iquique, Chile*. Revision of Marine Biology and Oceanografi, Brazil.
- Czepulkowski B. 2001. *The basic from Background to Bench : Analyzing Chromosomes*. BIOS Scientific Publishers Limited, United Kingdom.
- Denton, T. E. 1973. *Fish Chromosome Methodology*. Charles C. Thomas Publications. USA.

- Dillon, J. C. 1988. *Production of Triploid Rainbow Trout for Evaluation in South Dakota Waters*. South Dakota State University.
- Durán-González, A. L. dan Laguarda-Figueras, A. 1987. *Cytogenetic Study of *Centropristes ocyurus* (Jordan and Evermann)(pisces: Serranidae)*. Villahermosa Tobasco. Mexico.
- Durán-González, A. L. dan Laguarda-Figueras, A. 1990. *Cytogenetic Study of *Diplectrum eumelum* Rosenblatt and Johnson, 1974 (Pisces: Serranidae)*. Mexico.
- FAO Corporate Document Repository. *Training manual on marine finfish netcage culture in Singapore*. Fisheries and Aquaculture Department, Singapura. (<http://www.fao.org/docrep/field/003/AB705E/AB705E00.htm>)
- Ergene, S., Portakal, E. dan Karahan, A.1999. *Karyological Analysis and Body Proportion of Catfish (Clariidae, *Clarias lazera*, Valenciennes,1840) in the Goksu Delta, Turkey*. TUBITAK. Turkey.
- Fast, A. W. 1998. *Triploid Chinese Catfish*. Tropical and Subtropical Aquaculture Publication.
- Felip, A., Zanny, S., Carillo, M. dan Piferrer, F. 1998. *Growth and Gonadal Development in Triploid Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) During the First Two Years of Age*. Elsevier Science Inc.
- Gerlich D. dan Ellenberg J. 2003. *Dynamics of Chromosome Positioning During the Cell Cycle*, Elsevier Ltd.

- Hsieh, S. L. 2007. *Molecular Cloning and Gene Expression of the Gonadotropin-releasing Hormone Receptor in The Orange-spotted Grouper, Epinephelus coioides*, Elsevier Inc.
- Jiang, J. D., Wong, Y., Janish, C. A., Holland, J. F. dan Bekesi, J.G. 1998. *3-Bromoacetylamino benzoylurea (3-BAABU), a New Antimicrotubule Cancericidal Agent Applied in Cytogenetic Analysis in Hematology*. Elsevier Science Inc. Paris.
- Kohno, H., Susanti Dian dan Ateng Supriatna. 1993. *Morphological Development of Larval and Juvenile Grouper, Epinephelus fuscoguttatus*. Japan J. Ichtyol. Japan.
- Leong T. K. 1998. *Grouper Culture*. Academic Press, Malaysia.
- Lewin, B. 2004. *Genes VIII*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Maggio T., Sahin, G. dan Fuchs, D. 2005. *A Molecular Analysis of Some Eastern Atlantic Grouper From the Epinephelus and Mycteroperca genus*, Elsevier B.V.
- Maria Rita de Cáscia Burreto Netto, Evica Pauls dan Paul Roberto A. de Mello Affanso. 2006. *A Standard Protocol for Obtaining Fish Chromosome Under Post Mortem Conditions*. Elsevier Science Inc.
- McKee B. D. 2004. *Homologous Pairing and Chromosome Dynamics in Meiosis and Mitosis*, Elsevier B.V.

- Nirchio, M., Ciprioni, R., Cestari, M. dan Fenocchio, A. 2005. *Cytogenetical and Morphological Features Reveal Significant Differences Among Venezuelan and Brazilian Samples of Mugil curema (Teleostei: Mugilidae)*. Neotropical Ichthyology. Bazil.
- Nogusa. 1960. *A Comparative Study of the Chromosome in Fishes with Particular Consideration in Taxonomy and Evolutions*. Memoirs of the Hyogo. University of Agriculture.
- Nurul Huda Abd Rani. 2007. *Kajian Karyotyping Kerapu Gergasi dan Kerapu Harimau serta Hibridnya*. Disertasi Ijazah Sarjana Muda Sains Bioteknologi, Universiti Malaysia Sabah. Malaysia.
- Ota, K., Tateno, Y. dan Gojobori, T. 2003. *Highly Differentiated and Conserved Sex Chromosome in Fish Species (Aulopus japonicus: Teleostei, Aulopidae)*. Elsevier Science Inc.
- Philips, P.B., Nicholas, K. M., Dekoning, J. J., Morasch, M. R., Keatley, K. A., Rexroad, C., III, Gahr, S. A., Danzmann, R. G., Drew, R. E. and Thorgaard, G. H. 2006. Assignment of Rainbow Trout Linkage Groups to Specific Chromosome. *Journal Genetics*. Genetics Society of America 174(3): 1661-1670
- Pisano, E., Ozouf-Costaz, C., Bonilla, C., Caimo, A., Rosetti, S. dan Williams, R. 1997. *Cytogenetics of the Antarctic Icefish Chompscephalus gunnan Lonnberg, 1905 (Channichthyidae, Notothenioidei)*. Elsevier Science Inc.
- Rocco, L., Morescalchi, M. A., Costagliola, D. dan Stingo, V. 2002. *Karyotype and Genome Characterization in Four Cartilaginous Fishes*. Elsevier Science Inc.

- Saygun, S., Karayucel, Ü., dan Burcan, R. 2005. *Karyological Observation of Red Mullet (Mullus barbatus Linnaeus, 1758)*. TUBITAK. Turkey.
- Sherra Binti Yanjurus. 2007. *Kajian Karyotype Terhadap Spesies Komersial Lembu Tempatan dan Hibridnya*. Disertasi Ijazah Sarjana Muda Sains Bioteknologi, Universiti Malaysia Sabah. Malaysia.
- Suleyman Gul, Ahmet Colak, Ilhan Sezgin dan Bertal Kaloglu. 2002. *Karyotype Analysis in *Alburnus heckeli* (Battalgi,1943) from Lake Hazer*. Turk J Vet Anim Sci, Turkey.
- Thorgaard, G. H., Hoon, W. S., Randah, D. J. dan Donaldson, E. M. (penyt). 1983. *Chromosome Set Manipulations Sex Control in Fish. Volume 9: Fish Physiology*. Academic Press, New York. USA. ms. 405-434.
- Tucker J. W. 1999 . *Species Profile Grouper Aquaculture*. Southern Regional Aquaculture Centre. Florida.
- Valenti, R. J. 1975. Induced Poliploidy in *Tilapia aurea* (steindachne) by Means of Temperature Shock Treatment. *Journal of Fish Biology*. ms. 519-528
- Vogel, F. dan Motulsky, A. G. 1997. *Human Genetics: Problems and Approaches*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York.
- Wang L. dan Wu X. 2006. *Identification of Differentially Expressed Genes in Lipopolysaccharide-stimulated yellow grouper *Epinephelus awoara* Spleen*, Elsevier Ltd.

- Walters, W. R., Chrisman, C. L. dan Libey, G. S. 1982a. *Effect of Triploidy on Growth and Gonadal Development of Channel Catfish*. Translocation of The American Fisheries Society.
- Walters, W. R., Chrisman, C. L. dan Libey, G. S. 1982b. Erythrocyte Nuclear Measurements of Diploid and Triploid Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *Journal of Fish Biology*. ms. 253-258
- Zaid A., Hughes H.E., Porceddu, E. dan Nicholas, F. 1999. *Glossary of Biotechnology and Genetic Engineering*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome