

STUDI KROMOSOM IKAN PELANGI (*Melanotaenia lacustris*) [Chromosome Study of Rainbowfish (*Melanotaenia lacustris*)]

Djamhuriyah S. Said¹, Odang Carman², Hidayat¹ dan Abinawanto³

¹Pusat Penelitian Limnologi - LIPI, Jl. Raya Bogor Km. 46,6 Bogor 16911

²Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institute Pertanian Bogor

³Fakultaaas MIPA, Universitas Indonesia

ABSTRAK

Penelitian sitogenetika pada ikan pelangi (*Melanotaenia lacustris*) difokuskan pada pengungkapan keanekaragaman kromosom dalam hal jumlah, bentuk, dan karyotipnya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Genetika dan Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, pada bulan Mei – Desember 2000. Preparat kromosom dibuat dengan metode jaringan padat yang menggunakan larva ikan umur 10-30 hari. Analisis kromosom dilakukan setelah pewarnaan dengan larutan Giemza. Kromosom diploid ikan *M. lacustris* adalah ($2N = 46$). Karyotipnya menunjukkan 46 kromosom yang terdiri atas 9 pasang berbentuk submetasentrik (SM) (no. 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, and 14); 3 pasang subtelosentrik (ST) (no. 4, 12, 22) dan 10 pasang telosentrik (T) (no. 2, 5, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, and 21) dengan 1 ST dan 1 T pada no. 23. Dari hasil tersebut diduga bahwa *M. lacustris* memiliki kromosom sek.

Kata Kunci: karyotipe, kromosom, *Melanotaenia lacustris*.

ABSTRACT

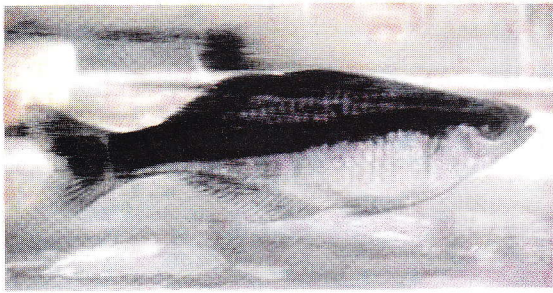
Cytogenetic study of *Melanotaenia lacustris* was focussing on karyotype and to find out the information of chromosome. The research was conducted in Laboratory of Fish Breeding and Genetics, Faculty of Fisheries and Marine Science-IPB on May–December 2000. Chromosome plates were prepared by solid tissue technique and analyzed after staining with giemsa solution. Diploid chromosomes number of *M. lacustris* are ($2n = 46$). Karyotyping of this fish shown that 46 chromosomes consist of 9 pairs submetacentric (SM) (no. 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, and 14); 3 pairs subtelocentric (ST) (no. 4, 12, 22) and 10 pairs telocentric (T) (no. 2, 5, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, and 21) with 1 ST and 1 T on the no. 23. Therefor is suggested that *M. lacustris* has a sex chromosome.

Key Words: chromosome, karyotype, *Melanotaenia lacustris*.

PENDAHULUAN

Ikan pelangi (*Melanotaenia lacustris*) merupakan sumberdaya perairan darat. Ikan tersebut hidup di Danau Kutubu, outlet Sungai Soro, dan Sungai Kakori, Papua. Ikan tersebut dapat tumbuh mencapai ukuran 10-12 cm (Allen, 1991). Ikan ini termasuk dalam kelompok Rainbowfishes famili Melanotaeniidae dengan ordo Atheriniformes. Ikan jantan berukuran relatif besar, memipih, dan berwarna biru turkis pada bagian dorsal dan putih kekuning-kuningan pada bagian ventral, dengan bintik kuning pada kepala bagian atas. Batas kedua warna (biru dan putih) tampak sangat jelas pada ikan jantan dibandingkan dengan betina yang berwarna relatif pucat, bentuk tubuh memanjang, dan ukuran relatif kecil (Gambar 1). Keindahan warna dan bentuk

tubuhnya menyebabkan ikan tersebut (terutama individu jantan) sangat digemari sebagai ikan hias sehingga memiliki nilai ekonomis. Kondisi demikian menyebabkan eksploitasi terhadapnya berlangsung terus menerus yang dikhawatirkan akan mengancam kelestariannya pada habitat alamnya. Untuk menjaga populasinya di alam dan pada waktu yang bersamaan memenuhi permintaan pasar maka perlu dilakukan usaha pengembangan/budidaya. Menurut Said *et.al*, (2001) bahwa budidaya ikan pelangi belum memberikan hasil yang memuaskan baik kualitas maupun kuantitas, karena keterbatasan informasi. Telah diketahui bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi usaha budidaya adalah tersedianya informasi biologis atau genetik seperti kromosom. Namun informasi kromosom ikan pelangi umumnya masih jarang dilaporkan.



Gambar 1. Ikan Pelangi Biru (*M. lacustris*).

Salah satu cara untuk mengetahui sifat genetik suatu spesies yaitu dengan analisis kromosom. Informasi kromosom sangat bermanfaat untuk pengungkapan keanekaragaman, kekerabatan, dan dalam usaha pelestarian suatu spesies (Albert, 1989). Selain itu, dalam dunia perikanan pengetahuan mengenai kromosom dan kromosom penentu seks sangat diperlukan dalam pengembangan usaha budidaya monoseks, ploidisasi, maupun hibridisasi. Dalam hal ini selain untuk penentuan rekayasa genetika yang akan diterapkan juga dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi hasil rekayasa yang telah diterapkan.

Beberapa hasil penelitian mengenai kromosom yang telah dilakukan seperti Scheel pada tahun 1972 mendapatkan bahwa ikan pelangi Australia (*Melanotaenia maccullochi*) memiliki kromosom diploid 46 (lihat Ojima, 1986). Ikan pelangi Irian *Chilaterina campsi*, *M. patoti* memiliki kromosom diploid masing-masing 46 (Nurhayati, 1997). Selain itu Andriani (2000) juga mendapatkan bahwa ikan pelangi Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*) memiliki kromosom diploid 48. Penelitian Said et al, (2001) terhadap ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*), Said et al (2002) terhadap *M. boesemani* mendapatkan kromosom diploid kedua spesies tersebut masing-masing berjumlah 48.

Pada penelitian yang dilakukan ini ingin memperoleh informasi genetis mengenai jumlah dan bentuk kromosom, identifikasi kromosom seks, dan pembuatan karyotipe ikan pelangi (*M. lacustris*) sehingga dapat diungkapkan keanekaragamannya dalam rangka menunjang usaha pelestarian maupun pengembangan usaha budidaya ikan tersebut.

BAHATAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengembangbiakan dan Genetika Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan - Institut Pertanian Bogor pada bulan Mei - Desember 2000. Pembuatan preparat kromosom dilakukan dengan metode jaringan padat dengan mengikuti metode Kligerman & Bloom (1977) dan Carman (1992) yang telah dimodifikasi. Larva ikan yang digunakan merupakan hasil tetapan laboratorium Produktivitas Perairan Darat Pusat Penelitian Limnologi - LIPI.

a. Penyiapan jaringan

Sejumlah larva ikan berumur 10 - 30 hari direndam dalam larutan kolkisin 0,07 - 0,09% w/v (70 - 90 mg kolkisin dalam 1 L air pemeliharaan). Larva dibiarkan berenang selama 7,5 - 9,0 jam. Larva kemudian dimatikan dan dimasukkan dalam larutan hipotonik 0,075M KCl selama 90 - 100 menit. Larva kemudian difiksasi dengan larutan Carnoy yaitu campuran etanol absolut dengan asam asetat glasial (dengan perbandingan 3:1) selama 2x30 menit.

b. Pembuatan Preparat

Larva yang telah difiksasi dikeringkan dengan kain kasa atau kertas tisu kemudian ditempatkan dalam kaca objek cekung dan ditetesi 3 - 5 tetes asam asetat 50%. Larva diaduk dengan *scalpel* sampai terbentuk suspensi. Suspensi diambil menggunakan pipet Pasteur kemudian dibuat *ring* (lingkaran) pada kaca obyek yang telah diletakkan di atas *hot plate* pada suhu 45 - 50°C. Pembuatan lingkaran dilakukan dengan cara mengeluarkan suspensi, lalu dihisap kembali. Pada tiap preparat dapat dibuat 3 - 4 lingkaran dan setiap sampel suspensi dapat dibuat 4 - 5 buah preparat.

c. Pewarnaan preparat

Preparat yang dihasilkan diwarnai menggunakan Giemsa yang dilarutkan dalam *Phosphat Buffer Saline*/PBS pH 6,88 dengan perbandingan 1:30, selama 30 - 60 menit. Preparat kemudian dicuci dengan air mengalir lalu dikeringanginkan. Hasilnya diamati di bawah mikroskop pada perbesaran 400 - 1000 kali. Preparat dengan sebaran yang baik dipotret dengan perbesaran 1000 kali untuk kemudian dianalisis.

d. Pengamatan dan Pengambilan Data

Analisis dilakukan terhadap jumlah dan bentuk kromosom.

Jumlah kromosom dihitung dan diambil dari 10-20 *ring* dengan sebaran yang baik. Kromosom diploid dengan frekuensi tertinggi (modus) diurutkan dan dipasangkan berdasarkan pada ukuran dan bentuknya.

Bentuk kromosom ditentukan berdasarkan pada harga numerik posisi sentromer (HNPS) atau rasio lengan panjang terhadap lengan pendek kromosom (*r*) (lihat Levan *et al.*, 1964). Dengan cara tersebut didapatkan kromosom dengan bentuk metasentrik, submetasentrik, subtelosentrik, atau telosentrik (Tabel 1).

$$\text{HNPS} = \frac{\text{Panjang lengan pendek kromosom}}{\text{Panjang kromosom total}} \times 100$$

$$\text{Ratio (r)} = \frac{\text{Panjang lengan panjang suatu kromosom}}{\text{Panjang lengan pendek suatu kromosom}} \times 100$$

Pembuatan karyotipe dilakukan dengan memasang-masangkan kromosom yang homolog berdasarkan bentuk dan panjang relatif kromosom (PRK) yang diperoleh, kemudian urutannya ditentukan berdasarkan PRK tersebut.

Untuk mengungkapkan gambaran perbedaan bentuk kromosom secara jelas maka dibuat iidiogram komposit yang diambil dari 5 sel yang memiliki kromosom dengan jumlah dan bentuk yang relatif baik.

Tabel 1. Nilai HNPS, Nilai *r*, dan Bentuk Kromosom.

HNPS	<i>r</i>	Bentuk kromosom
50,00 - 37,50	1,00 - 1,67	Metasentrik (M)
37,49 - 25,00	1,68 - 3,00	Submetasentrik (SM)
24,99 - 12,50	3,01 - 7,00	Subtelosentrik (ST)
12,49 - 00,00	7,01 - ∞	Telosentrik (T)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan metode langsung dengan larva karena merupakan salah satu metode yang relatif umum diterapkan seperti Carman (1992) terhadap beberapa spesies *warm-water fish*, Nurhayati (1997) terhadap ikan pelangi Irian, Said *et al* (2001) pada ikan *G. incisus* dan lainnya. Selain itu Said (1998) yang meneliti kromosom ikan *Melanotaenia boesemani*

memperoleh bahwa penggunaan larva memberikan hasil preparat yang relatif lebih baik daripada beberapa jenis jaringan lain pada fase pertumbuhan seperti telur dan embryo pada fase bintik mata. Menurut Kligerman & Bloom (1977) bahwa keuntungan metode tersebut yaitu relatif mudah memperoleh sel metafase dalam waktu relatif singkat dengan biaya relatif murah. Keuntungan lain yaitu mudah mengamati sel metafase pada pinggiran *ring* yang dibuat.

Bentuk dan sebaran kromosom terbaik diperoleh dari larva umur 10 hari, dosis kolkisin 0,070% dengan waktu inkubasi selama 9 jam, dan perlakuan hipotonik selama 90 menit. Carman (1992) melaporkan bahwa waktu yang diperlukan untuk merendam larva *warm-water fish* berkisar 3 - 4 jam dalam 0,07% kolkisin. Sedangkan Nurhayati (1997) mendapatkan bahwa larva *Chilaterina campsii* membutuhkan waktu perendaman selama 9 jam dalam 0,07% kolkisin. Penelitian Said (2001) terhadap *G. incisus* mendapatkan waktu perendaman 8 jam dalam kolkisin 0,085% terhadap larva berumur 30 hari, dan perlakuan hipotonik selama 100 menit. Dari penelitian ini tampaknya bahwa untuk mendapatkan preparat yang terbaik, terdapat spesifikasi dalam hal umur larva, dosis kolkisin, lama waktu inkubasi baik dalam kolkisin maupun dalam larutan hipotonik. Menurut Flajshans & Rab (1989) bahwa dengan metode perendaman larva, tidak semua larva menghasilkan sebaran kromosom tepat metafase. Ini disebabkan oleh adanya perbedaan respons individu terhadap pengaruh kolkisin atau mungkin kolkisin tidak berfungsi dengan baik karena larva ikan yang stres saat perendaman.

Jumlah kromosom diploid ditentukan berdasarkan pada frekuensi tertinggi (modus) dari sel yang memberikan jumlah kromosom tertentu. Hal serupa telah umum dilakukan seperti oleh Nurhayati (1997) terhadap *M. boesemani*, *M. patoti*, dan *Ch. campsii*; Sucipto (1997), Carman *et al.* (1998) terhadap *Oreochromis* sp.; juga Andriani (2000) terhadap ikan *Telmatherina ladigesii*. Pada penelitian ini juga ditemukan jumlah kromosom yang kurang daripada modus. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh kromosom yang terpisah dari kelompoknya pada saat pembuatan preparat. Sedangkan sebanyak 2 sel dengan jumlah kromosom 79 kemungkinan sel yang berdekatan sehingga terlihat sebagai satu sel. Jumlah

sel dengan sebaran jumlah kromosom tertentu pada *M. lacustris* terlihat pada Tabel 2 yaitu sebanyak 40 sel yang memiliki kromosom 48. Dari tabel tersebut tampak bahwa modus jumlah kromosom ikan tersebut adalah 46. Jumlah tersebut diambil dari 20 preparat dengan sebaran kromosom yang baik.

Tabel 2. Jumlah sel dengan jumlah kromosom tertentu pada ikan pelangi (*M. lacustris*).

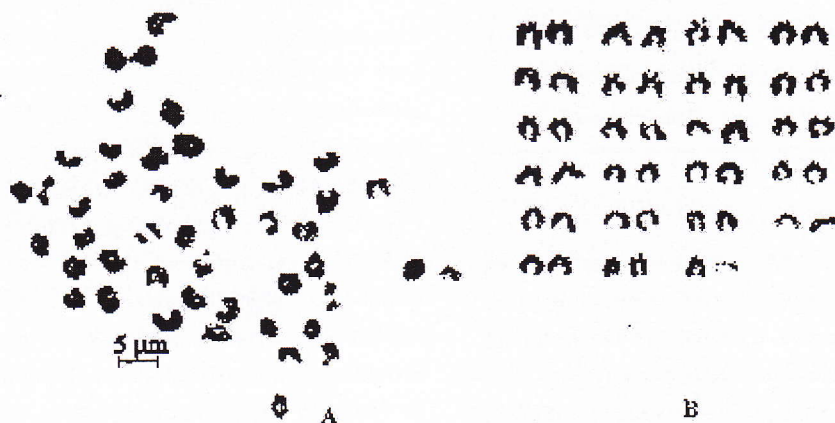
Σ kromosom	40	45	46	47	48	79
Σ sel	2	10	40	7	25	2

Dari sel metafase yang dianalisis ditemukan bahwa 40 sel memiliki jumlah kromosom diploid *M. lacustris* ($2n = 46$) (Gambar 1A). Penelitian lain seperti Nurhayati (1997) mendapatkan bahwa ikan pelangi *M. patoti* dan *Ch. campsi* masing-masing memiliki kromosom $2n=46$, demikian pula halnya Scheel pada tahun 1972 mendapatkan bahwa ikan pelangi Australia (*M. maccullochi*) memiliki kromosom $2n=46$ (Ojima, 1986).

Penelitian-penelitian lain terhadap ikan yang masih satu ordo (Atheriniformes) didapatkan jumlah kromosom diploid sebanyak 48 seperti pada ikan *Atherian elymus* yang diteliti oleh Arai dan Fujiki pada tahun 1978; ikan *Basichlichthys bonariensis* yang diteliti oleh Arai dan Koike pada tahun 1980 (Ojima,

1986). Demikian pula halnya dengan ikan *T. ladigesii* yang memiliki kromosom $2n=48$ (Andriani, 2000). Pada ikan yang satu famili dengan ikan yang diteliti Scheel pada tahun 1972 menemukan bahwa ikan *Nematocentris* sp. memiliki kromosom $2n = 48$ (Ojima, 1986). Demikian pula Said *et al.* (2001, 2002a,b) mendapatkan jumlah kromosom $2n=48$ pada ikan pelangi *G. incisus*, *M. maccullochi*, dan pada ikan *M. boesemani*. Dari fenomena tersebut tampaknya bahwa ordo Atheriniformes atau famili Melanotaeniidae cenderung memiliki kromosom yang sama yaitu $2n=48$.

Karyotipe *M. lacustris* menunjukkan 46 kromosom yang terdiri atas 9 pasang berbentuk submetasentrik (SM) (no. 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, and 14); 3 pasang subtelosentrik (ST) (no. 4, 12, 22) dan 10 pasang telosentrik (T) (no. 2, 5, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, and 21) dengan 1 ST dan 1 T pada no. 23 (Gambar 2B, Tabel 3). Dari hasil tersebut diduga bahwa *M. lacustris* memiliki kromosom seks. Penelitian Andriani (2000) mendapatkan bahwa *T. ladigesii* memiliki karyotipe dengan 3 pasang submetasentrik (SM), 7 pasang subtelosentrik, dan 14 pasang telosentrik. Nurhayati (1997) menemukan bahwa ikan *M. patoti* memiliki 1 pasang kromosom berbentuk submetasentrik, 3 pasang berbentuk akrosentrik, dan 16 pasang berbentuk telosentrik. Demikian pula halnya dengan ikan *Chilaterina campsi* yang memiliki karyotipe dengan 2 pasang subtelosentrik dan 21 pasang berbentuk telosentrik (Nurhayati, 1997). Penelitian Said *et al* (2001) terhadap *G. incisus*. juga menemukan bahwa karyotipe



Gambar 2. Sel metafase (A) dan karyotipe (B) *M. lacustris*.

ikan tersebut terdiri atas 7 pasang berbentuk subtelosentrik dan 17 pasang lainnya berbentuk telosentrik. Said (2002) menemukan bahwa *M. boesemani* memiliki karyotipe dengan 4 pasang berbentuk subtelosentrik dan 20 berbentuk telosentrik. Tampaknya pada famili Melanotaeniidae atau yang satu ordo (Atheriniformes) karyotipenya cenderung didominasi oleh bentuk telosentrik, tanpa satupun yang berbentuk metasentrik. Namun demikian tampaknya karyotipe *M. lacustris* relatif berbeda dengan lainnya karena memiliki pasangan kromosom yang berbentuk submetasentrik (SM) terbanyak yaitu sebanyak 9 pasang (Tabel 3 dan 4).

Penelitian Carman *et al.* (1998) terhadap ikan nila merah menemukan adanya kromosom seks dan dapat diidentifikasi bahwa bahwa ikan nila merah tersebut adalah jantan heterogamet. Selain itu dari hasil penelitian peneliti-peneliti sebelumnya, Tave (1993)

membuat daftar ikan yang telah teridentifikasi kromosom seksnya antara lain: Chanel catfish, *Chinook salmon*, *Coho salmon*, *Lake trout*, *Sockeye salmon*, *Tilapia nilotica*, *T. aurea*, dan lain-lain. Pada *M. lacustris* belum teridentifikasi kelamin yang memiliki kromosom seks karena penelitian yang dilakukan menggunakan metoda langsung (larva) yang belum teridentifikasi jenis kelaminnya. Menurut Kligerman & Bloom (1977) bahwa kelemahan metode yang digunakan yaitu sulit untuk mengidentifikasi kromosom seks ikan yang diteliti. Tampaknya masih diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap kromosom ikan *M. lacustris* untuk mengidentifikasi individu penentu jenis kelamin.

Untuk mengungkapkan gambaran lebih jelas mengenai penampilan bentuk dan ukuran kromosom ikan *M. lacustris* maka dibuat idiogram komposit seperti tertera pada gambar 3.

Tabel 3. Nilai HNPS pada pasangan kromosom ikan pelangi (*M. lacustris*).

NOMER	1	2	3	4	5	6	7	8
HNPS	25,00	0,00	25,51	12,82	12,80	26,17	26,31	26,32

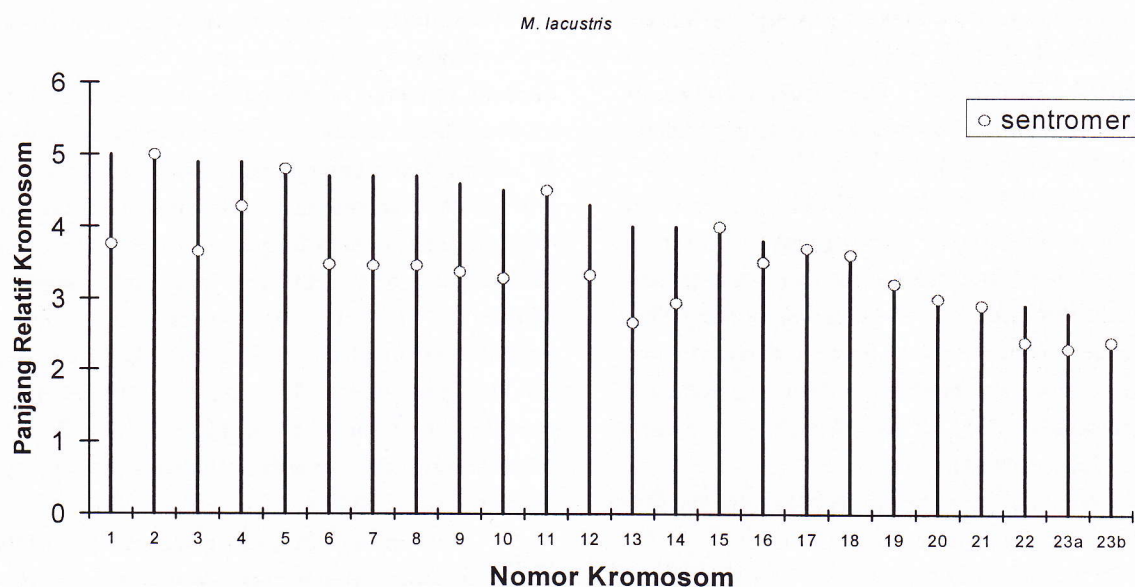
NOMER	9	10	11	12	13	14	15	16
HNPS	27,02	27,02	0,00	22,87	33,33	26,66	0,00	8,30

NOMER	17	18	19	20	21	22	23 ^{*)}
HNPS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,08

Tabel 4. Nomer dan bentuk kromosom ikan pelangi (*M. lacustris*).

NOMER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BENTUK	SM	T	SM	ST	T	SM	SM	SM	SM	SM	T	ST

NOMER	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23 ^{*)}
BENTUK	SM	SM	T	T	T	T	T	T	T	ST	ST



Gambar 3. Idiogram komposit karyotipe ikan pelangi *M. lacustris*.

Berdasarkan fenomena yang terlihat tampaknya *M. lacustris* relatif berbeda dengan ikan pelangi lainnya karena memiliki kromosom diploid sebanyak 46 dengan 9 pasang berbentuk submetasentrik dan juga ditemukan pasangan kromosom yang diduga sebagai kromosom seks.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah dalam ilmu pengetahuan untuk dapat digunakan dalam usaha konservasi dan pengembangan usaha budidaya terhadap ikan pelangi Irian. Informasi kromosom sebagai data dasar sangat menunjang untuk pengembangan teknik produksi dalam budidaya seperti halnya produksi ikan monosek, ploidisasi, hibridisasi, dan lainnya. Dan hasil tersebut juga dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi keberhasilan teknik rekayasa genetika misalnya dengan teknik ploidisasi.

KESIMPULAN

Ikan pelangi *M. lacustris* memiliki kromosom diploid sebanyak 46, dengan karyotipnya menunjukkan 46 kromosom yang terdiri atas 9 pasang berbentuk submetasentrik (SM) (no. 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 13, and 14); 3 pasang subtelosentrik (ST) (no. 4, 12, 22) dan 10 pasang telosentrik (T) (no. 2, 5, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, and 21) dengan 1 ST dan 1 T pada no. 23. Dari hasil tersebut diduga bahwa *M. lacustris* memiliki kromosom seks.

SARAN

Penelitian serupa akan lebih baik bila dilakukan terhadap spesies yang berasal dari alam secara langsung dan pewarnaan preparat sebaiknya dilakukan dengan teknik *banding* agar mudah dalam mengidentifikasi pasangan kromosom. Selain itu diperlukan metode penelitian yang lebih baik (seperti metode kultur darah) agar dapat mengidentifikasi individu jantan atau betina yang memiliki kromosom penentu jenis kelamin. Juga masih diperlukan penelitian lanjutan mengenai jumlah kromosom *M. lacustris* karena jumlah sel dengan kromosom 46 dan 48 tidak terlalu berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan pada Prof. Dr. Komar Sumantadinata, MSc. sebagai kepala Laboratorium Genetika dan Pengembangbiakan Ikan-IPB atas kebaikan dan dukungannya. Kepada Drs. Tjandra Chrismadha, MSc. atas bantuan moril maupun materil, Uda Hasan, dan pada adik-adik Lina, Triyanto, dan lain-lain yang telah sangat membantu.

DAFTAR PUSTAKA

Alberts, B., D. Bray, J. Lewis, M. Raff, K. Robert, & J.D. Watson. 1989. *Molecular biology of the cell*.

- 2nd. Garland Publishing, Inc. New York: xxxv + 1219 hlm.
- Allen, G.R. 1991. *Field guide to freshwater fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute, Madang: 268 hlm.
- Andriani, I. 2000. Morfologi, karyotipe, bioekologi, dan reproduksi ikan hias rainbow Sulawesi (*Therlamterina ladigesii*) di Sungai Maros, Sulawesi Selatan. *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor: x + 101 hlm.
- Carman, O. 1992. Chromosome set manipulation in some warm-water fish. *Dissertation Doctor of Fisheries Science*. The Tokyo University of Fisheries, Japan: x + 165 hlm.
- Carman, O., Alimuddin, S. Sastrawibawa & H. Arfah. 1998. Karyotype and nucleoli number in Red Tilapia. The Fifth Asian Fisheries Forum International Conference on Fisheries and Food Security Beyond the year 2000, November 11-14, 1998. Chiang Mai, Thailand: 312 hlm.
- Flajshans, M. & P. Rab. 1989. Chromosome study of *Oncorhynchus mykiss kampoops*. *Aquaculture* **89**: 1-8.
- Kligerman, A.D. & S. E. Bloom. 1977. Rapid Chromosome preparation from solid tissue of fishes. *Fish. Res. Board. Can.* **34**: 266-269.
- Levan, A., K. Fredga, & A.A. Sandberg. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosome. *Hereditas* **52**: 201-220.
- Ojima. 1986. *Fish chromosome data retrieval list*. Laboratory Dept. of Biology Faculty of Science. Kwansei Gaku Univ. Nishinomiya, Japan: 241 hlm.
- Said, D.S. 1998. Kromosom ikan pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*). Pembakuan metode ekstraksi kromosom. Laporan Teknik Proyek Penelitian, Pengembangan, dan Pendayagunaan Biota Darat. Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor: 19-23.
- Said, D.S., Nurhidayat, M.A. & A. Hadadi. 2001. Pembalikan Seks (*Sex Reversal*) pada ikan hias rainbow (*Melanotaenia boesemani*) dengan metode perendaman embrio dalam hormon 17- α metiltetosteron. *Aquaculture Indonesia* Vol.2(3): 117-122.
- Said, D.S., O. Carman, & Abinawanto. 2001. Karyotype of Red Rainbowfish (*Glossolepis incisus*). *Aquaculture Indonesia*. Vol2 (1): 19-23.
- Said, D.S., O. Carman, Abinawanto, & Hidayat. 2002a. Karyotipe Ikan Pelangi Irian (*Melanotaenia boesemani*). Prosiding Seminar Nasional Limnologi 2002. In pres.
- Said, D.S., Hidayat, O. Carman, & Abinawanto. 2002b. Karyotipe of Papua's Rainbowfish *Melanotaenia maccullochi*. International Symposium on Land Management and Biodiversity in South Asia. Sep. 17-20, 2002. Bali Indonesia.
- Sucipto, A. 1997. Karyotipe ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.). *Skripsi Program Studi Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor*: vi + 37 hlm.