

KARIOTIP IKAN HIAS ENDEMIK RAINBOW SULAWESI (*Telmatherina ladigesii*) DARI SUNGAI MAROS, SULAWESI SELATAN

The Caryotype of Endemic Ornamental Fish Celebes Rainbow (*Telmatherina ladigesii*) from Maros River, South Sulawesi

I. Andriani¹, N. Sugiri², O. Carman³ & D.S. Sjafei⁴

¹ Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor,

Kampus Darmaga Bogor, Jawa Barat ³Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan

Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor,

Kampus Darmaga Bogor (16680) ⁴Departemen Manajemen Sumberdaya

Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Kampus Darmaga Bogor (16680)

ABSTRACT

The objective of this research was to find the caryotype of the endemic ornamental fish, Celebes rainbow (*Telmatherina ladigesii*) from Maros River South Sulawesi, Indonesia. The experimental fish were caught from the branches of Maros River, those are Bantimurung River, Pattunuangasue River and Makkatoang River. Tissue collection and slide preparation were carried out using the solid tissue technique with slight modification. The amount of chromosome pairs found from those three rivers (three population) were $2n = 48$. These chromosomes were divided into 13 pairs big chromosomes ($>1 \mu m$) and 11 pairs small chromosomes ($<1 \mu m$). The caryotype of each population were 3 submetacentric (Sm), 7 subtelocentric (St) and 14 telocentric (t) for population in Pattunuangasue River. 2Sm-8St-14t in Bantimurung River and 1Sm-7St-16t in Makkatoang River. Based on the above caryotype data it was concluded that the population of Celebes rainbow in Maros River have been different.

Key words : *Celebes Rainbow, endemic, caryotype, chromosome, Maros River*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kariotip dari ikan hias endemik rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*). Ikan uji rainbow Sulawesi diambil dari beberapa anak Sungai Maros yaitu Sungai Bantimurung, Sungai Pattunuangasue dan Sungai Makkatoang. Pembuatan preparat kromosom dilakukan dengan menggunakan teknik jaringan padat dengan sedikit modifikasi. Jumlah kromosom semua ikan uji rainbow Sulawesi adalah 48 buah atau 24 pasang ($2n = 48$). Kromosom tersebut terdiri atas 13 pasang kromosom besar ($>1 \mu m$) dan 11 pasang kromosom kecil ($<1 \mu m$). Pola kariotip yang diperoleh yaitu masing-masing 3 submetasentrik (Sm), 7 subtelosentrik (St) dan 14 telosentrik (t) untuk ikan rainbow Sulawesi di Sungai Pattunuangasue, 2Sm-8St-14t di Sungai Bantimurung dan 1Sm-7St-16t di Sungai Makkatoang. Perbedaan pola kariotip ini menunjukkan adanya kemungkinan perbedaan populasi.

Kata kunci : *rainbow Sulawesi, endemik, kariotip, kromosom, Sungai Maros*

PENDAHULUAN

Ikan rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*) merupakan salah satu ikan hias endemik di Sulawesi Selatan. Menurut Kottelat *et al.* (1993) ikan ini berasal dari Sungai Bantimurung, suatu kawasan wisata yang terdapat di Sulawesi Selatan.

Nilai ekonomis yang tinggi baik pada perdagangan mancanegara maupun antar pulau telah mendorong para pembudidaya dan eksportir ikan hias ini melakukan penangkapan besar-besaran. Sempitnya wilayah penyebaran ikan rainbow Sulawesi dan penangkapan yang berlebihan dari alam tanpa disertai dengan usaha budidaya dapat menurunkan populasi bahkan kepunahan ikan ini. Sejak tahun 1996, IUCN (1996) telah memasukkan ikan rainbow Sulawesi ke dalam daftar merah, yaitu kelompok hewan yang terancam punah.

Sementara itu, informasi biologis ikan ini masih sangat kurang, sehingga perlu segera dilakukan kajian.

Penelitian karakter genom yang dalam hal ini adalah kariotip atau susunan kromosom diharapkan dapat menjadi informasi dasar bagi usaha pelestarian dan domestikasi ikan rainbow Sulawesi.

Guodenough & Adisoemarto (1988) serta Elridge (1985) menyatakan bahwa berdasarkan letak sentromer, kromosom dapat dibagi menjadi lima kelompok, yaitu telosentrik, akrosentrik, subtelosentrik, metasentrik dan submetasentrik. Umumnya penggolongan yang selalu digunakan adalah metasentrik (sentromer terletak di tengah-tengah sehingga keempat lengan kromosom sama panjang), submetasentrik (sentromer terletak agak ke atas sehingga lengan atas kromosom lebih pendek dari lengan kromosom bawah) dan akrosentrik (sentromer terletak di ujung atas sehingga terdapat dua lengan kromosom yang jauh lebih panjang).

Berdasarkan panjang dan posisi sentromer dapat dihitung beberapa nilai dari kromosom yaitu indeks sentromer (*centromere index*), rasio lengan (*arm ratio*)

dan panjang relatif kromosom (*relative length*) (Elridge 1985). Levan *et al.* (1964) telah membuat nilai numerik posisi sentromer (*numerical value of centromere* atau NVC) yaitu metasentrik (NVC = 50,0-37,5%), submetasentrik (37,4-25,0%), subtelosentrik (24,9-12,5%) dan telosentrik (12,4-0%).

Hasil penelitian beberapa ikan rainbow menunjuk-kan bahwajumlah kromosom pada ikan rainbow Irian biru (*Chilatherina campsi*), rainbow peacock (*Melano-taenia patoti*) dan rainbow bosmani (*Melanotaenia boesemani*) adalah sama, yaitu 46. Posisi sentromer ikan rainbow tersebut di atas digambarkan sebagai berikut: rainbow Irian mempunyai dua pasang kromosom subtelosentrik dan 21 pasang telosentrik, rainbow peacock mempunyai 1 pasang submetasentrik, 3 pasang subtelosentrik, 3 pasang akrosentrik dan 16 pasang telosentrik (Nurhayati 1997).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter genom yakni jumlah, struktur dan susunan kromosom (kariotip) ikan rainbow Sulawesi yang berada di Sungai Maros.

BAHAN DAN METODE

Ikan rainbow Sulawesi yang diteliti berasal dari tiga anak Sungai Maros, yaitu Sungai Bantimurung, Sungai Pattunuangasue dan Sungai Makkatoang. Ikan yang ditangkap sebanyak 5-10 ekor setiap sungai dengan ukuran panjang baku (panjang dari ujung mulut hingga pangkal ekor) adalah 1-3 cm.

Pembuatan preparat kromosom diakukan dengan teknik jaringan padat (*solid tissue technique*) yang mengacu pada modifikasi metode Fisher dan Rachlin (1972), Cook (1978) dan Nurhayati (1997). Langkah-langkah pembuatan preparat kromosom adalah sebagai berikut:

1. Perendaman ikan uji hidup dalam larutan kolkisin 0,006% (Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) selama 6-7 jam
2. Perendaman potongan organ sirip dan insang ikan dalam larutan hipotonis KCl 0,075 M dengan volume 20 kali dari volume jaringan/organ selama 2x50 menit
3. Fiksasi jaringan atau organ insang dan sirip tersebut dengan cara merendam dalam larutan Carnoy selama 2x30 menit
4. Pembuatan preparat kromosom di atas gelas obyek yang telah direndam selama 24 jam dalam HCl 0,01 N dilanjutkan larutan etanol 70%. Pembuatan preparat kromosom ini dimulai dengan mengambil 3-5 lembar insang atau sirip dan mengeringkannya dengan menyentuh jaringan pada kertas tisu untuk menghilangkan larutan fiksatif. Lembaran insang atau sirip ditaruh di atas gelas obyek cekung dan dicacah dengan menambahkan 3-4 tetes asam asetat. Suspensi sel yang diperoleh ditetaskan di atas gelas obyek yang ditempatkan di atas plat

pemanas dengan suhu 40-50 ° C hingga menyerupai bentuk lingkaran (*ring spray*)

5. Pewarnaan diakukan dengan merendam preparat dalam larutan Giemsa 2% dengan pelarut PBS pada pH 6,8 selama 30 menit. Selanjutnya preparat dibilas di bawah air kran atau akuades
6. Pengamatan di bawah mikroskop dan pengolahan hasil pemotretan dengan komputer
7. Pembuatan kariotip

Penyusunan bentuk kromosom diakukan ber-dasarkan panjang relatif (RL = *relative length*) dan nilai numerik letak sentromer (NVC = *numerical value of centromere*).

$$RL = \frac{\text{Panjang kromosom}}{\text{Panjang genom}} \times 100\%$$

$$NVC = \frac{\text{Panjang lengan pendek}}{\text{Panjang kromosom}} \times 100\%$$

Keterangan : NVC (%)

50,0 - 37,5 m (metasentrik)

37,4 - 25,0 sm (submetasentrik)

24,9 - 12,5 st (subtelosentrik)

12,4 - 0 t (telosentrik) (Levan *et al.*, 1964)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Modus kromosom yang diperoleh selama pengamatan dari ketiga populasi ikan rainbow Sulawesi ini berjumlah 48 (2n=48). Berdasarkan panjang rata-rata kromosom terdapat dua kelompok kromosom pada setiap populasi yaitu kromosom besar (>1 µm) dan kromosom kecil (< 1 µm) (Tabel 1, 2 dan 3).

Populasi ikan rainbow Sulawesi di Sungai Pattunuangasue memiliki 2 pasang kromosom kecil terdiri atas 3 pasang bentuk submetasentrik (No. 8, 13, 17), 5 pasang kromosom besar (No. 1 dan 2) dan 22 pasang kromosom kecil (No. 8-24) (Tabel 1). Kromosom kecil terdiri atas 3 pasang bentuk submetasentrik (No. 8, 13, 17), 5 pasang subtelosentrik (No. 3, 4, 6, 15, 20) dan 14 pasang telosentrik. Susunan kromosom ikan rainbow ini dapat dilihat pada Gambar 1. Kromosom besar semuanya berbentuk subtelosentrik.

Ikian rainbow Sulawesi di Sungai Makkatoang memiliki 8 pasang kromosom besar yang terdiri atas 4 pasang subtelosentrik (No. 1, 2, 4 dan 6) dan 4 pasang telosentrik (No. 3, 5, 7 dan 8), sedangkan 16 pasang lainnya digolongkan sebagai kromosom kecil dengan 1 pasang submetasentrik (No.1 5), 3 pasang subtelosentrik (No. 11,12 dan 18) dan 12 pasang telosentrik (Tabel 2 dan Gambar 1).

Ikan rainbow Sulawesi di Sungai Bantimurung memiliki 13 pasang kromosom besar dan 11 pasang kromosom kecil (Tabel 3 dan Gambar 1). Ketigabelas pasang kromosom besar tersebut terdiri atas 2 pasang submetasentrik (No. 5 dan 12), 8 pasang subtelosentrik (No. 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10 dan 11) dan 3 pasang telosentrik

Tabel 1. Panjang relatif, nilai numerik letak sentromer dan tipe kromosom *Telmatherina ladigessi* di Sungai Pattunungasue dalam metaphase (n=4)

No	Panjang relatif (%)	Nilai tengah lengan pendek kromosom (μm)	Nilai tengah panjang kromosom (μm)	Nilai numerik letak sentromer	
				NVC (%)	Tipe
1	4,689 ± 1,644	0,233 ± 0,100	1,115 ± 0,075	20,89	st
2	4,373 ± 1,515	0,203 ± 0,300	1,039 ± 0,090	19,57	st
3	4,134 ± 1,442	0,159 ± 0,032	0,982 ± 0,082	16,16	st
4	3,988 ± 1,404	0,181 ± 0,053	0,948 ± 0,064	19,12	st
5	3,948 ± 1,380	0,000 ± 0,000	0,938 ± 0,070	0	T
6	3,790 ± 1,356	0,166 ± 0,022	0,904 ± 0,037	18,36	st
7	3,626 ± 1,312	0,089 ± 0,020	0,865 ± 0,025	10,32	T
8	3,562 ± 1,298	0,242 ± 0,017	0,850 ± 0,020	28,45	sm
9	3,500 ± 1,293	0,074 ± 0,025	0,837 ± 0,007	8,87	t
10	3,370 ± 1,200	0,000 ± 0,000	0,803 ± 0,038	0	t
11	3,353 ± 1,197	0,062 ± 0,042	0,800 ± 0,035	7,75	t
12	3,336 ± 1,180	0,000 ± 0,000	0,795 ± 0,044	0	t
13	3,252 ± 1,159	0,197 ± 0,032	0,775 ± 0,038	25,41	sm
14	3,199 ± 1,138	0,060 ± 0,051	0,762 ± 0,037	7,80	t
15	3,213 ± 1,131	0,126 ± 0,036	0,768 ± 0,043	16,47	st
16	3,160 ± 1,135	0,062 ± 0,026	0,754 ± 0,028	8,22	t
17	3,083 ± 1,090	0,218 ± 0,023	0,734 ± 0,043	29,7	sm
18	2,994 ± 1,045	0,000 ± 0,000	0,712 ± 0,054	0	t
19	2,961 ± 1,035	0,042 ± 0,035	0,704 ± 0,050	5,99	t
20	2,906 ± 1,022	0,109 ± 0,020	0,692 ± 0,043	15,77	st
21	2,806 ± 0,987	0,000 ± 0,000	0,668 ± 0,041	0	t
22	2,686 ± 0,952	0,063 ± 0,017	0,640 ± 0,034	9,91	t
23	2,625 ± 0,925	0,000 ± 0,000	0,625 ± 0,038	0	t
24	2,404 ± 0,833	0,000 ± 0,000	0,570 ± 0,055	0	t

NVC = Numerical Value of Centromere

Tabel 2. Panjang relatif, nilai numerik letak sentromer dan tipe kromosom *Telmatherina ladigessi* di Sungai Makkatoang dalam metaphase (n=4)

No	Panjang relatif (%)	Nilai tengah lengan pendek kromosom (μm)	Nilai tengah panjang kromosom (μm)	Nilai numerik letak sentromer	
				NVC (%)	Tipe
1	5,526 ± 0,355	0,243 ± 0,041	1,255 ± 0,314	19,34	st
2	5,333 ± 0,286	0,204 ± 0,063	1,207 ± 0,272	16,91	st
3	5,221 ± 0,381	0,000 ± 0,000	1,185 ± 0,289	0	t
4	4,972 ± 0,182	0,214 ± 0,056	1,121 ± 0,218	19,07	st
5	4,867 ± 0,168	0,116 ± 0,032	1,095 ± 0,200	10,6	t
6	4,711 ± 0,173	0,251 ± 0,077	1,061 ± 0,202	23,64	st
7	4,640 ± 0,139	0,126 ± 0,038	1,406 ± 0,205	12,03	t
8	4,516 ± 0,169	0,000 ± 0,000	1,019 ± 0,215	0	t
9	4,425 ± 0,143	0,000 ± 0,000	0,997 ± 0,195	0	t
10	4,327 ± 0,131	0,102 ± 0,039	0,978 ± 0,209	10,4	t
11	4,247 ± 0,079	0,157 ± 0,098	0,959 ± 0,200	16,34	st
12	4,166 ± 0,127	0,144 ± 0,047	0,942 ± 0,201	15,32	st
13	4,113 ± 0,092	0,108 ± 0,042	0,929 ± 0,193	11,66	T
14	4,042 ± 0,049	0,078 ± 0,015	0,911 ± 0,177	8,58	T
15	3,902 ± 0,101	0,328 ± 0,082	0,885 ± 0,178	37,08	sm
16	3,902 ± 0,101	0,000 ± 0,000	0,882 ± 0,184	0	t
17	3,835 ± 0,065	0,061 ± 0,058	0,866 ± 0,177	7,10	t
18	3,748 ± 0,078	0,148 ± 0,045	0,845 ± 0,166	17,44	st
19	3,692 ± 0,091	0,000 ± 0,000	0,830 ± 0,147	0	t
20	3,525 ± 0,086	0,000 ± 0,000	0,792 ± 0,138	0	t
21	3,400 ± 0,216	0,067 ± 0,045	0,761 ± 0,122	8,66	t
22	3,207 ± 0,500	0,000 ± 0,000	0,712 ± 0,115	0	t
23	2,933 ± 0,629	0,000 ± 0,000	0,648 ± 0,126	0	t
24	2,719 ± 0,575	0,000 ± 0,000	0,603 ± 0,138	0	t

Tabel 3. Panjang relatif, nilai numerik letak sentromer dan tipe kromosom *Telmatherina ladigessi* di Sungai Bantimurung dalam metaphase (n=4)

No	Panjang relatif (%)	Nilai tengah lengan pendek kromosom (μm)	Nilai tengah panjang kromosom (μm)	Nilai numerik letak sentromer	
				NVC (%)	Tipe
1	6,138 ± 0,616	0,278 ± 0,047	1,526 ± 0,453	18,25	st
2	5,781 ± 0,440	0,273 ± 0,051	1,443 ± 0,433	18,94	st
3	5,566 ± 0,599	0,279 ± 0,124	1,389 ± 0,438	20,09	st
4	5,176 ± 0,365	0,220 ± 0,021	1,284 ± 0,349	17,11	st
5	4,924 ± 0,189	0,335 ± 0,070	1,212 ± 0,261	27,62	sm
6	4,743 ± 0,118	0,153 ± 0,066	1,167 ± 0,245	13,10	st
7	4,677 ± 0,061	0,143 ± 0,050	1,153 ± 0,259	12,41	t
8	4,558 ± 0,131	0,081 ± 0,065	1,123 ± 0,248	7,21	t
9	4,449 ± 0,113	0,220 ± 0,082	1,099 ± 0,257	19,97	st
10	4,417 ± 0,153	0,143 ± 0,068	1,089 ± 0,244	13,12	st
11	4,308 ± 0,163	0,133 ± 0,038	1,065 ± 0,254	12,50	st
12	4,217 ± 0,123	0,344 ± 0,143	1,043 ± 0,249	33,02	sm
13	4,129 ± 0,104	0,103 ± 0,071	1,019 ± 0,229	10,14	t
14	4,004 ± 0,167	0,116 ± 0,050	0,990 ± 0,239	11,75	t
15	3,913 ± 0,041	0,000 ± 0,000	0,966 ± 0,222	0	t
16	3,820 ± 0,113	0,096 ± 0,042	0,948 ± 0,243	10,14	t
17	3,685 ± 0,075	0,077 ± 0,065	0,908 ± 0,199	8,42	t
18	3,588 ± 0,253	0,090 ± 0,050	0,878 ± 0,165	10,16	t
19	3,412 ± 0,255	0,088 ± 0,052	0,834 ± 0,151	10,53	t
20	3,392 ± 0,226	0,000 ± 0,000	0,830 ± 0,153	0	t
21	3,148 ± 0,204	0,000 ± 0,000	0,776 ± 0,182	0	t
22	2,986 ± 0,230	0,000 ± 0,000	0,734 ± 0,160	0	t
23	2,700 ± 0,270	0,000 ± 0,000	0,672 ± 0,191	0	t
24	2,266 ± 0,149	0,000 ± 0,000	0,554 ± 0,098	0	T

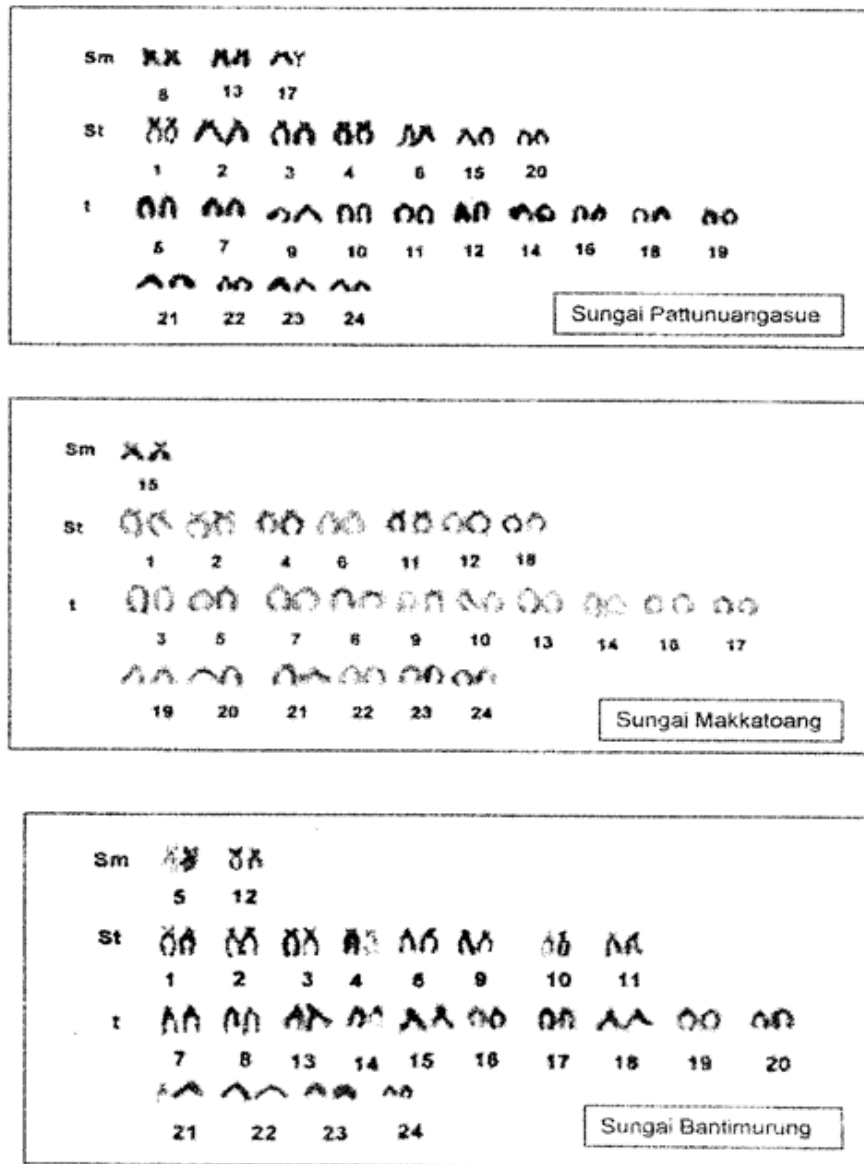
Tabel 4. Komposisi bentuk kromosom ikan rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigessi*) dari Sungai Pattunuangasue, Sungai Makkatoang dan Sungai Bantimurung

Lokasi	Submeta-sentrik(sm)	%	Subtelosentrik(st)	%	Telosentrik(t)	%
Sungai Pattunuangasue	8,13,17	12,5	1,2,3,4, 6,15,20	29,17	5,7,9,10,11,12, 14,16,18,19, 21,22,23,24	58,33
Sungai Makkatoang	15	4,17	1,2,4,6, 11,12,18	29,17	3,5,7,8,9,10,13, 14,16,17,19,20, 21,22,23,24	66,67
Sungai Bantimurung	5,12	8,33	1,2,3,4, 6,9,10,11	33,33		58,33

(No. 7, 8 dan 13), sedangkan kromosom kecil seluruhnya merupakan bentuk teiosentrik .

Komposisi bentuk kromosom ikan rainbow Sulawesi dari setiap sungai disajikan pada Tabel 4. Ikan rainbow Sulawesi dari sungai Pattunuangasue memiliki bentuk kromosom teiosentrik sebanyak 58,33%, sub-telosentrik 29,17% dan submetasentrik 12,50%. Ikan rainbow Sulawesi dari Sungai Makkatoang memiliki bentuk kromosom teiosentrik 66,67%, subtelosentrik 29,17% dan submetasentrik 4,17%, sedangkan yang dari Sungai Bantimurung memiliki teiosentrik 58,33%, subtelosentrik 33,33% dan submetasentrik 8,33%. Hasil kariotip rainbow Sulawesi dari tiga sungai yang berbeda terlihat bervariasi baik dari segi bentuk, susunan maupun kisaran panjang relatifnya.

Perbedaan kariotip dan susunan kromosom tersebut diduga merupakan pengaruh adaptasi ikan terhadap lingkungan yang berbeda. Meskipun Sungai Pattunuangasue bersambungan dengan Sungai Makkatoang, namun karakteristik habitat Sungai Makkatoang berbeda dengan Sungai Pattunuangasue. Demikian pula halnya dengan Sungai Bantimurung, meskipun pada akhirnya bertemu dengan Sungai Makkatoang di Sungai Maros namun karakteristik habitatnya berbeda. Perbedaan ini dapat dianggap sebagai faktor pembatas wilayah bagi masing-masing populasi. Sementara itu, antara Sungai Bantimurung dan Sungai Pattunuangasue, meskipun karakteristik habitatnya hampir sama namun memiliki sumber air yang berbeda dan kedua aliran sungai ini hanya



Gambar 1. Kariotip ikan rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladiges*) dari percabangan Sungai Maros : Sungai Pattunuangasue, Sungai Makkatoang dan Sungai Bantimurung, Sulawesi Selatan

sewaktu-waktu bertemu yaitu pada saat curah hujan tinggi. Fenomena di atas merupakan faktor-faktor yang dapat menyebabkan perbedaan baik secara morfologi maupun secara genetik, dalam hal ini kariotip, antara ikan-ikan rainbow Sulawesi dari ketiga lokasi tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Jumlah kromosom ikan rainbow Sulawesi dari ketiga anak sungai Maros ini adalah 24 pasang ($2n=48$).
2. Kariotip dari masing-masing stasiun adalah 3Sm-7St-14t untuk S. Pattunuangasue, 2Sm-8St-14t untuk S. Bantimurung dan 1Sm-7St-16t untuk S.

Makkatoang.

3. Berdasarkan pola kariotip tersebut diduga telah terdapat perbedaan pada ketiga populasi tersebut.
4. Perbedaan struktur genom melalui kariotip ini sebaiknya dibuktikan dengan teknik biomolekuler seperti isozime atau elektroforesis DNA untuk men-dapat hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cook, P.C. 1978. Karyotypic analysis of the gobiid Genus *Quietula*. *J. Fish. Biol.*, 12: 173-174.
- Eldridge, F.E. 1985. *Cytogenetics of Lifestock*. AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut U.S.A. 298 pp.

- Fisher, P.B. & J.W. Rachlin. 1972. Kryotypic analysis of 2 sympatric species of fish, *Fundulus heteroclitus* L. and *F. majalis*. J. Fish. Biol., 4: 67-71.
- Guodenough, U. & S. Adisoemarto. 1988. Genetika. Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- IUCN. 1996. IUCN Red List of Threatened Animals. IUCN. Gland and Cambridge.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari & S. Wiriatiojo. 1993. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi. Periplus Edition (HK) Ltd. dan Proyek EMDI Republik Indonesia, Jakarta.
- Levan, A., K. Fredga & A.A. Sandberg. 1983. Nomenclature for centromic position on chromosomes. Hereditas, 52:201-220.
- Nurhayati. 1997. Kariotip Ikan Rainbow Irian Famili Atherinidae. Skripsi. Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.