

## MORFOMETRI ROTIFER *Brachionus rotundiformis* STRAIN SS ASAL TAMBAK MINANGA DAN TAMBAK WATULINEY SULAWESI UTARA YANG DIKULTUR PADA SALINITAS YANG BERBEDA

Inneke Fenny Melke Rumengan<sup>\*)</sup>, Marseni Sulung<sup>\*)</sup>, Zamrud Lantiunga<sup>\*)</sup>, dan John Kekenusa<sup>\*\*)</sup>

### ABSTRAK

Rotifer *Brachionus rotundiformis* ditemukan mendominasi tambak Minanga dan Watuliney, Sulawesi Utara. Lokasi kedua tambak ini terpisah sekitar 7 km, terletak di pantai bagian tenggara jazirah Sulawesi Utara yang menghadap Laut Maluku. Morfometri kedua populasi rotifer yang dikultur pada salinitas berbeda di laboratorium, diduga dipengaruhi oleh salinitas asal tambak dari mana rotifer itu diisolasi, yaitu 25–33 ppt untuk tambak Minanga dan 0–3 ppt untuk tambak Watuliney. Kedua populasi rotifer dikultur pada salinitas 5–30 ppt masing-masing dengan interval 5 ppt. Rotifer asal tambak Minanga diadaptasikan secara bertahap dengan menurunkan salinitas dari 30 sampai 5 ppt, di mana pada salinitas perlakuan yaitu 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 ppt disisihkan sebagian untuk stok eksperimen. Hal sebaliknya dilakukan pada rotifer tambak Watuliney, di mana rotifer diadaptasikan bertahap dengan menaikkan salinitas dari 5 ke 30 ppt, dan pada setiap salinitas perlakuan juga disisihkan sebagian untuk stok eksperimen. Pada setiap perlakuan, 5 ekor rotifer hasil tetapan turunan pertama dimasukkan kedalam tabung reaksi yang mengandung suspensi *Nannochloropsis oculata* dengan kepadatan  $3 \times 10^6$  cells/mL pada suhu 25°C. Sesudah 7 hari, jumlah populasi rotifer meningkat akibat reproduksi partenogenesis, di mana sejumlah 30 rotifer yang membawa telur dari setiap perlakuan diukur bagian-bagian tubuhnya di bawah mikroskop. Ternyata kisaran ukuran rotifer Minanga dalam semua perlakuan lebih rendah dari rotifer Watuliney. Morfometri kedua populasi yang berasal dari tambak yang berlainan, mempunyai perbedaan yang nyata secara statistik. Ada kecenderungan panjang lorika rotifer Watuliney meningkat dengan meningkatnya salinitas, sedangkan rotifer Minanga tidak menunjukkan perbedaan ukuran dengan perubahan salinitas.

**ABSTRACT:** *Morphometry of SS strain rotifer Brachionus rotundiformis originated from Minanga and Watuliney brackishwater ponds in North Sulawesi cultured at different salinities. By: Inneke Fenny Melke Rumengan, Marseni Sulung, Zamrud Lantiunga, and John Kekenusa*

*The rotifers Brachionus rotundiformis were found predominantly in Minanga and Watuliney brackishwater ponds in North Sulawesi. The two ponds are located 7 km apart at south-eastern coast of North Sulawesi facing to Maluku Sea. Morphometry of the two groups may associate with the original salinities of the ponds, 25–33 and 0–3 ppt in Minanga and Watuliney ponds, respectively. The rotifers were cultured at different salinities in laboratory in order to observe the plasticity of their size. Rotifers from Minanga ponds were gradually adapted by lowering salinities from 30 ppt to 25, 20 until 5 ppt. In contrast, Rotifers from Watuliney ponds were adapted gradually by increasing salinities from 5 ppt to 10, 15, 20, 25, and 30 ppt. In each treatment, 5 first laid eggs were put into each test tube containing Nannochloropsi oculata ( $3 \times 10^6$  cells/mL) at 25°C, and after 7 days, the rotifer population remarkably increased*

<sup>\*)</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado

<sup>\*\*)</sup> Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado

due to parthenogenetic reproduction, and then body size of 30 egg-carrying rotifers of each treatment were measured under microscope. Body size of rotifers from Minanga ponds in all treatment was lower than that of rotifers from Watuliney ponds. Statistically, morphometry of the two groups was significantly different. However, there was a tendency for that lorica length of rotifers from Watuliney ponds to increase as the salinity increase, while rotifers from Minanga ponds did not significantly changed in their sizes as the salinity changed.

**KEYWORDS:** *morphometry, rotifer, strain SS, polymorphism*

## PENDAHULUAN

Kualitas dan kuantitas pakan merupakan salah satu faktor pembatas dalam produksi benih ikan laut. Yufera (1982) merangkum berbagai kriteria ukuran pakan alami yang ideal berkisar antara 50—500  $\mu\text{m}$ . Rotifer merupakan salah satu golongan zooplankton yang mulai populer dimanfaatkan sebagai pakan alami berbagai larva fauna laut sejak 1960. Salah satu ciri biologi yang sangat menunjang pemanfaatannya tersebut adalah dalam hal ukurannya yang relatif kecil, umumnya kurang dari 300  $\mu\text{m}$ , sehingga cocok dengan bukaan mulut larva. Selain itu, rotifer berpeluang besar dijadikan biokapsul alami bagi larva, karena dapat mentransfer senyawa-senyawa dari lingkungan ke tubuh larva (Gatesoupe, 1982; Rumengan, 1997), dan mengandung sumber senyawa-senyawa bioaktif penting, walaupun untuk hal terakhir ini belum banyak dieksplorasi.

Rotifer yang diteliti ini sebelumnya dikenal sebagai *Brachionus plicatilis* tipe S (*small*) namun sejak 1995 telah berubah nama menjadi *B. rotundiformis* setelah secara genetik terbukti bahwa tipe ini berbeda dengan tipe L yang hingga sekarang tetap dinamai *B. plicatilis* (Rumengan, 1990; Rumengan *et al.*, 1993) dan ditambah bukti adanya isolasi reproduksi (Hagiwara *et al.*, 1995). Selanjutnya, dilaporkan bahwa *B. rotundiformis* ternyata bervariasi dalam ukuran menurut lingkungan hidup, dan rotifer jenis ini yang berasal dari daerah tropis mempunyai kisaran ukuran yang relatif lebih kecil, dan dijumpai tipe SS (Hagiwara *et al.*, 1995; Rumengan *et al.*, 1998). Rotifer tipe SS telah dilaporkan sebagai makanan awal esensial yang lebih cocok bagi larva, dibandingkan dengan rotifer yang lebih besar (strain S dan L).

Ukuran rotifer mendapat perhatian penting dari para produsen benih ikan laut, karena pembenihan beberapa spesies ikan komersial penting seperti napoleon dan kerapu

membutuhkan rotifer tipe SS. Rotifer tipe SS diduga masih dapat direduksi lagi dengan manipulasi lingkungan, karena zooplankton ini mengalami fenomena polimorfisme. Rumengan *et al.* (1998) dan Knuckey *et al.* (2004) melaporkan bahwa ukuran rotifer dapat mengecil jika memangsa alga mikro yang berukuran sel relatif kecil. Kumaat (2000) menemukan gejala plastisitas dalam ukuran pada rotifer alami di tambak Minanga dan Watuliney yang terletak dekat daerah pantai selatan jazirah Sulawesi Utara menghadap Laut Maluku. Kedua lokasi tambak ini hanya terpisah sekitar 7 km, namun kondisi salinitasnya sangat berbeda, tambak Minanga dengan salinitas 25—33 ppt rata-rata ukuran panjang dan lebar lorika rotifer masing-masing berkisar antara 122,0—204,8  $\mu\text{m}$  dan 97,2—163,4  $\mu\text{m}$ , sedangkan untuk rotifer yang berasal dari tambak Watuliney dengan salinitas 0—3 ppt rata-rata ukuran panjang dan lebar lorika masing-masing berkisar antara 97,2—180,0  $\mu\text{m}$  dan 86,9—157,2  $\mu\text{m}$ .

Penelitian ini melanjutkan temuan tersebut untuk mengetahui apakah setelah dikultur di laboratorium, gejala plastisitas ukuran tersebut terjadi, berdasarkan analisis morfometrik. Morfometri merupakan karakter morfologi yang menggambarkan ukuran setiap bagian tubuh dan perbandingan bagian-bagian tubuh rotifer. Dengan analisis morfometrik, dapat diketahui plastisitas secara morfologi atau polimorfisme ukuran tubuh (Fukusho & Iwamoto, 1981; Yufera, 1982). Istilah polimorfisme juga diperuntukkan untuk karakter biologi yang terkait dengan gejala mixis (Aparici *et al.*, 1996). Adanya gejala polimorfisme pada rotifer, memungkinkan mereduksi ukuran lorika rotifer dengan mengatur faktor-faktor lingkungan.

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi dengan hipotesis bahwa lingkungan asal dan perubahan salinitas mempengaruhi morfometri rotifer *B. rotundiformis*. Informasi

yang dapat diperoleh dari penelitian ini dapat dikontribusikan bagi upaya peningkatan proporsi populasi rotifer yang berukuran kecil agar dapat menunjang produksi benih fauna laut tropis yang mempunyai nilai ekonomis penting di Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian diawali dengan persiapan pakan rotifer, yaitu alga mikro *Nannochloropsis oculata* dengan mengambil stok yang sudah ada di laboratorium, kemudian dikultur dalam air laut bersalinitas 20 ppt yang telah diramu sedemikian mengandung beberapa pupuk anorganik seperti yang dipopulerkan oleh Hirata (1975) dengan komposisi sebagai berikut:  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (122,6 mg/L),  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  (23 mg/L), dan Clewat (15 mg/L). Senyawa yang terakhir adalah campuran dari berbagai unsur mikro untuk pertumbuhan alga mikro (Rumengan *et al.*, 1998). Kultur alga dalam labu Erlenmeyer berisi ramuan tersebut dan diletakkan dalam ruang kultur bersuhu 25°C diberi penerangan lampu TL 20 watt. Setelah mencapai pertumbuhan eksponensial, sel-sel alga mikro tersebut dipisahkan dari medium kulturnya dengan sentrifus berkecepatan 3.000 rpm selama 10 menit. Untuk digunakan sebagai pakan rotifer, sel-sel alga hasil sentrifus diresuspensi dalam air laut yang sudah diotoklaf pada suhu 121°C selama 30 menit dengan salinitas yang sesuai dengan salinitas percobaan dan diatur sedemikian agar kepadatannya  $3 \times 10^6$  sel/mL.

Hewan uji rotifer diambil dari dua lokasi yaitu tambak Minanga dan tambak Watuliney, Kecamatan Belang Kabupaten Minahasa yang berjarak sekitar 7 km. Kedua tambak ini mempunyai salinitas yang berbeda seperti dilaporkan oleh Kumaat (2000). Sampel rotifer diambil dengan menggunakan jaring plankton berukuran mata jaring 40  $\mu\text{m}$ . Cara pengambilan, jaring plankton ditarik secara horisontal pada permukaan air, air yang melewati mulut jaring akan terkumpul pada botol kecil pada ujung kerucut jaring plankton. Kemudian sampel-sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Bioteknologi Kelautan untuk diamati lebih lanjut. Saat pengambilan sampel diukur pula salinitas dan suhu pada masing-masing lokasi.

Dari sampel rotifer setiap lokasi, diambil satu individu bertelur di bawah mikroskop, kemudian dimasukkan kedalam tabung reaksi berisi suspensi alga *N. oculata* yang dipre-

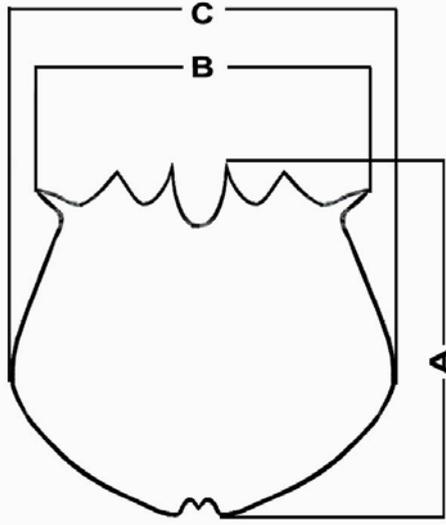
parasi seperti tersebut di atas. Karena berasal dari satu individu, maka populasi rotifer yang diperoleh merupakan kultur klon, mula-mula dilakukan pada salinitas asal. Setelah beberapa hari klon rotifer hasil kultur dipindahkan dan diadaptasikan secara bertahap pada media dengan salinitas percobaan seperti yang diuraikan berikut ini.

Rotifer dari tambak Minanga dikoleksi pada waktu salinitas 30–34 ppt, kemudian dipindahkan pada media bersalinitas 30 ppt dan diadaptasikan berturut-turut mulai pada salinitas 25, 20, 15, 10, dan 5 ppt. Sedangkan rotifer yang berasal dari tambak Watuliney bersalinitas awal 0–3 ppt, kemudian diadaptasikan berturut-turut mulai pada media bersalinitas 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 ppt. Jadi medium kultur untuk rotifer asal Watuliney mengalami peningkatan salinitas, sedangkan untuk rotifer asal Minanga mengalami pengenceran.

Pelaksanaan percobaan diawali dengan pemisahan telur-telur rotifer *B. rotundiformis* dari induknya untuk setiap perlakuan pada salinitas tertentu. Mula-mula induk-induk yang membawa telur hasil reproduksi partenogenesis (tanpa jantan), sehingga disebut telur amiktik, dipisahkan dari individu yang lain, kemudian dikocok untuk merontokkan telur-telur dari induknya. Telur-telur yang diperoleh dimasukkan dalam wadah pemeliharaan dan diamati masa inkubasinya. Pengamatan dilakukan sampai telur itu menetas (P) dan seterusnya menghasilkan telur generasi pertama (TGP) yang digunakan sebagai hewan uji.

Telur-telur generasi pertama yang sudah matang, dilihat berdasarkan ada gerakan-gerakan didalamnya, dimasukkan dalam tabung-tabung kultur yang masing-masing mengandung 10 mL medium, sebanyak 5 butir setiap tabung. Telur-telur tersebut akan menetas dan sekanjutnya dewasa dan bereproduksi secara partenogenesis. Setelah 7 hari kemudian, individu-individu bertelur (sekitar 30 individu setiap perlakuan) diawetkan dengan formalin 4%, kemudian bagian-bagian tubuhnya diukur di bawah mikroskop Olympus dengan pembesaran 400 kali. Morfometri rotifer didasarkan pada panjang dan lebar lorika, serta lebar anterior seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Ada tidaknya perbedaan secara statistik ukuran lorika rotifer *B. rotundiformis* dari dua lokasi yang dikultur di laboratorium dengan



Gambar 1. Bagian-bagian tubuh rotifer yang diukur (A= panjang lorika, B= lebar lorika, dan C= lebar anterior

Figure 1. Parts of rotifer body measured (A= lorica length, B= lorica width, and C= anterior width

perlakuan salinitas, maka data panjang lorika diuji dengan analisis varians (ANOVA).

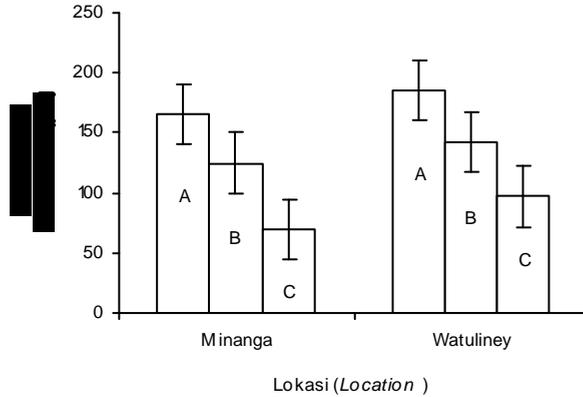
### HASIL DAN BAHASAN

Rata-rata ukuran tubuh rotifer *B. rotundiformis* asal tambak Minanga dan Watuliney disajikan pada Gambar 2. Jelas terlihat bahwa rotifer asal Minanga relatif lebih kecil dari rotifer asal Watuliney. Secara statistik memang terbukti bahwa panjang lorika kedua populasi rotifer itu berbeda nyata (Tabel 1). Selanjutnya dalam hal morfometri, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3 khususnya berdasarkan kisaran nilai C/A, ada kecenderungan rotifer Watuliney agak lebih bulat ( $C/A=0,48-0,59$ ) dari rotifer Watuliney ( $C/A= 0,43-0,53$ ). Sedangkan dalam hal bentuk anterior (B/C) ada kecenderungan rotifer Minanga agak melebar, sedangkan rotifer Watuliney agak meruncing. Berdasarkan kisaran ukuran lorika jelas kedua populasi rotifer tersebut tergolong SS strain mirip dengan kisaran SS strain Australia yakni  $151,0 \pm 15,0 \mu\text{m}$  (Knuckey *et al.*, 2004), namun relatif lebih kecil dari rata-rata ukuran populasi rotifer asal Manembo-nembo Bitung, yakni  $199,20 \pm 10,60 \mu\text{m}$  seperti yang dilaporkan oleh Rumengan *et al.* (1998), karena rotifer Manembo-nembo tersebut dikultur dengan

pemberian *Tetraselmis* sp. yang mempunyai ukuran sel lebih besar dari *N. oculata*.

Selanjutnya hasil pengukuran morfometrik rotifer pada salinitas yang berbeda untuk masing-masing lokasi seperti yang tertera pada Tabel 2 dan 3, memperlihatkan bahwa rotifer Watuliney yang salinitas asal di bawah 3 ppt mempunyai kecenderungan bertambah panjang dengan meningkatnya salinitas. Berbeda dengan rotifer asal Minanga, yang salinitas awalnya di atas 30 ppt, walaupun salinitasnya diturunkan tidak memperlihatkan perubahan ukuran lorika yang signifikan. Secara statistik memang terbukti bahwa perbedaan salinitas tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap ukuran panjang lorika dari rotifer yang berasal dari lokasi yang sama, walaupun ukuran panjang lorika kedua populasi rotifer yang berbeda lokasi asal, secara statistik berbeda nyata (Tabel 1).

Jadi dalam penelitian ini, lokasi yang berbeda merupakan faktor yang lebih dominan mempengaruhi dibandingkan dengan perubahan salinitas setelah dikultur di laboratorium. Nampaknya ukuran lorika tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan perubahan salinitas dalam hal ini penurunan dari 30 menjadi 5 ppt pada strain Minanga, dan peningkatan salinitas dari 5 ppt menjadi 30



Gambar 2. Rata-rata ukuran lorika rotifer, *B. rotundiformis* asal tambak Minanga dan tambak Watuliney, Sulawesi Utara (A,B, dan C seperti pada Gambar 1)

Figure 2. Average body size of rotifers, *B. rotundiformis* originated from Minanga and Watuliney brackishwater ponds, North Sulawesi (A,B, and C as explained in Figure 1)

Tabel 1. Hasil analisis ragam ukuran panjang lorika rotifer  
Table 1. Results of analysis of variance of lorica length of rotifers

Sumber keragaman Sources of variance	DB (DF)	JK (SS)	KT (MS)	F <sub>hitung</sub> (F <sub>calc</sub> )	F <sub>tabel</sub> (F <sub>table</sub> )
Perlakuan (salinitas) Treatment (salinity)	5	403,664	80,732	0,5623	50,503
Kelompok (lokasi) Group (location)	1	4,360,166	4,360,166	30,369	66,078
Galat Error	5	717,861	143,572		
Jumlah (Total)	11	5,481,692			

ppt pada strain Watuliney, namun kedua populasi jelas mempunyai ukuran yang berbeda. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua populasi mungkin berbeda secara genetik, dan ini jelas membutuhkan pembuktian lebih lanjut secara molekuler seperti yang dilakukan oleh Yoshinaga *et al.* (2004) terhadap rotifer *B. rotundiformis* asal Indonesia, namun berasal dari lokasi geografi yang berbeda yakni Lampung, Sumatera, dan Manembo-nembo, Bitung. Setelah dianalisis secara molekuler berdasarkan urutan DNA mitochondria ternyata memang rotifer dari lokasi berbeda mempunyai genotip berbeda. Fenomena tersebut dikenal dengan istilah '*Brachionus*

*complex*' sampai sekarang masih belum tuntas ditelaah. Taksonomi rotifer khususnya genus *Brachionus* nampaknya akan mengalami revisi lagi di kemudian hari.

Morfometri suatu organisme diduga akibat pengaruh faktor-faktor aditif genetik yang terbentuk akibat pengaruh lingkungan secara akumulatif pada lingkungan asal atau alami. Hal ini menarik untuk dikaji lebih lanjut sehubungan dengan upaya mereduksi ukuran rotifer untuk pakan awal benih ikan-ikan komersial penting yang bermulut kecil seperti kerapu dan napoleon. Faktor eksternal yang dilaporkan besar pengaruhnya terhadap

Tabel 2. Morfometri rotifer Minanga yang dikultur pada salinitas berbeda  
 Table 2. Morphometry of Minanga rotifer cultured at different salinities

Variabel Variable	Salinitas (Salinity) (ppt)					
	5	10	15	20	25	30
A (mm)	153.59 ± 14.31	145.03 ± 18.08	154.52 ± 11.33	146.50 ± 16.00	130.33 ± 11.66	153.52 ± 16.30
B(mm)	126.65 ± 8.34	123.58 ± 14.27	120.90 ± 10.60	121.64 ± 11.82	107.53 ± 9.35	116.69 ± 15.19
C/A	0.50 ± 0.06	0.53 ± 0.07	0.43 ± 0.03	0.49 ± 0.03	0.48 ± 0.05	0.47 ± 0.05
B/C	1.67 ± 0.17	1.63 ± 0.22	1.81 ± 0.13	1.69 ± 0.08	1.75 ± 0.19	1.62 ± 0.12

Tabel 3. Morfometri rotifer *Watuliney* yang dikultur pada salinitas berbeda  
 Table 3. *Morphometry of Watuliney rotifers cultured at different salinities*

Variabel Variable	Salinitas ( <i>Salinity</i> ) (ppt)				
	5	10	15	20	30
A(mm)	166.09 ± 16.74	176.97 ± 12.14	186.67 ± 16.72	191.35 ± 21.10	197.74 ± 19.89
B(mm)	145.96 ± 20.39	145.56 ± 12.20	159.40 ± 14.71	153.25 ± 25.26	168.22 ± 19.51
C/A	0.53 ± 0.06	0.48 ± 0.05	0.51 ± 0.05	0.53 ± 0.07	0.59 ± 0.10
B/C	1.66 ± 0.20	1.72 ± 0.18	1.68 ± 0.13	1.53 ± 0.17	1.48 ± 0.19

morfometri rotifer adalah pakan (Fukusho & Iwamoto, 1981; Rumengan *et al.*, 1998; Knuckey *et al.*, 2004). Namun pada *B. plicatilis* seperti yang dilaporkan oleh Snell & Carillo (1984), ada kecenderungan terjadi pengurangan rata-rata panjang lorika rotifer dengan meningkatnya salinitas. Namun hal ini berbeda dengan rotifer yang di alam seperti yang ditemukan Kumaat (2000), bahwa rotifer dari Minanga (salinitas tinggi) ukuran lorikanya lebih besar dibandingkan dengan rotifer Watuliney (salinitas rendah). Dalam penelitian ini, faktor yang lebih dominan mempengaruhi adalah lokasi atau 'asal' yang mungkin berkaitan dengan genotip, namun genotip yang berinteraksi dengan faktor eksternal termasuk salinitas. Populasi rotifer secara alami di tambak Watuliney yang bersalinitas sangat rendah bahkan hampir dikatakan merupakan air tawar cenderung agak kecil, namun setelah diadaptasikan di laboratorium dengan meningkatkan salinitas cenderung membesar. Namun tidak demikian dengan populasi rotifer asal tambak Minanga. Gejala plastisitas morfologi atau polimorfisme dalam ukuran tubuh, diduga berbeda menurut genotip yang tentu saja masih perlu diklarifikasi lebih lanjut dalam skala kultur yang lebih besar dengan perlakuan faktor lingkungan lain menggunakan rotifer yang berasal dari berbagai lokasi geografis yang berbeda. Secara umum hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa seleksi strain merupakan cara yang praktis diterapkan untuk produksi massal rotifer dengan peningkatan proporsi populasi rotifer yang berukuran relatif kecil dalam menunjang produksi benih fauna laut komersial penting.

## KESIMPULAN

1. Faktor lokasi yang lebih dominan mempengaruhi morfometri rotifer. Gejala plastisitas dalam ukuran rotifer pada masing-masing populasi rotifer tidak berbeda nyata secara statistik.
2. Kisaran ukuran lorika rotifer Minanga dalam semua perlakuan lebih rendah dari rotifer Watuliney. Morfometri kedua populasi rotifer menunjukkan perbedaan yang nyata secara statistik. Walaupun pengaruh salinitas tidak signifikan, namun ada kecenderungan panjang lorika rotifer Watuliney cenderung meningkat dengan meningkatnya salinitas, sedangkan rotifer Minanga tidak menunjukkan perbedaan ukuran dengan perubahan salinitas.

3. Perbedaan kedua populasi rotifer tersebut diduga berkaitan dengan faktor internal yang berkaitan dengan 'genotip' rotifer.

Untuk pengembangan rotifer sebagai pakan alami, perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam kultur skala besar dan uji analisis genetik untuk melihat sejauh mana perbedaan genotip antara keduanya, serta interaksi dengan faktor-faktor lingkungan lain seperti suhu, pH, jenis pakan, dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aparici, E., M.J. Carmona, dan M. Serra. 1996. Polymorphism in bisexual reproductive patterns of cyclical parthenogens. A simulation approach using a rotifer growth model. *Ecological Modelling*. 88: 133—142.
- Fukusho, K. dan H. Iwamoto. 1981. Polymorphosis in size of rotifer, *Brachionus plicatilis*, cultured with various feeds. *Bull.Natl.Res.Inst. Aquaculture*. 2: 1—10.
- Gatesoupe, I.J. 1982. Nutritional and anti bacterial treatment of life food organisms: The influence of survival, growth rate and wearmy succes of turbot (*Scaphthalmus maxumus*). *Ann. Zootech*. 31(4): 353—123.
- Hagiwara, A.T. Katoni, T.W. Snell, M. Assava Aree, dan K. Hirayama. 1995. Morfology, Roproduction and Genetics of the Tropical Minute Marine Rotifer *B. plicatilis* Strain. *J. exp. Mar. Biol. Ecol*. 194: 25—37.
- Hirata, H. 1975. *Preliminary Report on The Photoperiodic Acclimation For Growth of Chlorella Cell in Synchronized Culture*. Kagoshima University. 24: 1—6.
- Knuckey, R.M.I. Rumengan, dan S. Wullur. 2004. SS-strain rotifer culture for Finfish Larvae with Small Mouth Gape. In: *Advances in Grouper Aquaculture* (M.A. Rimmer, S. MMcBride and K.C. Williams, Eds). ACIAR, Canberra. p. 21—24.
- Kumaat, E.V.A. 2000. *Morfometrik dan Estimasi Biomasa Rotifer Brachionus spp. yang Hidup di Tambak Minanga dan Tambak Watuliney Kec. Belang Kab. Minahasa*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNSRAT. 46 pp.
- Rumengan, I.F.M. 1990. *Studies on Growth Characteristics and Karyotipe of S dan L Type rotifer Brachionus plicatilis*. A. Desertation. Nagasaki University. Japan. 147 pp.
- Rumengan, I.F.M., Y. Kayono, and K. Hirayama. 1993. Chromosomes and isozymes of hypotriploid strains of rotifer, *Brachionus*

- plicatilis*. *Hydrobiologia*. 255/256: 213—217.
- Rumengan, I.F.M. 1997. Rotifer Laut (*Brachionus* spp.) Sebagai Bio-kapsul bagi larva berbagai jenis fauna laut. *Warta-Wiptek* No. 19 Th 1997/Desember. UNSRAT MANADO. p. 34—43.
- Rumengan, I.F.M., V. Warouw, dan A. Hagiwra. 1998. Morfometry and resting egg production potential of the tropical ultra-minute rotifer *Brachionus rotundiformis* (Manado strain) fed different algae. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.* Nos. 79: 31—36.
- Snell, T.W. and K. Carrillo. 1984. Body Size Variation Among Strains of the Rotifer *B. plicatilis*. *Aquaculture*. 37: 359—367.
- Yoshinaga, T., Y. Minegishi, I.F.M. Rumengan, G. Kaneko, S. Furukawa, Y. Yanagawa, K. Tsukamoto, and S. Watabe. 2004. Molecular phylogeny of the rotifers with two Indonesian *Brachionus* lineages. *Coastal Marine Science*. 29(1): 45—56.
- Yufera, M. 1982. Morphometric characterization of a small-sized strain of *Brachionus plicatilis* in culture. *Aquaculture*. 27: 55—61.