

Viability of Tumpaan-strained rotifers, *Brachionus rotundiformis*, at different salinities

Viabilitas rotifer *Brachionus rotundiformis* strain tumpaan pada salinitas berbeda

Asy'ari^{1*}, Erly Kaligis², Stenly Wullur², and Joice Rimper²

¹Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Unsrat Kleak, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi. Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia.

*E-mail: asyari_ronga@yahoo.com

Abstract: The purpose of the research was to analyze the viability of eggs of Tumpaan-strained rotifer, *Brachionus rotundiformis*, at different salinities (10 and 20 ppt). Rotifer collection was done in the area of reclamation plan and household wastewater disposal located in the coastal village of Tumpaan 1, South Minahasa Regency. At the time of sample collection, water quality parameters of the sampling site were also measured. After multiplication through clone culture in the salinity of 10 ppt and 20 ppt, the viability of the rotifer was then tested by daily observing the number of live rotifers, the number of eggs carried and the number of youngsters produced. The data were then calculated using the life table method. Results showed that water quality of the rotifer collection site is suitable for the rotifer to live. The rotifers held in 10 ppt salinity had higher survivorship and population growth (fertility rate and R_o) than those in 20 ppt salinity. This reflects that beside the quality of feed, rotifer growth is affected by salinity as well.

Keywords: *Brachionus rotundiformis*; fertilization; Tumpaan

Abstrak: Tujuan penelitian ini untuk menganalisis viabilitas tetapan telur dari rotifer *Brachionus rotundiformis* strain Tumpaan pada salinitas berbeda (10 dan 20 ppt). Pengambilan rotifer dilakukan di suatu areal rencana reklamasi dan tempat pembuangan penelitian air limbah rumah tangga bertempat di pesisir Desa Tumpaan Satu Kabupaten Minahasa Selatan. Pada saat pengambilan hewan uji, parameter kualitas air di lokasi sampling juga diukur. Setelah diperbanyak dengan kultur klon pada salinitas 10 dan 20 ppt, rotifer kemudian diuji viabilitas dengan melakukan pengamatan setiap hari data jumlah rotifer yang hidup, jumlah telur yang dibawah dan jumlah anak yang dihasiludgean. Data kemudian dihitung menggunakan metode *life table*. Hasil pengukuran kualitas air dari perairan tempat pengambilan rotifer termasuk layak untuk kehidupan rotifer. Rotifer yang diuji pada salinitas 10 ppt memiliki kemampuan hidup serta pertumbuhan populasi (nilai R_o dan laju fertilitas) lebih tinggi dibandingkan pada salinitas 20 ppt. Hal ini menunjukkan bahwa selain kualitas pakan, pertumbuhan rotifer juga dipengaruhi oleh salinitas.

Kata-kata kunci: *Brachionus rotundiformis*; fertilisasi; Tumpaan

PENDAHULUAN

Rotifer adalah organisme bersifat kosmopolitan yang hidup di habitat air tawar dan hanya sebagian kecil penghuni habitat laut dan payau (Nogrady *et al.*, 1993). Hewan ini banyak ditemukan di lingkungan perairan dengan kandungan bahan organik dengan kondisi yang berubah-ubah, oleh karena itu dapat disebut sebagai organisme dengan kemampuan adaptasi yang tinggi (Rumengan *et al.*, 2007). Karena kemampuan ini, rotifer dengan mudah dapat dipindahkan dari habitat alami ke lingkungan kultur.

Pemanfaatan rotifer sebagai pakan alami telah berkembang karena berbagai kelebihan yang dimiliki. Dengan ukuran yang relatif kecil (100-300 μm), rotifer dianggap sebagai biokapsul yang cocok bagi larva kebanyakan fauna laut karena menjadi pentransfer nutrien dari lingkungan hidup ke larva tanpa efek polutan (Rumengan, 1997). Sebagai pakan alami, rotifer juga mempunyai kelebihan lain yaitu memiliki gerakan yang sangat lambat sehingga mudah ditangkap oleh larva ikan, mudah dicerna oleh larva ikan, pertumbuhan dan perkembangannya sangat cepat dilihat dari siklus hidupnya,

serta memiliki nilai gizi yang paling baik untuk pertumbuhan larva (Redjeki, 1999).

Kualitas dan kuantitas rotifer sebagai pakan alami menjadi suatu keharusan yang perlu mendapatkan perhatian khusus. *B. rotundiformis* merupakan jenis rotifer yang sejauh ini telah berhasil dikembangkan sebagai pakan alami karena berbagai kelebihan yang dimiliki cocok untuk pakan larva beberapa ikan laut. Rotifer *B. rotundiformis* strain Tumpaan yang dikaji dalam penelitian ini adalah rotifer yang berasal dari suatu perairan tambak buangan yang didalamnya ditemukan juga beberapa jenis rotifer lain yang berukuran sangat kecil/minute rotifer (Lahope, 2013). Karena hidup di kondisi demikian, jenis-jenis rotifer di tambak tersebut kemungkinan berpotensi dikultur secara massal. Untuk mengetahui potensi biologis reproduksi rotifer *B. rotundiformis* strain Tumpaan, maka salah satu tahap pengujian sebelum kajian kultur massal dan pemanfaatan sebagai pakan larva adalah dengan melaksanakan kajian viabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis viabilitas tetapan telur dari rotifer *B. rotundiformis* strain Tumpaan pada salinitas berbeda (10 dan 20 ppt).

MATERIAL DAN METODA

Pengambilan sampel rotifer *B. rotundiformis* dilakukan di perairan pesisir Desa Tumpaan Satu Kabupaten Minahasa Selatan. Lokasi sampling merupakan areal rencana reklamasi dan tempat pembuangan air limbah rumah tangga yang berbatasan langsung dengan sungai dan pesisir laut. Dengan menggunakan planktonet berukuran mata jaring 40 μm , rotifer yang terkumpul dimasukkan ke dalam botol sampel dan dibawa ke Laboratorium Bioteknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado untuk keperluan analisis selanjutnya. Pada saat pengambilan hewan uji, parameter kualitas air di lokasi sampling juga diukur yang meliputi salinitas, amonia, nitrat, dan nitrit. Salinitas diukur secara *in situ* sedangkan amonia, nitrat, dan nitrit dianalisis di Laboratorium pengujian kualitas air *Water Laboratory Nusantara* (WLN) yang telah terakreditasi pada Komite Akreditasi Nasional (KAN) Laboratorium Penguji LP-433-IDN.

Sampel rotifer kemudian diamati di bawah mikroskop (pembesaran 100 – 1000 X) dan dipisahkan antara *B. rotundiformis* dengan organisme lainnya. Telur dari rotifer kemudian dipisahkan dan dipindahkan menggunakan pipet Pasteur dalam

beberapa sumur *multiwellplate* untuk dikultur klon. Dalam sumur dimasukkan air laut steril 10 ppt dan rotifer diberi pakan mikroalga *Nannochloropsis oculata*. Jenis mikroalga ini dikultur dalam kondisi laboratorium dengan menggunakan media KW21. Selanjutnya pengamatan terus dilakukan dan klon rotifer dengan pertumbuhan populasi tertinggi digunakan sebagai stok rotifer. Setelah berkembang populasinya, sebagian rotifer dari stok yang ada diadaptasi dan dipelihara dengan media bersalinitas 20 ppt. Ruangan kultur diatur dengan suhu 28 °C. Stok hewan uji kemudian digunakan dalam pengujian viabilitas.

Uji viabilitas rotifer diawali dengan memisahkan telur dan induk rotifer dari masing-masing stok salinitas berbeda yang ada. Setelah dikultur klon dalam erlenmeyer mencapai kepadatan lebih dari 150 ind/ml, rotifer kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi dan dikocok agar telur yang dibawah oleh induk rotifer terpisah. Selanjutnya telur yang jatuh diambil untuk ditetaskan ke dalam 48 sumur *multiwellplate* (6 x 8 sumur) untuk menguji viabilitas rotifer tersebut pada salinitas berbeda (10 dan 20 ppt). Pengamatan dilakukan setiap 12 jam sekali. Data yang dimonitor adalah jumlah rotifer hidup, jumlah telur yang dibawa dan jumlah anak yang dihasilkan setiap pengamatan. Untuk menguji viabilitas rotifer, data yang diperoleh dihitung berdasarkan metode *life table* (Rumengan, 1991; Tarumingkeng, 1992), dengan variabel sebagai berikut:

1. Kemungkinan Hidup (l_x) adalah kemungkinan individu hidup pada umur x

$$l_x = n_x/n_0$$

n_x = jumlah individu yang hidup pada umur x

n_0 = jumlah individu yang hidup pada umur 0

2. Laju Fertilitas adalah rata-rata jumlah turunan yang dihasilkan setiap individu pada waktu berumur x selama selang waktu x-0,5 sampai x dan dapat dihitung sebagai berikut:

$$m_x = (C_x)/n_x$$

C_x = jumlah telur yang dihasilkan oleh individu yang hidup selama selang waktu x sampai waktu x-0,5 sampai x

n_x = jumlah individu yang hidup pada umur x

3. Rata-rata harapan hidup (e_x) untuk individu yang hidup pada umur x dihitung sebagai berikut:

$$e_x = (\sum L_x)/l_x$$

$\sum L_x$ = Jumlah kumulatif rata-rata individu yang hidup selama selang waktu x sampai x-0,5

l_x = Kemungkinan individu hidup pada umur x

4. “*Netreproduction rate*” (R_o) adalah jumlah kali populasi bertambah banyak selama waktu generasi R_o juga dapat diartikan untuk suatu individu sebagai jumlah anak yang diperkirakan dapat dilahirkan seekor betina seumur hidupnya.

$$R_o = \sum l_x m_x$$

l_x = Kemungkinan betina hidup pada umur x

m_x = Laju fertilisasi

5. “*Mean generation time*” (T_c) adalah rata-rata periode waktu antara kelahiran induk dan kelahiran anak, dihitung sebagai berikut:

$$T_c = (\sum l_x m_x x) / R_o$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Kualitas Air Lokasi Sampling

Hasil analisis kualitas air lokasi pengambilan rotifer (Tabel 1) memperlihatkan bahwa lokasi sampling tersebut merupakan tempat yang baik untuk rotifer dapat hidup. Pada saat pengambilan sampel dilakukan, air laut dalam keadaan surut sehingga terjadi penurunan salinitas di lokasi sampling. Nilai salinitas air yang terukur adalah 10 ppt. Kadar amonia (NH_3) sebesar 0,06 mg/l. Sedangkan kadar nitrat dan nitrit perairan adalah 0,006 mg/L dan 0,001 mg/L.

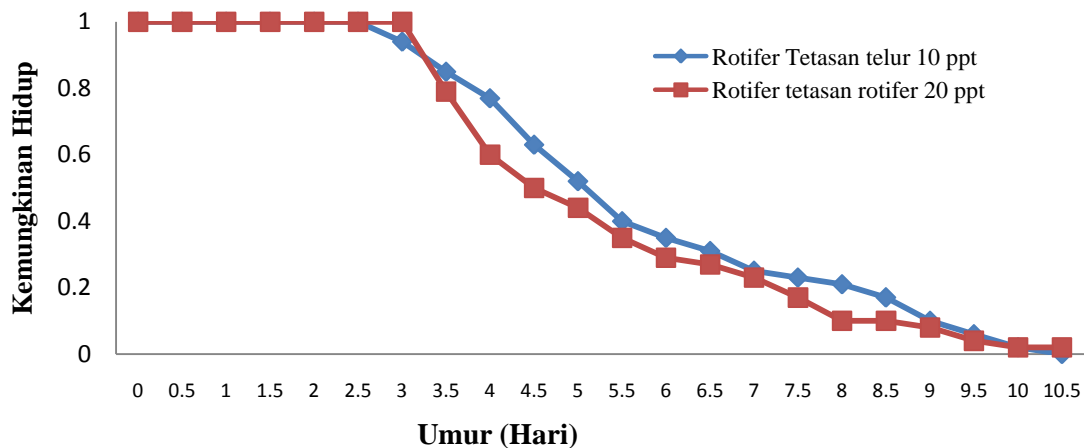
Salinitas merupakan salah satu faktor pembatas dalam budidaya rotifer (Hagiwara, 1995). Rotifer jenis *B. rotundiformis* diketahui dapat mentolerir pada kisaran salinitas 10-60 ppt dengan kisaran salinitas 10-20 ppt dapat memberikan pertumbuhan yang baik (Fulks & Main, 1991). Data salinitas dari sampel air menunjukkan bahwa nilai tersebut masih dalam kisaran salinitas bagi rotifer untuk hidup dan berkembang biak. Data amonia

Tabel 1. Analisis kualitas air

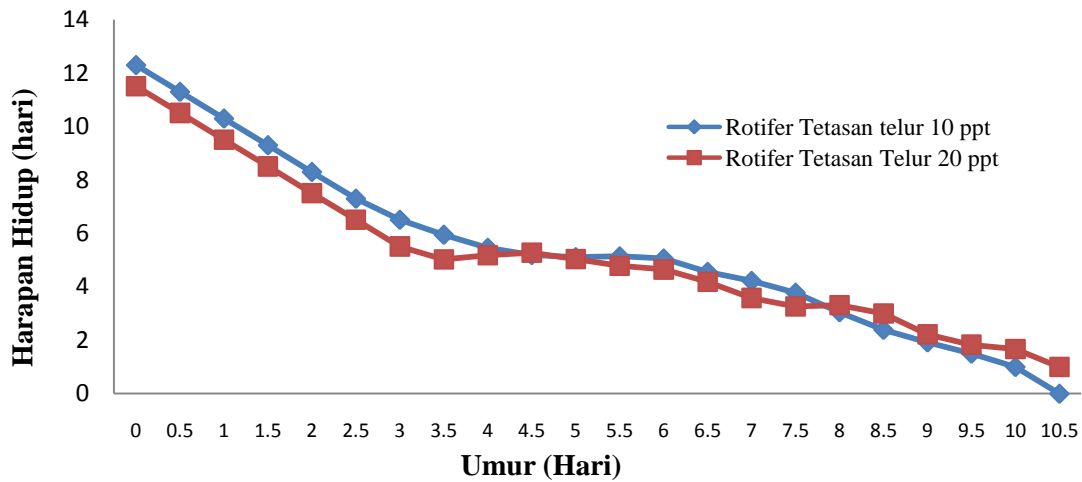
No.	Parameter	Hasil
1.	Salinitas	10 ppt
2.	Amonia (NH_3)	0,06 mg/l
3.	Nitrat (NO_2)	0,006 mg/l
4.	Nitrit (NO_3)	0,001 mg/l

juga menunjukkan kisaran toleransi untuk hidup rotifer. Kadar amonia masih berada dibawah batas kandungan amonia untuk kultur rotifer yaitu 1 mg/l (Fulks dan Main, 1991). Kandungan nitrat pada lokasi sampling sebesar 0,006 mg/l masih relatif rendah. Kadar nitrat-nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l. Sedangkan Dali (2011) melaporkan bahwa kadar nitrat dalam medium kultur massal rotifer pada air laut sebesar 0,023 mg/l. Nitrat tidak bersifat toksik bagi organisme akuatik (Effendi, 2003). Kadar Nitrit 0,001 mg/l tidak bersifat toksik bagi rotifer karena masih berada pada batas kandungan nitrit pada perairan alami yaitu sekitar 0,001 mg/l, namun akan bersifat toksik bagi organisme perairan jika telah melebihi 0,05 mg/l (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003).

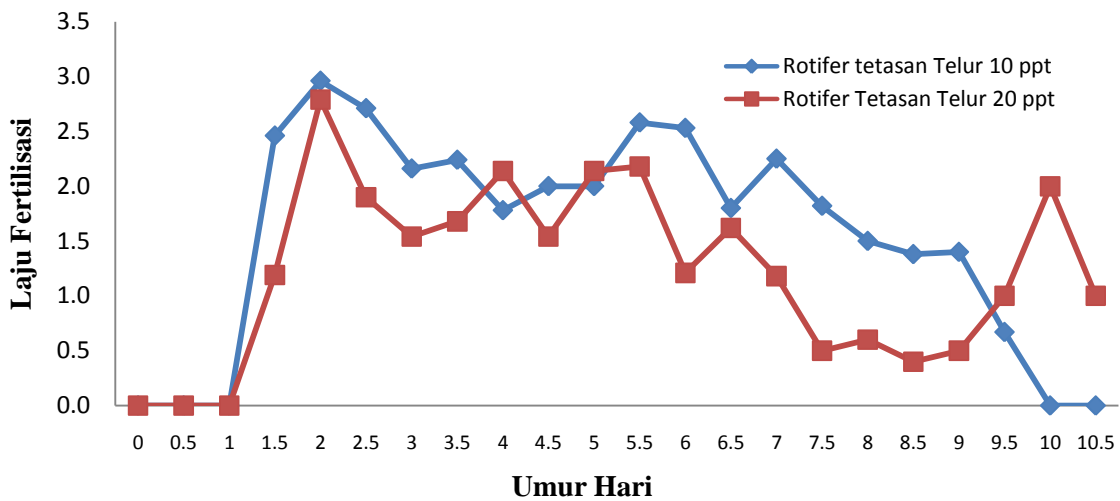
Rotifer yang ditemukan di lokasi perairan Tumpaan ini mampu hidup pada perairan tersebut. Meskipun merupakan tambak buangan limbah rumah tangga, dari hasil analisis kualitas air secara keseluruhan kandungan kimia perairan relatif rendah yang memungkinkan rotifer mampu untuk hidup. Rumengan *et al.*, (2007) menyatakan bahwa rotifer ditemukan pada lingkungan yang berubah-ubah atau kondisi yang tidak stabil termasuk pada lingkungan dan kandungan bahan organik yang tinggi.



Gambar 1. Kemungkinan hidup rotifer *B. rotundiformis* strain Tumpaan



Gambar 2. Rata-rata Harapan Hidup Rotifer *B. rotundiformis* Strain Tumpaan



Gambar 3. Laju Fertilitas harian Rotifer *B. rotundiformis* Strain Tumpaan

Viabilitas Rotifer

Viabilitas rotifer dievaluasi dengan menggunakan pendekatan *life table* melalui beberapa komponen biologi reproduksi tetasan dari telur generasi pertama yang diuji cobakan pada salinitas berbeda (10 dan 20 ppt).

Analisis kemungkinan hidup rotifer dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada dua salinitas berbeda dengan menggunakan pakan *Nannochloropsis oculata* didapat hasil yang berbeda yaitu pada salinitas 10 ppt rotifer dengan umur muda (1-2,5 hari) memiliki nilai kemungkinan hidup 1 artinya semua individu masih hidup. Penurunan nilai kemungkinan hidup terlihat mulai pada umur 3 hari dengan mencapai nilai 0 pada hari ke-10, berarti pada hari ke-10 semua individu yang diuji sudah mati. Hasil berbeda pada salinitas 20 ppt dengan penurunan nilai kemungkinan hidup mulai pada hari ke-3,5

hingga hari ke-10,5 yaitu semua individu sudah mati.

Beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa faktor pakan turut berpengaruh pada kemungkinan hidup rotifer. Palandeng (1996), melaporkan bahwa kemungkinan hidup rotifer *B. rotundiformis* dengan pemberian pakan *Tetraselmis* sp. sampai hari ke-8 sedangkan untuk pakan *Isochrysis* sp kemungkinan hidup sampai hari ke-15. Demikian juga hasil penelitian Korstad dkk (1989) melaporkan bahwa kemungkinan hidup rotifer *B. rotundiformis* yang diberi pakan *Isochrysis* sp lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian pakan *Tetraselmis* sp dan *Nannochloris atomus*. Pemberian pakan *Nannochloropsis oculata* dalam penelitian ini menunjukkan kemungkinan hidup yang rendah. Ini membuktikan bahwa kemungkinan hidup rotifer dapat dipengaruhi oleh kualitas pakan, namun kemungkinan faktor lain

Tabel 2. Data *life table* rotifer pada media salinitas 10 ppt

x	Nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex	Cx	mx	Vcx	Zcx
0	48	1	0	0	48	591	12.30	0	0.00	0.00	0.00
0.5	48	1	0	0	48	542.5	11.30	0	0.00	0.00	0.00
1	48	1	0	0	48	494.5	10.30	0	0.00	0.00	0.00
1.5	48	1	0	0	48	446.5	9.30	118	2.46	2.46	3.69
2	48	1	0	0	48	398.5	8.30	140	2.92	2.92	5.83
2.5	48	1	3	0	48	350.5	7.30	130	2.71	2.71	6.77
3	45	0.94	4	0.09	46.5	302.5	6.51	97	2.16	2.02	6.06
3.5	41	0.85	4	0.10	43	256	5.95	92	2.24	1.92	6.71
4	37	0.77	7	0.19	39	213	5.46	66	1.78	1.38	5.50
4.5	30	0.63	5	0.17	33.5	174	5.19	60	2.00	1.25	5.63
5	25	0.52	6	0.24	27.5	140.5	5.11	50	2.00	1.04	5.21
5.5	19	0.40	2	0.11	22	113	5.14	49	2.58	1.02	5.61
6	17	0.35	2	0.12	18	91	5.06	43	2.53	0.90	5.38
6.5	15	0.31	3	0.20	16	73	4.56	27	1.80	0.56	3.66
7	12	0.25	1	0.08	13.5	57	4.22	27	2.25	0.56	3.94
7.5	11	0.23	1	0.09	11.5	43.5	3.78	20	1.82	0.42	3.13
8	10	0.21	2	0.20	10.5	32	3.05	15	1.50	0.31	2.50
8.5	8	0.17	1	0.13	9	21.5	2.39	11	1.38	0.23	1.95
9	5	0.10	3	0.60	6.5	12.5	1.92	7	1.40	0.15	1.31
9.5	3	0.06	2	0.67	4	6	1.50	2	0.67	0.04	0.40
10	1	0.02	2	2.00	2	2	1.00	0	0.00	0.00	0.00
10.5	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00

seperti salinitas lebih tinggi belum diketahui yang diduga bisa berbeda dalam kemungkinan hidup rotifer.

Nilai harapan hidup dari hasil pengamatan menunjukkan pada 2 salinitas berbeda memiliki pola penurunan harapan hidup yang sama (Gambar 2). Pada salinitas 10 ppt nilai harapan hidup rotifer di atas 12 hari sementara rotifer pada salinitas 20 ppt lebih rendah. Hal ini berbeda bila dibandingkan harapan hidup dengan pemberian pakan berbeda. Seperti hasil penelitian Palandeng(1996) yang melaporkan harapan hidup rotifer berbeda dengan beberapa pengujian pakan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kualitas dan nilai gizi pakan adalah faktor yang mempengaruhi harapan dan umur hidup rotifer (Segner *et al.*,1984 dalam Palandeng, 1996).

Laju fertilisasi rotifer pada 2 salinitas dengan pemberian pakan *Nannochloropsis oculata* ditunjukkan pada Gambar 3. Secara umum dapat dilihat bahwa rotifer berproduksi secara aktif pada

umur masih muda setelah umur 1 hari dengan terjadi penambahan yang nyata dalam produksi telur pada waktu yang singkat. Rotifer pada salinitas 10 ppt dan 20 ppt menunjukkan kecenderungan pola laju fertilisasi yang sama. Hal ini menggam-barkan karakteristik reproduksi parthenogenesis rotifer pada lingkungan yang menguntungkan. Pada waktu awal bereproduksi jumlah rotifer yang dihasilkan sedikit kemudian kecepatan reproduksi-nya meningkat tajam dan mencapai puncak pada sekitar hari kedua dan ke tiga. Setelah itu terjadi penurunan laju fertilisasi dan jumlah telur yang digandeng seekor betina amiktik mulai sedikit sampai akhirnya tidak bertelur sama sekali. Namun demikian rotifer dengan salinitas 10 dan memiliki laju fertilisasi lebih tinggi dari pada yang pada salinitas 20 ppt. Pada kedua salinitas rotifer mencapai puncak pada saat yang berbeda dengan jumlah telur yang berbeda.

Tabel 3. Data *life table* rotifer pada media salinitas 20 ppt

x	Nx	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex	Cx	mx	Vcx	Zcx
0	48	1	0	0	48	553	11.51	0	0.00	0.00	0.00
0.5	48	1	0	0	48	504.5	10.51	0	0.00	0.00	0.00
1	48	1	0	0	48	456.5	9.51	0	0.00	0.00	0.00
1.5	48	1	0	0	48	408.5	8.51	57	1.19	1.19	1.78
2	48	1	0	0	48	360.5	7.51	134	2.79	2.79	5.58
2.5	48	1	0	0	48	312.5	6.51	91	1.90	1.90	4.74
3	48	1	10	0.21	48	264.5	5.51	74	1.54	1.54	4.63
3.5	38	0.79	9	0.24	43	216.5	5.03	64	1.68	1.33	4.67
4	29	0.60	5	0.17	33.5	173.5	5.18	62	2.14	1.29	5.17
4.5	24	0.50	3	0.13	26.5	140	5.28	37	1.54	0.77	3.47
5	21	0.44	4	0.19	22.5	113.5	5.04	45	2.14	0.94	4.69
5.5	17	0.35	3	0.18	19	91	4.79	37	2.18	0.77	4.24
6	14	0.29	1	0.07	15.5	72	4.65	17	1.21	0.35	2.13
6.5	13	0.27	2	0.15	13.5	56.5	4.19	21	1.62	0.44	2.84
7	11	0.23	3	0.27	12	43	3.58	13	1.18	0.27	1.90
7.5	8	0.17	3	0.38	9.5	31	3.26	4	0.50	0.08	0.63
8	5	0.10	0	0.00	6.5	21.5	3.31	3	0.60	0.06	0.50
8.5	5	0.10	1	0.20	5	15	3.00	2	0.40	0.04	0.35
9	4	0.08	2	0.50	4.5	10	2.22	2	0.50	0.04	0.38
9.5	2	0.04	1	0.50	3	5.5	1.83	2	1.00	0.04	0.40
10	1	0.02	0	0.00	1.5	2.5	1.67	2	2.00	0.04	0.42
10.5	1	0.02	1	1.00	1	1	1.00	1	1.00	0.02	0.22

Nilai T_c (*Mean Generation Time*) adalah rata-rata periode waktu antara kelahiran induk dan kelahiran anak. Nilai yang diperoleh dari rotifer tetasan telur Generasi pertama dengan salinitas 10 ppt adalah 3,69 hari (Tabel 2), sedangkan untuk rotifer tetasan dari telur generasi pertama pada salinitas 20 ppt adalah 3,5 hari (Tabel 3).

Hasil pertumbuhan yang diperoleh dalam penelitian ini terlihat dari nilai R_o (*Netreproduction Rate*). Nilai R_o rotifer pada salinitas 10 ppt adalah 20 individu sedangkan pada salinitas 20 ppt nilai R_o sebesar 14 individu, artinya pada salinitas 10 ppt merupakan kondisi salinitas lebih baik rotifer dalam menghasilkan turunan. Perbedaan nilai R_o ini dengan nilai lebih tinggi pada salinitas 10 ppt kemungkinan karena pada kondisi demikian rotifer mampu beradaptasi lebih cepat, karena rotifer berasal dari lingkungan dengan salinitas rendah (Tabel 1). Sementara pada salinitas lebih tinggi rotifer harus menyesuaikan lebih lama dengan kondisi lingkungan yang baru sehingga berpengaruh pada tingkat pertumbuhan populasi yang dalam penelitian ini dianalisis melalui nilai R_o .

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kualitas air perairan tempat pengambilan rotifer termasuk layak untuk kehidupan rotifer.
2. Rotifer yang diuji pada salinitas 10 ppt memiliki kemampuan hidup serta pertumbuhan populasi (nilai R_o dan laju fertilitas) lebih tinggi dibandingkan pada salinitas 20 ppt

Ucapan terima kasih. Penelitian ini merupakan bagian tesis magister dari penulis utama. Penulis utama menyampaikan terima kasih pada Aryati H. Fadel, Yulianty Adipu, Hety B. Lahope, Abdillah Bailusy, Fakhrizal Setiawan, dan Petrus P. Letsoin atas bantuannya selama penelitian ini dilaksanakan.

REFERENSI

- DALI, F. A. (2011) Karakteristik Bakteri Yang Berasosiasi Pada Medium Kultur Massal

- Rotifer (*Brachionus rotundiformis*).
Unpublished Tesis Program Pascasarjana.
Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- EFFENDI, H. (2003) *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- FULKS, W. and MAIN, K.L.(1991) *Rotifer and Microalgae Culture System*. Proceeding of US – Asia Workshop. The Oseanic Institute, Hawaii. 347 p.
- HAGIWARA. A., KOTANI, T. W. SNELL, M. ASSAVA AREE and HIRAYAMA.K. (1995) Morphology, Reproduction and Genetics of the Tropical Minute Marine Rotifer *Brachionus plicatilis* Strain. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. 194: 25-37
- KORSTAD, J., OLSEN. Y. and VADSTEIN.O. (1989) Life history characteristic of *Brachionus plicatilis* (Rotifera) fed different Algae. *Hydrobiologia* 186/187: 43-50.
- LAHOPE, H.B. (2013). Minute Rotifer Asal Perairan Estuari Provinsi Sulawesi Utara dan Potensi Pemanfaatannya Sebagai Pakan Alami Larva Ikan Laut Tropis. *Unpublished Tesis UNSRAT*. Manado.
- NOGRADY, T., WALLECE,R. L. and SNELL, T. W. (1993) *Guides to The Identification of The Micro Invertebrates of The Continental Water of The World Rotifera. Vol. 1.Biology, Ecology dan Systematics*. SPB Academic Publishing. The Hague The Netherlands 145 pp
- PALANDENG, D. L. (1996) Parameter pertumbuhan populasi rotifer (*Brachionus*) yang diberi pakan *Tetraselmis* sp. dan *Isochrysis* sp. *Skripsi unpublished*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- REDJEKI, S. (1999) Budidaya Rotifer (*Brachionus plicatilis*).*Oseana*, XXIV (2). Hal. 27 – 43.
- RUMENGAN, I. F. M. (1997) Marine Rotifers (*Brachionus* spp) As Biokapsule for Larvae of Various Marine Fauna.*Warta-Wiptek*, 19. 34 – 43 pp.
- RUMENGAN, I. F. M., SULUNG,M. LANTIUNGA, Z. and KEKENUSA,J. (2007) Morfometri Rotifer *Brachionus rotundiformis* Strain SS Asal Tambak Minanga dan Tambak Watuliney Sulawesi Utara yang Dikultur pada Salinitas Berbeda.*Jurnal Riset Akuakultur* (2) 2:221-229.
- RUMENGAN, I. F. M., KAYANO, H. and HIRAYAMA, K.(1991) Karyotypes of S and L Type Rotifers *Brachionus plicatilis* O.F. Muller. *Journal Experimental Marine Biology and Ecology*. 154: 171-176.
- TARUMINGKENG, R. C. 1992. *Dinamika Pertumbuhan Populasi Serangga*. Pusat antar universitas-Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.