

Alokasi Energi, Fekunditas, dan Sintasan Larva Cacing Nipah Simpatrik (Polychaeta: Nereididae)

Junardi^{1*}, Tjandra Anggraeni², Ahmad Ridwan², Edy Yuwono³

¹Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Kalimantan Barat, 78124 Indonesia

²Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganeca No.10, Lb. Siliwangi, Bandung, Jawa Barat 40132 Indonesia

³Program Pascasarjana Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Nasional

Jl. Harsono RM Blok Kenanga No.11, RT.9/RW.4, Ragunan, Jakarta Selatan,
Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12550 Indonesia

Email: junardi@fmipa.untan.ac.id

Abstract

Energy allocation, Fecundity, and larval survival of Sympatric Nypa Palm Worm (Polychaeta: Nereididae)

Two species of semelparity Nypa palm worms can only reproduce once during their lifetime lives sympatrically. This reproductive is a unique strategy for allocating energy and fecundity to maximize fertility and larval survival. Information about energy allocation and fecundity of semelparity Nypa palm worms is not yet available. This study aimed to obtain data on the strategy of two species of sympatric Nypa palm worms related to total energy allocation, fecundity, and larval survival. Energy allocation determining by the proportion between reproductive energy and somatic energy. Fecundity was calculated based on the total number of oocytes obtained from the same individual samples used for energy measurement. Larvae survival was counting the trochophore and 3-setigers larvae resulting from fertilization. Energy allocation, fecundity, and survival were analyzed descriptively. The results showed that both sympatric species allocated energy for reproduction. The fecundity of *Namalycastis rhodochorde* was higher than that of *Namalycastis abiuma*, but had lower larval survival than *N. abiuma*. Fecundity in *N. rhodochorde* is a strategy to compensate for the low survival rate. Meanwhile, *N. abiuma* had lower fecundity but had high larval survival. Fecundity and larval survival between the two sympatric Nypa palm worm species differed, but both allocated the same energy. Different larval survival yet similar energy allocation is their strategy to survive in the same environmental conditions.

Keywords: energy allocation, fecundity, *Namalycastis*, sympatric

Abstrak

Dua spesies cacing nipah semelparitas yang hanya dapat melakukan reproduksi sekali selama hidupnya ditemukan hidup secara simpatrik. Kemampuan adaptasi ini mengindikasikan adanya strategi yang khas dalam mengalokasikan energi dan fekunditasnya sehingga dapat memaksimalkan fertilitas dan sintasan larva, namun informasi tersebut masih belum tersedia. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan data strategi dua spesies cacing nipah simpatrik terkait dengan alokasi energi total, fekunditas, dan sintasan larva. Alokasi energi dideterminasi dengan menghitung proporsi antara energi reproduksi dan energi somatis. Fekunditas dihitung berdasarkan jumlah total oosit yang didapatkan dari sampel individu yang sama dengan yang digunakan untuk pengukuran energi. Penghitungan sintasan dilakukan dengan menghitung jumlah larva trokofor dan larva 3-setiger hasil fertilisasi. Data alokasi energi, fekunditas, dan sintasan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan kedua spesies simpatrik mengalokasikan energi untuk reproduksi. Fekunditas *Namalycastis rhodochorde* lebih tinggi dibandingkan *Namalycastis abiuma*, namun memiliki sintasan larva yang lebih rendah dari *N. abiuma*. Fekunditas pada *N. rhodochorde* merupakan strategi untuk mengimbangi rendahnya sintasan. Sementara itu, *N. abiuma* memiliki fekunditas yang lebih rendah namun memiliki sintasan larva yang tinggi. Fekunditas dan sintasan larva antara kedua spesies cacing nipah simpatrik ditemukan berbeda namun keduanya mengalokasikan energi yang sama. Perbedaan fekunditas dan sintasan serta persamaan alokasi energi merupakan strategi spesies simpatrik untuk dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sama.

Kata kunci : alokasi energi, fekunditas, *Namalycastis*, simpatrik

PENDAHULUAN

Cacing nipah (*Namalycastis* spp.) adalah cacing Polychaeta dari Famili Nereididae yang memiliki strategi reproduksi semelparitas. Spesies dengan strategi ini akan mengalokasikan energi untuk aktivitas sepanjang tahap pra-reproduktif karena saat memasuki tahap maturasi terjadi

histolisis otot dan ususnya mengecil (Fischer dan Dorresteijn, 2004) sehingga tidak ada lagi proses pengumpulan energi dari makanan. Alokasi energi untuk reproduksinya terjadi hanya sepanjang tahap pra-maturasi.

Alokasi energi untuk reproduksi dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti strategi reproduksi (Alonso-Fernandez dan Saborido-Rey, 2012), jenis kelamin, maturitas, tipe pemijahan, ketersediaan makanan, dan faktor abiotik di lingkungan (Boretto *et al.*, 2015; Griffen, 2018; Lee *et al.*, 2018). Alokasi energi yang juga akan berkorelasi dengan aspek-aspek reproduksi lainnya seperti sintasan dan fekunditas (Llodra, 2002; Johansson, *et al.*, 2017) serta ukuran, kualitas, dan fertilitas oosit. Hasil-hasil penelitian tentang alokasi energi pada organisme lebih banyak menggunakan individu betina karena oosit menjadi tempat pembentukan dan penyimpanan energi reproduksi lebih besar (Silva *et al.*, 2019; Doherty-Weason *et al.*, 2019).

Penelitian terkait alokasi energi reproduksi pada Polychaeta berdasarkan strategi reproduksi telah dilaporkan pada spesies iteroparitas, *Ophyotrocha labronica* yang mengalokasikan energi sebesar 84% (Cassai dan Prevedelli, 1999), sementara, spesies semelparitas *Perinereis rullieri*, alokasi energinya sebesar 62% (Cassai dan Prevedelli, 1998a). Polychaeta semelparitas juga memiliki alokasi energi reproduksi berbeda pada spesies berbeda, misalnya *Perinereis cultrifera*, alokasi energi reproduksinya mencapai 79% (Cassai dan Prevedelli, 1998a). Perbedaan nilai tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan ukuran tubuh saat maturasi masing-masing spesies. Spesies yang berukuran tubuh kecil dengan strategi iteroparitas seperti *Capitella capitata* memiliki nilai energi reproduksi yang lebih besar (Gremare *et al.*, 1989) dibandingkan dengan *Marphysa sanguinea* dengan ukuran tubuh yang besar tapi alokasi energi reproduksi yang lebih kecil (Cassai dan Prevedelli, 1998b).

Di estuari Sungai Kapuas Kalimantan Barat, ada dua spesies cacing nipah (*Namalycastis*) yang hidup secara simpatrik yaitu cacing nipah panjang (*Namalycastis rhodochorde*) dan cacing nipah pendek (*N. abiuma*). Aspek-aspek reproduksi kedua spesies antara lain ukuran oosit matang yang sama antara 120-138 μ m. Perbedaan keduanya ada pada ukuran maturase; betina *N. rhodochorde* memiliki panjang tubuh rata-rata 818,23 mm, sementara betina *N. abiuma* memiliki panjang tubuh rata-rata 130,91 mm. Kondisi faktor biotik dan abiotik dalam lingkungan yang sama pada dua spesies simpatrik sehingga masing-masing dituntut dapat menerapkan strategi dalam mengurangi kompetisi untuk bertahan hidup. Hasil-hasil penelitian yang mengkaji strategi dua spesies simpatrik masih terkait dengan alokasi energi reproduksi, fekunditas, dan sintasan larva masih sangat minim. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan data tentang strategi spesies cacing nipah simpatrik terkait dengan alokasi energi total, fekunditas, dan sintasan larva. Kajian tentang aspek-aspek dasar dalam biologi reproduksi dan sintasan larva dapat digunakan juga sebagai informasi awal untuk melakukan budidaya cacing nipah, namun data-data tersebut saat ini belum tersedia.

MATERI DAN METODE

Cacing nipah yang digunakan adalah cacing nipah panjang (*N. rhodochorde*) dan cacing nipah pendek (*N. abiuma*) dari lokasi yang sama di estuari Sungai Kapuas, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Sampel dibawa dalam kondisi hidup menggunakan kontainer yang diberi sedimen lumpur dari lokasi yang sama. Penentuan jenis kelamin, fekunditas, fertilitas, dan sintasan larva dilakukan di Laboratorium Zoologi, FMIPA Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Alokasi energi yang dianalisis mencakup energi untuk reproduksi atau energi gamet dan energi yang dibutuhkan untuk perkembangan atau energi tubuh (somatis). Sampel cacing untuk analisis energi reproduksi menggunakan sampel betina matang kelamin. Sampel untuk analisis energi somatis diambil dari potongan tubuh betina yang ditimbang untuk mengetahui bobot basah dengan menggunakan timbangan analitik (Mettler Toledo AB204) dengan akurasi 0,0001 g. Potongan tubuh cacing kemudian dibedah untuk mengeluarkan oosit dari selom dan dicuci sampai

bersih untuk didapatkan sampel jaringan somatis dan oosit. Kedua sampel dikeringkan pada suhu 60°C, dihaluskan dan ditimbang untuk mendapatkan bobot kering. Kandungan energi dalam kedua sampel dianalisis menggunakan *Differential Scanning Calorimeter* (DSC) (DSC 4000 Perkin Elmer) di PSTBM-BATAN, Serpong. Metode yang digunakan dalam analisis berdasarkan perubahan suhu yang terjadi selama proses pemanasan yang dilakukan terhadap sampel secara bertahap.

Cacing nipah tidak memiliki gonad tetapi oosit ada dan berkembang dalam selom tubuh sehingga oosit yang digunakan untuk menentukan fekunditas didapatkan dari selom. Fekunditas dihitung berdasarkan jumlah total oosit yang didapatkan dari sampel individu yang sama dengan yang digunakan untuk pengukuran energi. Oosit dari dalam tubuh cacing nipah didapatkan dengan cara memotong tubuh betina matang kelamin dan cairan selom ditampung dalam tabung Eppendorf 1,5 ml. Penghitungan jumlah oosit dilakukan dengan menggunakan cawan hitung *Improved Neubauer* (Marienfeld-Superior). Oosit yang dihitung adalah oosit matang dengan diameter >120µm sebanyak 30 oosit setiap individu (Aguilar *et al.*, 2018). Pengukuran oosit menggunakan mikrometer (Olympus Cross) yang dipasang pada lensa okuler mikroskop majemuk (Olympus CX21).

Sampel oosit yang digunakan untuk analisis fertilitas dan sintasan juga diambil dari betina yang sama dengan sampel untuk analisis energi dan penghitungan oosit. Pada tahap ini terlebih dahulu dilakukan pencarian rentang salinitas optimum untuk fertilisasi. Salinitas air laut dibuat dalam rentang 12-13 ppt, salinitas optimum didapatkan berdasarkan tingkat fertilitas atau banyaknya oosit yang dibuahi dan terjadi pembelahan sel oosit (Junardi *et al.*, 2020). Pada media optimum kemudian dimasukkan oosit dan sperma dan diaduk perlahan. Penentuan fertilitas dilakukan dengan menghitung jumlah oosit dibuahi dibandingkan dengan total oosit yang diamati. Penghitungan sintasan dilakukan dengan menghitung jumlah larva trokofor dan larva 3-setiger. Percobaan mulai dari fertilisasi sampai didapatkan larva 3-setiger dilakukan pada suhu ruang dan belum diberikan pakan tambahan.

Alokasi energi (Ae) dideterminasi dengan menghitung proporsi antara energi reproduksi (Er) dan energi somatis (Es) melalui formula, $Ae = Er / (Er + Es)$ (Cassai dan Prevedelli, 1999). Total oosit diestimasi dengan mengikuti formula $To/Jo = Vt/Vo$, To = total oosit, Vt = volume total cairan tubuh, Vo = volume cairan tubuh/ml, Jo = jumlah oosit/ml. Fertilitas oosit (F) dihitung dengan rasio antara oosit yang dibuahi (Fo) dengan total oosit yang diamati (Ft) dan dinyatakan dalam persen atau $F = Fo/Ft \times 100\%$. Nilai sintasan (V) dinyatakan dengan jumlah larva 3-setiger (Lt) yang didapatkan dibagi dengan jumlah oosit yang dibuahi (Fo) atau $V = Lt/Fo \times 100\%$. Penghitungan mortalitas dilakukan pada tiga tahap yaitu tahap pembuahan, larva trokofor, dan larva 3-setiger dengan cara menghitung angka selisih masing-masing tahapan. Hubungan antara alokasi energi dan fekunditas dengan panjang tubuh dan usia maturasi dianalisis dengan analisis regresi linier. Sebelum dilakukan analisis regresi, data ditransformasi dalam logaritma (transformasi log). Perbedaan alokasi energi, jumlah dan ukuran oosit antara *N. rhodochorde* dan *N. abiuma* masing-masing dianalisis dengan uji χ^2 . Analisis varian (ANOVA) digunakan untuk membandingkan oosit fertil dan tidak fertil, fertilitas, jumlah larva trokofor, jumlah larva 3-setiger dan sintasan larva kedua spesies. Analisis semua data menggunakan program SPSS v21 (IBM Corp, 2012).

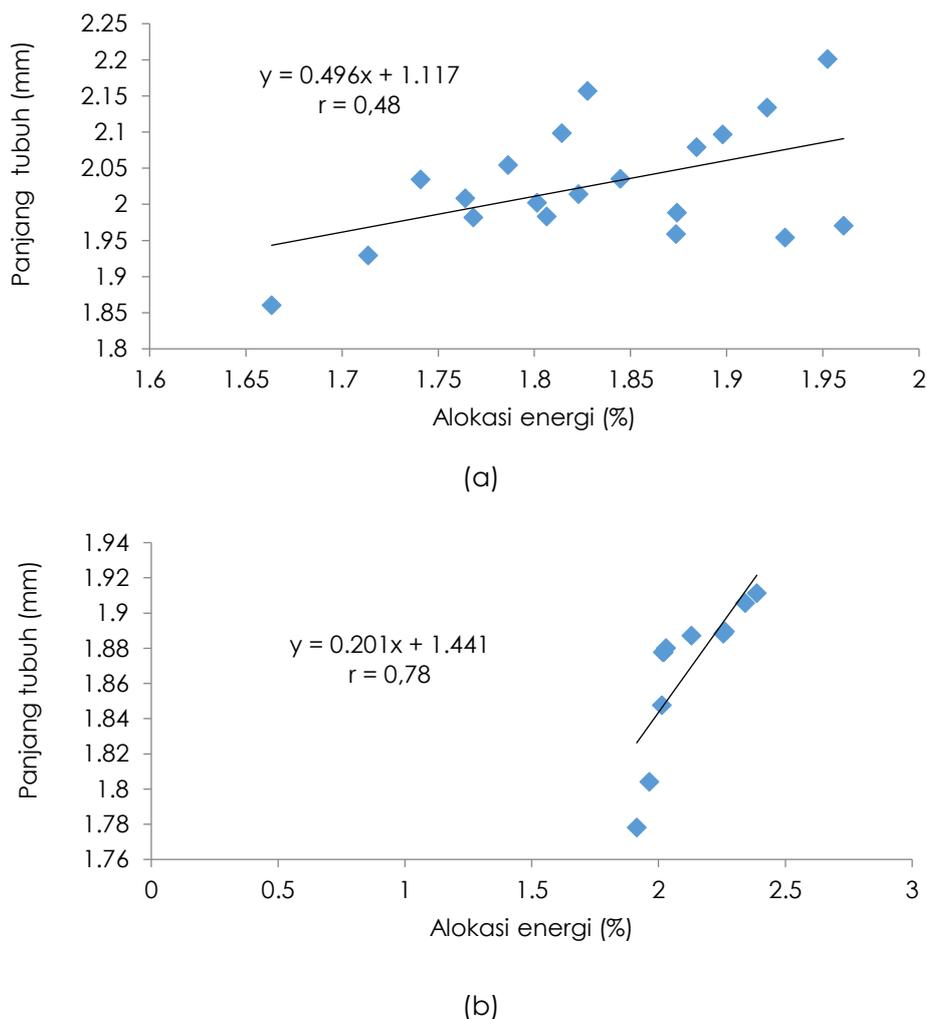
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuantitas energi baik energi somatik maupun energi gamet dan alokasinya untuk reproduksi kedua spesies cacing nipah simpatrik tidak berbeda signifikan ($\chi^2=29$, $df=28$, $P>0,05$) (Tabel 1), walaupun nampak energi *N. abiuma* lebih besar dibandingkan *N. rhodochorde*. Nilai alokasi energi keduanya tidak berbeda karena kedua spesies cacing nipah memiliki strategi reproduksi yang sama. Nilai-nilai tersebut jika dibandingkan dengan spesies lain dengan strategi reproduksi yang sama seperti *P. rullieri* tergolong tinggi. Spesies ini mengalokasikan energinya untuk reproduksi sebesar 62,0%, namun nilai energi ini lebih rendah dibandingkan dengan *P. cultrifera* yang mengalokasikan energinya mencapai 79% (Cassai dan Prevedelli, 1998a). Kuantitas dan alokasi energi dapat dipengaruhi oleh perbedaan kandungan nutrisi dari makanan yang dapat dikonversi menjadi

energi. Cacing nipah pada penelitian ini hidup secara simpatrik dan hal ini akan berpengaruh pada kesamaan sumber energi dari makanan dan menyimpannya dalam oosit. Amat-Trigo *et al.*, (2021) dan Sieiro *et al.*, (2020) mengemukakan bahwa alokasi energi dapat diketahui dari protein dan lipid. Pada penelitian ini, energi diukur dengan pendekatan berbeda sehingga tidak diketahui berdasarkan kandungan protein dan lipid.

Alokasi energi juga dapat dipengaruhi oleh ukuran tubuh saat pertama maturasi (Hasan *et al.*, 2020). Kedua spesies cacing ini memiliki perbedaan panjang tubuh saat pertama maturasi (Gambar 1). Pada *N. rhodochorde*, alokasi energi berkorelasi lemah terhadap panjang tubuh ($r = 0,48$) (Gambar 1A). Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Cassai dan Prevedelli (1998a) pada *P. rullieri* dan *P. cultrifera* di mana didapatkan adanya korelasi yang kuat antara alokasi energi dan panjang tubuh. Pada penelitian ini, korelasi kuat antara panjang tubuh dan alokasi energi hanya dijumpai pada *N. abiuma* ($r = 0,78$) (Gambar 1B).

Alokasi energi yang sama pada kedua spesies cacing nipah dapat bersumber pada persamaan kuantitas hormon reproduksi (Qaid dan Abdelrahman, 2016), selain kandungan protein dan lipid dalam oosit. Alokasi energi pada *N. abiuma* dengan ukuran tubuh yang lebih pendek dapat memiliki kandungan protein atau lipid lebih banyak dibandingkan *N. rhodochorde*. Cacing *N. rhodochorde* dengan tubuh lebih panjang mengalokasikan energinya lebih rendah, namun nilai



Gambar 1. Grafik (hasil transformasi log) hubungan antara alokasi energi (%) dan panjang tubuh (mm). (A) *N. rhodochorde* (B) *N. abiuma*

Tabel 1. Hasil pengukuran energi reproduksi rata-rata (\pm SD) cacing nipah *Namalycastis*

Variabel	Spesies	
	<i>N. rhodochorde</i> (n=20)	<i>N. abiuma</i> (n=11)
Energi somatis (J/g)	132,24 \pm 105,06 ^a	150,53 \pm 213,32 ^a
Energi gamet (J/g)	300,64 \pm 128,65 ^a	462,76 \pm 663,40 ^a
Alokasi energi (%)	69,09 \pm 12,58 ^a	74,09 \pm 6,74 ^a

Angka pada baris yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak berbeda signifikan pada taraf nyata 0,05

alokasi energinya belum dapat menjadi faktor pembeda kedua spesies cacing nipah simpatrik pada penelitian ini. Usia pertama maturasi juga dapat menyebabkan perbedaan alokasi energi. Spesies dengan usia maturasi yang lama akan mengalokasikan energi lebih rendah (Audzijonyte dan Richards, 2018). Pada kedua cacing nipah, usianya diketahui secara tidak langsung melalui panjang tubuh. Cacing *N. rhodochorde* dengan ukuran tubuh lebih besar akan mencapai usia maturasi lebih lama dan mengalokasikan energi lebih rendah, namun nampaknya juga belum menjadi faktor pembeda. Perbedaan ukuran tubuh kedua spesies simpatrik namun mengalokasikan energi yang hampir sama dapat diketahui lebih lanjut pengaruhnya terhadap aspek lain dalam strategi reproduksi. Menurut McBride *et al.* (2013), strategi reproduksi yang sama akan menyebabkan alokasi energi reproduksi juga sama. Persamaan kondisi lingkungan dan strategi reproduksi nampaknya menjadi faktor utama sehingga alokasi energi kedua spesies simpatrik tersebut juga sama.

Perbedaan ukuran tubuh akan terkait dengan fekunditas atau total oosit yang ada di dalam selom tubuh individu (Zamidi *et al.*, 2012). Menurut Bartolomaeus (1999), rongga selom pada polychaeta ditemukan di sepanjang tubuh dengan kapasitas bergantung pada ukuran tubuh. Hasil penghitungan fekunditas berbeda signifikan pada kedua spesies cacing nipah (Tabel 2). Cacing *N. rhodochorde* memiliki fekunditas rata-rata lebih banyak dibanding *N. abiuma* karena ukuran dan kapasitas selom sebagai tempat oosit berkembang dan tumbuh akan mengikuti panjang tubuh.

Hasil analisis regresi menunjukkan hubungan antara fekunditas dengan panjang tubuh kedua spesies cacing nipah korelasi yang kuat, baik pada *N. rhodochorde* ($r=0,95$, Gambar 2A) maupun *N. abiuma* ($r = 0,97$, Gambar 2B). Cacing *N. rhodochorde* yang sudah memasuki tahap matang kelamin memiliki ukuran tubuh rata-rata sebesar 81,8 cm dan *N. abiuma* rata-rata sebesar 13,1 cm. Ukuran tubuh juga berkorelasi dengan usia maturasi di mana semakin panjang ukuran tubuh maka usia maturasi akan semakin lama dicapai karena waktu yang digunakan untuk pertumbuhan lebih lama. Dengan demikian, *N. rhodochorde* memiliki usia maturasi lebih lama dibanding *N. abiuma*.

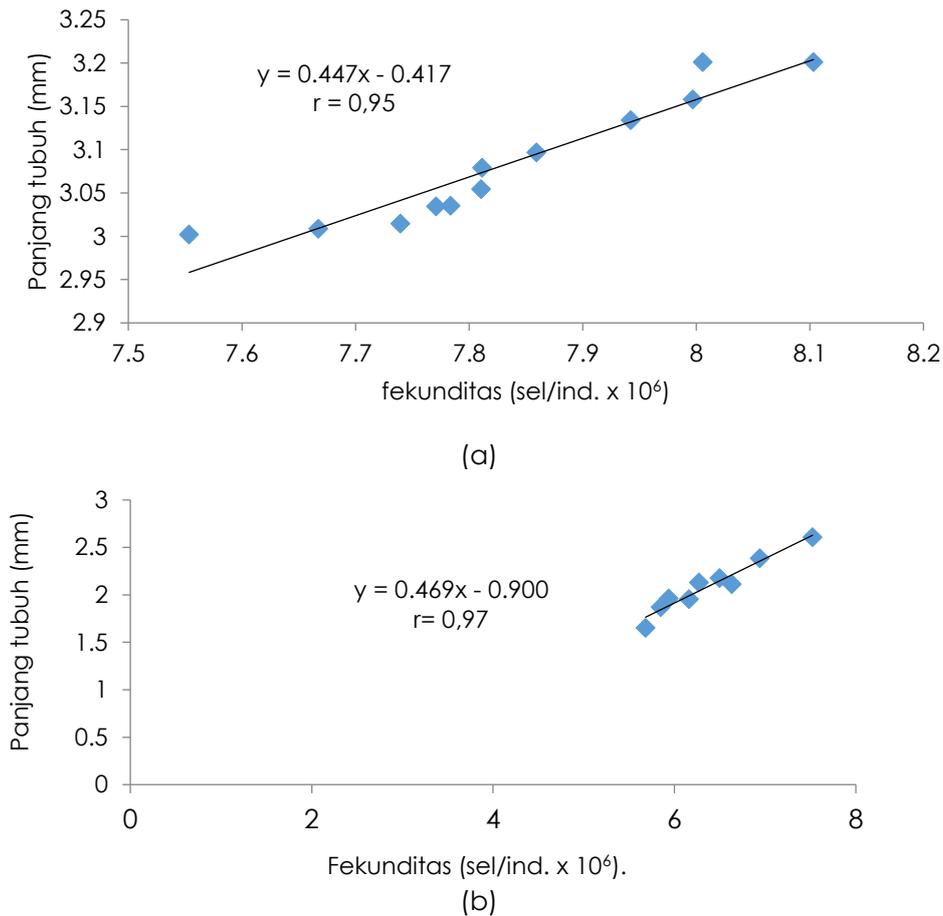
Fekunditas *N. rhodochorde* lebih tinggi dibandingkan *N. abiuma*. Jika kaitkan dengan ukuran tubuh, spesies yang memiliki ukuran tubuh yang lebih besar akan memiliki fekunditas yang lebih tinggi. Berdasarkan fakta ini, spesies *N. rhodochorde* memiliki ukuran tubuh besar, fekunditas tinggi, dan usia maturasi lebih lama. Dengan demikian, spesies tersebut akan melakukan pemijahan pada waktu tertentu secara serentak dalam jumlah yang banyak karena dibutuhkan waktu yang tepat dan sinkron antara proses pematangan gamet dan faktor lingkungan.

Fekunditas akan terkait dengan ukuran oosit (Usman *et al.*, 2013; Smalås *et al.*, 2017). Ukuran oosit matang *N. rhodochorde* dan *N. abiuma* tidak ada perbedaan signifikan ($\chi^2= 52,21$, $df = 55$, $P>0,05$) (Tabel 2). Jika dibandingkan dengan ukuran oosit spesies lain, oosit *N. rhodochorde* hampir sama dengan oosit *N. borealis* dan *N. hawaiiensis* yang memiliki ukuran oosit berturut-turut 105-150 μ m dan 125-135 μ m (Glasby, 1999). Oosit *N. abiuma* yang ditemukan pada penelitian ini juga hampir sama dengan ukuran oosit dari *N. abiuma* yang ditemukan oleh Glasby (1999) dengan diameter antara 103-130 μ m. Ukuran oosit kedua spesies tersebut masih lebih kecil dibandingkan spesies Namanereidinae lainnya seperti *Namanereis nicolea* dengan ukuran oosit $>300 \mu$ m dan *Namanereis quadraticeps* dengan ukuran oosit mencapai 640 μ m (Glasby, 1999).

Tabel 2. Jumlah oosit, fekunditas, dan diameter oosit rata-rata (\pm SD) cacing nipah *N. rhodochorde* dan *N. Abiuma*

Variabel	Spesies	
	<i>N. rhodochorde</i> (n=12)	<i>N. abiuma</i> (n=9)
Jumlah oosit (sel/ml ($\times 10^6$))	1,09 \pm 0,09	0,32 \pm 0,003
Fekunditas Total (sel/ind.) ($\times 10^6$)	72,79 \pm 26,10 ^a	5,66 \pm 10,48 ^b
Diameter oosit (μ m)	136,51 \pm 8,02 (n = 2680) ^a	120 \pm 0,0 (n = 108) ^a

Angka pada baris yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak berbeda signifikan pada taraf nyata 0,05



Gambar 2. Grafik (hasil transformasi log) hubungan antara total oosit (sel/ind $\times 10^6$.) dan panjang tubuh (mm), A). *N. rhodochorde* B). *N. abiuma*.

Kupriyanova *et al.* (2001) yang mengulas ukuran oosit Famili Serpulidae dapat digunakan sebagai pembandingan. Pada Serpulidae, oosit berukuran $<80 \mu$ m akan menjadi larva planktotropik dan oosit $>80 \mu$ m akan menjadi larva lesitotropik. Hasil penelitian ini mendapatkan nilai rata-rata oosit yang lebih besar jika menggunakan kriteria Kupriyanova *et al.* (2001) sehingga larva akan bersifat lesitotropik. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Junardi *et al.* (2020) menunjukkan bahwa larva dari kedua spesies cacing nipah adalah planktotropik sehingga untuk genus *Namalycastis*, kriteria ukuran oosit tidak dapat digunakan untuk menentukan tipe tropik larva.

Kapasitas selom yang berbeda akan menyebabkan perbedaan hanya pada fekunditas bukan pada ukuran oosit yang dimiliki masing-masing spesies. Perbedaan fekunditas sebagai strategi masing-masing spesies dapat dikaitkan juga dengan fertilitas oosit dan sintasan larva. Hasil ANOVA menunjukkan fertilitas kedua spesies tidak berbeda signifikan (Tabel 3). Perbedaan

fekunditas pada kedua spesies ternyata tidak langsung diikuti oleh tingginya fertilitas. Fekunditas yang tinggi pada *N. rhodochorde* nampaknya sebagai strategi untuk mengimbangi rendahnya fertilitas. Strategi ini dapat dikonfirmasi dengan membandingkan data fertilitas dengan jumlah larva pada tahap perkembangan menjadi larva trokofor dan larva 3-setiger.

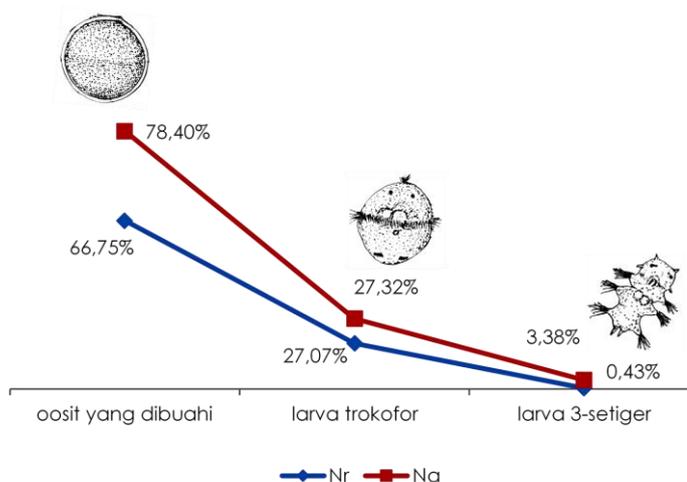
Jumlah larva trokofor diamati setelah berakhirnya pembelahan sel. Jumlah larva trokofor *N. abiuma* lebih banyak dibandingkan *N. rhodochorde*. Kedua nilai tersebut berbeda signifikan sehingga akan langsung terkait dengan jumlah larva 3-setiger yang didapatkan dari masing-masing individu betina dan nilai sintasannya (Tabel 3). Sintasan pada masing-masing tahapan perkembangan larva mulai dari oosit dibuahi, larva trokofor sampai larva 3-setiger dapat dilihat pada Gambar 3.

Cacing *N. abiuma* memiliki sintasan larva lebih tinggi dan berbeda signifikan dengan *N. rhodochorde*. Faktor-faktor penyebab perbedaan sintasan kedua spesies perlu diteliti lebih lanjut terkait dengan kualitas masing-masing oosit yang dimiliki (García-Fernández *et al.*, 2020). Hasil penelitian ini menunjukkan banyaknya oosit yang dihasilkan dari satu individu betina *N. rhodochorde* merupakan strategi untuk mengimbangi fertilitas dan sintasan yang rendah. Untuk tujuan itu, *N. rhodochorde* harus memiliki ukuran tubuh yang panjang sehingga akan langsung menambah kapasitas selom untuk menghasilkan banyak oosit. Sementara itu, *N. abiuma* memiliki tingkat fertilitas dan sintasan larva yang lebih tinggi untuk mengimbangi fekunditas yang lebih rendah.

Tabel 3. Hasil pengukuran fertilitas oosit dan sintasan larva rata-rata (\pm SD) dua spesies cacing nipah, *N. rhodochorde* dan *N. abiuma*

Variabel	Spesies	
	<i>N. rhodochorde</i> (n=12)	<i>N. abiuma</i> (n=4)
Oosit dibuahi	191,17 \pm 153,63 ^a	292,75 \pm 107,25 ^a
Oosit tidak dibuahi	84,58 \pm 40,74 ^a	85,00 \pm 50,00 ^a
Jumlah oosit diamati	275,75 \pm 154,68 ^a	377,75 \pm 140,57 ^a
Fertilitas (%)	66,75 \pm 13,25 ^a	78,40 \pm 7,86 ^a
Jumlah larva trokofor	51,91 \pm 19,91 ^a	80,00 \pm 26,68 ^b
Jumlah larva 3-setiger	1,00 \pm 1,47 ^a	10,25 \pm 4,85 ^b
Sintasan (%)	0,43 \pm 0,49 ^a	3,38 \pm 0,76 ^b

Angka pada baris yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan bahwa tidak berbeda signifikan pada taraf nyata 0,05



Gambar 3. Sintasan larva dua spesies cacing nipah simpatrik *N. rhodochorde* (Nr) dan *N. abiuma* (Na) berdasarkan tahapan perkembangan

Sintasan kedua spesies terus menurun seiring dengan tahap perkembangan larva sampai tahap akhir menjadi larva 3-setiger (Gambar 3). Hasil perkalian sintasan dan fekunditas total didapatkan bahwa masing-masing individu betina kedua spesies cacing nipah simpatrik berturut-turut sebesar 312,98 larva/ind. untuk *N. rhodochorde* dan 191,31 larva/ind. untuk *N. abiuma*. Perbedaan jumlah larva ini menyebabkan adanya perbedaan pola pemijahan. Cacing *N. rhodochorde* memijah hanya pada tiga bulan sepanjang tahun, sementara *N. abiuma* memijah hampir setiap bulan (Junardi, 2014).

Tingginya fekunditas *N. rhodochorde* karena spesies ini memiliki fertilitas dan sintasan larva yang lebih rendah dari *N. abiuma*. Upaya untuk meningkatkan fekunditas pada *N. rhodochorde* harus diimbangi dengan ukuran tubuh yang lebih panjang dibandingkan *N. abiuma*. Upaya tersebut juga digunakan untuk mendapatkan larva dalam jumlah yang banyak dari satu kali pemijahan. Sementara itu, *N. abiuma* memiliki fekunditas yang lebih rendah namun memiliki fertilitas oosit dan sintasan larva yang tinggi. Fakta ini menunjukkan spesies simpatrik menerapkan strategi yang berbeda untuk mendapatkan jumlah larva yang banyak untuk penambahan individu baru dalam populasi.

KESIMPULAN

Cacing *N. rhodochorde* mengalokasikan energi untuk reproduksi relatif sama dengan *N. abiuma* karena keduanya memiliki strategi reproduksi yang sama dan simpatrik. Fekunditas *N. rhodochorde* lebih tinggi dibandingkan dengan *N. abiuma* yang mencerminkan perbedaan dalam panjang tubuh dan kapasitas selom masing-masing spesies untuk mendapatkan sintasan yang lebih baik. Perbedaan fekunditas dan sintasan larva pada kedua spesies simpatrik dilakukan sebagai suatu strategi spesies untuk memaksimalkan jumlah larva yang dihasilkan saat pemijahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguiar, T.M. & Santos, C.S.G. (2018). Reproductive biology of *Alitta succinea* (Annelida: Nereididae) in a Brazilian tropical lagoon. *Invertebrates Biology*, 137(1), 17-28. doi: 10.1111/ivb.12200.
- Alonso-Fernandez, A. & Saborido-Rey, F. (2012). Relationship between energy allocation and reproductive strategy in *Trisopterus luscus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 416, 8-16. doi: 10.1016/j.jembe.2012.02.001.
- Amat-Trigo, F., Torralva, M., González-Silvera, D., Martínez-López, F.J. & Oliva-Paterna, F.J. (2021). Plasticity in Reproductive Traits, Condition and Energy Allocation of the Non-Native Pyrenean Gudgeon *Gobio lozanoi* in a Highly Regulated Mediterranean River Basin. *Water*, 13(387), 1-27. doi: 10.3390/w13030387.
- Audzijonyte, A. & Richards, S.A. (2018). The Energetic Cost of Reproduction and Its Effect on Optimal Life-History Strategies. *The American Naturalist*, 192(4), E150-E162. doi: 10.1086/698655.
- Boretto, J.M., Cabezas-Cartes F. & Ibargüengoyfía, N.R. (2015). Energy allocation to growth and reproduction in a viviparous lizard endemic to the highlands of the Andes, Argentina. *Journal of Zoology*, 297(1), 1-10. doi: 10.1111/jzo.12245.
- Bartolomaeus, T. (1999). Structure, Function and Development of Segmental Organ in Annelida. *Hydrobiologia*, 402, 21-37. doi: 10.1007/978-94-017-2887-4_2.
- Cassai, C. & Prevedelli, D. (1998a). Reproductive Effort, Fecundity and Energy Allocation in Two Species of the Genus *Perinereis* (Polychaeta: Nereididae). *Invertebrates Reproduction and Development*, 34(2-3), 125-131. doi: 10.1080/07924259.1998.9652644.
- Cassai, C. & Prevedelli, D. (1998b). Reproductive Effort, Fecundity and Energy Allocation in Two Species of the Genus *Marphysa* (Polychaeta: Eunicidae). *Invertebrates Reproduction and Development*, 34(2-3), 133-138. doi: 10.1080/07924259.1998.9652645.
- Cassai, C. & Prevedelli, D. (1999). Fecundity and Reproductive Effort *Ophryotrocha labronica* (Polychaeta: Dorvilleidae). *Marine Biology*, 133(3), 489-494. doi: 10.1007/s002270050488.

- Doherty-Weason, D., Oyarzun, F., Vera, L., Bascur, M., Guzman, F., Silva, F., Urzua, A. & Brante, A. (2019). Bioenergetics of parental investment in two polychaete species with contrasting reproductive strategies: The planktotrophic *Boccardia chilensis* and the poecilogonic *Boccardia wellingtonensis* (Spionidae), *Marine Ecology*, e12574, 1-9. doi: 10.1111/maec.12574.
- Fischer, A. & Dorrestein, A. (2004). The Polychaete *Platynereis dumerilii* (Annelida): A Laboratory Animal with Spiralian Cleavage, Lifelong Segment Proliferation and a Mixed Benthic/Pelagic Life Cycle. *BioEssays*, 26(3), 314-325. doi: 10.1002/bies.10409.
- García-Fernández, C., Domínguez-Petit, R., Aldanondo, N. & Saborido-Rey, F. (2020). Seasonal variability of maternal effects in European hake *Merluccius merlucciu*. *Marine Ecology Progress Series*, 650, 125-140. doi: 10.3354/meps13420.
- Glasby, C.J. (1999). The Namanereidinae (Polychaeta: Nereididae). Part 1. Taxonomy and Phylogeny. *Records of the Australian Museum, Supplement* 25, 1-129. doi: 10.3853/j.0812-7387.25.1999.1354.
- Gremare, A., Marsh, A.G. & Tenore, K.R. (1989). Fecundity and Energy Partitioning in *Capitella capitata* Type I (Annelida: Polychaeta). *Marine Biology*, 100(3), 365-371. doi: 10.1007/bf00391152.
- Griffen, B.D. (2018). The timing of energy allocation to reproduction in an important group of marine consumers. *PLoS One*, 13(6), e0199043. doi: 10.1371/journal.pone.0199043.
- Hasan, M., Hosen, M.H.A., Miah M.I., Ahmed Z.F., Chhanda, M.S. & Shahriar S.I.M. (2020). Fecundity, length at maturity and gonadal development indices of river catfish (*Clupisoma garua*) of the old Brahmaputra River in Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 46, 259–263. doi: 10.1016/j.ejar.2020.08.003.
- IBM Corp., (2012). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21,0. Armonk. New York.
- Johansson, J., Brännström, Å., Metz, J.A.J. & Dieckmann, U. (2017). Twelve fundamental life histories evolving through allocation-dependent fecundity and survival, *Ecology and Evolution*, 8(6), 3172–3186. doi: 10.1002/ece3.3730.
- Junardi. (2014). Karakter reproduksi dua spesies cacing nipah semelparitas simpatrik *Namalycastis rhodochorde* dan *Namalycastis abiuma* (Polychaeta: Nereididae) di Kalimantan Barat. Disertasi. Institut Teknologi Bandung.
- Junardi, Anggraeni, T., Ridwan, A. & Yuwono, E. (2020). Larval development of Nypa palm worm *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereididae), *Nusantara Bioscience*, 12(2), 148-153. doi: 10.13057/nusbiosci/n120210.
- Kupriyanova, E.K. (2001). Live History Evolution in Serpulimorph Polychaetes: a Phylogenetic Analysis. *Hydrobiologia*, 496(1-3): 105-114. doi: 10.1007/978-94-017-0655-1_11.
- Lee, A.L., Dafforn, K.A., Hutchings, P.A. & Johnston, E.L. (2018). Reproductive strategy and gamete development of an invasive fanworm, *Sabella spallanzanii* (Polychaeta: Sabellidae), a field study in Gulf St Vincent, South Australia. *PLoS One*, 13(7), e0200027. doi: 10.1371/journal.pone.0200027.
- Llodra, E.Z.R. (2002). Fecundity and Life-History Strategies in Marine Invertebrates. *Advances in Marine Biology*, 43, 87-170. doi: 10.1016/s0065-2881(02)43004-0.
- McBride, R.S, Somarakis, S., Fitzhugh G.R., Albert A., Yaragina, N.A., Wuenschel, M.J., Alonso-Fernandez, A. & Basilone, G. (2013). Energy acquisition and allocation to egg production in relation to fish reproductive strategies. *Fish and Fisheries*, 16(1), 23-57. doi: 10.1111/faf.12043.
- Qaid, M.M. & Abdelrahman, M.M. (2016). Role of insulin and other related hormones in energy metabolism-A review. *Cogent Food & Agriculture*, 2(1), p.126769. doi: 10.1080/23311932.2016.1267691.
- Sieiro, P., Otero, J. & Aubourg, S.P. (2020). Biochemical Composition and Energy Strategy Along the Reproductive Cycle of Female *Octopus vulgaris* in Galician Waters (NW Spain). *Frontier in Physiology*, 11 (760), 1-21. doi: 10.3389/fphys.2020.00760.
- Silva, J.P.C., Costa, M.R. & Araújo, F.G. (2019). Energy acquisition and allocation to the gonadal development of *Cynoscion leiachus* (Perciformes, Sciaenidae) in a tropical Brazilian bay. *Marine Biology Research*, 15(2), 170-180. doi: 10.1080/17451000.2019.1610777.
- Smalås, A., Amundsen, P.A. & Knudsen, R. (2017). The trade-off between fecundity and egg size in a polymorphic population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) in Skogsfjordvatn, subarctic Norway. *Ecology and evolution*, 7(7), 2018–2024. doi: 10.1002/ece3.2669.

- Usman, B.I., Amin, S.M.N., Arshad, A. & Rahman, M.A. (2013). Fecundity and Egg Size of Grey-Eel Catfish *Plotosus canius* (Hamilton, 1822) from the Coastal Waters of Kampong Telok, Negeri Sembilan Peninsular Malaysia. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8, 348-354. doi: 10.3923/ajava.2013.348.354.
- Zamidi, I., Samat, A., Zaidi, C.C., Mazlan, A.G., Alam, G.M.M., Al-Amin, A.Q. & Simon, K.D. (2012). Fecundity and temporal reproductive cycle of four finger Threadfin (*Eleutheronema tetradactylum*) in Malaysian Coastal Water. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advance*, 7(11), 1100-1109. doi: 10.3923/ajava.2012.1100.1109.