



Respon Imunitas Cacing Nipah (*Namalycastis rhodochorde*) Setelah Pemberian Injeksi *Pseudonocardia* spp.

*Immune Response of Nipah Worms (*Namalycastis rhodochorde*) Following Injection of *Pseudonocardia* spp.*

Aufar Ismi Wiranata¹⁾, Uray Dea²⁾, Vioni Talitha Nabila³⁾, Fiqih Fazira Putri⁴⁾, Raynata Zwietenia Wibowo⁵⁾, Ari Hepi Yanti⁶⁾

Department of Biology, Faculty of Mathematic and Natural Sciences, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Article info

Keywords

Nipah worms,
Immunity, Cleocytes,
Pseudonocardia spp.,
Immunomodulators

Article history

Received 26-12-2024
Accepted 14-01-2025

^{*)}Corresponding author

ari.hepi.yanti@fmipa.untan.ac.id

ABSTRACT

The nipah worm (*Namalycastis rhodochorde*) is a Polychaete species found in the nipah (*Nypa* sp.) mangrove ecosystem of West Kalimantan. Since its identification in 2007, research on this species has been limited. Nipah worms play a crucial role in trophic levels, serving as a food source for various aquatic animals due to their high nutritional content. Although attempts have been made to cultivate nipah worms, these efforts are still hindered by disease outbreaks, one of which is caused by a bacteria. This study aims to investigate the immune response of nipah worms following induction with *Pseudonocardia* spp. isolated from nipah fronds. The research methodology included the preparation of tools and materials, acclimation of nipah worms, reculturing of *Pseudonocardia* spp. and the creation of test suspensions, as well as the calculation of the total and differential counts of coelomocytes before and after bacterial induction. The results indicated an increase in the number of several types of coelomocytes in nipah worms, specifically type I by 53,2%, type III by 54%, type IV by 56,2%, and type V by 61,4% after induction with *Pseudonocardia* spp.

Article info

Kata kunci

Cacing nipah,
Kekebalan, Kleosit,
Pseudonocardia spp.,
Imunomodulator

Riwayat Artikel

Received 26-12-2024
Accepted 14-01-2025

^{*)}Corresponding author

ari.hepi.yanti@fmipa.untan.ac.id

ABSTRAK

Cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) merupakan cacing dari kelompok *Polychaeta* yang ditemukan pada ekosistem mangrove nipah (*Nypa* sp.) di Kalimantan Barat. Sejak diidentifikasi pada tahun 2007, penelitian tentang spesies ini masih terbatas. Cacing nipah memainkan peran penting dalam tingkatan trofik sebagai sumber pakan bagi hewan air lainnya karena kandungan nutrisinya yang tinggi. Usaha budidaya cacing nipah telah dilakukan namun masih terkendala pada serangan penyakit, salah satunya oleh bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon imun cacing nipah

setelah diinjeksi dengan *Pseudonocardia* spp. yang diisolasi dari pelepah nipah. Tahapan penelitian meliputi persiapan alat dan bahan, aklimasi cacing nipah, rekultur *Pseudonocardia* spp. dan pembuatan suspensi uji, serta penghitungan jumlah total dan diferensial selomosit sebelum dan sesudah injeksi bakteri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya peningkatan jumlah dari beberapa tipe selomosit cacing nipah seperti tipe I sebesar 53,2%, tipe III sebesar 54%, tipe IV sebesar 56,2%, dan tipe V sebesar 61,4% setelah diinjeksi *Pseudonocardia* spp.

PENDAHULUAN

Cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) merupakan spesies cacing yang terdapat di ekosistem mangrove nipah (*Nypa* sp.) Kalimantan Barat. Spesies ini teridentifikasi pada tahun 2007, sehingga kajian ilmiah mengenai cacing nipah masih terbatas. Cacing nipah dimanfaatkan oleh masyarakat yang hidup di sekitar pesisir Kalimantan Barat sebagai umpan pancing ikan dan pakan akuakultur (Junardi, 2018).

Cacing nipah memainkan peran penting dalam tingkatan trofik sebagai sumber pakan bagi hewan air lainnya. Potensi yang terdapat pada cacing nipah seperti kandungan nutrisi yang tinggi, biomassa yang melimpah, dan nilai jual yang tinggi menjadikan cacing nipah perlu untuk dikembangkan dan dibudidayakan. Harga cacing nipah di Kalimantan Barat mencapai Rp15.000-20.000 per individu dengan berat tubuh antara 10-50 gram (Junardi & Riyandi, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyawati *et al.* (2023), cacing nipah dari muara Sungai Kakap Kubu Raya mengandung kadar gizi yang tinggi, yaitu kadar lemak berkisar antara 9,465-21,853% dan protein 23,941-32,585%. Kandungan nutrisi yang tinggi pada cacing nipah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan alternatif untuk usaha akuakultur. Oleh karena itu, cacing nipah layak untuk dibudidayakan dan dikomersialkan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan budidaya cacing nipah adalah kemampuan dalam melawan patogen. Pada kelompok Annelida, terutama *Polychaeta*, selomosit memiliki kemampuan fagositosis dan dapat berpindah dari cairan selom ke jaringan yang terinfeksi, sehingga berperan penting dalam respons imun terhadap infeksi bakteri patogen (Bodo *et al.*, 2020). Menurut Homa (2018), selomosit merupakan bagian penting dari respons kekebalan cacing tanah (*Eisenia andrei*) dan memiliki peran serupa dengan leukosit pada hewan vertebrata dalam melawan infeksi. Proses regenerasi dan pemulihan cedera pada hewan invertebrata juga melibatkan selomosit (Canesi *et al.*, 2022). Hasil penelitian Yanti *et al.* (2022), menemukan adanya aktivitas selomosit pada cacing nipah sebagai respon imunitas setelah diinjeksi dengan bakteri patogen *Aeromonas* sp. NrBF9.

Berdasarkan kemampuan selomosit tersebut, selomosit dapat digunakan sebagai dasar evaluasi terhadap imunotoksikologi pada tingkat molekuler dan seluler jika terjadi kontaminasi lingkungan. Jenis selomosit pada Annelida terdiri dari dua jenis utama, yaitu amoebosit dan eleosit. Amoebosit adalah selomosit yang memiliki kemampuan dalam reaksi pertahanan seluler melalui fagositosis dan enkapsulasi, sedangkan eleosit terlibat dalam proses pematangan oosit dengan menyediakan nutrisi bagi telur yang sedang tumbuh, ekskresi, dan keseimbangan osmotik dalam tubuh (Canesi *et al.*, 2022).

Menurut Yanti *et al.* (2022), amoebosit pada cairan selom cacing nipah dibagi menjadi lima jenis sel, yaitu amoebosit tipe I berukuran 15 µm, tipe II 5 µm, tipe III 15 µm, tipe IV 10 µm, dan tipe V 15 µm. Kelima jenis sel tersebut memiliki jumlah dan peran yang berbeda dalam merespons keberadaan bakteri *Aeromonas* sp. dengan kode isolat NrBF9. Selomosit tipe I berperan dalam proses enkapsulasi benda asing berupa parasit dan bakteri patogen dan selomosit tipe V memiliki kemampuan fagositosis terhadap mikroorganisme yang berbahaya (Yanti *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil penelitian Cuvillier

et al. (2014), Kemampuan selomosit tipe III memiliki kemiripan dengan sel NK. Junardi *et al.* (2022), menyatakan bahwa eleosit menghasilkan estradiol yang berperan dalam pembentukan vitellogenin pada cacing dewasa.

Pseudonocardia merupakan mikroorganisme yang dapat ditemukan di kawawan terrestrial, akuatik, dan serasah nipah. Hasil penelitian Kurniatuhadi *et al.* (2024), menunjukkan bahwa beberapa mikroorganisme berhasil ditemukan dan diisolasi dari serasah nipah salah satunya dari genus *Pseudonocardia*. *Pseudonocardia* merupakan genus bakteri yang termasuk dalam filum *Actinomycetes* dan famili *Pseudonocardiaceae*. Bakteri anggota filum *Actinomycetes* memiliki kemampuan untuk memproduksi metabolit sekunder. Metabolit sekunder yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai antibiotik (Selim *et al.*, 2021) dan probiotik (Anandan *et al.*, 2016). Selain itu, *Pseudonocardia* dapat berperan sebagai imunomodulator (Saadoun *et al.*, 2015).

Pseudonocardia spp. termasuk dalam bakteri Gram positif dan bersifat aerob. Hifa pada *Pseudonocardia* spp. bersegmen dan beberapa berbentuk zig-zag. Spora umumnya memiliki dinding yang halus, tetapi ada juga yang memiliki struktur seperti duri. Keberadaan bakteri kelompok *Actinomycetes* pada suatu habitat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti karakteristik tanah dan tingkat pH (Abdullah *et al.*, 2020). Secara *in vitro* kemampuan *Pseudonocardia* spp. dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen telah diketahui pada hewan dan manusia. Namun, informasi terkait penggunaan *Pseudonocardia* spp. dalam meningkatkan imunitas cacing nipah secara *in vivo* belum tersedia. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui respon imunitas cacing nipah setelah injeksi *Pseudonocardia* spp. berdasarkan jumlah total selomosit dan diferensial selomosit.

METODE

Prosedur kerja diawali dengan proses pengambilan hewan uji berupa cacing nipah jantan fase submatur yang berasal dari muara Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya sebanyak 25 ekor dengan ciri tubuh berwarna merah muda atau pucat, panjang tubuh berkisar 90-100 cm, dan berat tubuh berkisar 20-25 gram. Kemudian cacing nipah disortasi untuk mendapatkan cacing dengan kondisi yang baik, selanjutnya ditempatkan pada wadah yang berisi serasah nipah dan tanah agar dapat menyesuaikan habitat aslinya, kemudian cacing nipah diaklimasi di laboratorium selama 7 hari.

Substrat tanah dimasukkan ke dalam wadah berukuran 650 mL sebanyak 500 gram kemudian ditambahkan air untuk menjaga kelembaban tanah. Setiap sampel cacing nipah disimpan pada wadah yang sudah diisi tanah. Pemeliharaan cacing nipah dalam media hidup dilakukan dengan menyemprotkan air di permukaan tanah sebanyak 1 kali sehari untuk menjaga kelembaban. Tahap perhitungan selomosit awal dilakukan dengan mengambil cairan selom sebanyak 0,3 mL menggunakan tabung kapiler yang sudah diruncingkan di bagian antar segmen cacing nipah dan cairan selom yang diperoleh disimpan ke dalam *microtube*. Selanjutnya cairan selom dihisap menggunakan pipet thoma leukosit hingga mencapai skala 0,5 kemudian dilanjutkan dengan larutan Turk hingga skala 11 dan dihomogenkan, kemudian diteteskan ke dalam hemositometer untuk diamati di bawah mikroskop lalu dihitung jumlah selomositnya. Cacing nipah diaklimasi kembali selama 10 hari. Perhitungan selomosit mengikuti perhitungan pada penelitian Yelvita *et al.* (2016). Perhitungan diferensial selomosit dilakukan pada preparat apus cairan selom cacing nipah yang diwarnai menggunakan pewarna Leishman.

Alat dan bahan untuk rekultur isolat bakteri *Pseudonocardia* spp. disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Isolat bakteri *Pseudonocardia* spp. dari pelepah nipah dikultur pada media *Starch Casein Agar* (SCA) dan diinkubasi selama 7 hari pada suhu 30°C. Isolat bakteri kemudian dimasukkan ke dalam 9 mL garam fisiologis (NaCl 0,9%), lalu suspensi dimasukkan ke dalam kuvet spektrofotometer dan diukur dengan panjang gelombang 600 nm dan disesuaikan dengan standar kekeruhan dari suspensi 0,5 Mc Farland yang setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL. Pengenceran dilakukan dengan cara diambil larutan tersebut sebanyak 1 mL kemudian dilarutkan ke dalam larutan 9 mL NaCl 0,9% hingga tepat menjadi 10 mL sebagai suspensi

tingkat pengenceran 10^{-1} . Pengenceran dilakukan secara berulang hingga didapatkan pengenceran bertingkat, yaitu 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} .

Hewan uji yang telah diaklimasi sebanyak 2 kali yaitu 7 hari dan 10 hari diinjeksi sebanyak satu kali dengan isolat *Pseudonocardia* spp. (0,1 mL) yang sudah diencerkan menggunakan standar pengenceran 0,5 Mc Farland pada masing-masing perlakuan dengan lima kali pengulangan. Kontrol – tidak diinjeksi isolat *Pseudonocardia* spp., Kontrol + diinjeksi akuades steril, Perlakuan 1 diinjeksi isolat *Pseudonocardia* spp. dengan pengenceran 10^{-3} , Perlakuan 2 diinjeksi isolat *Pseudonocardia* spp. dengan pengenceran 10^{-5} , dan Perlakuan 3 diinjeksi isolat *Pseudonocardia* spp. dengan pengenceran 10^{-7} . Injeksi isolat *Pseudonocardia* spp. dilakukan pada bagian dorsal tubuh cacing nipah. Cacing nipah dimasukkan kembali ke dalam wadah berukuran 650 mL dengan jumlah 1 ekor cacing pada masing-masing wadah selama 72 jam, pada saat pemeliharaan dilakukan penyemprotan air di permukaan tanah sebanyak 1 kali sehari untuk menjaga kelembaban dan pengamatan morfologi tubuh cacing nipah terutama di daerah bekas injeksi. Penghitungan total selomosit dan selomosit diferensial setelah injeksi *Pseudonocardia* spp. dilakukan setelah 72 jam pemeliharaan dengan tahapan kerja yang sama dengan penghitungan selomosit awal. Perhitungan total selomosit menggunakan rumus:

$$\Sigma L = \frac{NI \times P}{0,4}$$

Keterangan :

ΣL = Total selomosit

NI = Jumlah selomosit yang ditemukan pada 64 kotak yang dihitung

P = Pengenceran (20)

0,4 = Volume total selomosit yang ditemukan dalam 64 kotak yang dihitung (Yelvita *et al.*, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respon imunitas cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) ditunjukkan dengan perubahan jumlah total selomosit pada cacing nipah sebelum dan setelah injeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. dengan pengenceran berbeda. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa injeksi bakteri berpengaruh terhadap kenaikan total selomosit cacing nipah yang dinotasikan dalam angka (Tabel 1).

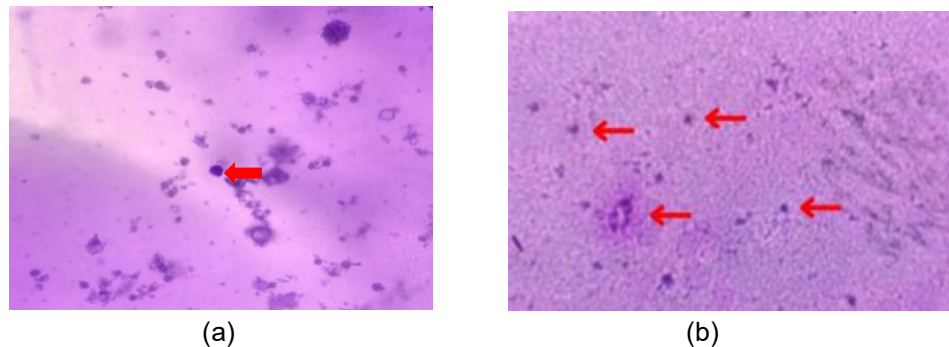
Tabel 1. Hasil Rata-rata Total Selomosit Cacing Nipah Sebelum dan Setelah Injeksi Bakteri *Pseudonocardia* spp.

Perlakuan	Rata-Rata Total Selomosit (10^3 sel/mm ³)		
	Sebelum	Setelah	Selisih
Kontrol -	50,32 ± 7,31 ^a	48,20 ± 4,40 ^a	-2,12 ± 1,60 ^d
Kontrol +	40,00 ± 1,38 ^a	83,82 ± 9,48 ^c	+43,82 ± 1,25 ^a
Perlakuan 1	44,34 ± 1,10 ^a	89,48 ± 7,50 ^b	+45,14 ± 7,69 ^c
Perlakuan 2	49,50 ± 2,05 ^a	82,82 ± 5,55 ^d	+33,32 ± 2,08 ^b
Perlakuan 3	61,66 ± 2,00 ^a	83,34 ± 7,43 ^c	+21,68 ± 1,75 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf 95%, notasi (+) menyatakan kenaikan selomosit, notasi (-) menyatakan penurunan selomosit.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa total selomosit sebelum perlakuan tidak berbeda nyata antar perlakuan ($F_{4,20} = 1,487$; $p = 0,244$; ANOVA) dengan nilai signifikansi yaitu $p\text{-value} = 0,244$. Berdasarkan hasil uji Duncan total selomosit setelah perlakuan pada masing-masing pengenceran menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Jumlah selomosit total yang mengalami kenaikan mengindikasikan adanya respon imunitas pada cacing nipah. Hasil perhitungan jumlah total selomosit yang diperoleh pada perlakuan kontrol negatif yaitu sebesar $48,20 \times 10^3$ sel/mm³, dan cairan selom cacing nipah pada perlakuan injeksi 0,1 mL akuades steril (kontrol positif) sejumlah $83,82 \times 10^3$ sel/mm³, kemudian Perlakuan 1, Perlakuan 2, dan Perlakuan 3 yang diinjeksi dengan konsentrasi 0,1 mL menggunakan isolat *Pseudonocardia* spp. diperoleh angka masing-masing sebesar

89,48 x 10³ sel/mm³, 82,82 x 10³ sel/mm³, dan 83,34 x 10³ sel/mm³. Hasil ini sejalan dengan penelitian Yanti *et al.* (2022) yang menunjukkan adanya kenaikan jumlah total selomosit cacing nipah setelah injeksi bakteri patogen *Indigenous Aeromonas* sp. NrBF9 yaitu pada perlakuan 1 sebesar 70,58 x 10³ sel/mm³, perlakuan 2 sebesar 61,51 x 10³ sel/mm³, dan perlakuan 3 sebesar 53,11 x 10³ sel/mm³. Gambaran selomosit pada sajian apus cairan selom sebelum dan setelah injeksi *Pseudonocardia* spp. terlihat pada Gambar 1.



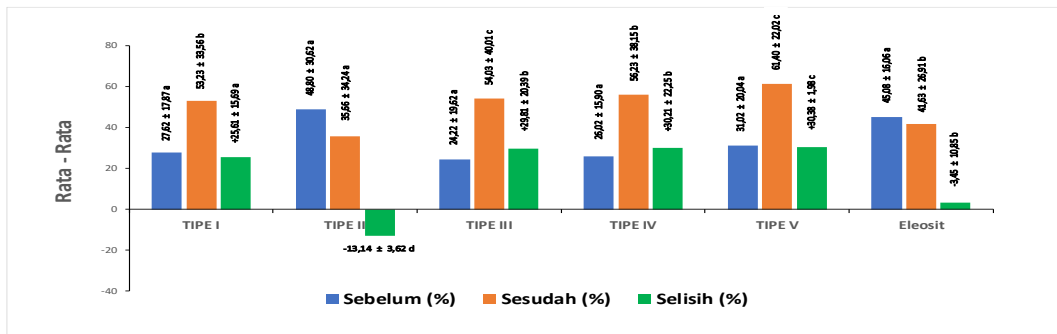
Gambar 1. Selomosit (a) sebelum dan (b) sesudah diinjeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. pada cacing nipah dengan perbesaran 400x (panah merah)

Pada sediaan apus cairan selom cacing nipah terdapat dua jenis selomosit, yaitu amoebosit dan eleosit. Umumnya amoebosit yang terdapat pada cairan selom cacing dari kelompok Annelida sering disebut sebagai selomosit. Menurut Canesi *et al.* (2022), amoebosit mampu bereaksi sebagai pertahanan seluler melalui fagositosis dan enkapsulasi, sedangkan eleosit menyediakan nutrisi bagi telur sehingga berperan penting dalam proses pematangan oosit. Berdasarkan tipenya amoebosit dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu amoebosit tipe I, tipe II, tipe III, tipe IV, dan tipe V (Yanti *et al.*, 2022). Selomosit yang mengalami peningkatan setelah diinjeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. terjadi pada tipe I, III, IV, dan V (Tabel 2). Tipe selomosit yang ditemukan pada preparat apusan cairan selom cacing nipah (*Namalycastis rhodochordel*) ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 2. Rata-Rata Total Selomosit Diferensial Cacing Nipah Sebelum dan Setelah Diinjeksi Bakteri *Pseudonocardia* spp.

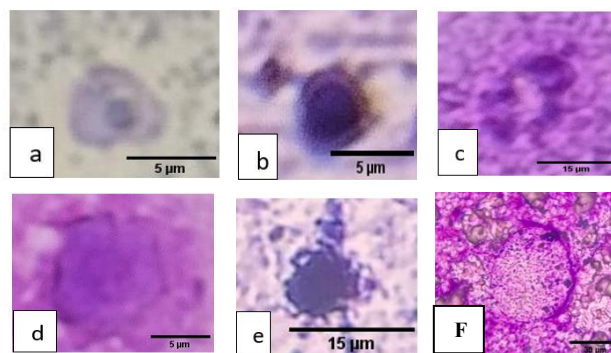
Perlakuan	Tipe	Rata-Rata
Sebelum (%)	I	27,62 ± 17,87 ^a
	II	48,80 ± 30,62 ^a
	III	24,22 ± 19,62 ^a
	IV	26,02 ± 15,90 ^a
	V	31,02 ± 20,04 ^a
Sesudah (%)	Eleosit	45,08 ± 16,06 ^a
	I	53,23 ± 33,56 ^b
	II	35,66 ± 34,24 ^a
	III	54,03 ± 40,01 ^c
	IV	56,23 ± 38,15 ^b
Selisih (%)	V	61,40 ± 22,02 ^c
	Eleosit	41,63 ± 26,91 ^b
	I	25,61 ± 15,69 ^a
	II	-13,14 ± 3,62 ^d
	III	29,81 ± 20,39 ^b
	IV	30,21 ± 22,25 ^b
	V	30,38 ± 1,98 ^c
	Eleosit	-3,45 ± 10,85 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 95%, notasi (+) menyatakan kenaikan selomosit, notasi (-) menyatakan penurunan jumlah selomosit, notasi (±) menyatakan standar deviasi.



Gambar 2. Grafik respon imunitas cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) sebelum dan sesudah diinjeksi bakteri *Pseudonocardia* spp.

Peningkatan selomosit diferensial terjadi pada selomosit tipe I sebesar 53,2%, tipe III sebesar 54%, tipe IV sebesar 56,2%, dan tipe V sebesar 61,4%. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Yanti *et al.* (2022), peningkatan selomosit diferensial terjadi pada tipe II dan IV. Hal ini disebabkan karena pemberian injeksi berupa bakteri berasal dari spesies yang berbeda, apabila pemberian injeksi berasal dari organisme hidup yang memiliki perbedaan jenis maka respon imunitas yang ditimbulkan pada tubuh cacing nipah akan berbeda. Selomosit tipe V mengalami peningkatan paling tinggi dibandingkan dengan tipe selomosit lainnya. Menurut Roch *et al.* (1983), beberapa selomosit yang mempunyai ukuran yang besar dapat berperan aktif dalam proses fagositosis dan enkapsulasi. Data selisih yang terdapat pada (tabel 2) menunjukkan adanya variasi respon yang ditimbulkan antar perlakuan. Selomosit tipe IV dan V memiliki nilai selisih tertinggi masing-masing sebesar $30,21 \pm 22,25^b$ dan $30,38 \pm 1,98^c$. Hal ini menunjukkan bahwa injeksi isolat *Pseudonocardia* spp. yang diberikan dapat meningkatkan selomosit tipe IV dan V secara signifikan. Nilai selisih yang terdapat pada selomosit tipe II mempunyai nilai selisih negatif sebesar $-13,14 \pm 3,62^d$. Hal ini mengindikasikan bahwa selomosit tipe II mengalami penurunan setelah perlakuan. Nilai selisih pada selomosit tipe I dan III masing-masing sebesar $25,61 \pm 15,69^a$ dan $29,81 \pm 20,39^b$. Hal ini serupa yang terjadi pada selomosit tipe IV dan V. Beberapa tipe selomosit diketahui memiliki peran dalam respon imunitas pada hewan dari kelompok *Annelida* khususnya cacing nipah. Ling & Bao-Xue (2008), menyatakan bahwa selomosit berperan penting dalam respon imunitas dengan melakukan proses fagositosis terhadap partikel asing atau infeksi bakteri yang masuk ke dalam tubuh. Selomosit tipe I memiliki peran sebagai sitotoksin, perlindungan, dan pertahanan tubuh terhadap infeksi patogen dan benda asing. Selomosit tipe III berperan sebagai limfosit dengan ukuran kecil, selomosit tipe II dan tipe IV memiliki kemampuan dalam proses enkapsulasi terhadap partikel asing. Selomosit tipe V dapat melakukan proses fagositosis ketika terjadi serangan patogen dan adanya infeksi di dalam tubuh cacing nipah.

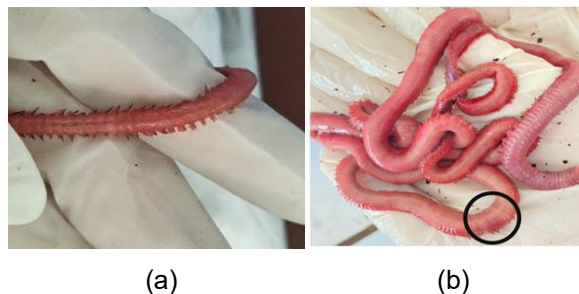


Gambar 3. Tipe selomosit yang ditemukan pada cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*). Keterangan: A. tipe I; B. tipe II; C. tipe III; D. tipe IV; E. tipe V; F. eleosit.

Morfologi Cacing Nipah Sebelum dan Setelah Injeksi Bakteri *Pseudonocardia* spp.

Morfologi cacing nipah normal umumnya berwarna merah muda atau pucat pada fase submatur dan berwarna merah cerah ketika mencapai fase mature. Berdasarkan hasil

pengamatan pada cacing nipah sebelum dan setelah injeksi dengan bakteri *Pseudonocardia* spp. tidak menyebabkan adanya perubahan morfologi pada tubuh cacing. Bercak merah yang terlihat pada tubuh cacing bukan merupakan pengaruh dari bakteri *Pseudonocardia* spp., melainkan luka yang disebabkan oleh injeksi yang dilakukan (Gambar 4).



Gambar 4. Gambaran morfologi cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) Sebelum dan Sesudah Injeksi Keterangan: lingkaran menunjukkan bercak merah (a) Sebelum (b) Sesudah diinjeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. pada cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*).

KESIMPULAN

Injeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. pada cacing nipah (*Namalycastis rhodochorde*) dapat menimbulkan respon imunitas ditandai dengan peningkatan rata-rata selomosit total dan beberapa tipe selomosit seperti tipe I, III, IV, dan V. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi cacing nipah setelah injeksi bakteri *Pseudonocardia* spp. tidak ditemukan bagian tubuh cacing nipah yang mengalami perubahan. Hasil ini menunjukkan bahwa ditinjau secara morfologi tubuh cacing nipah tidak mengalami perubahan setelah pemberian injeksi bakteri *Pseudonocardia* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandan, R., Dharumadurai, D., & Manogran, GP. (2016). An Introduction to Actinobacteria, Actinobacteria-Basics and Biotechnological Applications, Dharumadurai Dhanasekaran and Yi Jiang. *IntechOpen*.
- Abdullah, Ihsan A., Antoni & Rahmawati. (2020). Actinomycetes Asal Desa Cempaka Kapuas Hulu Kalimantan Barat terhadap Enteropatogenik Gastroenteritis. *Jurnal Biologi*. 13(1).
- Bodo, K., Baranzini, N., Girardello, R., Kokhanyuk, B., Nemeth, P., Hayashi, Y., Grimaldi, A., & Engelmann, P. (2020). Nanomaterials and Annelid Immunity: A Comparative Survey to Reveal The Common Stress and Defense Response of Two Sentinel Species to Nanomaterials in The Environment. *Biology*. 9: 3072.
- Cuvillier, V., Boidin, C., Tasiemski, A. (2014). Polychaetes as Annelid models to study ecoimmunology of marines organisms. *Journal of Marine Science and Technology*. 22: 9-14.
- Canesi, L., Auguste, M., & Balbi, T. (2022). Prochazkova P. soluble Mediators of Innate Immunity in Annelids and Bivalve Mollusks: A Mini Review. *Frontiers in Immunol*. 13: 1-9.
- Homa, J. (2018). Earthworm Coelomocyte Extracellular Traps : Structure and Functional Similarities to Vertebrate Neutrophil NETs. *Cell and Tissue Research*. 371: 407-414.
- Junardi. (2018). Pengukuran Panjang Tubuh Cacing Nipah Pendek *Namalycastis abiuma* (Polychaeta: Nereididae) dari Perairan Mangrove Sungai Kapuas Kalimantan Barat. *Al-Kauniyah: Journal of Biology*. 11(2): 183-189.
- Junardi, Riyandi. (2020). Sintasan dan Pertumbuhan Larva Cacing Nipah *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereididae) pada Budidaya dengan Dua Sumber Pakan

- Berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 8(2): 193-204.
- Junardi, Setyawati, T. R., & Yanti, A. H. (2022). Profil Hormon-Hormon Reproduksi Cacing Nipah *Namalycastis rhodochorde* (Polychaeta: Nereididae). *Jurnal Ilmu Dasar*. 23(2): 101-106.
- Kurniatuhadi, R., Setyawati, T. R., Yanti, A. H., Fadhila, A. (2024). Characteristics and antibacterial potensi of actinomycetes isolated from nypa palm litter. *Biodiversitas*. 25(7): 3449-3459. DOI: 10.13057/biodiv/d250716.
- Ling, K., Bao-Xue, G. (2008). MyD88-independent Activation of a Novel Actin-Cdc42/Rac Pathway is Required for Toll-like Receptor-Stimulated Phagocytosis. *Cell Res*. 18: 745-755.
- Roch, P., Cooper, E.L., Eskinazi, D. P. (1983). Serological Evidences for A Membrane Structure Related to Human Beta 2-Microglobulin Expressed by Certain Earthworm Leukocytes. *European Journal of Immunology*. 13: 1037-1042.
- Saadoun, I., Al-Joubori, B. & Al-Khoury, R. (2015). Pengujian Produksi Senyawa Bioaktif Penghambat oleh *Streptomyces* Tanah Sebagai Program Penyaringan Awal di UEA untuk Obat Anti Kanker dan Anti Bakteri. *Int. J. Kur. Mikrobiol Aplikasi Sains*. 4: 446-459.
- Selim, M. S. M., Abdelhamid, S. A., & Mohamed, S. S. (2021). Secondary metabolites and biodiversity of actinomycetes. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 19 (1): 72. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00156-9>.
- Setyawati, T. R., Yanti, A. H. & Kurniatuhadi, R. (2023). Profil Kandungan Proksimat Asam Amino, Asam Lemak dan Mineral pada Cacing Nipah (*Namalycastis rhodochorde*) Asal Desa Sui Itik Kecamatan Sungai Kakap. Laporan Akhir Penelitian DIPA. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Tanjungpura.
- Yelvita, S., Djong, H. T., Resti, R. (2016). Gambaran Darah Katak *Fejervarya limnocharis* di Lahan Pertanian yang Menggunakan Pestisida di Sumatera Barat. *Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi*. 4(2): 115-121.
- Yanti, A. H., Kurniatuhadi, R., Setyawati, T. R., & Ramadani, R. (2022). Coelomocyte Activity and Pathogenicity Description of Nypa Palm Worm (*Namalycastis rhodochorde*) After Injection with *Aeromonas* sp. NrBF9 Isolated From Fecal Pellets of Nypa Palm Worm. *Biodiversitas*. 23(10): 5439-5445.