

Morfologi Radula Thiaridae dari Raja Ampat (*Radular Morphology of Thiarid from Raja Ampat*)

Nur Rohmatin Isnaningsih

Museum Zoologicum Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi – Pusat Riset Biologi – Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl. Raya Jakarta-Bogor km. 46 Cibinong 16911 Jawa Barat, Indonesia
Corresponding author: nr.isnaningsih@gmail.com, Telp: 021-8765056

Diterima : 30 Juli 2021 Revisi : 12 Agustus 2021 Disetujui : 25 Agustus 2021

ABSTRACT

Radula in gastropods is considered as a constant and conservative character that can be used in classification and phylogenetic at certain taxon. However, character of radula is also ecophenotypic, so that the morphology of the radula can also indicates intraspecific variations that able to detect differences among species. The insights of the radular morphology specific to Thiaridae is important for classifying species within this family. Through an enzymatic procedure using the proteinase-K, five radula of Thiarid from Raja Ampat were extracted. The results of research on radula showed that the five species studied had the taeniglossan radula type. The band of the radula is 1.8 - 4.8 mm long and consists of marginal teeth, lateral teeth, and rachidian. The radula formula is 2/1/R/1/2 with a 3-4/1/3-4 rachidian pattern and a 2-3/1/2-3 lateral teeth pattern. The mesocone shape of the rachidian and lateral teeth varies between rounded and pointed.

Key words : lateral teeth, marginal teeth, rachidian, radula, taeniglossan, Thiaridae, Papua

ABSTRAK

Radula pada gastropoda dianggap sebagai karakter konstan dan konservatif yang dapat dipakai dalam klasifikasi dan pengelompokan filogenetik pada tingkatan taksa tertentu. Namun karakter-karakter pada radula juga bersifat ekofenotipik, sehingga morfologi radula juga dapat mengindikasikan adanya variasi-variasi intraspesifik yang dapat mendeteksi perbedaan-perbedaan dalam satu spesies. Pengetahuan mengenai morfologi radula spesifik pada Thiaridae sangat penting artinya bagi pengklasifikasian spesies pada famili ini. Melalui metode enzimatik menggunakan enzim proteinase-K, telah berhasil di-ekstrak lima rangkaian radula spesies Thiaridae dari Raja Ampat. Hasil pengamatan terhadap radula tersebut menunjukkan bahwa lima spesies yang diteliti memiliki tipe radula *taeniglossan*. Panjang rangkaian pita radulanya adalah 1,8 - 4,8 mm dan terdiri dari gigi marjinal, gigi lateral dan rachidian. Pola gigi yang dimiliki adalah 2/1/R/1/2 dengan rachidian berpola 3-4/1/3-4 dan gigi lateral berpola 2-3/1/2-3. Bentuk *mesocone* rachidian dan gigi lateral bervariasi yakni membulat dan runcing.

Kata kunci : gigi lateral, gigi marjinal, rachidian, radula, taeniglossan, Thiaridae, Papua

PENDAHULUAN

Radula merupakan bagian awal dari sistem pencernaan yang dimiliki oleh gastropoda (kelompok keong). Organ ini berfungsi sebagai gigi untuk melumat makanan. Radula berada pada jaringan *buccal mass* yang terletak di kepala, pada bagian bawah sisi anterior dan tersimpan dalam *buccal cavity* (rongga mulut). Bentuk radula berupa pita memanjang yang tergulung bila tidak sedang digunakan untuk makan. Satu pita radula terdiri atas puluhan hingga ratusan baris gigi berukuran mikro yang tersusun transversal dalam simetris bilateral (Eisapour et al., 2015). Pita radula sangat fleksibel yang tersusun atas zat kitin dan protein yang dilengkapi dengan berkas-berkas otot di dalam rongga mulut. Struktur tersebut memungkinkan organ ini memanjang pada saat digunakan untuk menangkap dan mengunyah makanan atau mangsa. Sebaliknya, pita radula akan menggulung, apabila sedang tidak melakukan aktifitas mengunyah.

Menurut Reid (2000), terdapat 6 tipe dasar radula yaitu *docoglossan*, *taeniglossan*, *rhipidoglossan*, *rachiglossan*, *ptenoglossan*, dan *toxoglossan*. Tipe-tipe radula tersebut dideskripsikan berdasarkan formasi atau pola susunan, bentuk, serta panjang gigi gelinginya. Masing-masing tipe radula tersebut menjadi ciri spesifik pada sejumlah kelompok Moluska. *Docoglossan* merupakan struktur gigi yang dimiliki oleh spesies-spesies anggota Patellidae. Spesies-spesies anggota Trochidae memiliki tipe gigi *rhipidoglossan*, spesies anggota Janthinidae dan Epithonidae radulanya bertipe *ptenoglossan*. Adapun bentuk radula memanjang dan terhubung dengan saluran toksin serta memiliki kemampuan untuk menginjeksikan racun adalah struktur khas dari tipe radula *toxoglossan* yang dimiliki oleh spesies-spesies anggota Conidae (Eisapour et al., 2015).

Berdasarkan sifat spesifik dari radula tersebut yang mengelompok pada tingkatan taksa tertentu, maka radula dianggap sebagai karakter konstan yang dapat dipakai dalam klasifikasi dan pengelompokan filogenetik gastropoda sehingga dapat membedakan antara genus (atau spesies) yang satu dengan genus (atau spesies) yang lain (Reid, 2000). Oso & Odabo (2018) dalam penelitiannya membedakan anggota famili Bulinidae yakni *Bulinus globosus* and *Bulinus jousseaumei* salah satunya dengan menggunakan karakter radula, sementara itu Pholyotha et al. (2018) juga membedakan 5 spesies *Macrochlamys* dari Thailand dengan tambahan dari karakter radula. Lebih jauh lagi, penelitian-penelitian sistematika saat ini menunjukkan bahwa morfologi radula dapat mengindikasikan adanya variasi-variasi intraspesifik sehingga dapat mendeteksi perbedaan-perbedaan yang mungkin ada dalam satu spesies yang bahkan tidak terlihat pada karakter-karakter morfologi cangkang (Meirelles & Matthews-Cascon, 2003; Dechruksa, 2012).

Pengetahuan mengenai morfologi radula spesifik pada tingkatan taksa tertentu mulai dari level famili hingga spesies sangat penting artinya bagi sistematika gastropoda. Namun dibandingkan dengan informasi-informasi yang telah ada seputar karakter morfologi cangkang, tinjauan anatomi, dan bahkan data-data molekuler, pengetahuan dan informasi mengenai radula masih sangat kurang. Oleh karena itu, penelitian mengenai morfologi dan struktur dasar radula perlu lebih banyak dilakukan dan dikembangkan sehingga dapat menjadi salah satu pendekatan yang bisa dilakukan untuk proses klasifikasi dan identifikasi yang akurat.

Thiaridae merupakan salah satu famili gastropoda yang hidup di perairan tawar, baik itu di sungai danau, waduk, maupun sawah. Kelompok gastropoda ini mempunyai distribusi kosmopolit, termasuk ditemukan di Indonesia. Ada sedikitnya 5 genus Thiaridae yang telah terekam di Jawa (Marwoto et al., 2020) namun demikian hingga saat ini jumlah spesies anggotanya di seluruh Indonesia belum diketahui secara pasti mengingat tingginya variasi antar maupun intra-spesies (Isnainingsih et al., 2017). Identitas spesies-spesies Thiaridae dari Jawa telah banyak dijelaskan dalam Benthem-Jutting (1956) dan Marwoto et al. (2020), namun identitas spesies Thiaridae dari Pulau-pulau lain di Indonesia khususnya dari Papua masih sangat kurang. Sejauh ini data pengungkapan spesies Thiaridae dari pulau-pulau satelit di Papua, baru dilaporkan oleh Surbakti & Ngili (2017). Melalui penelitian ini, diungkapkan informasi mengenai karakter morfologi radula pada spesies-spesies Thiaridae dari kepulauan Raja Ampat, Papua.

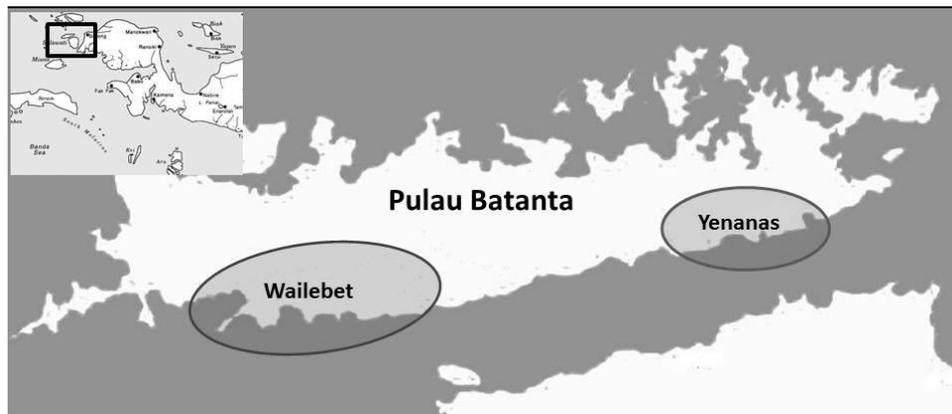
MATERIAL DAN METODE

Sampel Material

Spesimen yang digunakan adalah Thiaridae yang dikoleksi dari Pulau Batanta dan Pulau Salawati, Kepulauan Raja Ampat (Gambar 1). Spesimen tersebut milik *Museum Zoologicum Bogoriense* yang dikoleksi pada tahun 2008 sebagai hasil dari Ekspedisi Widya Nusantara (EWIN), LIPI. Lima spesimen yang diteliti belum diketahui secara pasti nama spesiesnya (*un-identified specimen*), namun semuanya memiliki ciri-ciri morfologi cangkang genus *Stenomelania*. Spesimen merupakan koleksi basah (tersimpan dalam larutan alkohol 70%) yang diambil dari lokasi pada tabel 1.

Tabel 1. Lokasi lima sampel spesimen yang digunakan dalam penelitian

Kode sampel	No Katalog	Lokasi di Pulau Batanta, Kabupaten Raja Ampat
Thi-1	MZB Gst. 22.106	Sungai Samsen, Desa Wailebet, Distrik Selat Sagawin
Thi-2	MZB Gst. 22.107	Kali Pu, Desa Wailebet, Distrik Selat Sagawin
Thi-3	MZB Gst. 22.108	Kali Sabu, Desa Wailebet, Distrik Selat Sagawin
Thi-4	MZB Gst. 22.109	Sungai Manibior, Desa Yenanas, Distrik Selat Sagawin
Thi-5	MZB Gst. 22.110	Sungai Pangkarin, Desa Wailebet, Distrik Selat Sagawin



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel spesimen yaitu sungai di Desa Wailebet dan Yenanas, Pulau Batanta, Raja Ampat (Sumber. Google map dengan modifikasi).

Ekstraksi Radula

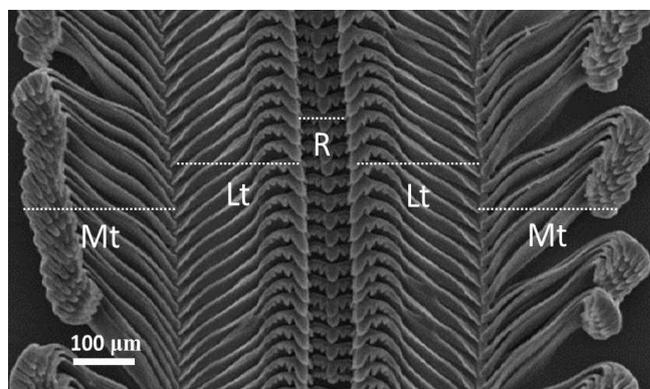
Sampel radula diperoleh dengan melakukan insisi pada bagian anterior atau kepala keong untuk mengambil organ *buccal mass*. Selanjutnya ekstraksi radula dilakukan mengikuti prosedur Holznagel (1998) dan Surbakti & Ngili (2017) yang telah dimodifikasi. Langkah yang dilakukan yaitu *buccal mass* dimasukkan ke dalam tube sentrifuse kapasitas 1,5 ml dan ditambahkan larutan 500 μ l *digestive buffer* serta 10-15 μ l enzim proteinase-K. *Buccal mass* direndam di larutan tersebut dan disimpan dalam *waterbath* bersuhu 40-50°C selama 2-3 jam atau sampai protein-protein yang tidak dikehendaki hancur dan menyisakan hanya pita radula saja. Pita radula lalu dibersihkan dan dibilas beberapa kali dengan alkohol 70%. Terakhir Pita radula ditempel pada *stub* aluminium untuk preparat SEM menggunakan *tape adhesive* sesuai dengan Moretzsohn (2004). Di atas *stub* SEM, pita radula dirapikan dengan bantuan pinset kecil. Langkah ini dilakukan di bawah mikroskop sehingga dapat diatur posisi bagian-bagian radula agar terlihat jelas pada saat pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Pengamatan dengan Scanning Electron Microscope (SEM).

Setelah proses *coating* dengan menggunakan *ion coater*, sampel radula diamati menggunakan SEM type JEOL model JSM-5310LV dengan perbesaran 75 – 500 kali. Jika diperlukan, bagian-bagian radula yang ingin lebih detil diamati, difoto dengan perbesaran yang lebih tinggi. Selama pengamatan dengan menggunakan SEM, dilakukan pula pengukuran panjang total pita radula.

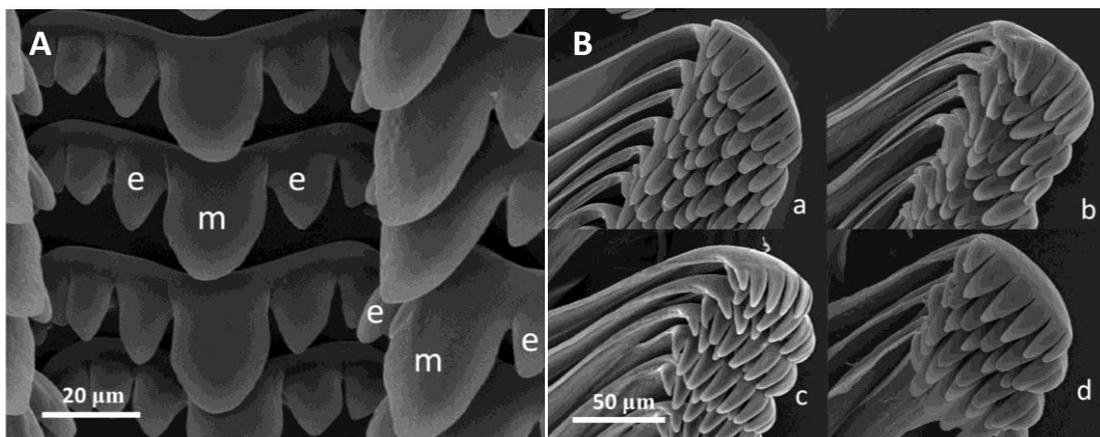
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tipe dan Ciri Radula pada Kelompok Thiaridae



Gambar 2. (a) Tipe radula kelompok Thiaridae yaitu *Taeniglossan* (R : rachidian; Lt :lateral teeth; Mt: marginal teeth).

Seluruh radula dari sampel yang digunakan bertipe *taeniglossan*, yang merupakan tipe khas dari kelompok Thiaridae. Panjang pita radula pada 5 spesimen Thiaridae yang diamati, berkisar antara 1,8 mm hingga 4,8 mm. Gigi *taeniglossan* tersusun atas satu rangkaian gigi sentral atau rachidian yang berada di bagian tengah dan diapit oleh masing-masing satu rangkaian gigi lateral (*lateral teeth*) di sisi kanan dan kiri rachidian (Gambar 2). Adapun pada posisi di samping terluar dari gigi lateral, tersusun masing-masing 2 rangkaian gigi marginal (*marginal teeth*) sebelah kanan dan kiri, sehingga membentuk formasi dengan pola 2/1/R/1/2. Rachidian memiliki 1 lengkung gigi tengah yang berukuran paling besar (*mesocone*) dan diapit oleh 3-4 lengkung gigi yang lebih kecil di sampingnya (*ectocone*) atau berpola 3-4/1/3-4 (Gambar 3A). Gigi lateral juga memiliki 1 *mesocone* dan diapit oleh 2-3 *ectocone* di kanan dan kirinya atau berpola 2-3/1/2-3. Untuk jumlah gigi marginal dari semua spesimen, tidak dapat dibedakan dengan baik karena pada pengamatan menggunakan SEM, posisi gigi marginal saling menumpuk. Namun demikian dapat diinformasikan bahwa secara umum, gigi marginal dari keseluruhan spesimen yg diamati berjumlah 6-9 anak gigi (Gambar 3B).



Gambar 3. (A) Bagian dari rachidian dan *lateral teeth* : m, *mesocone*; e, *ectocone*. (B) Bentuk gigi marginal pada spesimen: a.Thi-3, b.Thi-4, c.Thi-1, d.Thi-5,

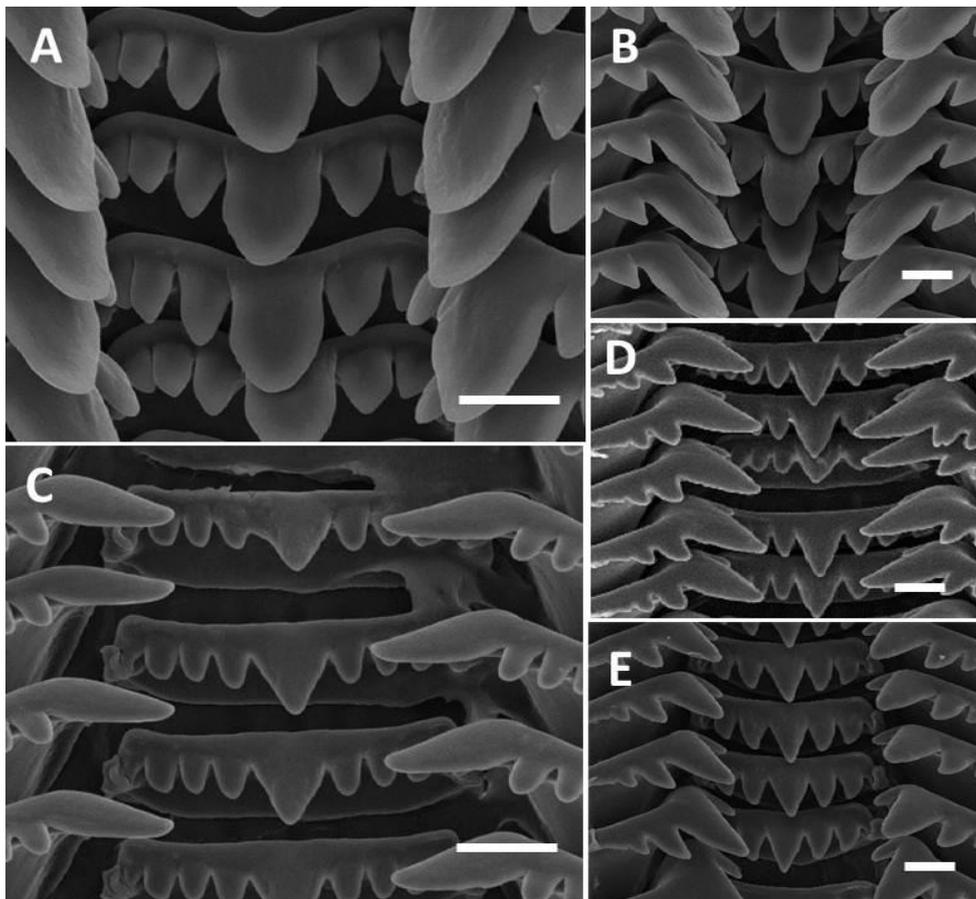
Variasi Morfologi Radula pada Kelompok Thiaridae

Variasi morfologi radula pada spesimen Thiaridae yang diteliti, terlihat pada karakter panjang rangkaian atau pita radula. Pengukuran terhadap rangkaian pita gigi menunjukkan bahwa pita terpanjang pada spesimen Thi-2 (4,8 mm) dan terpendek pada Thi-3 (1,8 mm) dengan panjang pita masing-masing spesimen seperti yang terlihat pada tabel 2. Sejumlah penelitian pada famili Thiaridae menyebutkan bahwa panjang pita radula mencapai 2 mm atau lebih dan umumnya berkisar antara antara 2-3 mm (Dechruksa, 2012; Glaubrecht et al., 2009). Panjang pita radula tersebut jauh lebih pendek bila dibandingkan dengan kelompok keong air tawar lain. Keong air tawar genus *Tylomelania* memiliki panjang radula umumnya lebih dari 15 mm hingga 25 mm sedangkan genus *Sulcospira* panjang radulanya yaitu 9-16 mm (Rintelen & Glaubrecht, 2008; Marwoto & Isnainingsih 2012). Menurut sejumlah penelitian, panjangnya rangkaian pita radula ini berkorelasi dengan ukuran cangkang yang berarti terkait juga dengan ukuran tubuh hewannya (Meirelles & Matthews-cascon, 2003). Sementara itu Surbakti & Ngili (2017) menjelaskan bahwa perbedaan habitat juga dapat mempengaruhi jumlah baris atau panjang pita radula, yang mana spesies-spesies yang hidup pada habitat lumpur mempunyai baris gigi dan rangkaian radula yang lebih panjang dibandingkan dengan spesies yang hidup pada substrat pasir, kerikil atau batuan.

Tabel 2. Bentuk ujung rachidian dan panjang total radula dari 5 spesimen yang diteliti

Kode sampel	Spesies	Bentuk ujung rachidian	Panjang total (mm)
Thi-1	Stenomelania sp.1	Runcing	2,5
Thi-2	Stenomelania sp.2	Runcing	4,8
Thi-3	Stenomelania sp.3	Membulat	1,8
Thi-4	Stenomelania sp.4	Membulat	2,7
Thi-5	Stenomelania sp.5	Runcing	3,3

Selain panjang rangkaian gigi, perbedaan lain yang terlihat adalah bentuk *mesocone* rachidian. Dari lima spesimen yang diteliti, spesimen Thi-1, Thi-2, dan Thi-5 memiliki *mesocone* rachidian berbentuk runcing, sedangkan spesimen Thi-3 dan Thi-4 bentuk *mesocone* rachidiannya membulat (Gambar 4). Adapun untuk bentuk *mesocone* gigi lateral juga terlihat mengikuti bentuk *mesocone* gigi rachidiannya, yaitu runcing pada spesimen Thi-1, Thi-2, dan Thi-5 dan membulat untuk spesimen Thi-3 dan Thi-4. Gigi marginal tidak menunjukkan adanya kecenderungan perbedaan bentuk, dimana untuk semua spesimen memiliki bentuk gigi marginal yang sama yaitu lonjong memanjang.



Gambar 4. Variasi bentuk *mesocone* rachidian membulat (A-B) dan runcing (C-E) pada spesimen : (A) Thi-3, (B) Thi-4, (C) Thi-2, (D) Thi-1, (E) Thi-5. Skala garis = 20 μ m

Beberapa spesies Thiaridae dari Thailand memiliki bentuk dan formasi yang mirip dengan bentuk radula spesimen Thi-1, Thi-2, dan Thi-5 yaitu memiliki lengkung *mesocone* rachidian dan lateral yang runcing. Spesies tersebut diidentifikasi sebagai *Melanoides jugicostis* dan *M. tuberculata* (Dechruksa, 2012). Bentuk gigi tersebut juga serupa dengan spesies *Thiara "australis"*, *Plotiopsis balonnensis*, *Sermyla venustula*, dan "*Stenomelania" denisoniensis*" yang merupakan anggota dari kelompok Thiaridae yang hidup di perairan tawar Australia (Glaubrecht et al., 2009). Kelompok Thiaridae dari Sorong, Teluk Bintuni, Biak dan Jayapura juga diketahui memiliki bentuk *mesocone* rachidian dan lateral yang runcing. Spesies-spesies tersebut diidentifikasi sebagai anggota dari genus *Melanoides*, *Stenomelania*, dan *Thiara*. Namun demikian beberapa spesies Thiaridae yang lain juga memiliki ciri-ciri bentuk *mesocone* rachidian dan lateral yang membulat seperti Thi-3 dan Thi-4 dan diidentifikasi sebagai *Tarebia artecava*, *S. plicaria*, *M. holandri* dan *S. fulgurans* (Surbakti & Ngili, 2017).

Menurut Reid (2000) tipe gigi taeniglossan memang dimiliki oleh keong-keong yang memakan alga atau tumbuhan lain. Bentuk gigi-gigi tersebut juga dianggap sebagai karakter yang bersifat ekofenotipik yakni hasil adaptasi terhadap lingkungan. Morfologi gigi, terutama *mesocone* rachidian dan lateral pada kelompok Thiaridae

dianggap sebagai bentuk adaptasi terhadap substrat tempat hidupnya. Sejumlah penelitian yang dilakukan terhadap keong-keong air tawar genus *Tylomelania* endemik dari Sulawesi menunjukkan bahwa spesies-spesies yang hidup di substrat keras seperti sungai-sungai dengan dasar berbatu atau menempel pada kayu umumnya memiliki *mesocone* yang melebar. Adapun untuk spesies-spesies *Tylomelania* yang hidup pada substrat perairan yang lunak seperti pasir atau lumpur memiliki bentuk *mesocone* yang sempit (Rintelen et al., 2004; Rintelen & Glaubrecht, 2003; 2005). Penelitian tentang Thiaridae dari Papua juga menjelaskan tentang adanya variasi habitat yang mempengaruhi bentuk radula. Spesies Thiaridae yang hidup di substrat batuan karang radulanya berbentuk persegi (*rectangular*), spesies berhabitat pasir hingga kerikil memiliki bentuk radula yang membulat (*rounded*) dan spesies yang hidup di serasah berlumpur radulanya berbentuk menyudut atau *triangular* (Surbakti & Ngili, 2017). Namun demikian, pada penelitian ini karena keterbatasan data, tidak dapat disimpulkan hubungan antara bentuk *mesocone* rachidian dan gigi lateral terhadap jenis substrat habitatnya.

Jumlah gigi-gigi pada bagian rachidian dan lateral juga menunjukkan adanya variasi. Pada rachidian spesimen Thi-1 dan Thi-2, *mesocone*-nya diapit oleh masing-masing 4 *ectocone* di samping kanan dan kiri, sementara pada Thi-3, Thi-4, dan Thi-5, *mesocone* diapit oleh 3 *ectocone* saja. Adapun *mesocone* pada gigi lateral Thi-2 dan Thi-4 diapit oleh masing-masing 3 *ectocone* sedangkan Thi-1, Thi-3, dan Thi-5 diapit oleh 2 *ectocone* (Tabel 3). Susunan radula pada Thiaridae dari Thailand juga menunjukkan struktur yang mirip dengan spesimen yang digunakan pada penelitian ini. Spesies *Melanoides tuberculata*, *M. Jugicostis*, dan *Pseudoplotia scabra* dari sungai-sungai di Thailand memiliki pola rachidian 2-4/1/2-4 sedangkan gigi lateralnya memiliki berpola 2-5/1/2-5 dan gigi marjinalnya berjumlah 6-12 (Dechruksa, 2012). Penelitian terhadap dua spesies *Bulinus* anggota famili Bulinidae, dari Nigeria menunjukkan bahwa jumlah gigi rachidian, lateral dan marjinal atau pola radula dapat digunakan untuk membedakan *B. globosus* dan *B. jousseamei*. *Bulinus globosus* diketahui memiliki pola radula 26/8/1/8/26 dan geligi marjinal berjumlah 5, sementara radula *B. jousseamei* berpola 25/8/1/8/25 dan memiliki 6 geligi marjinal (Oso & Odaibo 2018).

Tabel 3. Formula rachidian dan gigi lateral pada tipe meruncing dan membulat

Kode sampel	Tipe Meruncing		Kode sampel	Tipe Membulat	
	Rachidian	Lateral		Rachidian	Lateral
Thi-1	4-1-4	2-1-2	Thi-3	3-1-3	2-1-2
Thi-2	4-1-4	3-1-3	Thi-4	3-1-3	3-1-3
Thi-5	3-1-3	2-1-2			

Sejumlah faktor dianggap sangat terkait dengan variasi-variasi yang ada pada karakter radula baik intra maupun antar spesies. Tipe radula umumnya bersifat spesifik untuk tingkatan taksa pada level famili hingga genus. Jumlah *mesocone* dan *ectocone* pada rachidian dan gigi lateral dapat menunjukkan perbedaan dalam spesies yang sama, begitu juga dengan bentuk *mesocone*. Menurut Oso & Odaibo (2018) perbedaan struktur radula dapat dipengaruhi oleh perbedaan musim di tempat gastropoda itu hidup dan perbedaan jenis kelamin. Substrat pada habitat gastropoda juga dapat mempengaruhi morfologi dari radula (Rintelen et al., 2004; Surbakti & Ngili, 2017). Penelitian lain membuktikan bahwa morfologi radula akan berbeda pada tahap ontogeni yang berbeda pula dan untuk karakter panjang pita radula dan jumlah baris gigi umumnya berkorelasi dengan ukuran cangkang (Martinez-pita, 2006; Surbakti & Ngili, 2017). Sementara itu Stella et al.(2015) menduga bahwa jenis pakan erat kaitannya dengan variasi yang ada pada radula. Berdasarkan hal tersebut maka morfologi radula dalam level spesies dapat menunjukkan perbedaan atau persamaan. Meskipun terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan struktur morfologi radula dalam satu spesies, namun masih dapat dijumpai karakter-karakter radula yang sifatnya konstan di semua individu pada spesies yang sama.

KESIMPULAN

Lima spesies anggota famili Thiaridae dari Papua memiliki tipe radula *Taeniglossan*. Rangkaian pita radulanya memiliki panjang 1,8 - 4,8 mm dan terdiri gigi marjinal, gigi lateral dan rachidian. Pola gigi yang dimiliki adalah 2/1/R/1/2 dengan rachidian berpola 3-4/1/3-4 dan gigi lateral berpola 2-3/1/2-3. Bentuk *mesocone* rachidian dan gigi lateral bervariasi yakni membulat dan ada pula yang runcing. Morfologi radula dalam level spesies dapat menunjukkan persamaan atau perbedaan. Berbagai faktor dapat mempengaruhi perbedaan struktur morfologi radula dalam satu spesies, utamanya karena perbedaan jenis substrat habitat, ukuran tubuh

dan fase ontogeni. Namun demikian masih dapat dijumpai karakter-karakter radula yang sifatnya konstan di semua individu pada spesies yang sama misalnya tipe radula dan bentuk gigi marjinal.

DAFTAR PUSTAKA

- Benthem- jutting, W. S. S. van. (1956). Systematic studies on the non-marine mollusca of the Indo-Australian Archipelago: V. Critical revision of the Javanese freshwater gastropods. *Treubia* 23: 259--477.
- Dechruksa, W.D. (2012). Species Diversity and Phylogenetic of Freshwater Snail of the Genus *Melanoides* Olivier, 1804 in Thailand. *Dissertation*. Graduate School, Silpakorn University: 188 pp.
- Eisapour M., Seyfabadi,S.J., Daghooghi, B. (2015). Comparative radular morphology in some intertidal gastropods along hormozgan province Iran. *J Aquac Res Development*, 6: 322. DOI: 10.4172/2155-9546.1000322
- Glaubrecht, M., Brinkmann, N., & Poppe, J. (2009). Diversity and disparity "down under": systematics, biogeography and reproductive modes of the "marsupial" freshwater Thiaridae (Caenogastropoda, Cerithioidea) in Australia. *Zoosystematic and Evolution*, 85(2): 199-275. <https://doi.org/10.1002/zoos.200900004>.
- Holznagel, W. E.(1998). A nondestructive method for cleaning gastropod radulae from frozen, alcohol-fixed, or dried material. *American Malacological Bulletin*, 14: 181–83.
- Isnainingsih, N.R., Basukriadi, A., & Marwoto, R.M. (2017). The morphology and ontogenetic of *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) from Indonesia (Gastropoda: Cerithioidea: Thiaridae) *Treubia* 44: 1–14. [10.14203/treubia.v44i0.2914](https://doi.org/10.14203/treubia.v44i0.2914).
- Martínez-pita,M., Guerra-garcía, J.M., Sánchez-españa, A.L., & García, F.J. (2006). Observations on the ontogenetic and intraspecific changes in the radula of *Polycera aurantiomarginata* García and Bobo, 1984 (Gastropoda: Opisthobranchia) from Southern Spain. *Scientia Marina* 70 (2): 227-234. <https://doi.org/10.3989/scimar.2006.70n2227>.
- Marwoto, R.M. & Isnainingsih, N.R. (2012). The freshwater snail genus *Sulcospira* Troschel, 1857 from Java, with description of a new species from Tasikmalaya, West Java, Indonesia (Mollusca: Gastropoda: Pachychilidae). *The Raffles Bulletin of Zoology* 60(1): 1–10.
- Marwoto, R.M., Heryanto, Isnainingsih, N.R., Mujiono, N., Alfiah, & Prihandini, R. (2020). *Moluska Jawa (Gastropoda & Bivalvia)*. IPB Press. Bogor. Indonesia. 108 Hal.
- Meirelles, C.O & Matthews-Cascon, H. (2003). Radula size in marine prosobranchs (mollusca: gastropoda). *An International Journal of Marine Sciences Thalassas*, 19 (2): 45-53.
- Moretzsohn, F.(2004). Method for mounting radulae for SEM using an adhesive tape desiccation chamber. *American Malacological Bulletin*, 19: 145-146.
- Oso, O.G., & Odaibo, A.B. (2018). Shell morphology and the radula structures of two closely related Bulinid snails intermediate host of *Schistosoma haematobium* in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 17(9) : 269-278. <https://doi.org/10.5897/AJB2017.16003>.
- Pholyotha, A., Sutcharit,C., & Panha, S. (2018). The land snail genus *Macrochlamys* Gray, 1847 from Thailand, with descriptions of five new species (Pulmonata: Ariophantidae). *Raffles Bulletin of Zoology* 66: 763–781.
- Reid, D.G. (2000). The use of The Radula in The Taxonomy and Phylogeny of Gastropods : Cautionary Cases of Convergence, Intraspecific Variation and Plasticity. Phuket Marine Biological Center Special Publication, 21(2) :329-345.
- Rintelen, T von., Wilson, A.B., Meyer, A & Glaubrecht, M. (2004). Escalation and trophic specialization drive adaptive radiation of freshwater gastropods in ancient lakes on Sulawesi, Indonesia. *Proceeding the Royal Society London*, 271: 2541-2549. <https://doi.org/10.1098/rspb.2004.2842>
- Rintelen, T von. & Glaubrecht, M. (2003). New discoveries in old lakes: three new species of *Tylomelania* Sarasain & Sarasin, 1897 (Gastropoda: Cerithioidea: Pachychilidae) from the Malili Lake system on Sulawesi, Indonesia. *Journal Molluscan Studied*, 69, 3-17.
- Rintelen, T von. & Glaubrecht, M. (2005) Anatomy of an adaptive radiation: A unique reproductive strategy in the endemic freshwater gastropod *Tylomelania* (Cerithioidea: Pachychilidae) on Sulawesi, Indonesia and its biogeographical implications. *Biological Journal of the Linnean Society*, 85: 513-542. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.2005.00515.x>

- Rintelen, T.von & Glaubrecht, M. (2008). Three new species of the freshwater snail genus *Tylomelania* (Caenogastropoda: Pachychilidae) from the Malili lake system, Sulawesi, Indonesia. *Zootaxa*, 1852: 37–49. <https://doi.org/10.5281/zenodo.183429>
- Stella, C., Paul, P., & Ragunathan, C. (2015). Describing the radular morphology by using SEM in *Muricanthus kuesterianus*(Tapparone-canefri1875) family: Muricidae, from Palk Bay-South East Coast of India. *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 3(1): 26-33.
- Surbakti, S.Br., & Ngili, Y. (2017). Variation of radula characters of Thiaridae (*Molluscs: Gastropods*) in various types of habitat in Papua. *Der Pharma Chemica*, 9(17):59-67.