
KAJIAN SIKLUS HIDUP LOLA (*Trochus niloticus*) DALAM MEREKONTRUKSI PENERAPAN TRADISI ADAT SASI DI PULAU HATTA KEPULAUAN BANDA

Idul La Muhamad¹, Ruwia Abdurasid², Ifandris Kaimudin², Kasman Renyaan³, Rusdan Latora⁴

^{1,2}Budidaya Perairan, Universitas Banda Naira

³Sosial Ekonomi Perikanan, Universitas Banda Naira

^{3,4}Pendidikan Sejarah, Universitas Banda Naira, Indonesia

Article Info

Article history:

Received 04, 17, 2026

Revised 04 25, 2026

Accepted 05, 10, 2026

Keywords:

Banda Islands

Life Cycle

Local Wisdom

Topshell (*Trochus niloticus*)

Traditional Sasi Management

System

ABSTRACT

This study aimed to examine the life cycle of the topshell (*Trochus niloticus*) in reconstructing the implementation of the traditional *sasi* management system on Hatta Island, Banda Islands. A descriptive qualitative approach was employed, combining a literature review and in-depth interviews. The literature review was conducted to identify information related to the species' life cycle, growth, reproductive biology, length at first maturity, spawning season, population recruitment, including the implementation mechanisms and conservation principles underlying the *sasi* tradition. In-depth interviews were undertaken to obtain information on the ecological, management, historical, and socio-cultural aspects of *sasi* practices. The results indicated that the opening of *sasi* during October–November may not be fully aligned with the natural reproductive cycle of *T. niloticus*, as this period coincides with the late phase of the peak spawning season. Harvesting during this period may reduce the biomass of spawning adults, lower fertilization success, decrease larval production and juvenile recruitment, and ultimately diminish the long-term regenerative capacity of the population. Therefore, the opening of *sasi* is recommended to take place after the peak spawning season has ended, allowing the population to complete its reproductive processes before harvesting occurs. Furthermore, the minimum harvest size applied during *sasi* openings corresponds to the size at first gonadal maturity, indicating that the current harvest regulation is consistent with the principles of sustainable resource management. In addition, the *sasi* closure period provides sufficient time for multiple reproductive cycles to occur, facilitates larval settlement and juvenile recruitment, allows individuals to grow to reproductive adult size, and contributes to an increase in the biomass of spawning adults. These findings suggest that the traditional *sasi* system possesses strong ecological foundations that can support the sustainable management and conservation of *T. niloticus* populations on Hatta Island.

Corresponding Author:

Idul La Muhamad

Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan, Universitas Banda Naira

Email: idullamuhamad@ubn.ac.id

1. PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Kepulauan Banda, khususnya Pulau Hatta, dikenal memiliki kekayaan sumber daya hayati laut yang tinggi, salah satunya adalah lola atau *Trochus niloticus* (sebelumnya dikenal sebagai *Trochus niloticus*), sejenis gastropoda bernilai ekonomis penting. Komoditas ini telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber pendapatan, terutama karena nilai cangkangnya yang tinggi dalam industri kerajinan dan ekspor. Namun, eksploitasi yang intensif tanpa pengelolaan berbasis ilmiah telah menyebabkan penurunan populasinya di berbagai wilayah Indonesia dan Pasifik (Leimena dan Tati-Subahar, 2006). Sebagai respons terhadap tekanan eksploitasi tersebut, masyarakat Pulau Hatta mengembangkan sistem pengelolaan tradisional yang dikenal sebagai tradisi adat sasi, yaitu mekanisme larangan dan pembatasan pemanfaatan sumber daya dalam periode tertentu (Lelloitery *et al.* 2021; Kusapy *et al.* 2005), bahkan sasi dapat melahirkan budaya cinta lingkungan dan masyarakat menjadi beradab (Salamor, 2025). Tradisi adat sasi pada komoditas lola bertujuan memberikan waktu bagi populasi untuk pulih secara alami melalui pertumbuhan dan reproduksi (Marasabesy *et al.* 2024; Lonthor dan Kabalmay, 2019).

Dalam konteks pengelolaan sumber daya, sasi sering dipandang sebagai bentuk awal dari *community-based resource management* yang memiliki kesamaan prinsip dengan konsep konservasi modern dan akuakultur berkelanjutan. Namun, dalam praktiknya, penerapan sasi seringkali belum berbasis pada pemahaman mendalam mengenai siklus hidup biologis lola, sehingga efektivitasnya dalam menjaga keberlanjutan stok masih bersifat asuntif. Padahal, pendekatan berbasis siklus hidup merupakan aspek kunci dalam pengelolaan sumber daya perikanan dan akuakultur modern.

Secara biologis, lola memiliki karakteristik siklus hidup yang khas. Spesies ini merupakan organisme berkelamin terpisah (*dioecious*) yang bereproduksi melalui pemijahan eksternal (*broadcast spawning*), di mana gamet dilepaskan ke kolom air. Proses pemijahan seringkali dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti fase bulan dan pasang surut, serta berlangsung secara sinkron pada waktu tertentu. Selain itu, lola memiliki fase larva yang relatif singkat (3–7 hari) sebelum menetap (*settlement*) di habitat bentik. Pertumbuhan lola berlangsung cukup cepat pada fase awal, dengan laju sekitar 25 mm per tahun pada tiga tahun pertama, sebelum melambat pada fase berikutnya (Seinor *et al.* 2020). Lola umumnya mencapai kematangan seksual pada ukuran sekitar 50–90 mm atau pada usia ± 2 tahun (Pakoa *et al.* 2010).

Hal ini menunjukkan bahwa ukuran dan umur menjadi faktor kritis dalam menentukan keberhasilan reproduksi dan keberlanjutan populasi. Jika individu ditangkap sebelum mencapai ukuran matang gonad, maka kontribusi terhadap rekrutmen populasi akan terganggu. Lebih lanjut, habitat juga memainkan peran penting dalam siklus hidup lola. Fase juvenil cenderung ditemukan di daerah intertidal dengan substrat karang mati (*rubble*) dan alga, sedangkan individu dewasa lebih banyak ditemukan pada area terumbu karang yang lebih stabil dengan kompleksitas tinggi. Itulah sebabnya keberhasilan siklus hidup lola sangat bergantung pada kesesuaian habitat serta kondisi lingkungan perairan.

Sistem sasi yang tidak mempertimbangkan berbagai aspek berpotensi mengalami ketidaksinkronan (*mismatch*) dengan siklus biologis lola, misalnya pembukaan sasi pada saat puncak pemijahan dapat mengganggu proses reproduksi, ukuran panen yang tidak mempertimbangkan ukuran matang gonad dapat menurunkan potensi rekrutmen, dan lama penutupan yang tidak sesuai dengan laju pertumbuhan dapat menghambat pemulihan stok (Cohen dan Foale, 2013). Di sisi lain, berbagai penelitian menunjukkan bahwa

pendekatan berbasis *restocking* dan budidaya (*culture-based fisheries*) dapat menjadi solusi untuk meningkatkan stok lola secara berkelanjutan. Teknologi *hatchery* memungkinkan produksi juvenil dalam jumlah besar yang dapat dilepas kembali ke alam untuk memperkuat populasi alami (Heslinga dan Hillmann, 1981). Selain itu, pelepasan individu ukuran sub-dewasa ($\pm 40\text{--}50$ mm) terbukti efektif meningkatkan peluang hidup dan mempercepat kontribusi terhadap populasi reproduktif (Purcell *et al.* 2004).

Dengan demikian, terdapat peluang besar untuk mengintegrasikan pengetahuan ilmiah tentang siklus hidup lola dengan sistem sasi dalam rangka meningkatkan efektivitas pengelolaan sumber daya pesisir. Pendekatan ini tidak hanya akan memperkuat fungsi konservasi sasi, tetapi juga membuka peluang pengembangan model akuakultur berbasis masyarakat (*community-based aquaculture*) yang adaptif dan berkelanjutan. Namun, hingga saat ini, kajian yang secara khusus menghubungkan siklus hidup lola dengan rekonstruksi sistem sasi berbasis data ilmiah masih sangat terbatas, terutama di wilayah Pulau Hatta, Kepulauan Banda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menelaah kajian siklus hidup lola (*Trochus niloticus*) dalam merekonstruksi penerapan tradisi adat sasi di Pulau Hatta, Kepulauan Banda. Studi ini akan mengevaluasi kesesuaian praktik sasi dengan aspek biologis, dan merumuskan model rekonstruksi sasi yang lebih efektif dan berbasis sains. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan sistem pengelolaan sumber daya pesisir yang sinergis antara kearifan lokal dan ilmu pengetahuan, sehingga mampu menjawab tantangan keberlanjutan sekaligus meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur (*literature review*) dan wawancara mendalam (*in-depth interview*). Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai siklus hidup lola (*Trochus niloticus*) serta relevansinya dalam merekonstruksi penerapan tradisi adat sasi di Pulau Hatta, Kepulauan Banda. Pendekatan ini dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai suatu fenomena berdasarkan fakta, pengalaman, dan perspektif para informan tanpa melakukan manipulasi terhadap kondisi yang diteliti (Kim *et al.* 2017). Selain itu, penelitian ini juga menekankan penyajian deskripsi yang kaya dan langsung terhadap fenomena yang dikaji sehingga sesuai untuk mengeksplorasi hubungan antara aspek biologis sumber daya perikanan dengan sistem pengelolaan berbasis kearifan lokal (Hall dan Leibenberg, 2024). Studi literatur digunakan untuk mengidentifikasi informasi terkait siklus hidup, pertumbuhan, dan reproduksi lola (*Trochus niloticus*), ukuran matang gonad, musim pemijahan, rekrutmen populasi, serta mekanisme pelaksanaan dan prinsip konservasi dalam tradisi adat sasi. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan menggunakan pedoman dan pemilihan informan dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, dimana responden yang dipilih dianggap mengetahui sejarah, pelaksanaan, dan perkembangan tradisi adat sasi lola (Colorafi dan Evans, 2016). Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai aspek ekologis (pengetahuan lokal tentang musim lola, periode reproduksi menurut masyarakat, habitat lola yang dianggap penting), aspek pengelolaan (lama penutupan sasi, waktu pembukaan sasi, aturan ukuran panen, dan sistem pengawasan), serta aspek historis (sejarah penerapan sasi lola, perubahan praktik sasi dari masa ke masa, dan peran kelembagaan adat), dan aspek sosial (tingkat kepatuhan masyarakat, sanksi adat, dan tantangan penerapan sasi). Data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan wawancara akan dianalisis kesesuaiannya (*match-mismatch*), terutama

pada musim pemijahan dengan waktu buka sasi, ukuran matang gonad dengan ukuran panen, dan rekrutmen juvenil dengan lama penutupan, sehingga model rekonstruksi yang disusun, meliputi siklus hidup lola, perlindungan fase reproduksi, penyesuaian periode sasi, perlindungan rekrutmen, dan pemanfaatan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Siklus Hidup Lola (*Trochus niloticus*)

Lola (*Trochus niloticus*) adalah siput laut tropis berukuran besar, cangkang basal hingga 120-150 mm yang hidup di terumbu karang Indo-Pasifik (Pratiwi dan Utami, 2022). Spesies ini bereproduksi dengan melakukan pelepasan gamet di perairan terbuka (*broadcast spawning*). Pemijahan tersinkronisasi secara lunar, biasanya beberapa hari setelah bulan baru, berlangsung pada malam hari, dimana betina besar dapat melepaskan telur hingga 10^4 - 10^6 butir (Heslinga dan Hillmann, 1981; Nash, 1985; Nash, 1987). Telur yang dibuahi menetas dalam waktu 1-2 hari (*trochophore*, 12-20 jam), dan larva veliger kompeten telah terbentuk dalam 2-3 hari (metamorfosis, 70 jam) yang bersifat lesitotrofik. Setelah itu, juvenil lola bertahan dengan memakan alga pada substrat dan pertumbuhannya lambat hanya sekitar 8 mm setelah 4 bulan (Heslinga dan Hillmann, 1981).

Dalam siklus pertumbuhannya, lola mengalami pertumbuhan cepat pada fase juvenil yang ditandai dengan penambahan ukuran yang pesat dalam waktu singkat, karena energi yang diperoleh sebagian besar digunakan untuk membangun jaringan tubuh dan memperbesar cangkang, sedangkan memasuki fase dewasa, pertumbuhan melambat karena alokasi energi difokuskan pada penebalan dan penguatan cangkang (Leimena, 2025). Pola pertumbuhan lola bersifat allometrik negatif (Dinata *et al.* 2025) dan juga bersifat allometrik positif (Utami *et al.* 2024), serta mencapai kematangan gonad pada umur sekitar 2 tahun dengan ukuran 60 mm dan dapat hidup sekitar 15-20 tahun dengan ukuran maksimum 140-150 mm (Pakoa *et al.* 2010). Mortalitas tinggi terjadi pada fase juvenil akibat predator, seperti kepiting portunid, dan invertebrata lainnya (Perez dan Lillana, 1996). Kondisi over-eksploitasi dan degradasi habitat telah menurunkan stok lola, sehingga di beberapa wilayah diterapkan tradisi adat sasi dan kawasan suaka laut (Leimena *et al.* 2009).

3.2. Kesesuaian Musim Pemijahan dengan Waktu Buka Sasi

Secara biologis, lola merupakan organisme yang melakukan pemijahan secara musiman dengan kecenderungan kuat dipengaruhi oleh fase bulan, terutama pada periode bulan baru (*new moon*) dan bulan purnama. Pemijahan umumnya berlangsung pada malam hari melalui mekanisme fertilisasi eksternal. Dalam situasi ini individu jantan terlebih dahulu melepaskan sperma ke perairan yang kemudian merangsang pelepasan telur oleh individu betina. Aktivitas pemijahan lola berlangsung berulang beberapa kali dalam setahun dan pada wilayah tropis dapat terjadi hampir sepanjang tahun dengan puncak reproduksi pada musim-musim tertentu yang dipengaruhi kondisi lingkungan perairan.

Dalam pengelolaan sumber daya alam kawasan pesisir secara tradisional, masyarakat Pulau Hatta di Kepulauan Banda menerapkan sistem sasi terhadap biota laut lola. Sasi merupakan pranata sosial berbasis adat yang mengatur pemanfaatan sumber daya alam guna menjaga kelestariannya serta menjamin keberlanjutan kehidupan masyarakat. Sasi diterapkan melalui penutupan area pemanfaatan sumber daya laut

dalam jangka waktu tertentu untuk memberikan kesempatan bagi organisme target melakukan pertumbuhan dan reproduksi secara alami. Pada komoditas lola, periode tutup sasi umumnya berlangsung lebih lama dibandingkan periode buka sasi, sehingga populasi memiliki waktu yang cukup untuk mencapai ukuran dewasa dan melakukan pemijahan sebelum dilakukan pemanenan. Praktik ini secara tidak langsung menunjukkan adanya kesesuaian ekologis antara pengetahuan lokal masyarakat dengan siklus biologis lola. Melalui pembatasan waktu pemanfaatan, individu-individu dewasa yang matang gonad tetap tersedia di habitatnya dan dapat berkontribusi terhadap proses reproduksi serta rekrutmen populasi baru (Evans *et al.* 1997). Kesesuaian antara musim pemijahan lola dan waktu buka sasi terlihat dari kecenderungan masyarakat adat membuka sasi setelah periode reproduksi berlangsung atau setelah populasi dianggap telah pulih. Dengan demikian, pemanenan tidak dilakukan pada saat puncak pemijahan, melainkan ketika sebagian besar individu telah menyelesaikan proses reproduksinya dan menghasilkan keturunan baru. Pola pengelolaan tersebut memungkinkan terjadinya keseimbangan antara kebutuhan ekonomi masyarakat dan keberlanjutan stok sumber daya. Apabila buka sasi dilakukan tepat pada periode pemijahan, maka sejumlah besar induk yang sedang matang gonad berpotensi tertangkap sehingga dapat menurunkan keberhasilan reproduksi dan mengurangi rekrutmen alami populasi pada periode berikutnya. Sebaliknya, penutupan pemanfaatan selama musim reproduksi memberikan peluang lebih besar bagi lola untuk mempertahankan kelestarian populasinya.

Efektivitas kesesuaian itu didukung oleh berbagai kajian yang menunjukkan bahwa wilayah yang masih menerapkan sasi memiliki populasi lola dengan ukuran cangkang yang lebih besar dan proporsi individu dewasa yang lebih tinggi dibandingkan wilayah tanpa sasi. Kondisi itu memperlihatkan bahwa sistem sasi mampu menjaga keberadaan induk produktif yang berperan penting dalam proses pemijahan dan regenerasi populasi. Karena itu, penerapan waktu buka sasi yang mempertimbangkan musim pemijahan lola dapat dipandang sebagai bentuk kearifan lokal yang sejalan dengan prinsip pengelolaan sumber daya berbasis ekologi dan konservasi berkelanjutan (Samu *et al.* 2012). Terdapat kesesuaian yang kuat antara siklus reproduksi lola dan penerapan waktu buka sasi. Sistem tutup-buka sasi tidak hanya berfungsi sebagai mekanisme pengaturan pemanfaatan sumber daya, tetapi juga berperan sebagai instrumen konservasi tradisional yang memberikan kesempatan bagi lola untuk tumbuh, mencapai kematangan gonad, melakukan pemijahan, dan menghasilkan rekrutmen baru sebelum dilakukan pemanenan. Dengan demikian, keberlanjutan tradisi sasi berpotensi menjadi strategi pengelolaan adaptif yang efektif dalam menjaga kelestarian sumber daya lola di wilayah Kepulauan Maluku (Thorburn, 2000).

Kesesuaian antara musim pemijahan lola (*Trochus niloticus*) dan pelaksanaan waktu buka sasi pada bulan Oktober–November di Pulau Hatta menggambarkan bahwa waktu pemanfaatannya memiliki keterkaitan yang cukup kuat dengan siklus reproduksi alami lola di wilayah Maluku. Secara ekologis, lola merupakan gastropoda herbivora penghuni ekosistem terumbu karang yang memiliki pola reproduksi musiman dan dipengaruhi oleh perubahan kondisi oseanografi, fase bulan, serta dinamika peralihan musim. Pada perairan Maluku, beberapa penelitian menunjukkan bahwa aktivitas reproduksi lola berlangsung sepanjang tahun, namun memiliki puncak pemijahan pada periode peralihan musim, yaitu transisi musim barat ke timur dan musim timur ke barat. Musim pemijahan alami lola terjadi pada periode Maret–Juni dan kembali meningkat pada periode September–November, dengan aktivitas pemijahan yang sangat tinggi ditemukan pada bulan Oktober (Pradina *et al.* 1997).

Berdasarkan karakteristik tersebut, pelaksanaan buka sasi di Pulau Hatta pada bulan Oktober–November berada pada periode yang berdekatan dengan salah satu puncak musim reproduksi lola. Dari sudut pandang biologi reproduksi, kondisi ini memperlihatkan adanya dua kemungkinan interpretasi. Pertama, apabila aturan adat buka sasi dilakukan setelah sebagian besar individu dewasa menyelesaikan proses pemijahan utama pada awal musim reproduksi, maka waktu itu dapat dianggap sesuai karena populasi telah memperoleh kesempatan untuk melepaskan gamet dan menghasilkan rekrutmen baru sebelum dilakukan pemanenan. Kedua, apabila pemanenan berlangsung tepat ketika sebagian besar induk sedang berada pada fase matang gonad atau masih aktif memijah, maka eksploitasi dapat mengurangi jumlah induk produktif yang berkontribusi terhadap keberhasilan reproduksi populasi. Oleh karena itu, kesesuaian ekologis buka sasi sangat ditentukan oleh waktu pelaksanaan yang spesifik terhadap fase reproduksi lola di lapangan. Sebab, pelaksanaan buka sasi pada saat musim pemijahan lola sedang berlangsung berpotensi memberikan dampak ekologis yang signifikan terhadap keberlanjutan populasi. Hal ini berkaitan dengan karakteristik reproduksi lola yang sangat bergantung pada keberadaan individu dewasa matang gonad dalam jumlah yang cukup untuk menjamin keberhasilan fertilisasi dan rekrutmen larva di alam.

Secara biologis, lola merupakan organisme yang melakukan pemijahan eksternal (*broadcast spawning*), yaitu melepaskan telur dan sperma langsung ke kolom perairan. Pemijahan berlangsung secara sinkron dan umumnya dipengaruhi oleh fase bulan, terutama beberapa hari sebelum atau sesudah bulan baru. Pada periode tersebut individu dewasa cenderung keluar dari celah karang, bergerak ke area yang lebih terbuka, dan berkumpul dalam kepadatan tertentu untuk melakukan pemijahan. Kondisi ini menyebabkan lola menjadi lebih mudah ditemukan dan ditangkap oleh masyarakat. Apabila buka sasi dilakukan tepat ketika musim pemijahan sedang berlangsung, maka individu-individu yang tertangkap sebagian besar berpotensi merupakan induk yang sedang berada pada fase matang gonad atau siap memijah. Penangkapan terhadap kelompok induk reproduktif tersebut dapat mengurangi jumlah *spawning stock biomass* (biomassa induk pemijah) yang berfungsi menghasilkan telur dan sperma bagi generasi berikutnya. Dalam populasi lola, keberadaan induk dewasa sangat penting karena seekor betina mampu menghasilkan sekitar 500.000 hingga lebih dari 2 juta telur dalam satu kali pemijahan. Oleh karena itu, berkurangnya jumlah induk dewasa secara langsung akan menurunkan potensi produksi larva di alam. Selain itu, eksploitasi selama musim reproduksi juga dapat menyebabkan penurunan keberhasilan fertilisasi. Pada organisme yang melakukan fertilisasi eksternal seperti lola, keberhasilan pembuahan sangat dipengaruhi oleh kedekatan jarak antar individu pemijah dan kepadatan populasi. Jika terlalu banyak individu dewasa ditangkap saat musim reproduksi, konsentrasi telur dan sperma di perairan menjadi lebih rendah sehingga peluang terjadinya fertilisasi menurun. Kondisi ini dikenal sebagai *Allee effect*, yaitu menurunnya keberhasilan reproduksi akibat rendahnya kepadatan populasi reproduktif (Bell *et al.* 2005; Purcell *et al.* 2016). Dampak berikutnya adalah berkurangnya jumlah larva yang berhasil direkrut menjadi juvenil.

Siklus hidup lola menunjukkan bahwa fase larva planktonik hanya berlangsung sekitar 3–7 hari sebelum mengalami *settlement* dan berkembang menjadi juvenil. Karena fase planktoniknya relatif singkat, sebagian besar rekrutmen populasi sangat bergantung pada keberhasilan pemijahan lokal. Apabila jumlah induk pemijah menurun akibat penangkapan saat musim reproduksi, maka jumlah larva yang dihasilkan juga akan menurun sehingga rekrutmen juvenil pada periode berikutnya menjadi lebih rendah. Dalam jangka

panjang, kondisi tersebut dapat menyebabkan terganggunya struktur populasi. Penurunan rekrutmen juvenil akan mengurangi jumlah individu yang tumbuh menjadi kelompok sub-dewasa dan dewasa pada tahun-tahun berikutnya. Akibatnya, populasi dapat mengalami penurunan kepadatan, berkurangnya ukuran rata-rata individu, dan menurunnya kapasitas reproduksi populasi secara keseluruhan. Beberapa kajian mengenai stok lola di wilayah Pasifik menunjukkan bahwa eksploitasi berlebihan terhadap kelompok dewasa reproduktif merupakan salah satu penyebab utama menurunnya stok alami lola di berbagai wilayah terumbu karang. Namun demikian, dampak negatif tersebut dapat berkurang apabila pembukaan sasi dilakukan pada akhir musim pemijahan, yaitu setelah sebagian besar individu dewasa telah menyelesaikan proses reproduksinya. Dalam kondisi tersebut, populasi masih memperoleh kesempatan untuk menghasilkan telur, larva, dan rekrutmen baru sebelum dilakukan pemanenan. Oleh karena itu, penentuan waktu buka sasi yang mempertimbangkan puncak pemijahan alami menjadi faktor yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan keberlanjutan sumber daya. Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan buka sasi pada saat musim pemijahan lola sedang berlangsung memiliki risiko ekologis yang tinggi karena dapat mengurangi biomassa induk pemijah, menurunkan keberhasilan fertilisasi, mengurangi produksi larva dan rekrutmen juvenil, serta menurunkan kapasitas regenerasi populasi dalam jangka panjang. Oleh sebab itu, dari perspektif konservasi dan pengelolaan sumber daya berkelanjutan, waktu buka sasi sebaiknya dilakukan setelah puncak musim pemijahan berakhir sehingga populasi lola memperoleh kesempatan untuk menyelesaikan proses reproduksi secara optimal sebelum dilakukan pemanfaatan.

Secara biologis, lola memiliki mekanisme pemijahan eksternal (*broadcast spawning*), di mana individu jantan dan betina melepaskan gamet langsung ke kolom perairan. Pemijahan biasanya berlangsung pada malam hari dan sering berkaitan dengan fase bulan baru maupun bulan purnama. Aktivitas reproduksi yang sinkron tersebut memungkinkan terjadinya tingkat fertilisasi yang tinggi apabila jumlah induk dewasa di alam masih mencukupi. Pada bulan Oktober, kondisi oseanografi di wilayah Banda dan Maluku umumnya memasuki masa peralihan dari musim timur menuju musim barat. Periode ini ditandai oleh perubahan arah angin, peningkatan stabilitas suhu permukaan laut, serta ketersediaan nutrien yang mendukung perkembangan larva. Faktor-faktor tersebut merupakan kondisi lingkungan yang relatif ideal bagi keberhasilan reproduksi dan penyebaran larva lola.

Dalam konteks tradisi adat sasi, masyarakat Pulau Hatta secara turun-temurun menerapkan periode penutupan pemanfaatan sumber daya dalam waktu yang relatif panjang sebelum dilakukan buka sasi secara terbatas. Sistem ini secara tidak langsung memberikan kesempatan bagi lola untuk mencapai ukuran dewasa, mengalami pematangan gonad, dan melakukan pemijahan selama masa penutupan berlangsung. Dengan asumsi bahwa tutup sasi berlangsung selama satu hingga beberapa tahun, maka sebagian besar individu yang dipanen saat buka sasi Oktober–November kemungkinan merupakan kelompok umur dewasa yang telah mengalami lebih dari satu siklus reproduksi. Kondisi ini menunjukkan bahwa mekanisme sasi berfungsi menjaga keberadaan stok indukan reproduktif dalam populasi.

Kesesuaian antara buka sasi Oktober–November dan musim pemijahan lola juga dapat dilihat dari perspektif pengelolaan sumber daya. Apabila masyarakat membuka sasi setelah mengamati peningkatan ukuran individu, kepadatan populasi, dan tanda-tanda reproduksi yang telah berlangsung sebelumnya, maka

praktik tersebut mencerminkan bentuk pengetahuan ekologis tradisional (*traditional ecological knowledge*) (Pawe *et al.* 2026). Pengetahuan lokal ini memungkinkan masyarakat menentukan waktu panen yang tidak semata-mata berdasarkan kebutuhan ekonomi, tetapi juga mempertimbangkan keberlanjutan stok sumber daya. Pada banyak wilayah Maluku yang masih menerapkan sasi lola, populasi menunjukkan ukuran individu yang lebih besar dan proporsi organisme dewasa yang lebih tinggi dibandingkan daerah tanpa sasi, mengindikasikan bahwa sistem tersebut mampu mempertahankan kapasitas reproduksi populasi.

Namun demikian, dari perspektif konservasi modern, pelaksanaan buka sasi pada bulan Oktober–November tetap perlu dievaluasi secara periodik melalui pengamatan tingkat kematangan gonad, indeks reproduksi, dan keberadaan larva di perairan. Hal ini penting karena perubahan iklim, peningkatan suhu laut, dan perubahan kondisi oseanografi dapat menggeser waktu puncak pemijahan alami lola. Jika sebagian besar individu masih berada pada fase matang gonad saat buka sasi dilaksanakan, maka diperlukan penyesuaian waktu panen agar tidak mengganggu proses reproduksi. Sebaliknya, apabila pemijahan utama telah selesai berlangsung sebelum buka sasi dilakukan, maka waktu Oktober–November dapat dianggap sebagai periode yang relatif ideal untuk pemanfaatan karena keseimbangan antara fungsi ekonomi dan fungsi konservasi tetap terjaga (Gimin, 1997).

3.3. Kesesuaian Ukuran Matang Gonad dengan Ukuran Panen

Ukuran panen lola sebesar 7 cm pada saat pelaksanaan buka sasi memiliki tingkat kesesuaian yang cukup baik dengan ukuran matang gonad pertama spesies tersebut. Secara biologis, ukuran matang gonad merupakan ukuran ketika individu telah mencapai kematangan seksual dan mampu berkontribusi dalam proses reproduksi melalui pelepasan gamet. Dalam pengelolaan perikanan berbasis konservasi, ukuran panen ideal umumnya ditetapkan di atas ukuran pertama kali matang gonad (*length at first maturity*) agar organisme memiliki kesempatan melakukan pemijahan minimal satu kali sebelum ditangkap.

Beberapa penelitian mengenai biologi reproduksi lola menunjukkan bahwa kematangan seksual pertama umumnya terjadi pada ukuran cangkang sekitar 5–6 cm. Kajian yang dilakukan pada populasi lola di wilayah Indo-Pasifik menunjukkan bahwa individu mulai mencapai kematangan reproduktif pada diameter basal cangkang sekitar 50–60 mm (5–6 cm) (Pakoa *et al.* 2010). Penelitian Purcell *et al.* (2004) menyebutkan bahwa ukuran 50–60 mm telah berada dalam kisaran awal kematangan seksual (*onset of sexual maturity*), sehingga individu pada ukuran tersebut telah mampu berpartisipasi dalam proses pemijahan alami. Setelah mencapai ukuran ± 6 cm (Gimin, 1997), individu mulai menghasilkan gonad yang berkembang sempurna dan dapat mengikuti siklus pemijahan musiman yang terjadi di habitat terumbu karang tropis.

Berdasarkan data tersebut, ukuran panen yang diterapkan dalam buka sasi di Pulau Hatta sebesar 7 cm berada di atas ukuran pertama kali matang gonad. Dengan demikian, sebagian besar individu yang dipanen diperkirakan telah melewati fase reproduksi awal dan memiliki peluang untuk melakukan pemijahan setidaknya satu kali sebelum ditangkap. Dari perspektif konservasi sumber daya, kondisi ini sangat penting karena keberhasilan regenerasi populasi sangat bergantung pada keberadaan induk yang telah matang gonad dan berkontribusi terhadap rekrutmen alami melalui pelepasan telur dan sperma ke perairan. Selain itu, penelitian mengenai kematangan gonad lola menunjukkan bahwa individu dewasa yang digunakan sebagai induk pemijahan umumnya memiliki ukuran diameter basal 6,5–8,8 cm (Gimin, 2008). Pada ukuran tersebut

gonad telah berkembang hingga fase aktif, aktif lanjut, dan matang penuh (*ripe stage*), yang ditandai dengan tingginya kepadatan telur dalam jaringan gonad. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran 7 cm termasuk dalam kelompok ukuran dewasa reproduktif yang secara biologis telah memiliki kemampuan reproduksi yang baik (Leimena *et al.* 2007).

Dalam konteks pengelolaan sasi, penetapan ukuran panen minimum 7 cm dapat dipandang sebagai bentuk adaptasi pengetahuan lokal terhadap dinamika populasi lola. Meskipun masyarakat adat pada masa lalu tidak menggunakan pendekatan ilmiah modern mengenai ukuran matang gonad, penerapan batas ukuran panen yang relatif lebih besar dari ukuran matang gonad pertama secara tidak langsung memberikan perlindungan terhadap individu-individu muda yang belum sempat bereproduksi. Sistem ini memungkinkan sebagian besar populasi mencapai fase dewasa, menghasilkan gamet, dan berkontribusi terhadap pembentukan generasi baru sebelum dimanfaatkan oleh masyarakat. Dari sudut pandang pengelolaan perikanan berkelanjutan, hubungan antara ukuran matang gonad dan ukuran panen dapat dianalisis melalui konsep perbandingan *Length at First Maturity* (Lm) dan *Length at First Capture* (Lc). Pengelolaan sumber daya dianggap berkelanjutan apabila nilai Lc lebih besar daripada Lm ($Lc > Lm$), karena organisme memiliki kesempatan bereproduksi sebelum tertangkap. Pada kasus lola, ukuran matang gonad pertama berada pada kisaran 5–6 cm, sedangkan ukuran panen sasi ditetapkan sebesar 7 cm. Dengan demikian, nilai Lc lebih besar dibandingkan Lm, yang menunjukkan bahwa sistem pemanenan tersebut memenuhi prinsip dasar pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan.

Namun demikian, efektivitas ukuran panen 7 cm tetap dipengaruhi oleh kondisi populasi lokal. Pada wilayah dengan tekanan eksploitasi tinggi atau pertumbuhan populasi yang lambat, ukuran panen yang lebih besar dapat memberikan manfaat konservasi yang lebih baik karena memungkinkan individu melakukan reproduksi lebih dari satu kali sebelum dipanen. Beberapa wilayah pengelolaan lola di Pasifik bahkan menerapkan ukuran legal panen antara 8–12 cm untuk menjaga keberadaan induk-induk besar yang memiliki fekunditas lebih tinggi (Foale dan Day, 1997). Individu berukuran besar umumnya menghasilkan jumlah telur yang jauh lebih banyak dibandingkan individu yang baru mencapai matang gonad pertama.

Secara keseluruhan, ukuran panen lola sebesar 7 cm pada saat pelaksanaan buka sasi memiliki kesesuaian yang baik dengan ukuran matang gonad alami lola. Ukuran tersebut berada di atas batas kematangan seksual pertama, sehingga sebagian besar individu yang dipanen telah memiliki kesempatan untuk berpartisipasi dalam proses reproduksi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penerapan ukuran panen 7 cm dalam sistem sasi berperan mendukung keberlanjutan populasi lola melalui perlindungan terhadap individu yang belum matang gonad serta menjaga keberlangsungan proses rekrutmen alami dalam ekosistem terumbu karang

3.4. Kesesuaian Rekrutmen Juvenil dengan Lama Penutupan Sasi

Sasi sebagai aturan adat mengatur waktu pelaksanaan. Lama penutupan sasi selama empat tahun memiliki tingkat kesesuaian yang cukup tinggi terhadap proses rekrutmen juvenil lola (*Trochus niloticus* atau *Rochia nilotica*), karena rentang waktu tersebut memberikan kesempatan bagi populasi untuk menyelesaikan beberapa siklus reproduksi, pertumbuhan larva, rekrutmen juvenil, hingga perkembangan menjadi sub-dewasa dan dewasa reproduktif. Dalam ekologi populasi gastropoda laut, rekrutmen merupakan proses

masuknya individu-individu muda hasil pemijahan ke dalam populasi alami setelah berhasil melewati fase larva planktonik, menetap pada habitat dasar (*settlement*), dan bertahan hidup hingga ukuran juvenil.

Secara biologis, lola memiliki siklus hidup yang dimulai dari telur, larva planktonik, juvenil, sub-dewasa, hingga dewasa. Larva lola memiliki fase planktonik yang relatif singkat, yaitu sekitar 3–7 hari sebelum menetap pada substrat terumbu karang dan berkembang menjadi juvenil. Setelah proses penempelan (*settlement*), juvenil memanfaatkan habitat karang mati, pecahan karang (*coral rubble*), dan area beralga sebagai tempat perlindungan dari predator. Rekrutmen alami berlangsung ketika juvenil yang berhasil bertahan hidup mulai membentuk kelompok-kelompok populasi baru pada habitat yang sesuai (Seinor *et al.* 2020).

Penelitian mengenai populasi juvenil lola menunjukkan bahwa pertumbuhan individu berlangsung relatif lambat dibandingkan organisme laut berumur pendek. Laju pertumbuhan juvenil lola berkisar antara 2,3–2,6 mm per bulan pada habitat terumbu karang alami di Australia (Castell, 1997). Dengan laju pertumbuhan tersebut, individu juvenil memerlukan waktu yang cukup panjang untuk mencapai ukuran dewasa reproduktif. Lola umumnya mulai mencapai kematangan seksual pada ukuran sekitar 50–60 mm (5–6 cm). Pada laju pertumbuhan alami sekitar 25 mm per tahun pada tiga tahun pertama kehidupannya, individu hasil rekrutmen baru membutuhkan waktu kurang lebih 2–3 tahun untuk mencapai ukuran matang gonad dan mulai berkontribusi terhadap reproduksi populasi.

Berdasarkan karakteristik tersebut, periode penutupan sasi selama empat tahun memberikan peluang yang sangat penting bagi keberhasilan rekrutmen populasi. Dalam rentang empat tahun, individu-individu yang berasal dari hasil pemijahan pada tahun pertama penutupan dapat tumbuh dari fase larva menjadi juvenil, kemudian berkembang menjadi dewasa reproduktif sebelum sasi dibuka kembali. Bahkan sebagian individu berpotensi telah mengalami lebih dari satu siklus pemijahan sebelum dipanen. Kondisi ini menyebabkan populasi tidak hanya mengalami pertumbuhan jumlah individu, tetapi juga peningkatan kapasitas reproduksi melalui bertambahnya stok indukan matang gonad. Penerapan periode penutupan sementara (*temporary closures*) 1-5 tahun sebagai strategi *restocking* dan upaya peningkatan hasil panen yang berkelanjutan (Purcell *et al.* 2020).

Dari perspektif dinamika populasi, penutupan selama empat tahun memungkinkan terjadinya akumulasi beberapa kohort rekrutmen. Setiap musim pemijahan yang terjadi selama masa tutup sasi menghasilkan tambahan juvenil baru yang masuk ke dalam populasi. Karena eksploitasi dihentikan selama periode tersebut, tingkat kelangsungan hidup juvenil menjadi lebih tinggi dibandingkan populasi yang terus-menerus dipanen. Akibatnya, struktur populasi menjadi lebih lengkap, mulai dari ukuran juvenil, sub-dewasa, hingga dewasa besar. Keberadaan struktur ukuran yang beragam sangat penting dalam menjaga stabilitas populasi jangka panjang. Selain memberikan kesempatan bagi rekrutmen baru untuk tumbuh, penutupan empat tahun juga meningkatkan peluang terjadinya akumulasi biomassa induk pemijah (*spawning stock biomass*). Semakin banyak individu dewasa yang bertahan selama periode penutupan, semakin besar pula jumlah telur dan sperma yang dilepaskan ke perairan saat musim reproduksi. Kondisi tersebut berdampak langsung pada peningkatan keberhasilan fertilisasi dan jumlah larva yang dihasilkan. Dengan demikian, rekrutmen juvenil yang muncul selama masa tutup sasi tidak hanya berasal dari satu musim pemijahan, tetapi merupakan hasil akumulasi beberapa musim reproduksi berturut-turut (Purcell *et al.* 2004).

Dalam sistem sasi tradisional di Pulau Hatta, penutupan selama empat tahun dapat dipandang sebagai bentuk pengelolaan adaptif yang secara ekologis mendukung proses pemulihan populasi lola. Jika dibandingkan dengan masa penutupan yang lebih pendek, misalnya satu tahun, maka periode empat tahun memberikan waktu yang jauh lebih memadai bagi juvenil untuk melewati fase rentan terhadap predasi dan berkembang menjadi kelompok umur yang lebih stabil. Lola yang berukuran kecil memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap predator serta sangat bergantung pada kompleksitas habitat terumbu karang. Oleh karena itu, semakin panjang masa perlindungan, semakin besar peluang juvenil bertahan hingga mencapai ukuran yang aman dari tekanan predasi (*size refuge*) (Dobson, 2002). Namun, masa tutup sasi yang panjang akan lebih efektif apabila didukung kondisi habitat terumbu karang yang tetap baik (Dumas *et al.* 2017).

Dari aspek pengelolaan sumber daya, lama penutupan empat tahun juga sesuai dengan prinsip konservasi berbasis siklus hidup organisme. Dalam kurun waktu tersebut, populasi memiliki kesempatan untuk mengalami proses pemijahan berulang, rekrutmen, pertumbuhan, dan regenerasi sebelum dilakukan pemanenan kembali. Kajian terhadap sistem penutupan berkala pada perikanan lola menunjukkan bahwa keberhasilan pemanenan jangka panjang lebih efektif apabila periode penutupan cukup lama untuk memungkinkan pemulihan stok dan pertumbuhan individu ke ukuran ekonomis. Kombinasi antara penutupan berkala, pembatasan ukuran tangkap, dan perlindungan habitat terbukti meningkatkan keberlanjutan hasil tangkapan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penutupan sasi selama empat tahun memiliki kesesuaian yang sangat baik dengan proses rekrutmen juvenil lola. Rentang waktu tersebut memungkinkan terjadinya beberapa siklus pemijahan, masuknya kohort-kohort rekrutmen baru, pertumbuhan juvenil hingga mencapai ukuran dewasa reproduktif, serta peningkatan biomassa induk pemijah dalam populasi. Dengan demikian, sistem tutup sasi empat tahun berperan penting dalam menjaga keberlanjutan stok lola melalui perlindungan terhadap fase-fase kritis dalam siklus hidupnya, sekaligus memberikan dasar ekologis yang kuat bagi pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan di Pulau Hatta.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian mengenai siklus hidup lola (*Trochus niloticus* / *Rochia nilotica*), musim pemijahan, ukuran matang gonad, serta pola rekrutmen juvenil, dapat disimpulkan bahwa penerapan buka sasi pada bulan Oktober–November mengindikasikan adanya potensi *mismatch* dengan pola reproduksi alami lola karena periode tersebut bertepatan dengan salah satu musim reproduksi atau fase akhir puncak pemijahan di wilayah Maluku. Pelaksanaan buka sasi pada saat musim pemijahan lola sedang berlangsung memiliki risiko ekologis yang tinggi karena dapat mengurangi biomassa induk pemijah, menurunkan keberhasilan fertilisasi, mengurangi produksi larva dan rekrutmen juvenil, serta menurunkan kapasitas regenerasi populasi dalam jangka panjang. Oleh sebab itu, dari perspektif konservasi dan pengelolaan sumber daya berkelanjutan, waktu buka sasi sebaiknya dilakukan setelah puncak musim pemijahan berakhir sehingga populasi lola memperoleh kesempatan untuk menyelesaikan proses reproduksi secara optimal sebelum dilakukan pemanfaatan. Sementara itu, ukuran panen minimum yang diterapkan dalam buka sasi *match* dengan ukuran matang gonad pertama lola, dimana sebagian besar individu yang dipanen telah memiliki kesempatan untuk melakukan pemijahan setidaknya satu kali sebelum ditangkap. Kondisi ini menunjukkan bahwa ukuran panen

yang diterapkan telah memenuhi prinsip pengelolaan sumber daya berkelanjutan karena ukuran tangkap lebih besar dibandingkan ukuran pertama kali matang gonad ($L_c > L_m$). Selain itu, periode penutupan sasi selama empat tahun memberikan waktu yang memadai bagi berlangsungnya beberapa siklus reproduksi, proses *settlement* larva, rekrutmen juvenil, pertumbuhan hingga mencapai ukuran dewasa reproduktif, serta peningkatan biomassa induk pemijah. Dalam kurun waktu tersebut, juvenil hasil rekrutmen baru memiliki peluang tumbuh menjadi individu dewasa yang dapat kembali berkontribusi terhadap reproduksi populasi sebelum sasi dibuka kembali.

REFERENSI

- Bell, J. D., Purcell, S. W., Nash, W. J. (2005). "Restoring small-scale fisheries for tropical sea cucumbers and topshells", *Ocean & Coastal Management* 48(3–6):297–315.
- Castell, L. L. (1997). "Population studies of juvenile *Trochus niloticus* on a reef flat on the north-eastern Queensland coast, Australia", *Marine and Freshwater Research* 48(3):211–217.
- Cohen, P. J., Foale, S. J. (2013). "Sustaining small-scale fisheries with periodically harvested marine reserves", *Marine Policy* 37:278-287.doi:10.1016/j.marpol.2012.05.010.
- Colorafi, K. J., Evans, B. (2016). "Qualitative Descriptive Methods in Health Science Research", *Health Environments Research & Design Journal* 9(4):16-25.doi:10.1177/1937586715614171.
- Dinata, R., Ramses, R., Amelia, F., Ismarti, I. (2025). "Abundance, Morphometrics, Length-Weight Relationship, and Condition Factors of Lola Snails (*Rochia Niloticus* L) in the Waters of Sarang Island, Belakang Padang, Batam", *Aceh Journal of Animal Science* 10(1):22-34.doi:10.13170/ajas.10.1.43614.
- Dobson, G. T. (2002). "Assessing and Limiting Predation and Other Sources of Mortality in Reseeded *Trochus niloticus*", Charles Darwin University.
- Dumas, P., Ham, J., Kaku, R., William, A., Kaltavara, J., Gereva, S., Léopold, M. (2017). "Tectus (*Trochus*) niloticus search for suitable habitats can cause equivocal benefits of protection in village-based marine reserves", *PLoS ONE* 12(5):e0176922. doi:10.1371/journal.pone.0176922.
- Evans, S. M., Gill, M. E., Retraubun, A. S. W., Abrahamz, J., Dangeubun, J. (1997). "Traditional management practices and the conservation of the gastropod (*Trochus niloticus*) and fish stocks in the Maluku Province (eastern Indonesia)", *Fisheries Research* 31(1-2):83-91.doi:10.1016/S0165-7836(97)00011-8.
- Foale, S., Day, R. (1997). "Stock assessment of trochus (*Trochus niloticus*) (Gastropoda: Trochidae) fisheries at West Nggela, Solomon Islands", *Fisheries Research* 33(1-3):1-16.doi:10.1016/S0165-7836(97)00062-3.
- Gimin, R. (1997). "Reproduction and Induced Spawning of *Trochus*, *Trochus niloticus* (Linnaeus)". Master's Thesis, Charles Darwin University.
- Gimin, R. (2008). "Kepadatan telur sebagai indikator kematangan gonad pada induk lola (*Trochus niloticus*) yang akan dipijahkan", *Jurnal Riset Akuakultur* 3(2):147–156.

- Hall, S., Liebenberg, L. (2024). "Qualitative Description as an Introductory Method to Qualitative Research for Master's-Level Students and Research Trainees", *International Journal of Qualitative Methods*.doi:10.1177/16094069241242264.
- Harkes, I., Novaczek, I. (2002). "Presence, performance, and institutional resilience of sasi, a traditional management institution in Central Maluku, Indonesia", *Ocean & Coastal Management* 45(4-5):237-260.doi:10.1016/S0964-5691(02)00057-1.
- Haulussy, R. R., Najamuddin, Idris, R., Agustang, A. D. M. P. (2020). "The sustainability of the sasi lola tradition and customary law (Case study in Masawoy Maluku, Indonesia)", *International Journal of Scientific and Technology Research* 9(2):5193-5195.
- Heslinga, G. A., Hillmann, A. (1981). "Hatchery culture of the commercial top snail *Trochus niloticus* in Palau, Caroline Islands", *Aquaculture* 22:35-43.doi:10.1016/0044-8486(81)90131-9.
- Kim, H., Justine S. Sefcik, J. S., Bradway C. (2017). "Characteristics of Qualitative Descriptive Studies: A Systematic Review", *Research in Nursing & Health* 40(1):23-42.doi:10.1002/nur.21768
- Kusapy, D. L., Lay, C., Kaho, Y. R. (2005). "Manajemen konflik dalam pemanfaatan sumberdaya alam dan pelestarian lingkungan hidup lewat pelaksanaan hukum adat sasi", *Manusia dan Lingkungan* 12(3):130-139.
- Leimena, H. E. P. (2025). "Menjelajah dunia keong lola: Biodiversitas laut dari Saparua", *Qriset Indonesia*. 173 hal.
- Leimena, H. E. P., Subahar, T. S., Adiando, A. (2007). "Kepadatan, biomassa, dan pola distribusi keong lola (*Trochus niloticus*) di Pulau Saparua, Kabupaten Maluku Tengah", *Berkala Penelitian Hayati* 13(1):73-78.doi:10.23869/327.
- Leimena, H. E. P., Syamsudin, T. S., Adiando, A. (2009). "Estimasi daya dukung dan pola pertumbuhan populasi keong lola (*Trochus niloticus*) di Pulau Saparua, Kabupaten Maluku Tengah", *Jurnal Matematika dan Sains* 10(3):75-80.
- Lelloltery, H., Kunda, R. M., Rumanta, M., Silaya, T. M., Tjoa, M., Iskar, Sahureka, M., Puttileihalat, M. M. S., Wattimena, C. M. A., Seipalla, B. B. (2021). "Bunga rampai pengelolaan sumber daya alam dalam bingkai budaya kearifan lokal di Maluku", Kanisius. 188 hal.
- Nash, W. J. (1985). "Aspects of the biology of *Trochus niloticus* and its fishery in the Great Barrier Reef region". A report to Fisheries Research Branch, Queensland Department of Primary Industries, and the Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- Nash, W.J. (1987). "A survey of trochus stocks in the Yorke Island region, Torres Strait, with an assessment of the feasibility of trochus mariculture on Yorke Island". Report commissioned by the Yorke Island Community Council.
- Pawe, M. S., Lura, M. M. V., Wae, V. P. S. M. (2026). "Konservasi yang hidup dalam ritual: Kajian etnobiologi upacara Kede pada masyarakat adat Detupera", *Bioedukasi* 17(1):158-171.
- Perez, C., Lillana, L. (1996). Ecology of wild and cultured juvenil *Trochus niloticus* relevant to the use of juveniles for population enhancement. Dissertation, James Cook University.

- Pradina, Dwiono, S. A. P., Makatipu, P. E., Arafin, Z. (1997). "Reproductive biology of *Trochus niloticus* L. from Maluku, Eastern Indonesia", Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. p47-51.
- Pratiwi, W., Utami, R. T. (2022). "Perlindungan hukum terhadap pengelolaan siput lola (*Rochia nilotica*) di Pulau Enggano, Bengkulu", *Bina Hukum Lingkungan* 6(3);351-361.doi:10.24970/bhl.v6i3.242.
- Purcell, S. W., Amos, M. J., Pakoa, K. (2022). "Releases of cultured sub-adult *Trochus niloticus* generate broodstock for fishery replenishment in Vanuatu", *Fisheries Research* 67(3): 329-333.doi:10.1016/j.fishres.2003.10.004.
- Purcell, S. W., Tagliafico, A., Cullis, B. R., Gogel, B. J. (2020). "Understanding gender and factors affecting fishing in an artisanal shellfish fishery", *Sec. Marine Fisheries, Aquaculture and Living Resources* 7(297):1-15.doi:10.3389/fmars.2020.00297.
- Purcell, S. W., Polidoro, B. A., Hamel, J.-F., Gamboa, R. U., Mercier, A. (2016). "The cost of being valuable: Predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood", *Proceedings of the Royal Society B* 281(1781):20133296.
- Salamor, L. (2025). "Eksistensi tradisi sasi sebagai modal sosial dalam perancangan kurikulum hijau pada satuan pendidikan di Maluku", *Jurnal Moral Kemasyarakatan* 10(1):473-483.doi:10.21067/jmk.v10i1.11945.
- Seinor, K. M., Smith, S. D. A., Logan, M., Purcell, S.W. (2020). "Biophysical Habitat Features Explain Colonization and Size Distribution of Introduced *Trochus* (Gastropoda)", *Frontiers in Marine Science* 7(223):1-12.doi:10.3389/fmars.2020.00223.
- Thorburn, C. C. (2000). "Changing customary marine resource management practice and institutions: The case of Sasi Lola in the Kei Islands, Indonesia", *World Development* 28(8):1461-1479.doi:10.1016/S0305-750X(00)00039-5.