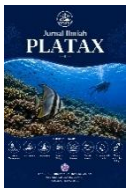
Tersedia daring di Portal Jurnal UNSRAT
Jurnal Ilmiah PLATAX
Beranda jurnal: https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/platax



ARTIKEL PENELITIAN / RESEARCH ARTICLE

e-ISSN 2302-3589

Status Bambu Laut (*Isis hippuris* Linnaeus, 1758) di Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara, Indonesia

Status of Sea Bamboo (*Isis hippuris *Linnaeus, 1758) in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia

Judul singkat (running title): Status bambu laut di Taman Nasional Bunaken

Chatrien A.L. Sinjal[1*], Deislie H. Kumampung[1], Jeffrie Mokolensang[2], James J.H. Paulus[1], Kakaskasen A. Roeroe[1], Lusia Manu[3]

[1]*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia*
[2]*Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia*
[3]*Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia*

Abstract

Isis hippuris Linnaeus, 1758, commonly known as sea bamboo, is a gorgonian octocoral of the family Isididae that plays a vital structural and ecological role in coral reef ecosystems. It is also recognised for producing unique bioactive secondary metabolites, particularly hippuristanol, which exhibits potent antiviral and cytotoxic properties. Despite its conservation and pharmacological importance, baseline demographic data for *I. hippuris* across North Sulawesi marine protected areas remain scarce. This study assessed the distribution, abundance, and population density of *I. hippuris* within Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia. Underwater visual census was carried out using belt transects (50 m × 10 m; 500 m^2 per station) across three sampling stations at depths of 10–30 m. A total of 116 colonies were recorded. Station 2 supported the highest count (48 colonies; 43% relative density) and Station 3 recorded 43 colonies (38%), both categorised as low abundance, whereas Station 1 (25 colonies; 19%) was categorised as rare. Overall population abundance of *I. hippuris* in Bunaken National Park is categorised as low (mean density 0.077 colonies/m^2). The depressed abundance is attributed to historical commercial exploitation for gorgonin skeletons prior to the 2014 harvesting moratorium, combined with localised anthropogenic stressors and reef degradation. These findings establish baseline data for marine spatial planning, targeted conservation zoning, and periodic demographic monitoring of sea bamboo.

Keywords: belt transect; Bunaken National Park; *Isis hippuris*; population density; sea bamboo

Abstrak

Isis hippuris Linnaeus, 1758, yang dikenal sebagai bambu laut, merupakan oktokoral gorgonian dari famili Isididae yang memegang peranan ekologis dan struktural penting dalam ekosistem terumbu karang. Spesies ini juga dikenal menghasilkan metabolit sekunder bioaktif spesifik, terutama hipuristanol, yang memiliki aktivitas antivirus dan sitotoksik. Meskipun memiliki nilai konservasi dan farmakologis yang tinggi, data demografi dasar populasi *I. hippuris* di kawasan konservasi perairan Sulawesi Utara masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keberadaan serta menganalisis kelimpahan dan kepadatan populasi *I. hippuris* di Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara, Indonesia. Pengambilan data dilakukan dengan metode sensus visual bawah air menggunakan transek sabuk (50 m × 10 m; 500 m^2 per stasiun) pada tiga stasiun pengamatan di kedalaman 10–30 m. Hasil penelitian mencatat total 116 koloni. Stasiun 2 memiliki jumlah koloni tertinggi (48 koloni; kepadatan relatif 43%) dan Stasiun 3 mencatat 43 koloni (38%), keduanya tergolong kategori sedikit, sedangkan Stasiun 1 (25 koloni; 19%) tergolong kategori jarang. Secara keseluruhan, kelimpahan populasi *I. hippuris* di Taman Nasional Bunaken tergolong sedikit (kepadatan rata-rata 0,077 koloni/m^2). Rendahnya kelimpahan diduga dipengaruhi riwayat eksploitasi komersial sebelum moratorium panen tahun 2014, ditambah tekanan antropogenik lokal dan degradasi terumbu karang. Temuan ini menjadi data dasar bagi perencanaan tata ruang laut, zonasi konservasi, dan pemantauan demografi berkala bambu laut.

Kata kunci: bambu laut; *Isis hippuris*; kepadatan populasi; Taman Nasional Bunaken; transek sabuk

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki habitat terumbu karang seluas kurang lebih 85.000 km^2, yang merepresentasikan lebih dari 18% luas terumbu karang dunia dan menempatkan kepulauan ini sebagai episentrum utama keanekaragaman hayati laut global (Burke et al., 2012). Ekosistem terumbu karang menyediakan jasa ekologis yang tidak tergantikan, meliputi penyediaan sumber protein melalui perikanan, perlindungan garis pantai, serta penopang perekonomian lokal melalui ekowisata. Namun demikian, terumbu karang Indonesia mengalami degradasi yang terus meningkat akibat pembangunan pesisir, praktik penangkapan ikan yang merusak, pemanasan laut, dan pencemaran (Ban et al., 2024; Burke et al., 2012; Hoegh-Guldberg et al., 2017). Pemantauan nasional

Diterima (Received): [DD Bulan YYYY] Direvisi (Revised): [DD Bulan YYYY] Disetujui (Accepted): [DD Bulan YYYY]
***Penulis korespondensi (Corresponding author): Chatrien A.L. Sinjal**
Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115, Indonesia
Tel: +62 821-9328-5363, E-mail: chatriensinjal@unsrat.ac.id

https://doi.org/10.35800/jip.v14i2.69473
Artikel ini merupakan artikel Open Access yang didistribusikan di bawah ketentuan Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), yang mengizinkan penggunaan, distribusi, dan reproduksi non-komersial dalam media apa pun, selama karya asli disitasi dengan benar.
Hak Cipta © 2026 Penulis. Diterbitkan oleh Jurnal Ilmiah PLATAX, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi.

menunjukkan bahwa hanya sekitar 6% terumbu karang Indonesia yang berada dalam kondisi sangat baik, sementara lebih dari 30% mengalami degradasi berat — kecenderungan yang juga tercermin di perairan pesisir Sulawesi Utara (Hadi et al., 2018).

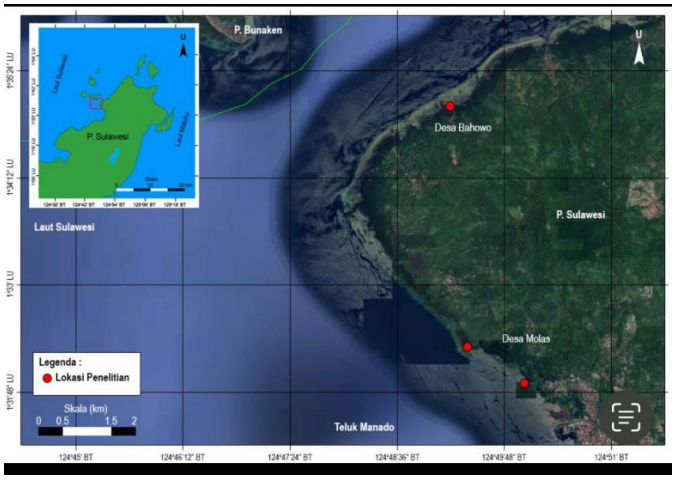
Dalam komunitas bentik tropis, karang lunak dan oktokoral dari ordo Alcyonacea merupakan komponen struktural penting yang meningkatkan kompleksitas spasial, kekayaan jenis, dan resiliensi ekologis (Fabricius & Alderslade, 2001; McFadden et al., 2022). Di antara oktokoral tersebut, bambu laut *Isis hippuris* Linnaeus, 1758 (famili Isididae) menempati posisi yang menonjol. Dicirikan oleh arsitektur pertumbuhan menyerupai pohon dengan nodus gorgonin proteinaseus yang lentur berselang-seling dengan internodus kapur yang kaku, *I. hippuris* menghuni terumbu tropis dangkal di kawasan Indo-Pasifik, mulai dari Laut Andaman dan Kepulauan Ryukyu hingga Taiwan, Filipina, Papua Nugini, dan Indonesia bagian timur (Fabricius & Alderslade, 2001; Rowley et al., 2015). Selain fungsi ekologisnya sebagai biokonstruktor bentik, *I. hippuris* memiliki nilai ekonomi dan biomedis yang tinggi. Secara historis, aksis gorgonin yang padat dipanen secara komersial untuk diekspor sebagai bahan baku industri porselen dan keramik (Manuputty, 2008). Penapisan farmakologis menunjukkan bahwa *I. hippuris* menghasilkan steroid polioksigenasi dan seskuiterpena yang khas, terutama hipuristanol, yang memperlihatkan efek sitotoksik selektif terhadap galur sel kanker serta aktivitas antivirus yang kuat terhadap poliovirus tanpa mengganggu sintesis protein sel inang (Cencic & Pelletier, 2016; Muliadin et al., 2022; Sheu et al., 2003; Sheu et al., 2000). Tingginya intensitas pemanenan komersial mendorong Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menetapkan moratorium pemanenan bambu laut pada tahun 2014 guna mencegah keruntuhan stok alami (Muliadin et al., 2022; Tanod et al., 2021).

Meskipun telah memperoleh perlindungan hukum dan memiliki arti farmakologis yang penting, data dasar demografi kuantitatif mengenai populasi *I. hippuris* di kawasan konservasi perairan Sulawesi Utara masih belum tersedia. Taman Nasional Bunaken, yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi perairan pada tahun 1991, memiliki lereng terumbu karang yang beragam di sekitar lima pulau utama. Namun, belum ada sensus empiris *I. hippuris* yang terdokumentasi untuk zona bentik taman nasional tersebut (Turak & DeVantier, 2003). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memverifikasi keberadaan taksonomis *I. hippuris* pada beberapa stasiun terumbu di Taman Nasional Bunaken, dan (2) mengukur kelimpahan koloni serta kepadatan populasinya menggunakan survei visual transek sabuk terstandar. Data empiris yang dihasilkan menjadi informasi dasar yang penting untuk memandu pengelolaan konservasi laut dan penataan zonasi ruang di dalam kawasan taman nasional.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan lokasi penelitian

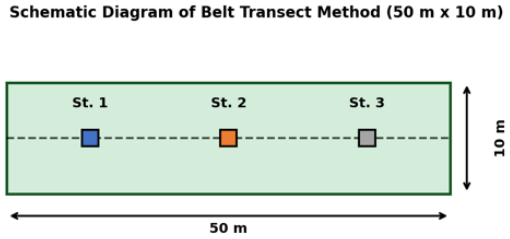
Penelitian lapangan dilaksanakan di perairan Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara, Indonesia. Tiga stasiun pengamatan ditetapkan berdasarkan survei pendahuluan terumbu untuk mewakili habitat lereng terumbu dangkal hingga sedang (kedalaman 10–30 m) yang dicirikan oleh ketersediaan substrat keras yang sesuai bagi penempelan oktokoral. Stasiun 1 berada pada dinding terumbu Pulau Bunaken, Stasiun 2 pada lereng terumbu Kelurahan Molas, dan Stasiun 3 pada lereng terumbu Kelurahan Bahowo (Gambar 1). Pengambilan data dilaksanakan pada Mei hingga Juni 2023. Koordinat geografis masing-masing stasiun adalah sebagai berikut: Stasiun 1 (dinding terumbu Pulau Bunaken; 01°37'09"LU, 124°46'05"BT), Stasiun 2 (lereng terumbu Kelurahan Molas; 01°31'40"LU, 124°49'20"BT), dan Stasiun 3 (lereng terumbu Kelurahan Bahowo; 01°33'12"LU, 124°50'45"BT).



Gambar 1. Lokasi geografis stasiun pengamatan di Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara, Indonesia.
Figure 1. Geographic location of the sampling stations within Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia.

2.2. Pengumpulan data

Sensus demografi bentik dilakukan dengan metode sensus visual bawah air (*underwater visual census*, UVC) menggunakan transek sabuk (English et al., 1997). Pada setiap stasiun, garis transek sepanjang 50 m dibentangkan sejajar garis kontur terumbu pada kedalaman 10–30 m. Penyelam mengamati jalur selebar 5 m pada masing-masing sisi garis pusat sehingga diperoleh luas area pengamatan total 500 m^2 (50 m × 10 m) per stasiun (Gambar 2). Penelitian ini menerapkan satu transek per stasiun (n = 1) mengingat sifatnya sebagai studi data dasar (*baseline study*) dengan keterbatasan logistik penyelaman; keterbatasan ini didiskusikan lebih lanjut pada bagian Pembahasan.



Gambar 2. Skema metode transek sabuk 50 m × 10 m yang digunakan untuk sensus koloni *Isis hippuris*.
Figure 2. Schematic representation of the 50 m × 10 m belt transect method deployed for Isis hippuris *colony census.*

Seluruh koloni *I. hippuris* yang dijumpai di dalam transek sabuk dihitung dan dicatat. Identifikasi morfologis mengacu pada kunci diagnostik Octocorallia, khususnya famili Isididae (Fabricius & Alderslade, 2001), dengan memperhatikan pola percabangan koloni, segmentasi aksial nodus-internodus, dan warna coenenchyme hidup.

2.3. Analisis data

Kepadatan populasi (jumlah koloni per satuan luas, dinyatakan dalam koloni/m^2) dan proporsi relatif antarstasiun dihitung. Kategori kelimpahan koloni ditetapkan mengikuti kriteria survei laut terstandar: tidak ada (0 koloni), jarang/*rare* (<35 koloni per transek 500 m^2), sedikit/*low* (35–50 koloni per transek 500 m^2), sedang/*moderate* (51–100 koloni), dan melimpah/*abundant* (>100 koloni) (Abdullah et al., 2019; English et al., 1997; Muliadin et al., 2022).

3. Hasil

3.1. Identifikasi morfologi in situ

Pengamatan visual mengonfirmasi keberadaan *Isis hippuris* pada ketiga stasiun pengamatan di Taman Nasional Bunaken. Koloni memperlihatkan arsitektur percabangan arboresen (menyerupai pohon) yang khas dengan cabang silindris berwarna kuning keemasan cerah hingga cokelat zaitun, yang berasal dari

zooxanthellae simbiotik di dalam jaringan coenenchyme (Gambar 3). Rangka aksial yang mendasarinya memperlihatkan perselangan yang jelas antara internodus kapur berwarna putih dan nodus gorgonin proteinaseus berwarna cokelat tua, ciri khas famili Isididae.



Gambar 3. Dokumentasi foto lapangan koloni *Isis hippuris* yang diamati *in situ* pada lereng terumbu di Taman Nasional Bunaken.
Figure 3. Field photographic documentation of an Isis hippuris *colony observed* in situ *on the reef slope at Bunaken National Park.*

3.2. Kelimpahan koloni dan kepadatan populasi

Total kumulatif sebanyak 116 koloni *I. hippuris* tercatat pada keseluruhan area bentik seluas 1.500 m^2 yang disurvei. Kelimpahan koloni bervariasi antarstasiun (Tabel 1). Stasiun 2 memiliki jumlah koloni tertinggi, yaitu 48 koloni, dan Stasiun 3 mencatat 43 koloni; keduanya termasuk kategori sedikit (*low*). Stasiun 1 mencatat 25 koloni sehingga tergolong kategori jarang (*rare*). Secara keseluruhan, kelimpahan populasi di lokasi-lokasi yang disurvei di Taman Nasional Bunaken tergolong kategori sedikit.

Tabel 1. Jumlah koloni, kepadatan populasi, dan kategori kelimpahan *Isis hippuris* pada setiap stasiun pengamatan di Taman Nasional Bunaken.
Table 1. Colony count, population density, and abundance category of Isis hippuris *across sampling stations in Bunaken National Park.*

Stasiun	Jumlah koloni (N)	Kepadatan (koloni/m^2)	Kategori
Stasiun 1	25	0,050	Jarang
Stasiun 2	48	0,096	Sedikit
Stasiun 3	43	0,086	Sedikit
Keseluruhan	**116**	**0,077**	**Sedikit**

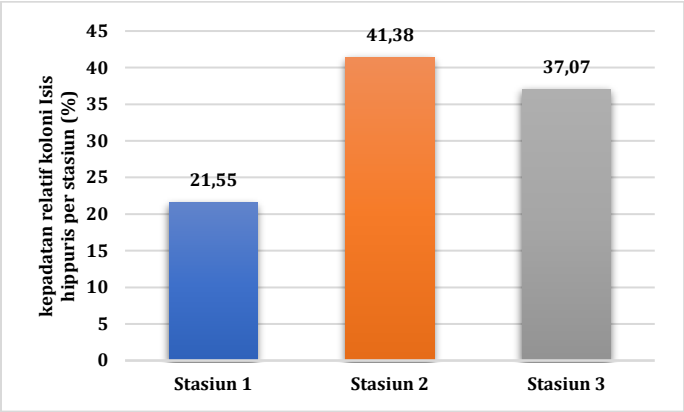
Keterangan: kepadatan per stasiun dihitung sebagai jumlah koloni ÷ 500 m^2 (luas transek per stasiun); baris "Keseluruhan" menyajikan total koloni dan kepadatan rata-rata (116 koloni ÷ 1.500 m^2; luas gabungan 3 transek). Kategori kelimpahan mengikuti Abdullah et al. (2019) dan English et al. (1997): jarang <35 koloni; sedikit 35–50 koloni.

Analisis proporsi kepadatan relatif antar stasiun menunjukkan bahwa Stasiun 2 menyumbang 41,38 % dari total koloni yang tercatat, sedangkan Stasiun 3 dan Stasiun 1 masing-masing menyumbang 37,07 % dan 21,55 % (Tabel 2 dan Gambar 4).

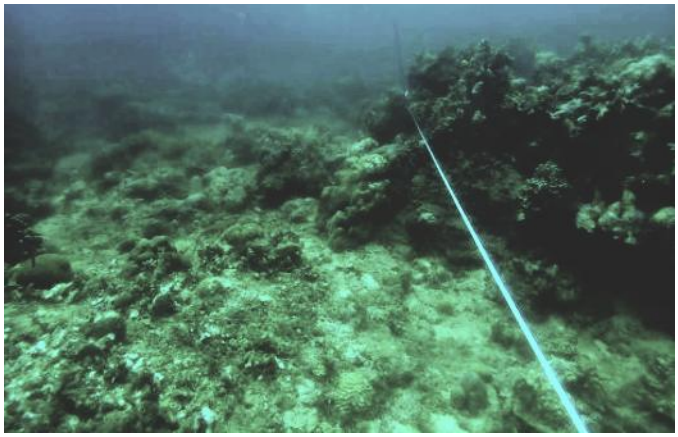
Tabel 2. Persentase kepadatan relatif koloni *Isis hippuris* per stasiun pengamatan.
Table 2. Relative density percentage of Isis hippuris *colonies per sampling station.*

Stasiun pengamatan	Kepadatan relatif (%)
Stasiun 1	21,55
Stasiun 2	41,38
Stasiun 3	37,07

Keterangan: persentase dihitung terhadap total 116 koloni.



Gambar 4. Persentase kepadatan relatif dan distribusi koloni *Isis hippuris* pada tiga stasiun pengamatan di Taman Nasional Bunaken.
Figure 4. Relative density percentage and colony distribution of Isis hippuris *across the three sampling stations in Bunaken National Park.*



Gambar 5. Dokumentasi lapangan bawah air yang memperlihatkan pemasangan transek sabuk dan pelaksanaan sensus visual.
Figure 5. Underwater field documentation depicting belt transect deployment and visual census operations.

4. Pembahasan

Penelitian ini mengonfirmasi keberadaan *Isis hippuris* di Taman Nasional Bunaken dan menyediakan catatan populasi terdokumentasi pertama bagi oktokoral ini di perairan Sulawesi Utara. Meskipun *I. hippuris* tersebar luas di kawasan Indo-Pasifik tropis (Fabricius & Alderslade, 2001), pustaka ilmiah terdahulu belum mendokumentasikan status populasinya secara kuantitatif di dalam batas kawasan konservasi Bunaken (Turak & DeVantier, 2003). Keberadaan *I. hippuris* di Bunaken mengindikasikan bahwa parameter lingkungan setempat — meliputi substrat karang yang kokoh, perairan oseanik yang jernih, salinitas yang stabil (30–35 ppt), dan arus perairan sedang — masih mendukung rekrutmen dan pertumbuhan Isididae (Fabricius & Alderslade, 2001; Manuputty, 2008).

Namun demikian, kelimpahan *I. hippuris* di Taman Nasional Bunaken tergolong rendah, dengan kepadatan rata-rata 0,077 koloni/m^2. Rendahnya kelimpahan ini mencerminkan kecenderungan nasional yang lebih luas berupa degradasi oktokoral dan karang keras yang dilaporkan di berbagai sistem terumbu Indonesia (Ban et al., 2024; Hadi et al., 2018; Hoegh-Guldberg et al., 2017). Pemanenan komersial rangka aksial gorgonin sebelum moratorium nasional yang ditetapkan Kementerian Kelautan dan Perikanan pada tahun 2014 diduga kuat telah menguras populasi induk pada zona terumbu yang mudah dijangkau (Muliadin et al., 2022; Tanod et al., 2021). Selain itu, gangguan antropogenik lokal — antara lain kerusakan akibat jangkar kapal ekowisata, akumulasi sampah laut, sedimentasi dari daratan, dan peristiwa cekaman termal berkala — terus menekan pemulihan populasi (Hughes et al., 2018; Turak & DeVantier, 2003).

Evaluasi komparatif menunjukkan bahwa kepadatan populasi *I. hippuris* di Bunaken (0,077 koloni/m^2) berada di bawah nilai yang dilaporkan dari beberapa perairan lain di Indonesia. Nurhayati et al. (2020) mencatat kepadatan karang lunak sebesar 0,125 ind./m^2

 https://doi.org/10.35800/jip.v14i2.69473

di perairan Desa Buton, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah, atau sekitar 1,6 kali lebih tinggi daripada temuan penelitian ini. Selisih yang lebih tajam tampak di Kabupaten Parigi Moutong, yang populasinya tergolong melimpah dengan kepadatan 514–852 koloni per 500 m^2 — setara 1,03–1,70 koloni/m^2 — sebagaimana dirangkum Muliadin et al. (2022). Abdullah et al. (2019) turut memperlihatkan rentang kelimpahan yang lebar antarlokasi di perairan Konawe, Sulawesi Tenggara, mulai dari kategori melimpah di Toronipa hingga kategori jarang di Pulau Saponda. Pola tersebut menegaskan bahwa kepadatan *I. hippuris* sangat bergantung pada kondisi setempat, sehingga nilai di Bunaken perlu ditafsirkan dalam kerangka gradien lingkungan dan riwayat pemanfaatan kawasan.

Rendahnya kepadatan di Bunaken dapat dijelaskan melalui dua mekanisme yang saling melengkapi. Pertama, gradien lingkungan — terutama ketersediaan cahaya, laju sedimentasi, dan rezim arus — terbukti menstrukturkan komposisi serta kepadatan asemblase gorgonian pada terumbu di Sulawesi Tenggara (Rowley, 2018b), sementara *I. hippuris* memperlihatkan kapasitas aklimatisasi yang terbatas terhadap perubahan lingkungan pada terumbu yang terdegradasi (Rowley, 2018a). Keterbatasan substrat mikro-topografis dan eksklusi kompetitif oleh karang skleraktinia maupun makroalga yang tumbuh cepat dapat memperkuat kendala tersebut (Fabricius & Alderslade, 2001). Kedua, tekanan pemanenan historis sebelum moratorium tahun 2014 diduga menyisakan defisit populasi induk yang belum terpulihkan, mengingat lereng terumbu Bunaken relatif mudah dijangkau dibandingkan lokasi-lokasi pembanding di Sulawesi Tengah dan Tenggara (Muliadin et al., 2022; Tanod et al., 2021).

Konservasi *I. hippuris* memiliki arti ekologis dan biomedis yang sangat penting. Secara struktural, oktokoral meningkatkan kompleksitas habitat terumbu serta membentuk mikro-refugia dan substrat mencari makan bagi ikan karang, krustasea, dan mikroorganisme asosiasinya (Fabricius & Alderslade, 2001; McFadden et al., 2022; Sánchez et al., 2019). Secara farmakologis, *I. hippuris* merupakan sumber alami utama hipuristanol dan steroid sitotoksik terkait yang bekerja sebagai inhibitor sangat selektif terhadap faktor inisiasi translasi eukariot 4A (eIF4A), sehingga membuka peluang bagi pengembangan terapi antivirus dan antikanker bertarget (Cencic & Pelletier, 2016; Huang et al., 2022; Muliadin et al., 2022; Sheu et al., 2003; Sheu et al., 2000). Nilai serupa juga dilaporkan pada gorgonian lain yang menjadi sumber metabolit sekunder (Reo et al., 2017). Penurunan populasi yang berkelanjutan dengan demikian tidak hanya berarti kehilangan keanekaragaman hayati, tetapi juga potensi hilangnya sumber daya biokimia laut yang bernilai. Oleh karena itu, pengelola kawasan perlu mengintegrasikan pemantauan *I. hippuris* ke dalam survei bentik rutin, menegakkan aturan penambatan kapal, serta menetapkan zona inti perlindungan pada habitat oktokoral berkepadatan tinggi. Untuk lokasi yang kepadatannya sudah sangat rendah, teknologi restorasi bambu laut multi-lokasi yang diujicobakan di Wakatobi dapat menjadi rujukan intervensi aktif (Asuhadi et al., 2020). Keterbatasan penelitian ini mencakup penggunaan satu transek sabuk per stasiun (n = 1), yang membatasi kemampuan analisis variasi spasial dalam skala halus dan pengujian statistik antarlokasi; replikasi transek pada penelitian lanjutan akan meningkatkan presisi estimasi kepadatan. Selain itu, cakupan tiga stasiun dan periode pengamatan tunggal (Mei–Juni 2023) belum menangkap variasi musiman maupun sebaran populasi pada seluruh zona kawasan Taman Nasional Bunaken.

5. Simpulan

Penelitian ini menyediakan dokumentasi empiris pertama mengenai *Isis hippuris* di Taman Nasional Bunaken, yang mengonfirmasi keberadaannya sekaligus mengungkap kelimpahan populasi yang tergolong sedikit (116 koloni pada total area 1.500 m^2; kepadatan rata-rata 0,077 koloni/m^2). Stasiun 2 mencatat jumlah koloni tertinggi (48 koloni; 43%), diikuti Stasiun 3 (43 koloni; 38%), keduanya berkategori sedikit, sedangkan Stasiun 1 (25 koloni; 19%) berkategori jarang. Rendahnya kepadatan populasi menegaskan dampak yang masih membekas dari eksploitasi sebelum moratorium tahun 2014 serta tekanan lingkungan yang berlangsung. Untuk melindungi oktokoral yang bernilai ekologis dan farmakologis ini, pengelola kawasan perlu memperkuat penegakan aturan penambatan kapal, menyelenggarakan pemantauan demografi berkala, dan memprioritaskan perlindungan habitat oktokoral dalam zonasi konservasi ruang.

Konflik kepentingan (Competing interests)

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan yang relevan dengan artikel ini.

Sumber dana (Funding sources)

Penelitian ini didanai oleh skema Riset Dasar Unggulan Universitas Sam Ratulangi (RDUU) Klaster 1 melalui Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, dengan anggaran DIPA BLU nomor SP DIPA-023.17.2.677519/2024.

Ucapan terima kasih (Acknowledgements)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Balai Taman Nasional Bunaken atas fasilitasi kegiatan penelitian, serta kepada mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, yang telah membantu pengambilan data di lapangan.

Kontribusi penulis (Authors' contributions)

CALS: conceptualization, methodology, investigation, formal analysis, funding acquisition, project administration, writing — original draft; **DHK:** methodology, supervision, validation, writing — review & editing; **JM:** formal analysis, validation, writing — review & editing; **JJHP:** investigation, data curation, visualization; **KAR:** investigation, resources, writing — review & editing; **LM:** data curation, resources, writing — review & editing.

Ketersediaan data (Availability of data and materials)

Dataset yang mendukung hasil penelitian ini tersedia dari penulis korespondensi berdasarkan permintaan yang wajar.

Persetujuan etik (Ethics approval and consent to participate)

Penelitian ini menggunakan sensus visual bawah air yang bersifat non-invasif terhadap oktokoral. Tidak ada spesimen hewan yang diambil, dilukai, atau dikorbankan sehingga persetujuan komisi etik tidak diperlukan.

ORCID

Chatrien A.L. Sinjal : *https://orcid.org/0009-0006-3277-1020*

Deislie H. Kumampung : *https://orcid.org/0000-0003-1129-9346*

Jeffrie Mokolensang : *https://orcid.org/0000-0003-3069-3816*

James J.H. Paulus : *https://orcid.org/0009-0009-5967-3748*

Kakaskasen A. Roeroe : *https://orcid.org/0000-0002-5528-0690*

Lusia Manu : *https://orcid.org/0000-0001-6200-4451*

Daftar Pustaka

Abdullah, A., Rauf, A., & Asbar, A. (2019). Kriteria kelimpahan bambu laut (*Isis hippuris*) di perairan Konawe Sulawesi Tenggara. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian, 5*(1), 63–69. https://doi.org/10.26858/jptp.v5i1.8196

Asuhadi, S., Astuti, O., Rahmadani, & Amir, A. B. (2020). Wakatobi sea bamboo, teknologi restorasi bambu laut multi lokasi. *Jurnal Bahari Papadak, 1*(2), 80–88.

Ban, N. C., Yulianto, I., Kleiber, D., Mangubhai, S., & Adhuri, D. S. (2024). The rapid expansion of Indonesia's marine protected area requires improvement in management effectiveness. *Ocean & Coastal Management, 258*, 107411. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2024.107411

Burke, L., Reytar, K., Spalding, M., & Perry, A. (2012). *Reefs at risk revisited in the Coral Triangle*. World Resources Institute.

Cencic, R., & Pelletier, J. (2016). Hippuristanol — A potent steroid inhibitor of eukaryotic initiation factor 4A. *Translation, 4*(1), e1137381. https://doi.org/10.1080/21690731.2015.1137381

English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). *Survey manual for tropical marine resources* (2nd ed.). Australian Institute of Marine Science.

Fabricius, K., & Alderslade, P. (2001). *Soft corals and sea fans: A comprehensive guide to the taxa and genera of the order Alcyonacea of the Central West Pacific*. Australian Institute of Marine Science.

Hadi, T. A., Abrar, M., Giyanto, Prayudha, B., Johan, O., Budiyanto, A., & Suharsono. (2018). *Status terumbu karang Indonesia 2018*. Pusat Penelitian Oseanografi — LIPI.

Hoegh-Guldberg, O., Poloczanska, E. S., Skirving, W., & Dove, S. (2017). Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Frontiers in Marine Science, 4*, 158. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00158

Huang, Y.-Q., Chen, P.-J., Yang, S.-N., & Chien, S.-Y. (2022). 17,20-Epoxysteroids from octocoral *Isis hippuris* (Linnaeus, 1758). *Tetrahedron Letters, 108*, 154142. https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2022.154142

Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature, 556*(7702), 492–496. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2

Manuputty, A. E. W. (2008). *Isis hippuris*, Linnaeus, 1758, oktokoral penghasil anti virus. *Oseana, 33*(1), 19–24.

McFadden, C. S., van Ofwegen, L. P., & Quattrini, A. M. (2022). Revisionary systematics of Octocorallia (Cnidaria: Anthozoa) guided by phylogenomics. *Bulletin of the Society of Systematic Biologists, 1*(3), 8735. https://doi.org/10.18061/bssb.v1i3.8735

Muliadin, Dewanto, D. K., Wahyudi, D., Tanod, W. A., Riyadi, P. H., & Muhsoni, F. F. (2022). Skrining komponen bioaktif ekstrak bambu laut (*Isis hippuris*) dari perairan Sulawesi Tengah. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan, 5*(1), 1–9. https://doi.org/10.15578/jkpt.v5i1.10596

Nurhayati, Haya, L. O. M., & Palupi, R. D. (2020). Potensi karang lunak di perairan Desa Buton Kabupaten Morowali. *Sapa Laut, 5*(1), 77–87.

Reo, A. R., Berhimpon, S., & Montolalu, R. (2017). Secondary metabolite of gorgonia, *Paramuricea clavata*. *Jurnal Ilmiah PLATAX, 5*(1), 84–92. https://doi.org/10.35800/jip.5.1.2017.14971

Rowley, S. J. (2018a). Acclimatory capacity of the gorgonian *Isis hippuris* Linnaeus, 1758 to environmental change in SE Sulawesi, Indonesia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 500*, 73–88. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2017.12.012

Rowley, S. J. (2018b). Environmental gradients structure gorgonian assemblages on coral reefs in SE Sulawesi, Indonesia. *Coral Reefs, 37*(2), 609–630. https://doi.org/10.1007/s00338-018-1685-y

Rowley, S. J., Pochon, X., & Watling, L. (2015). Environmental influences on the Indo–Pacific octocoral *Isis hippuris* Linnaeus 1758 (Alcyonacea: Isididae): Genetic fixation or phenotypic plasticity? *PeerJ, 3*, e1128. https://doi.org/10.7717/peerj.1128

Sánchez, J. A., Dueñas, L. F., Rowley, S. J., Gonzalez-Zapata, F. L., Vergara, D. C., Montaño-Salazar, S. M., Calixto-Botía, I., Gómez, C. E., Abeytia, R., Colin, P. L., Cordeiro, R. T. S., & Pérez, C. D. (2019). Gorgonian corals. In Y. Loya, K. A. Puglise, & T. C. L. Bridge (Eds.), *Mesophotic coral ecosystems* (pp. 729–747). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92735-0_39

Sheu, J.-H., Huang, L.-F., Chen, S.-P., Yang, Y.-L., Sung, P.-J., Wang, G.-H., Su, J.-H., Chao, C.-H., Hu, W.-P., & Wang, J.-J. (2003). Hippuristerones E–I, new polyoxygenated steroids from the gorgonian coral *Isis hippuris*. *Journal of Natural Products, 66*(7), 917–921. https://doi.org/10.1021/np020602r

Sheu, J.-H., Hung, K.-C., Wang, G.-H., & Duh, C.-Y. (2000). New cytotoxic sesquiterpenes from the gorgonian *Isis hippuris*. *Journal of Natural Products, 63*(12), 1603–1607. https://doi.org/10.1021/np000271n

Tanod, W. A., Muliadin, Dewanto, D. K., & Riyadi, P. H. (2021). Characterization of antioxidant compounds from Celebes sea bamboo extracts (*Isis hippuris*) using GC-MS. *Jurnal Perikanan dan Kelautan, 13*(1), 12–21. https://doi.org/10.33512/jpk.v13i1.21027

Turak, E., & DeVantier, L. (2003). *Corals and coral communities of Bunaken National Park and nearby reefs, North Sulawesi, Indonesia: Rapid ecological assessment of biodiversity and status*. International Ocean Institute.