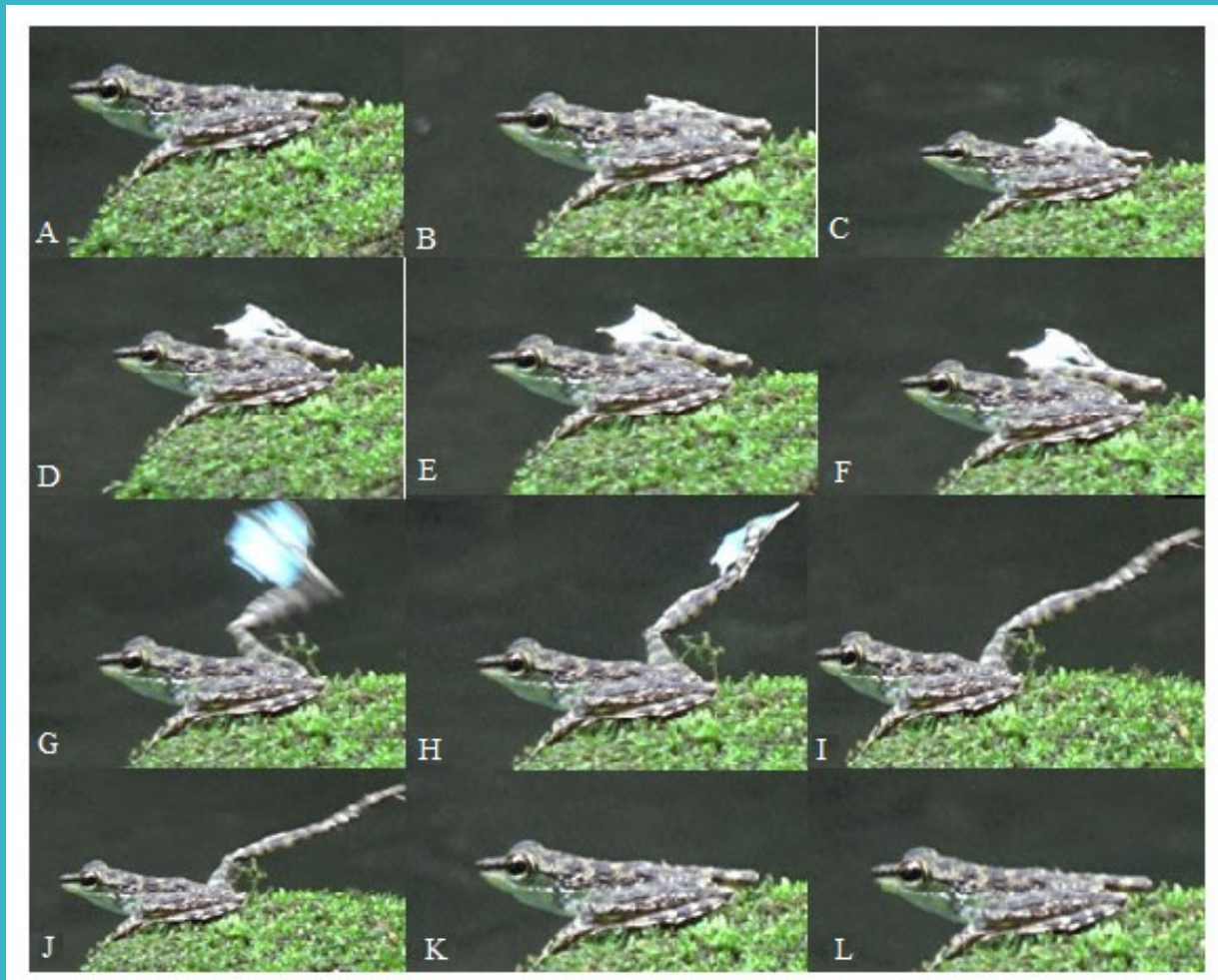


Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati



BERITA BIOLOGI

Vol. 19 No. 3B Desember 2020

Terakreditasi Berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Penguatan Riset dan
Pengembangan, Kemenristekdikti RI
No. 21/E/KPT/2018

Tim Redaksi (*Editorial Team*)

Andria Agusta (Pemimpin Redaksi, *Editor in Chief*)
(Kimia Bahan Alam, Pusat Penelitian Kimia - LIPI)

Kusumadewi Sri Yulita (Redaksi Pelaksana, *Managing Editor*)
(Sistematika Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gono Semiadi
(Mammalogi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Atit Kanti
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Siti Sundari
(Ekologi Lingkungan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Arif Nurkanto
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Kartika Dewi
(Taksonomi Nematoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dwi Setyo Rini
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Desain dan Layout (*Design and Layout*)

Liana Astuti

Kesekretariatan (*Secretary*)

Nira Ariasari, Budiarjo

Alamat (*Address*)

Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Kompleks Cibinong Science Center (CSC-LIPI)
Jalan Raya Jakarta-Bogor KM 46,
Cibinong 16911, Bogor-Indonesia
Telepon (021) 8765066 - 8765067
Faksimili (021) 8765059
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id
jurnalberitabiologi@gmail.com

Keterangan foto cover depan: *Sequence* gerakan yang ditunjukkan selama *foot-flagging* pada katak jantan (*S. gutattus*); (A) saat istirahat; (B) angkat kaki; (C-F) ekstensi kaki parsial; (G-J) ekstensi kaki penuh; (K-L) istirahat, sesuai dengan halaman 385

(Notes of cover picture): (*Sequence of movements shown during foot-flagging in male frogs (S. gutattus); (A) at rest; (B) leg lift; (C-F) partial leg extension; (G-J) full leg extension; (K-L) rest*), as in page 385)



LIPI

Berita Biologi

Jurnal Ilmu-ilmu Hayati

P-ISSN 0126-1754
E-ISSN 2337-8751
Terakreditasi Peringkat 2
21/E/KPT/2018
Volume 19 Nomor 3B, Desember 2020

Berita Biologi	Vol. 19	No. 3B	Hlm. 361 – 489	Bogor, Desember 2020	ISSN 0126-1754
----------------	---------	--------	----------------	----------------------	----------------

Pusat Penelitian Biologi - LIPI

Ucapan terima kasih kepada
Mitra Bebestari nomor ini
19(3B) – Desember 2020

Dr. Satya Nugroho
(Biologi Molekuler/Rekayasa Genetika Tanaman, Pusat Penelitian Bioteknologi - LIPI)

Dr. Surono, S.P., M.Agr.
(Microbial Ecology/Dark septate endophytic fungi, Balai Penelitian Tanah - Badan Litbang
Pertanian)

Dr. Mirza Dikari Kusri, M.Si.
(Herpetologi, Ekologi Satwaliar, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor)

Prof. Dr. Dewi Malia Prawiradilaga
(Ekologi Burung, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Mohammad Irham M.Sc.
(Ekologi & Taksonomi Burung, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Adi Santoso
(Bioteknologi, Pusat Penelitian Bioteknologi - LIPI)

Ir. Endang Purwaningsih
(Taksonomi Nematode pada vertebrata liar, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Gloria Animalesto S.Si.
(Taksonomi Trematoda pada vertebrata liar, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Arif Nurkanto, M.Si.
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Bambang Sunarko
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr.rer.nat.Dwi Setyo Rini M.Si.
(Biologi Molekuler Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Novik Nurhidayat
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Achmad Dinoto M.Sc.
(Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Prof. Dr. Mulyadi
(Biosistematika Copepoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

Dr. Conni Margaretha Sidabalok M. App. Sc.
(Biosistematika Isopoda, Pusat Penelitian Biologi - LIPI)

FLUKTUASI KEPADATAN MEGABENTOS DI PERAIRAN KENDARI, SULAWESI TENGGARA

[Density Fluctuation of Megabenthic Fauna in Kendari Waters, South-East Sulawesi]

Ucu Yanu Arbi ^{1✉}, Paiga Hanurin Sawonua ² dan Hendrik A.W. Cappenberg ¹

¹ Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta Utara, Indonesia

² Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia
email: uyanua@gmail.com

ABSTRACT

Coral reef is an ecosystem which provides suitable habitats for groups of biota that has important ecological and economic values which can be used as bio-indicators to assess the health of the environment. Research on megabenthic fauna in Kendari waters and its surroundings, Southeast Sulawesi was carried out at nine permanent stations in 2015 to 2018. The data was collected using the Benthos Belt Transect method that modified from the Belt Transect method on 8 types or groups of megabenthos in these waters. The purpose of this study was to determine the density fluctuation of megabenthic fauna over the years. The mean density of individuals found at each station during the study did not differ significantly. The Kruskal-Wallis test on density of megabenthic fauna during this period of times did not show a significant difference ($H = 28.511 > df 7 = 14.067$). *Drupella* spp. was the group species of megabenthic fauna with the highest density each year (1,079-1,738 ind/ha), while lobster was the group species of megabenthic fauna with the lowest density each year (0 - 39.7 ind/ha). The crown of thorns starfish *Acanthaster planci* had the highest fluctuation where density increased from 28.3 to 71.4 ind/ha.

Keywords: Density, Fluctuation, Kendari Waters, Megabenthic Fauna

ABSTRAK

Terumbu karang ekosistem yang menyediakan habitat bagi banyak kelompok biota yang bernilai ekologis dan ekonomis penting yang dapat dijadikan bio-indikator untuk menilai kesehatan lingkungan tersebut. Penelitian tentang megabentos di perairan terumbu karang Kendari dan sekitarnya, Sulawesi Tenggara dilakukan pada sembilan stasiun permanen pada tahun 2015 – 2018. Metode pengambilan data adalah *Benthos Belt Transect* yang dimodifikasi dari *Belt Transect Method* pada 8 jenis atau kelompok jenis megabentos pada perairan tersebut. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fluktuasi kepadatan megabentos dari tahun ke tahun. Rata-rata kepadatan individu yang ditemukan di setiap stasiun selama penelitian tidak berbeda secara signifikan. Uji Kruskal-Wallis terhadap kepadatan megabentos selama kurun waktu tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($H = 28,511 > df 7 = 14,067$). Keong *Drupella* spp. adalah kelompok spesies megabentos yang memiliki kepadatan tertinggi (1.079-1.738 ind/ha) setiap tahun, sedangkan lobster adalah kelompok spesies megabentos yang memiliki kepadatan terendah (0 – 39,7 ind/ha). Bintang laut bermahkota duri *Acanthaster planci* memiliki fluktuasi paling tinggi, terjadi peningkatan kepadatan dari 28,3 ind/ha menjadi 71,4 ind/ha.

Kata Kunci: Fauna Megabentos, Fluktuasi, Kepadatan, Perairan Kendari

PENDAHULUAN

Ekosistem terbentuk oleh hubungan timbal balik yang tidak terpisahkan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekosistem terumbu karang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, dan merupakan habitat berbagai spesies biota bernilai ekologis dan ekonomis penting hidup di lingkungan ini, baik sementara maupun menetap, diantaranya adalah nekton, plankton, dan bentos. Bentos merupakan kumpulan organisme yang hidup di dasar/substrat perairan (di zona benthik). Kelompok ini mencakup semua biota yang tergabung dalam filum Mollusca, Echinodermata, Crustacea, dan Polychaeta. Bentos merupakan makanan bagi berbagai spesies ikan maupun organisme bentos lainnya dan sebagai pemangsa bakteri dan alga. Beberapa spesies dari kelompok bentos diketahui berpotensi sebagai indikator kesehatan lingkungan, karena menetap pada dasar suatu perairan, mempunyai siklus hidup yang relatif panjang dan

dengan segera merespon berbagai macam perubahan lingkungan perairan termasuk perubahan yang diakibatkan oleh polutan (bahan pencemar). Sebagai contoh, jika kepadatan bintang laut pemakan polip karang *Acanthaster planci* melebihi 2,00 ind/m², maka dikategorikan sebagai kondisi *outbreak*, dan lingkungan tidak sehat (Cumming, 2009). Contoh lain, tingginya kelimpahan bulu babi, terutama jenis *Diadema setosum* mengindikasikan kondisi ekosistem terumbu karang yang tidak sehat, dan sebaliknya (Vimono, 2007).

Taman Nasional Wakatobi dan Taman Wisata Laut Teluk Lasolo serta Kepulauan Padamarang di Sulawesi Tenggara merupakan pulau-pulau kecil lokasi utama sebaran terumbu karang. Selain itu, lokasi terumbu karang juga terdapat di wilayah pesisir perairan Kendari. Kondisi terumbu karang di bagian luar Teluk Kendari masuk dalam kategori cukup baik dengan rerata persentaseutupan karang hidup mulai 42,90 – 82,60%, yang terdiri dari 184

*Kontributor Utama

*Diterima: 14 Juli 2020 - Diperbaiki: 11 November 2020 - Disetujui: 29 Desember 2020

spesies karang batu dalam 15 famili (Siringoringo *et al.*, 2012). Namun, struktur komunitas ikan karang di wilayah tersebut dari segi keanekaragaman termasuk rendah (Edrus dan Hadi, 2020).

Kondisi perairan Teluk Kendari saat ini semakin memburuk akibat sedimentasi dari kegiatan pembangunan dan penambangan serta ramainya jalur pelayaran. Laju sedimentasi telah mencapai 110.113,5 m³/tahun atau 143.148 ton/tahun (Sudrajat, 2010). Laju sedimentasi yang terjadi telah mempengaruhi tutupan karang hidup dan kesehatannya. Nilai rekrutmen karang cenderung semakin menurun dengan meningkatnya laju sedimentasi. Jika sedimentasi di suatu perairan terlalu tinggi, maka dipastikan rekrutmen karang tidak akan terjadi (Subhan dan Afu, 2017). Menurut Palupi *et al.* (2012), secara umum rerata kelimpahan juvenil karang adalah 5,48 koloni/m². Nilai prevalensi penyakit karang rata-rata sebesar 13,85% (Cilly *et al.*, 2018). Secara umum biota karang yang mampu bertahan hidup dalam kondisi cukup sehat (skor 4) yang didukung dengan rata-rata jumlah zooxanthellae yang tidak begitu banyak yaitu 1,4 juta sel/cm² dengan kisaran yang lebar (250 ribu – 2,5 juta sel/cm²) (Palupi *et al.*, 2016).

Wulandari *et al.* (2020) menemukan adanya hubungan positif dan sangat kuat antara kelimpahan relatif karang hidup dan kepadatan megabentos di perairan Kendari ($r = 0.929$). Namun demikian, data tentang megabentos kaitannya dengan kondisi terumbu karang di lokasi ini masih terbatas. Sehingga sasaran penelitian ini adalah menyediakan data megabentos di perairan Kendari dan sekitarnya secara periodik untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi dan fluktuasi komunitas megabentos selama empat tahun (2015 – 2018). Data yang diperoleh diharapkan akan menjadi bahan untuk mendukung penilaian kesehatan terumbu karang di wilayah monitoring. Pada akhirnya kegiatan ini diharapkan dapat menjadi data dukung dalam pengambilan kebijakan oleh pihak berwenang dalam penentuan zonasi dan evaluasi wilayah konservasi demi terciptanya pelestarian ekosistem dan biota-biota yang berasosiasi di dalamnya.

BAHAN DAN CARA KERJA

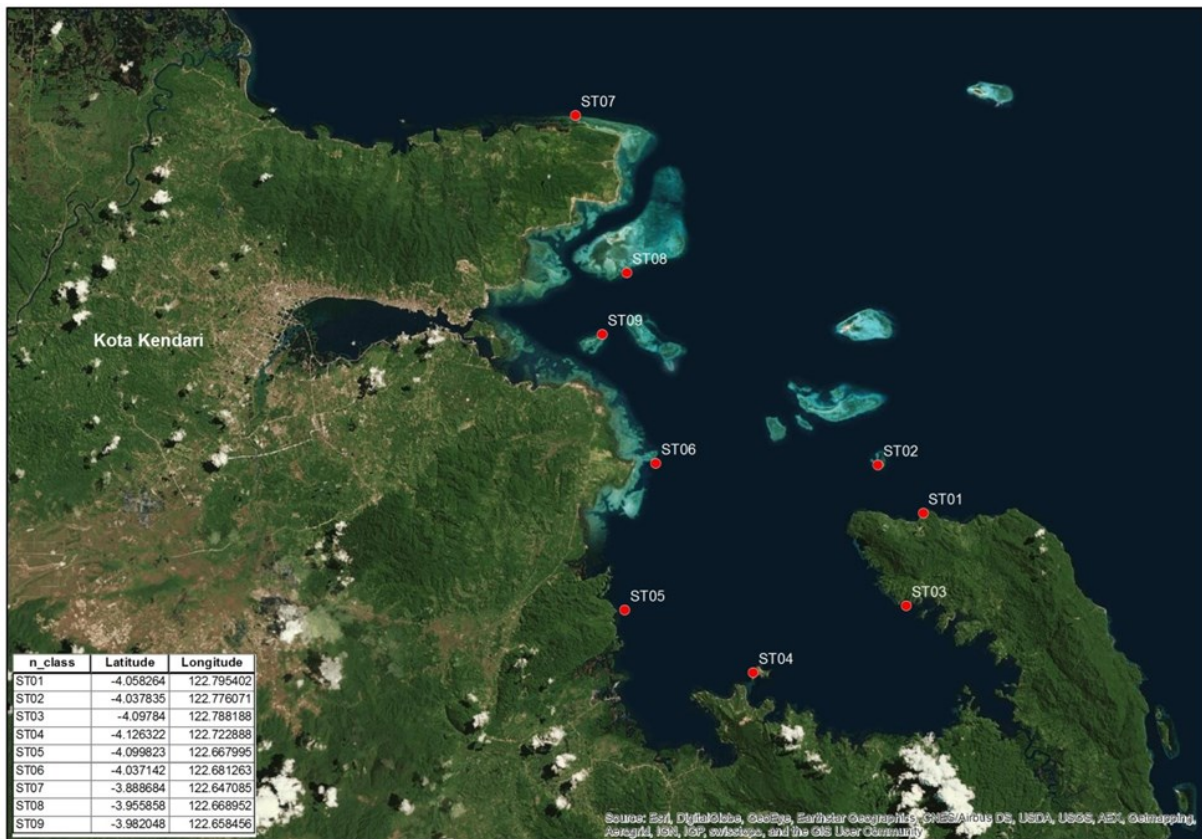
Waktu dan Lokasi Penelitian

Monitoring dilakukan secara kontinyu setiap tahun pada 2015 – 2018 sebagai salah satu upaya untuk mendapatkan data fluktuasi komunitas megabentos. Data hasil pemantauan setiap tahun ini dibutuhkan sebagai bahan evaluasi tentang kesehatan ekosistem terumbu karang di wilayah tersebut. Penentuan lokasi stasiun penelitian dilakukan melalui penggabungan dua pendekatan, yaitu berdasarkan informasi dari peta yang didapatkan dari Citra Satelit atau GoogleEarth dengan mempertimbangkan ada atau tidaknya terumbu karang yang ditampilkan dari peta. Pendekatan kedua adalah pengamatan langsung di lapangan sebelum melakukan pengamatan megabentos. Dari kombinasi dua pendekatan tersebut, ditentukan sembilan stasiun pengamatan dalam transek permanen pada ekosistem terumbu karang, yang terdiri dari lokasi-lokasi di daratan utama Kendari dan beberapa pulau kecil di sekitarnya (Gambar 1).

Pemilihan Megabentos untuk Monitoring

Kriteria megabentos yang dipilih sebagai target penelitian adalah biota yang memiliki nilai ekonomis dan nilai ekologis penting yang keberadaannya sangat berkaitan erat dengan kondisi kesehatan karang (Arbi dan Sihalo, 2017). Megabentos target monitoring terdiri dari delapan spesies atau kelompok spesies. Identifikasi terhadap spesies dan kelompok spesies merujuk pada Abbott and Dance (1990), Clark and Rowe (1971), Collin and Arneson (1995), Matsuura *et al.* (2000), serta Neira and Cantera (2005).

Spesies atau kelompok spesies megabentos target monitoring dari kelompok Echinodermata adalah bintang laut bermahkota duri (*Acanthaster planci*), Bintang laut biru (*Linckia laevigata*), Bulu Babi (Echinoidea), dan Teripang (Holothuroidea). Kelompok moluska terdiri dari kerang kima (*Tridacna* spp., *Hippopus* spp.), keong pemakan polip karang (*Drupella* spp.) dan keong trokha (*Trochus*, *Tectus* spp., *Rochia* spp.). Sedangkan dari kelompok krustasea adalah lobster (Paniluridae).



Gambar 1. Peta lokasi monitoring megabentos di perairan Kendari (Sumber: GoogleEarth) (*[Map of megabenthic fauna monitoring in Kendari waters (Source: GoogleEarth)]*)

Metode Pengambilan Data

Pengambilan data tutupan kategori bentuk dan substrat dasar dilakukan dengan metode UPT (*Underwater Photo Transect*) (Giyanto *et al.*, 2010; Giyanto, 2012a; 2012b) untuk mengetahui kondisi terumbu karang di masing-masing stasiun. Analisis foto dari metode UPT dilakukan menggunakan piranti lunak (*software*) *Coral Point Count for Exel* (CPCe) (Kohler and Gill, 2006). Kategori bentuk dan substrat dasar dibedakan menjadi: LC (*Live Coral* = karang batu hidup), DC (*Death Coral* = karang mati), DCA (*Death Coral with Algae* = karang mati yang ditumbuhi alga), SC (*Soft Coral* = karang lunak), SP (*Sponge* = spon), FS (*Fleshy Seaweeds* = alga), OT (*Other Fauna* = fauna non karang), R (*Rubble* = pecahan karang), S (*Sand* = pasir), SI (*Silt* = lumpur), dan RK (*Rock* =batu). Berdasar persentase tutupan karang hidup (LC), dapat ditentukan kondisi kondisi terumbu karang menurut COREMAP – CTI LIPI (Giyanto *et al* 2010), yaitu: Sangat Baik

(> 75%), Baik (50 – 74,9%), Cukup Baik (25 – 49,9%), dan Kurang Baik (< 24,9%).

Pengambilan data megabentos dilakukan dengan metode *Bentos Belt Transect* (BBT) dengan bantuan SCUBA diving (Arbi *et al.*, 2014; Arbi dan Sihalohe, 2017) (Gambar 2). Metode ini merupakan modifikasi dari metode *Belt Transect* (Hill and Wilkinson, 2004; Loya, 1978; Wilson and Green, 2009) yang dikombinasikan dengan metode *Reef Check Bentos* (Brower *et al.*, 1998; Hill and Loder, 2013; Hodgson and Liebler, 2002). Modifikasi dilakukan berdasarkan berbagai alasan teknis di lapangan, yaitu kemudahan untuk mempraktikkan, efisiensi waktu, akurasi data yang diperoleh, dan memungkinkan untuk bekerja sama dengan pengambilan data untuk bidang lain menggunakan metode yang serupa. Metode BBT dilakukan dengan cara menarik garis transek sejajar pantai sepanjang 70 m dengan lebar pengamatan kiri dan kanan masing-masing 1 m (luas = 140 m2) pada kedalaman

5 – 10 m. Semua spesimen megabentos terutama spesies dan kelompok spesies yang menjadi target penelitian yang ditemukan dalam transek dicatat nama spesies atau kelompok spesiesnya serta jumlah individunya.

Analisis Data

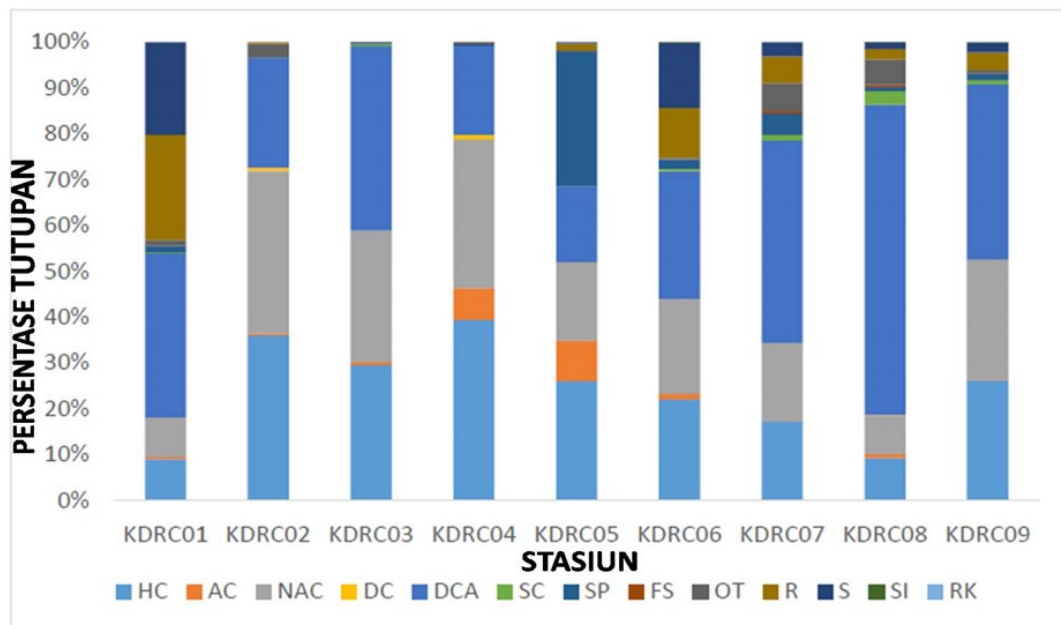
Analisis dilakukan terhadap kehadiran setiap spesies atau kelompok spesies megabentos beserta jumlah individunya, distribusi dan kepadatannya pada setiap stasiun, serta kepadatan setiap spesies atau kelompok spesies megabentos.

HASIL

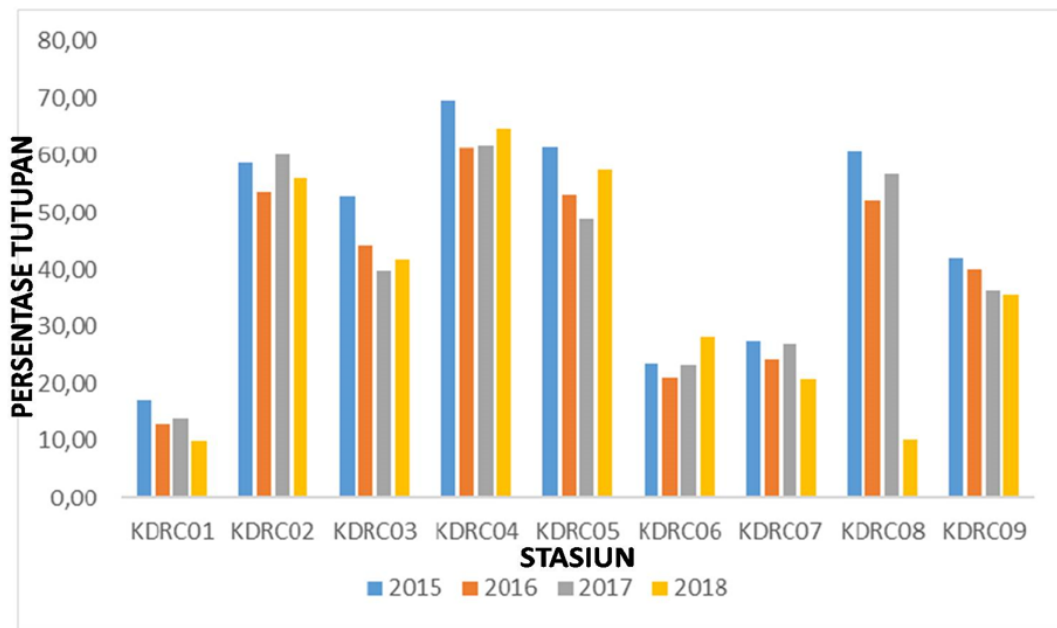
Kawasan pesisir Kendari memiliki ekosistem yang lengkap, yakni terumbu karang, padang lamun dan hutan mangrove. Secara umum kondisi ekosistem pesisir di kawasan tersebut masih relatif baik, namun di beberapa tempat di sekitar lokasi monitoring, masyarakat masih melakukan penangkapan ikan dengan menggunakan bom. Terumbu karang yang tersebar memiliki tipe terumbu tepi (*fringing reef*) dan gosong karang (*patch reef*). Definisi kondisi terumbu karang secara temporal adalah perubahan tutupan karang hidup dan

bentik pada lokasi yang sama dalam kurun waktu tertentu. Secara umum, dari hasil pengamatan persentase tutupan kategori bentik dan substrat dasar tahun 2018 pada keseluruhan stasiun didominasi oleh tutupan karang hidup (LC) dengan rerata tutupan 36,10%, diikuti oleh tutupan karang mati dengan alga (DCA) yaitu 46,63% (Gambar 2).

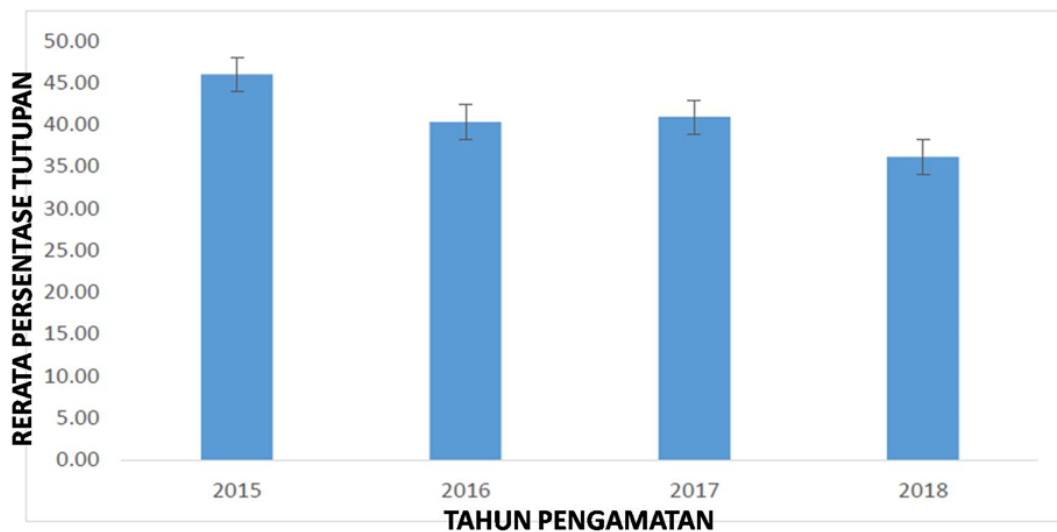
Tutupan karang hidup pada setiap stasiun menunjukkan angka yang bervariasi berkisar antara 9,93 – 64,87%, dengan rerata 36,10% (Gambar 3). Kondisi kesehatan terumbu karang Kendari pada tahun 2018 tidak jauh berbeda dari tahun sebelumnya, pada umumnya dalam kondisi cukup baik, kecuali Stasiun KDRC08 yang mengalami penurunan hingga 46,6%, akibat ledakan populasi bintang laut bermahkota duri *Acanthaster planci* dengan populasi hingga 82 ind/100 m². Nilai rata-rata tutupan karang hidup di perairan sebesar 36,10% pada tahun 2018, sehingga masuk dalam kategori cukup baik. Dibanding tahun 2015, 2016 dan 2017, tutupan karang hidup mengalami penurunan pada tahun 2018 (Gambar 4) yang kemungkinan akibat sedimentasi. Sedimentasi berasal dari *run-off* yang ada di kawasan Teluk Kendari, yang diperparah oleh hujan deras yang



Gambar 2. Persentase tutupan kategori bentik dan substrat dasar pada masing-masing stasiun di perairan Kendari tahun 2018 (*Percent cover of benthic category and substrate of each station in Kendari water in 2018*) (KDRC = Stasiun Kendari Coral; HC = Hard Coral, AC = Acropora, NAC = Non Acropora, DC = Death Coral, DCA = Death Coral Algae, SC = Soft Coral, SP = Sponges, FS = Foliose, OT = Other, R = Rubble, S = Sand, SI = Silt, RK = Rock)



Gambar 3. Persentase tutupan karang hidup pada masing-masing stasiun di perairan Kendari pada tahun 2015 – 2018 (*Percent cover of live coral of each station in Kendari waters in 2015 to 2018*) (KDRC = Stasiun Kendari Coral)



Gambar 4. Rerata persentase tutupan karang hidup di perairan Kendari pada tahun 2015 – 2018 (*Everage of percentage of live coral cover in Kendari waters in 2015 to 2018*)

terjadi sebelum pengamatan. Aktivitas pembangunan di area pesisir, wisata massal, dan penangkapan ikan menggunakan bom juga ikut berperan dalam terjadinya perubahan lingkungan pesisir.

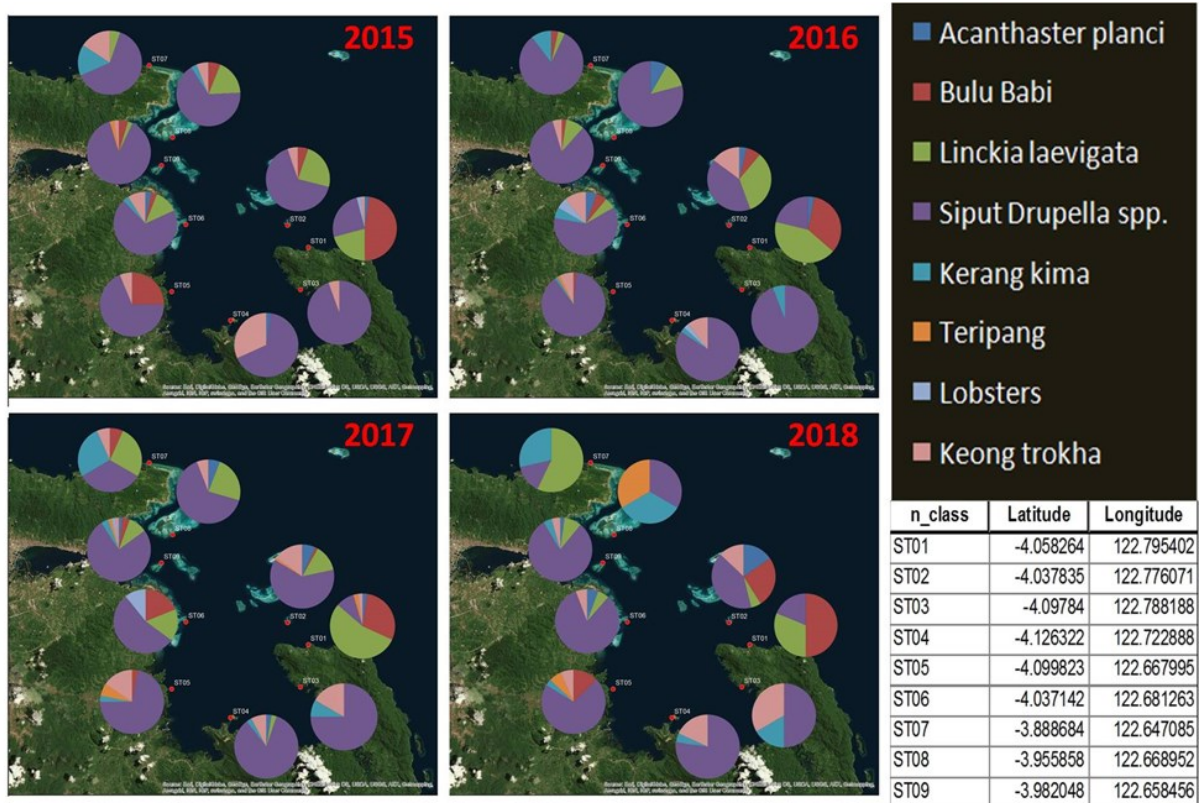
Fluktuasi Megabentos

Hasil pengamatan dari tahun 2015 – 2018 menunjukkan bahwa komposisi kehadiran spesies atau kelompok spesies megabentos target monitoring pada tahun 2018 tidak memiliki perbedaan yang berarti (mencolok) dengan hasil pengamatan tahun 2015, 2016 dan 2017 (Gambar 5). Namun demikian, terlihat bahwa keong pemakan polip karang *Drupella* spp. secara konsisten selalu mendominasi pada setiap tahun pengamatan.

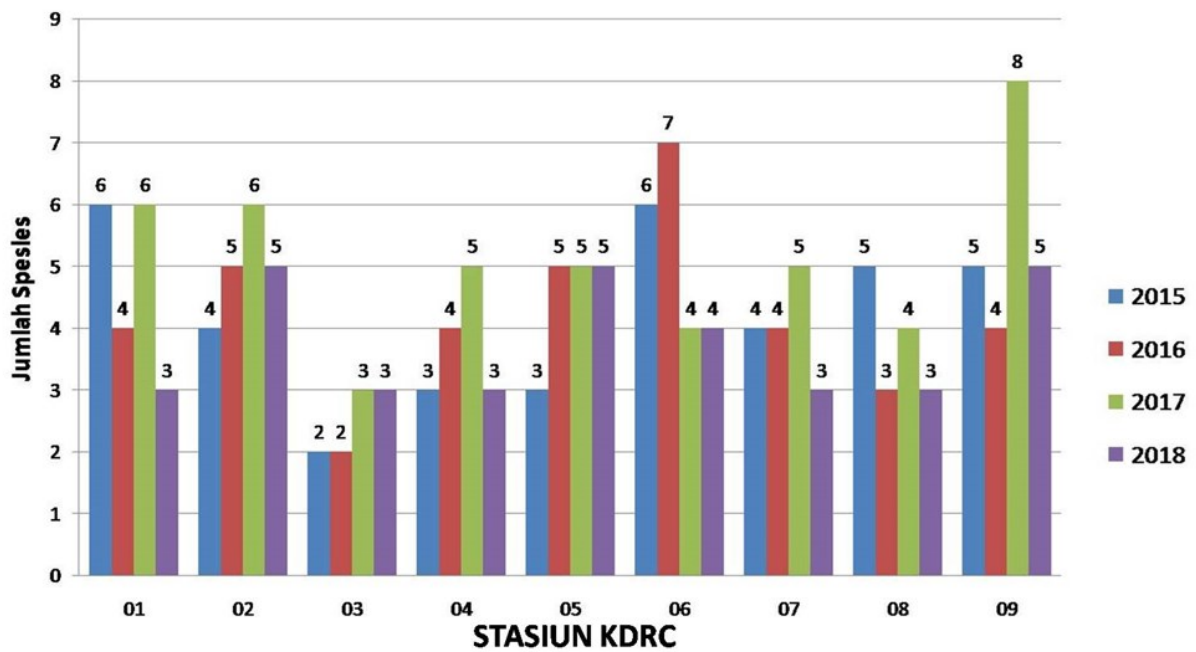
Fluktuasi kehadiran megabentos antara tahun 2015 – 2018 yang cukup menonjol secara visual

hanya terlihat pada Stasiun KDRC01, KDRC04, KDRC07 dan KDRC09 (Gambar 6).

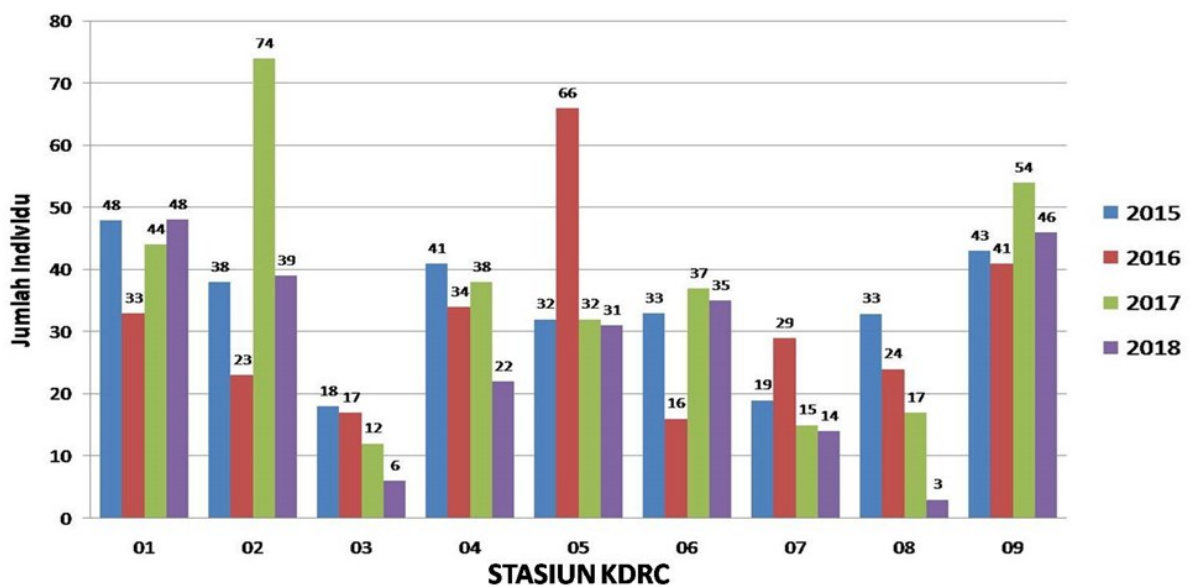
Kehadiran individu megabentos pada setiap stasiun memperlihatkan dinamika yang tinggi, dimana ada spesies yang terus mengalami peningkatan jumlah, namun ada juga yang mengalami penurunan individu selama empat tahun pengamatan pada 2015 – 2018. Variasi jumlah individu megabentos antar tahun pengamatan yang paling mencolok terdapat pada Stasiun KDRC02, sedangkan pada stasiun lainnya variasi jumlah individu umumnya kecil atau rendah (Gambar 7). Besarnya perbedaan jumlah individu pada Stasiun KDRC02 pada tahun 2018 dipengaruhi oleh kehadiran keong pemakan polip karang *Drupella* spp. yang ditemukan dalam lebih sedikit jumlah individunya dibanding hasil pengamatan tahun 2017 (Gambar 7). Hal yang sama juga terjadi pada tahun 2016 – 2018, dimana terjadi penurunan



Gambar 5. Komposisi kehadiran megabentos di perairan Kendari pada tahun 2015 – 2018 (*Composition of megabenthos presence in Kendari waters in 2015 to 2018*)



Gambar 6. Kehadiran jumlah spesies megabentos di setiap stasiun pada tahun 2015 – 2018 (*Presence of species number of megabenthos at each station in 2015 to 2018*)



Gambar 7. Kehadiran jumlah individu megabentos di setiap stasiun pada tahun 2015 – 2018 (*Presence of individual number of megabenthos at each station in 2015 to 2018*)

Tabel 1. Kepadatan megabentos (ind/m²) di perairan Kendari pada tahun 2015 – 2018 (*Density of megabenthos (ind/m²) in Kendari waters in 2015 to 2018*)

No.	Megabenthos	Year of Observation			
		2015	2016	2017	2018
1	Bintang laut bermahkota duri <i>Acanthaster planci</i>	23.8	39.7	71.4	71.4
2	Bulu babi	302	135	198	302
3	Bintang laut biru <i>Linckia laevigata</i>	246	254	429	246
4	Keong pemakan polip karang <i>Drupella</i> spp.	1571	1738	1516	1079
5	Kerang kima	39.7	55.6	71.4	79.4
6	Teripang	7.94	7.94	39.7	23.8
7	Lobsters	7.94	15.9	39.7	0
8	Keong trokha	222	135	198	135

jumlah individu yang cukup besar pada Stasiun KDRC05 yang dipengaruhi oleh kehadiran keong pemakan polip karang *Drupella* spp., lebih sedikit jumlah individunya pada tahun 2017 dan 2018 dibanding hasil pengamatan tahun 2016 (Gambar 7).

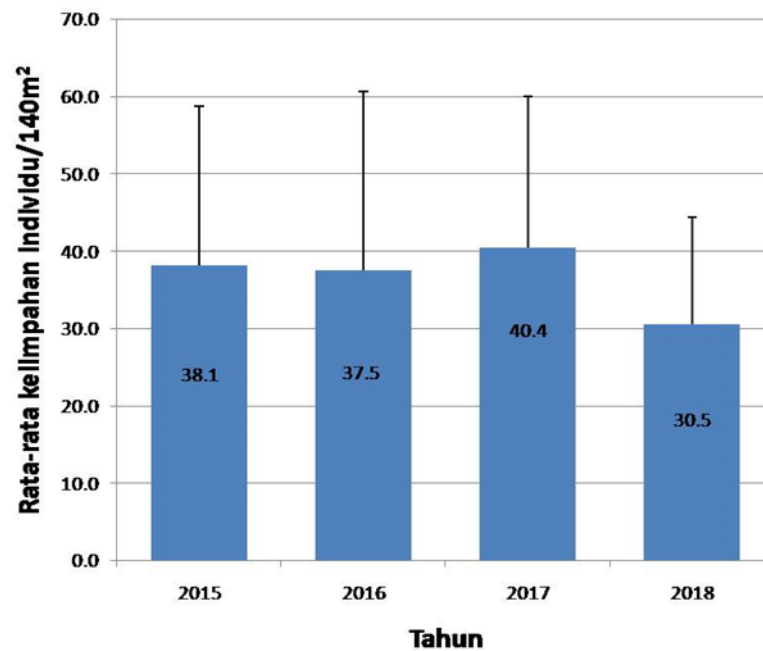
Rata-rata kepadatan individu megabentos yang ditemukan pada tahun 2015-2018 tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok (Tabel 1). Selama empat tahun keong pemakan polip karang *Drupella* spp. menunjukkan rata-rata kepadatan tertinggi dibandingkan dengan megabentos lainnya. Dilihat dari kepadatan megabentos pada masing-masing stasiun, terlihat bahwa kepadatan keong pemakan polip karang *Drupella* spp. selalu tinggi setiap tahun. Namun masih lebih kecil dari 2,00 ind/m² atau 20.000 ind/ha (antara 1.000 – 1.800 ind/ha). Kepadatan populasi bulu babi cukup tinggi (ratarata antara 150 – 300 ind/ha), terutama pada tahun 2015 dan 2018 (302 ind/ha). Keadaan mencolok terlihat pada bintang laut bermahkota duri *Acanthaster planci* yang mengalami lonjakan populasi hingga lebih dari tiga kali lipat, dari 23,8 ind/ha (tahun 2015) menjadi 71,4 ind/ha (tahun 2017 dan 2018). Kepadatan yang cukup tinggi (pada kisaran 240 – 260 ind/ha) juga teramati pada bintang laut biru *Linckia laevigata*. Secara umum kepadatan kelompok spesies megabentos yang memiliki nilai ekonomis lainnya rendah yang mengindikasikan adanya eksploitasi oleh masyarakat. Kepadatan kerang kima berkisar antara

30 – 80 ind/ha, teripang antara 5 – 40 ind/ha, dan lobster antara 0 – 40 ind/ha. Kepadatan keong trokha merupakan yang tertinggi dibanding megabentos ekonomis penting lainnya, yaitu berkisar antara 135 – 222 ind/ha. Dibandingkan dengan hasil penelitian di perairan Ternate, hasil menunjukkan bahwa kekayaan fauna Echinodermata (terutama Holothuroidea) tergolong miskin karena adanya eksploitasi oleh masyarakat setempat (Yusron dan Susetiono, 2010).

Walaupun ada kehadiran individu yang tidak merata antar spesies atau kelompok spesies, namun kepadatan rata-rata individu megabentos yang ditemukan pada tahun 2015 – 2018 di setiap stasiun monitoring tidak berbeda secara signifikan (Gambar 8). Uji Kruskal-Wallis terhadap kepadatan megabentos selama kurun waktu tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan, dimana F Hitung ($H = 28,51105$) lebih besar dari F Tabel ($df 7 = 14,067$).

PEMBAHASAN

Perubahan komposisi spesies atau kelompok spesies megabentos antar tahun pengamatan, hanya terjadi pada kelompok megabentos yang memiliki nilai ekonomis penting (lobster), lobster tidak ditemukan pada tahun 2018. Cara hidup lobster yang selalu bersembunyi dalam lubang-lubang karang serta bersifat nokturnal memungkinkan spesies ini tidak terlihat saat berlangsungnya monitoring, atau karena telah tertangkap oleh penduduk setempat. Spesies ini selalu menjadi



Gambar 8. Rerata kepadatan megabentos di perairan Kendari pada tahun 2015 – 2018 (*Average density of megabenthos in Kendari water in 2015 to 2018*)

target penangkapan karena dagingnya yang lezat dan memiliki harga jual yang cukup tinggi.

Perbedaan jumlah spesies antar stasiun tersebut umumnya dipengaruhi oleh hadir tidaknya spesies megabentos yang memiliki sifat bergerak aktif (*mobile*) seperti bulu babi, bintang laut bermahkota duri *Acanthaster planci*, teripang, keong trokha dan lobster. Kelima spesies tersebut bersifat nokturnal, mampu bergerak aktif di malam hari untuk mencari makanan pada ratahan terumbu karang, sehingga mudah ditemukan di dalam maupun di luar transek. Sedangkan kelompok spesies megabentos yang bersifat sesil (menempel) pada substrat seperti kima dengan mudah ditemukan pada stasiun yang sama dalam jumlah individu yang relatif sama dengan hasil monitoring sebelumnya. Sedangkan pada spesies atau kelompok spesies megabentos yang memiliki pergerakan lambat, bahkan relatif diam seperti bintang laut biru *Linckia laevigata* dan keong pemakan polip karang *Drupella* spp., ditemukan pada setiap stasiun dengan jumlah individu yang variatif antara tahun pengamatan 2015 – 2018. Secara umum, keberadaan fauna megabentos tersebut mencerminkan bahwa kondisi ekosistem

terumbu karang pada setiap stasiun masih baik sebagai tempat untuk hidup dan berkembang biak.

Jika kepadatannya melebihi 20.000 ind/ha, maka dikategorikan sebagai kondisi *outbreak* (Cumming, 2009). *Drupella* spp. juga diketahui memiliki kaitan dengan prevalensi penyakit BBD (*Brown Band Disease*), yaitu luka bekas makan *Drupella* spp. pada koloni karang (Nicolet *et al.*, 2013; Onton *et al.*, 2011). Penyakit BBD akan mudah menyerang karang pada koloni-koloni yang telah mengalami luka, termasuk luka bekas makan *Drupella* spp.

Ketidak-hadiran predator alami seperti lobster, kepiting, triggerfish, serta kondisi substrat perairan yang terdiri atas patahan karang yang ditumbuhi alga sebagai pakannya telah memberikan perlindungan dan kesempatan bagi bulu babi untuk berkembang biak dengan baik. Kelimpahan bulu babi mengindikasikan kondisi karang yang tidak sehat, dan sebaliknya (Vimono, 2007). Bulu babi, terutama jenis *Diadema setosum*, merupakan *grazer* (*algae feeder*), yaitu pemakan alga yang tumbuh pada karang yang telah mati. Kehadiran bulu babi berperan dalam membersihkan alga di substrat ekosistem terumbu karang, pertumbuhan alga dapat

dikontrol sehingga kesempatan karang untuk melakukan pemulihan (*recruitment*) lebih tinggi. Pada lokasi terumbu karang rusak yang tidak dihuni oleh bulu babi, umumnya banyak ditumbuhi alga. Menurut Purwandatama *et al.* (2014), bulu babi merupakan spesies kunci (*keystone species*) bagi ekosistem terumbu karang. Menurunnya populasi bulu babi diduga akan menyebabkan ancaman kematian terumbu karang akibat peningkatan populasi makroalga dengan drastis sehingga makrolaga akan menutupi terumbu karang.

Acanthaster planci ini biasanya dijumpai dalam kepadatan yang sangat rendah, sekitar 1 ind/ha (Birkeland and Lucas, 1990). Pada kepadatan yang rendah (< 15 ind/ha), *A. planci* tidak merupakan ancaman bagi terumbu karang (Moran and De'Ath, 1992), justru memberi ruang bagi fauna lain untuk berkembang di sela-sela pertumbuhan karang hidup. Sebaliknya, jika populasi lebih besar dari 15 ind/ha (ledakan populasi 'outbreak'), maka pemangsaan pada karang meluas dan berpotensi mengakibatkan kematian karang dalam area yang luas (Bos *et al.*, 2013). Hasil pengamatan menunjukkan kepadatannya jauh melampaui nilai 15 ind/ha (berkisar antara 23 – 72 ind/ha), sehingga populasi *A. planci* di perairan tersebut perlu diwaspadai. Perhatian lebih khusus perlu diberikan pada Stasiun KDRC02 yang terletak di Pulau Hari. Selama dua tahun terakhir pengamatan kepadatan populasi *A. planci* pada stasiun tersebut mencapai 50 ind/ha, maka ledakan populasi *A. planci* di perairan sekitar stasiun tersebut perlu diwaspadai. Ledakan populasi *A. planci* benar-benar telah terjadi pada tahun 2017 di sekitar Stasiun KDRC08 di dekat Pulau Bokori. Meskipun kepadatan ini tidak dimasukkan kedalam data monitoring karena lokasinya berada di luar transek permanen, namun perlu menjadi catatan. Dari hasil pengamatan didapatkan lebih dari 100 ind/10m² *A. planci*. Sebagai gambaran, kepadatan 162 ind/ha dalam waktu setahun telah menyebabkan kematian karang hingga 55% di Bootless Bay, Papua New Guinea (Pratchett *et al.*, 2009). Selain itu, *A. planci* dapat dengan cepat meluas ke seluruh sistem terumbu karang di perairan tersebut dengan adanya migrasi individu dalam mencari makanan yang memiliki

laju pergerakan rata-rata (*locomotion rate*) 35,3 cm/menit dengan arah yang tetap (Mueller *et al.*, 2011). Di sisi lain, keong triton (*Charonia tritonis*) sebagai predator alami *A. planci* tidak ditemukan di lokasi monitoring pada tahun 2015 – 2018. Ketiadaan biota predator merupakan kemungkinan lain penyebab ledakan populasi *A. planci* (Fabricius *et al.*, 2010).

Sekalipun *Linckia laevigata* dewasa adalah biota yang hidupnya relatif menetap, namun memiliki masa hidup pelagis sebagai larva yang cukup lama (sekitar 22 hari sebelum metamorfosis) (Crandall *et al.*, 2014), yang memungkinkannya menyebar pada area yang cukup luas. Menurut Lane *et al.* (2000) *L. laevigata* tersebar luas di Laut Cina Selatan pada kedalaman 0 – 60 m. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *L. laevigata* mampu mengurangi laju rekolonisasi pada karang yang diserang oleh *A. Planci* (Caballes and Prachett, 2014; Cowan *et al.*, 2020). Pada karang yang tidak mengalami serangan *A. planci*, *L. laevigata* biasanya hidup terbatas pada alga yang menutupi bagian atas karang dan pada patahan karang. Namun pada karang yang pernah diserang oleh *A. planci*, penyebaran *L. laevigata* menjadi lebih meluas. Selain itu, regenerasi karang lebih lambat pada habitat yang terdapat populasi *L. laevigata* dibanding pada karang yang tidak terdapat populasi *L. laevigata* (Laxton, 1974). Diduga pemangsaan alga (*grazing*) yang dilakukan oleh *L. laevigata* turut menghancurkan koloni koral muda dan larva yang baru mengendap sehingga menurunkan laju regenerasi karang.

Dari uji Kruskal-Walis diketahui bahwa H0 diterima, dan tidak ada pengaruh signifikan kondisi terumbu karang terhadap hasil pengamatan pada tahun 2015 – 2018. Hal ini mencerminkan bahwa kondisi terumbu karang di setiap stasiun monitoring cukup sehat sehingga mampu mendukung keberadaan setiap spesies megabentos.

Pada tahun 2017, kepadatan *Drupella* spp. di Stasiun KDRC02 memiliki nilai yang sangat mencolok dibanding tahun pengamatan lainnya. Hal serupa juga terjadi di Stasiun KDRC05 pada tahun 2016, *Drupella* spp. juga dicatat memiliki kepadatan individu yang mencolok dibandingkan spesies atau kelompok spesies megabentos lainnya.

Tingginya perbedaan kepadatan individu hanya terlihat pada stasiun KDRC02 dan KDRC05, yang dipengaruhi oleh kehadiran keong pemakan polip karang *Drupella* spp. Sedangkan fluktuasi kepadatan individu megabentos pada stasiun KDRC03, KDRC07 dan KDRC08 dari tahun pengamatan 2015-2018 cenderung menurun. Secara umum rendahnya nilai kepadatan individu megabentos pada stasiun-stasiun tersebut dipengaruhi oleh rendahnya kepadatan individu *Drupella* spp. Sementara itu, kepadatan individu *A. plancii*, bulu babi, dan *L. laevigata* selama pengamatan (tahun 2015 – 2018) cukup variatif. Nilai kepadatan individu megabentos yang fluktuatif antara tahun pengamatan diduga dipengaruhi oleh ketersediaan sumber pakan dan siklus hidup biota tersebut. Sedangkan rendahnya kepadatan individu teripang, lobster kima dan keong trokha yang memiliki nilai ekonomis penting pada setiap stasiun, umumnya dipengaruhi oleh aktifitas manusia yang cukup tinggi dalam memanfaatkan sumberdaya alam tersebut.

Hasil penelitian ini menunjukkan pola yang identik, Dibanding penelitian sejenis yang dilakukan di perairan Ternate, Maluku Tenggara, dimana *Drupella* spp. merupakan kelompok spesies megabentos yang paling melimpah, mendominasi dan memiliki sebaran paling merata (Arbi *et al.*, 2020). Kedua lokasi tersebut memiliki karakter habitat yang hampir sama, memiliki terumbu karang yang tersebar di sekitar pulau besar dan pulau kecil, serta terletak di sekitar kota besar sehingga memiliki tekanan lingkungan yang sama. Secara geografis, kedua lokasi tersebut mendapat pengaruh massa air dari Samudera Pasifik yang bergerak menuju perairan Indonesia dalam sistem Arlindo melalui Laut Maluku menuju Laut Banda memungkinkan kedua lokasi tersebut memiliki komposisi biota yang mirip.

Keberadaan setiap spesies megabentos erat kaitannya dengan kondisi kesehatan dan keanekaragaman spesies terumbu karang pada setiap stasiun sebagai habitatnya. Kondisi terumbu karang di setiap stasiun umumnya berada dalam kategori “cukup baik” yang berpengaruh terhadap keanekaragaman megabentos yang hidup

berasosiasi di habitat ini. Selain kondisi, tipe substrat terumbu karang seperti tinggi atau rendahnya rugositas dasar perairan berperan cukup besar terhadap kehadiran dan komposisi spesies megabentos. Seringkali beberapa spesies megabentos ditemukan melimpah pada dasar atau substrat perairan yang didominasi oleh DCA. Ada pula yang dapat hidup dengan nyaman pada substrat yang banyak ditumbuhi karang hidup ataupun pada substrat pasir.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan terhadap delapan spesies atau kelompok spesies megabentos yang menjadi target monitoring selama empat tahun menunjukkan bahwa megabentos di perairan terumbu karang Kendari berada dalam kondisi cukup beragam. Selama pengamatan (2015-2018) tidak ditemukan perbedaan nilai rata-rata kepadatan individu megabentos yang signifikan. Kepadatan biota pemakan polip karang seperti keong pemakan polip karang *Drupella* spp. dan bintang laut bermahkota duri *Acanthaster planci* yang tinggi perlu diwaspadai. Cukup melimpahnya bulu babi dan bintang laut biru *Linckia laevigata* yang menjadi bioindikator lingkungan kondisi ekosistem terumbu karang perlu diperhatikan. Perlu adanya pengaturan zona pemanfaatan ekosistem terkait masih ditemukannya biota-biota yang bernilai ekonomis tinggi seperti teripang, lobster, kima dan keong trokha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2O – LIPI) atas pendanaan pemantauan dan penelitian yang berada di bawah skema Reef Health Monitoring P2O – LIPI Program COREMAP-CTI Tahun Anggaran 2015, 2016, 2017 dan 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott R.T. and Dance, P., 1990. *Compendium of Seashell*. Crawford House Press, Australia. p. 411.
- Arbi, U.Y. dan Sihaloho, H.F., 2017. *Panduan Pemantauan Megabentos Edisi 2*. COREMAP-CTI LIPI, Jakarta. p. 45.
- Arbi, U.Y., Cappenberg, H.A.W. dan Sihaloho, H.F., 2014. Monitoring megabenthos. Dalam: Suharsono dan O.K. Sumadhiharga (Eds.) *Panduan Monitoring*

- Kesehatan Terumbu Karang. COREMAP-CTI LIPI, Jakarta. pp. 60–67.
- Arbi, U.Y., Harahap, A. dan Cappenberg, H.A.W., 2020. Fluktuasi kondisi megabentos di perairan Temate, Maluku Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), pp. 57–72.
- Birkeland, C. and Lucas, J.S., 1990. *Acanthaster planci: Major Management Problem of Coral Reefs*. CRC Press. Boston.
- Bos, A.R., Gumanao, G.S., Mueller, B. and Saceda-Cardoza, M.M.E., 2013. Management of crown-of-thorns sea star (*Acanthaster planci* L.) outbreaks: Removal success depends on reef topography and timing within the reproduction cycle. *Ocean and Coastal Management*, 71, pp. 116–122.
- Brower, J.E. and Zar, J.H., 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. MWC Brawn Company Publishing, Iowa. p. 194.
- Caballes, C.F. and Pratchett, M.S., 2014. Reproductive biology and early life history of the crown-of-thorns starfish. In: Whitmore, E. (ed.) *Echinoderms: Ecology, Habitats and Reproductive Biology*. Nova Science Publishers, New York, USA. pp. 101–146.
- Cilly, Palupi, R.D. dan Rahmadani. 2018. Prevalensi penyakit pada koloni karang Scleractinia di perairan Kessilampe, Kendari, Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut* 3(1), pp. 17–23.
- Clark, A.M. and Rowe, F.E.W., 1971. *Monograph of Shallow Water Indo-West Pacific Echinoderms*. British Museum (Natural History), London. p. 238.
- Collin, P. L. and C. Arneson. 1995. *Tropical Pacific Invertebrates*. Coral Reef Press. California. p. 341.
- Cowan, Z.L., Ling, S.D., Caballes, C.F., Dworjanyan, S.A. and Pratchett, M.S., 2020. Crown-of-thorns starfish larvae are vulnerable to predation even in the presence of alternative prey. *Coral Reefs*, 39, pp. 293–303.
- Crandall, E.D., Treml, E.A., Liggins, L., Gleeson, L., Yasuda, N., Barber, P.H., Wörheide, G. and Riginos, C., 2014. Return of the ghosts of dispersal past: historical spread and contemporary gene flow in the blue sea star *Linckia laevigata*. *Bulletin of Marine Science*, 90(1), pp. 399–425.
- Cumming, R.L., 2009. *Case study: Impact of Drupella spp. on reef-building corals of the Great Barrier Reef*. Great Barrier Reef Marine Park Authority. Townsville, Queensland. p. 44.
- Edrus, I.N. dan Hadi, T.A., 2020. Struktur komunitas ikan karang di perairan pesisir Kendari, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 26(2), pp. 59–73.
- Fabricius, K.E., Okaji, K. and De'Ath, G., 2010. Three lines of evidence to link outbreaks of the crown-of-thorns seastar *Acanthaster planci* to the release of larval food limitation. *Coral Reefs*, 29(3), pp. 593–605.
- Giyanto, B.H., Iskandar, D., Soedharma and Suharsono. 2010. Efisiensi dan akurasi pada proses analisis foto bawah air untuk menilai kondisi terumbu karang. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(1), pp. 111–130.
- Giyanto. 2012a. Kajian tentang panjang transek dan jarak antar pemotretan pada penggunaan metode transek foto bawah air. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 38(1), pp. 1–18.
- Giyanto. 2012b. Penilaian kondisi terumbu karang dengan metode transek foto bawah air. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 38(3), pp. 377–389.
- Hill, J. and Loder, J., 2013. *Reef Check Australia Survey Methods*. Reef Check Foundation: Townsville, Queensland, Australia.
- Hill, J. and Wilkinson, C., 2004. *Methods for Ecological Monitoring of Coral Reefs*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. p. 123.
- Hodgson, G. and Liebler, L., 2002. *The Global Coral Reef Crisis – Trends and Solutions*. Reef Check, Institute of the Environment, University of California at Los Angeles. p. 77.
- Kohler, K.E. and Gill, M., 2006. Coral Point Count with Excel extensions (CPCe): a visual basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology. *Computers and Geosciences*, 32(9), pp. 1259–1269.
- Lane, D.J.W., Marsh, L.M., Van den Spiegel, D. and Rowe, F.W.E., 2000. Echinoderm fauna of the South China Sea: An inventory and analysis of the distribution patterns. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 8, pp. 459–493.
- Laxton, J.H., 1974. A preliminary study of the biology and ecology of the blue starfish *Linckia laevigata* (L.) on the Australian Great Barrier Reef and an interpretation of its role in the coral reef ecosystem. *Biological Journal of the Linnean Society*, 6, pp. 47–64.
- Loya, Y., 1978. Plotless and Transect Methods, in: Stoddard, D.R., and R.E. Johannes, *Coral Reef Research Methods, Paris (UNESCO)*. pp. 22–32.
- Matsuura, K., Sumadhiharga, O.K. and Tsukamoto, K., 2000. *Field Guide to Lombok Island. Identification Guide to Marine Organism in Seagrass Beds of Lombok Island, Indonesia*. University of Tokyo. p. 449.
- Moran, P.J. and De'Ath, G., 1992. Estimates of the abundance of the crown-of-thorns starfish *Acanthaster planci* in outbreaking and non-outbreaking populations on reefs within the Great Barrier Reef. *Marine Biology* 113, pp. 509–515.
- Mueller, B., Bos, A., Graf, G. and Gumanao, G., 2011. Size-specific locomotion rate and movement pattern of four common Indo-Pacific sea stars (Echinodermata; Asteroidea). *Aquatic Biology*, 12(2), pp. 157–164.
- Neira, R.O. and Cantera, J.R.K., 2005. Composición Taxonómica y Distribución de las Asociaciones de Equinodermos en los Ecosistemas Litorales del Pacífico Colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 53(3), pp. 195–206.
- Nicolet, K.J., Hoogenboom, M.O., Gardiner, N.M., Pratchett, M.S. and Willis, B.L., 2013. The corallivorous invertebrate *Drupella* aids in transmission of brown band disease on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 32(2), pp. 585–595.
- Onton, K., Page, C., Wilson, S., Neale, S. and Armstrong, S., 2011. Distribution and drivers of coral disease at Ningaloo reef, Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 433, pp. 75–84.
- Palupi, R.D., Siringoringo, R.M. dan Hadi, T.A., 2012. Status rekrutmen karang Scleractinia di perairan Kendari, Sulawesi Tenggara. *Ilmu Kelautan*, 17(3), pp. 170–175.
- Palupi, R.D., Ira dan Rahmadani. 2016. Kesehatan karang di perairan Kessilampe, Kota Kendari berdasarkan skor kesehatan karang dan densitas zooxanthelae. *Omni-Akuatika*, 12(3), pp. 131–137.
- Pratchett, M.S., Schenk, T.J., Baine, M., Syms, C. and Baird, A.H., 2009. Selective coral mortality associated with outbreaks of *Acanthaster planci* L. in Bootless Bay, Papua New Guinea. *Marine Environmental Research*, 67(4-5), pp. 230–236.
- Purwandatama, R.W., A'in, C. dan Suryanti, S., 2014. Kelimpahan bulu babi (sea urchin) pada karang massive dan branching di daerah rata-rata dan tubir di Legon Boyo, Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3 (1), pp. 17–26.
- Siringoringo, R.M., Palupi, R.D. dan Hadi, T.A., 2012. Biodiversitas karang batu (Scleractinia) di perairan Kendari. *Ilmu Kelautan*, 17(1), pp. 23–30.
- Subhan dan Afu, L.O.A., 2017. Pengaruh laju sedimentasi

- terhadap rekrutmen karang di Teluk Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 24(2), pp. 73–80.
- Sudrajat, C., 2010. Kajian Sedimentasi di sekitar Muara Sungai Wanggu Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Tesis. Program Studi Pengelolaan Sumber Daya Air, Institut Teknologi Bandung*. Bandung.
- Vimono, I.B., 2007. Sekilas mengenai landak laut. *Oseana*, 32 (3), pp. 15–21.
- Wilson, J. and Green, A., 2009. *Biological Monitoring Methods For Assessing Coral Reef Health and Management Effectiveness of Marine Protected Areas In Indonesia Version 1.0*. The Nature Conservancy Indonesia. p. 46.
- Wulandari, A.T., Sadarun, B. dan Palupi, R.D., 2020. Hubungan kelimpahan relatif karang hidup dengan kepadatan megabentos di perairan Waworaha, Sulawesi Tenggara. *Sapa Laut*, 5(2), pp. 131–138.
- Yusron, E. dan Susetiono. 2010. Diversitas Fauna Ekhinodermata di Perairan Ternate - Maluku Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(3), pp. 293–307.

Pedoman Penulisan Naskah Berita Biologi

Berita Biologi adalah jurnal yang menerbitkan artikel kemajuan penelitian di bidang biologi dan ilmu-ilmu terkait di Indonesia. Berita Biologi memuat karya tulis ilmiah asli berupa makalah hasil penelitian, komunikasi pendek dan tinjauan kembali yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dikirim ke media lain. Masalah yang diliput harus menampilkan aspek atau informasi baru.

Tipe naskah

- 1. Makalah lengkap hasil penelitian (*original paper*)**
Naskah merupakan hasil penelitian sendiri yang mengangkat topik yang *up to date*. Tidak lebih dari 15 halaman termasuk tabel dan gambar. Pencantuman lampiran seperlunya, namun redaksi berhak mengurangi atau meniadakan lampiran.
- 2. Komunikasi pendek (*short communication*)**
Komunikasi pendek merupakan makalah hasil penelitian yang ingin dipublikasikan secara cepat karena hasil temuan yang menarik, spesifik dan atau baru, agar dapat segera diketahui oleh umum. Hasil dan pembahasan dapat digabung.
- 3. Tinjauan kembali (*review*)**
Tinjauan kembali merupakan rangkuman tinjauan ilmiah yang sistematis-kritis secara ringkas namun mendalam terhadap topik penelitian tertentu. Hal yang ditinjau meliputi segala sesuatu yang relevan terhadap topik tinjauan yang memberikan gambaran '*state of the art*', meliputi temuan awal, kemajuan hingga issue terkini, termasuk perdebatan dan kesenjangan yang ada dalam topik yang dibahas. Tinjauan ulang ini harus merangkum minimal 30 artikel.

Struktur naskah

- 1. Bahasa**
Bahasa yang digunakan adalah Bahasa Indonesia atau Inggris yang baik dan benar.
- 2. Judul**
Judul diberikan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul ditulis dalam huruf tegak kecuali untuk nama ilmiah yang menggunakan bahasa latin. Judul harus singkat, jelas dan mencerminkan isi naskah dengan diikuti oleh nama serta alamat surat menyurat penulis dan alamat email. Nama penulis untuk korespondensi diberi tanda amplop cetak atas (*superscript*). Jika penulis lebih dari satu orang bagi pejabat fungsional penelitian, pengembangan agar menentukan status sebagai kontributor utama melalui penandaan simbol dan keterangan sebagai kontributor utama dicatatkan kaki di halaman pertama artikel.
- 3. Abstrak**
Abstrak dibuat dalam dua bahasa, bahasa Indonesia dan Inggris. Abstrak memuat secara singkat tentang latar belakang, tujuan, metode, hasil yang signifikan, kesimpulan dan implikasi hasil penelitian. Abstrak berisi maksimum 200 kata, spasi tunggal. Di bawah abstrak dicantumkan kata kunci yang terdiri atas maksimum enam kata, dimana kata pertama adalah yang terpenting. Abstrak dalam Bahasa Inggris merupakan terjemahan dari Bahasa Indonesia. Editor berhak untuk mengedit abstrak demi alasan kejelasan isi abstrak.
- 4. Pendahuluan**
Pendahuluan berisi latar belakang, permasalahan dan tujuan penelitian. Perlu disebutkan juga studi terdahulu yang pernah dilakukan terkait dengan penelitian yang dilakukan.
- 5. Bahan dan cara kerja**
Bahan dan cara kerja berisi informasi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian. Pada bagian ini boleh dibuat sub-judul yang sesuai dengan tahapan penelitian. Metode harus dipaparkan dengan jelas sesuai dengan standar topik penelitian dan dapat diulang oleh peneliti lain. Apabila metoda yang digunakan adalah metoda yang sudah baku cukup ditulis sitasinya dan apabila ada modifikasi maka harus dituliskan dengan jelas bagian mana dan hal apa yang dimodifikasi.
- 6. Hasil**
Hasil memuat data ataupun informasi utama yang diperoleh berdasarkan metoda yang digunakan. Apabila ingin mengacu pada suatu tabel/grafik/diagram atau gambar, maka hasil yang terdapat pada bagian tersebut dapat diuraikan dengan jelas dengan tidak menggunakan kalimat 'Lihat Tabel 1'. Apabila menggunakan nilai rata-rata maka harus menyertakan pula standar deviasinya.
- 7. Pembahasan**
Pembahasan bukan merupakan pengulangan dari hasil. Pembahasan mengungkap alasan didapatkannya hasil dan arti atau makna dari hasil yang didapat tersebut. Bila memungkinkan, hasil penelitian ini dapat dibandingkan dengan studi terdahulu.
- 8. Kesimpulan**
Kesimpulan berisi informasi yang menyimpulkan hasil penelitian, sesuai dengan tujuan penelitian, implikasi dari hasil penelitian dan penelitian berikutnya yang bisa dilakukan.
- 9. Ucapan terima kasih**
Bagian ini berisi ucapan terima kasih kepada suatu instansi jika penelitian ini didanai atau didukung oleh instansi tersebut, ataupun kepada pihak yang membantu langsung penelitian atau penulisan artikel ini.
- 10. Daftar pustaka**
Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses *peer review*. Apabila harus menyitir dari "laporan" atau "komunikasi personal" dituliskan '*unpublished*' dan tidak perlu ditampilkan di daftar pustaka. Daftar pustaka harus berisi informasi yang *up to date* yang sebagian besar berasal dari *original papers* dan penulisan terbitan berkala ilmiah (nama jurnal) tidak disingkat.

Format naskah

- Naskah diketik dengan menggunakan program Microsoft Word, huruf New Times Roman ukuran 12, spasi ganda kecuali Abstrak spasi tunggal. Batas kiri-kanan atas-bawah masing-masing 2,5 cm. Maksimum isi naskah 15 halaman termasuk ilustrasi dan tabel.
- Penulisan bilangan pecahan dengan koma mengikuti bahasa yang ditulis menggunakan dua angka desimal di belakang koma. Apabila menggunakan Bahasa Indonesia, angka desimal ditulis dengan menggunakan koma (,) dan ditulis dengan menggunakan titik (.) bila menggunakan bahasa Inggris. Contoh: Panjang buku adalah 2,5 cm. Length of the book is 2.5 cm. Penulisan angka 1-9 ditulis dalam kata kecuali bila bilangan satuan ukur, sedangkan angka 10 dan seterusnya ditulis dengan angka. Contoh lima orang siswa, panjang buku 5 cm.
- Penulisan satuan mengikuti aturan *international system of units*.
- Nama takson dan kategori taksonomi ditulis dengan merujuk kepada aturan standar yang diakui. Untuk tumbuhan menggunakan *International Code of Botanical Nomenclature* (ICBN), untuk hewan menggunakan *International Code of Zoological Nomenclature* (ICZN), untuk jamur *International Code of Nomenclature for Algae, Fungi and Plant* (ICFAFP), *International Code of Nomenclature of Bacteria* (ICNB), dan untuk organisme yang lain merujuk pada kesepakatan Internasional. Penulisan nama takson lengkap dengan nama author hanya dilakukan pada bagian deskripsi takson, misalnya pada naskah taksonomi. Penulisan nama takson untuk bidang lainnya tidak perlu menggunakan nama author.
- Tata nama di bidang genetika dan kimia merujuk kepada aturan baku terbaru yang berlaku.
- Untuk range angka menggunakan en dash (–), contohnya pp.1565–1569, jumlah anak-anak berkisar 7–8 ekor. Untuk penggabungan kata menggunakan hyphen (-), contohnya: masing-masing.
- Ilustrasi dapat berupa foto (hitam putih atau berwarna) atau gambar tangan (*line drawing*).
- Tabel
Tabel diberi judul yang singkat dan jelas, spasi tunggal dalam bahasa Indonesia dan Inggris, sehingga Tabel dapat berdiri sendiri. Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan dalam teks. Keterangan Tabel diletakkan di bawah Tabel. Tabel tidak dibuat tertutup dengan garis vertikal, hanya menggunakan garis horisontal yang memisahkan judul dan batas bawah.

8. Gambar
Gambar bisa berupa foto, grafik, diagram dan peta. Judul gambar ditulis secara singkat dan jelas, spasi tunggal. Keterangan yang menyertai gambar harus dapat berdiri sendiri, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Gambar dikirim dalam bentuk .jpeg dengan resolusi minimal 300 dpi, untuk *line drawing* minimal 600dpi.
9. Daftar Pustaka
Sitasi dalam naskah adalah nama penulis dan tahun. Bila penulis lebih dari satu menggunakan kata 'dan' atau *et al.* Contoh: (Kramer, 1983), (Hamzah dan Yusuf, 1995), (Premachandra *et al.*, 1992). Bila naskah ditulis dalam bahasa Inggris yang menggunakan sitasi 2 orang penulis maka digunakan kata 'and'. Contoh: (Hamzah and Yusuf, 1995). Jika sitasi beruntun maka dimulai dari tahun yang paling tua, jika tahun sama maka dari nama penulis sesuai urutan abjad. Contoh: (Anderson, 2000; Agusta *et al.*, 2005; Danar, 2005). Penulisan daftar pustaka, sebagai berikut:
 - a. **Jurnal**
Nama jurnal ditulis lengkap.
Agusta, A., Maehara, S., Ohashi, K., Simanjuntak, P. and Shibuya, H., 2005. Stereoselective oxidation at C-4 of flavans by the endophytic fungus *Diaporthe* sp. isolated from a tea plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(12), pp.1565–1569.
 - b. **Buku**
Anderson, R.C. 2000. *Nematode Parasites of Vertebrates, Their Development and Transmission*. 2nd ed. CABI Publishing, New York. pp. 650.
 - c. **Prosiding atau hasil Simposium/Seminar/Lokakarya.**
Kurata, H., El-Samad, H., Yi, T.M., Khammash, M. and Doyle, J., 2001. Feedback Regulation of the Heat Shock Response in *Eschericia coli*. *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*. Orlando, USA. pp. 837–842.
 - d. **Makalah sebagai bagian dari buku**
Sausan, D., 2014. Keanekaragaman Jamur di Hutan Kabungolor, Tau Lumbis Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Dalam: Irham, M. & Dewi, K. eds. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. pp. 47–58. PT. Eaststar Adhi Citra. Jakarta.
 - e. **Thesis, skripsi dan disertasi**
Sundari, S., 2012. Soil Respiration and Dissolved Organic Carbon Efflux in Tropical Peatlands. *Dissertation*. Graduate School of Agriculture. Hokkaido University. Sapporo. Japan.
 - f. **Artikel online.**
Artikel yang diunduh secara online ditulis dengan mengikuti format yang berlaku untuk jurnal, buku ataupun thesis dengan dilengkapi alamat situs dan waktu mengunduh. Tidak diperkenankan untuk mensitasi artikel yang tidak melalui proses peer review misalnya laporan perjalanan maupun artikel dari laman web yang tidak bisa dipertanggung jawabkan kebenarannya seperti wikipedia.
Himman, L.M., 2002. A Moral Change: Business Ethics After Enron. San Diego University Publication. <http://ethics.sandiego.edu/LMH/oped/Enron/index.asp>. (accessed 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa inggris atau (diakses 27 Januari 2008) bila naskah ditulis dalam bahasa indonesia

Formulir persetujuan hak alih terbit dan keaslian naskah

Setiap penulis yang mengajukan naskahnya ke redaksi Berita Biologi akan diminta untuk menandatangani lembar persetujuan yang berisi hak alih terbit naskah termasuk hak untuk memperbanyak artikel dalam berbagai bentuk kepada penerbit Berita Biologi. Sedangkan penulis tetap berhak untuk menyebarkan edisi cetak dan elektronik untuk kepentingan penelitian dan pendidikan. Formulir itu juga berisi pernyataan keaslian naskah yang menyebutkan bahwa naskah adalah hasil penelitian asli, belum pernah dan tidak sedang diterbitkan di tempat lain serta bebas dari konflik kepentingan.

Penelitian yang melibatkan hewan dan manusia

Setiap naskah yang penelitiannya melibatkan hewan (terutama mamalia) dan manusia sebagai obyek percobaan/penelitian, wajib menyertakan '*ethical clearance approval*' yang dikeluarkan oleh badan atau pihak berwenang.

Lembar ilustrasi sampul

Gambar ilustrasi yang terdapat di sampul jurnal Berita Biologi berasal dari salah satu naskah yang dipublikasi pada edisi tersebut. Oleh karena itu, setiap naskah yang ada ilustrasinya diharapkan dapat mengirimkan ilustrasi atau foto dengan kualitas gambar yang baik dengan disertai keterangan singkat ilustrasi atau foto dan nama pembuat ilustrasi atau pembuat foto.

Proofs

Naskah *proofs* akan dikirim ke penulis dan penulis diwajibkan untuk membaca dan memeriksa kembali isi naskah dengan teliti. Naskah proofs harus dikirim kembali ke redaksi dalam waktu tiga hari kerja.

Pengiriman naskah

Naskah dikirim secara online ke website berita biologi: http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi

Alamat kontak

Redaksi Jurnal Berita Biologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Cibinong Science Centre, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911
Telp: +61-21-8765067, Fax: +62-21-87907612, 8765063, 8765066,
Email: berita.biologi@mail.lipi.go.id
jurnalberitabiologi@yahoo.co.id atau
jurnalberitabiologi@gmail.com

BERITA BIOLOGI

Vol. 19(3B)

Isi (*Content*)

Desember 2020

P-ISSN 0126-1754
E-ISSN 2337-8751

TINJAUAN ULANG (*REVIEW*)

TEKNOLOGI PIRAMIDA GEN TANAMAN PADI DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM GLOBAL [Pyramiding Gene Technology in Rice to Anticipate the Impact of Global Climate Change]

Fatimah, Joko Prasetyono, dan Sustiprijatno 361 – 371

MEKANISME RESPON TANAMAN TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

[The Mechanism of Plant Response to Drought Stress]

Dwi Setyo Rini, Budiarmo, Indra Gunawan, Radi Hidayat Agung, dan Rina Munazar 373 – 384

MAKALAH HASIL RISET (*ORIGINAL PAPERS*)

PERILAKU SINYAL AKUSTIK DAN VISUAL DARI KATAK JANTAN *Staurois gutattus* DI GUNUNG POTENG KALIMANTAN BARAT

[Behavior of Acoustic and Visual Signals From the Male Frog *Staurois gutattus* at Mountain Poteng West Kalimantan]

Mohamad Jakaria, Junardi, dan Riyandi 385 – 391

MONITORING KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG PADA BERBAGAI TUTUPAN LAHAN DI *CIBINONG SCIENCE CENTER (CSC)*, JAWA BARAT

[Monitoring of Bird Diversity in Various Land Cover in Cibinong Science Center (CSC), West Java]

Yohanna 393 – 409

Efektivitas Dosis Karbon Tetraklorida (CCl_4) Terhadap Tikus (*Rattus norvegicus* L.) Sebagai Hewan Model Fibrosis Hati

[The Effectiveness Of Carbon Tetrachloride (CCl_4) Dosage On Rats As Animal Model Liver Fibrosis]

Fahri Fahrudin, Sri Ningsih, Hajar Indra Wardhana, Dinda Rama Haribowo, dan Fathin Hamida 411– 422

LARVA TREMATODA PADA SIPUT AIR TAWAR DI AREAL PERSAWAHAN DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

[Trematode Larvae in Freshwater Snail on Rice Fields Area in Special Region of Yogyakarta]

Soenarwan Hery Poerwanto, Dian Antika Kusuma Dewi, dan Giyantolin 423 – 431

THE FUNCTIONAL CHARACTER OF *Auricularia auricula* CRUDE POLYSACCHARIDES: ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY

[Karakter Fungsional dari Ekstrak Kasar Polisakarida *Auricularia auricula*: Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri]

Rizki Rabeca Elfirta dan Iwan Saskiawan 433 – 440

ISOLASI DAN KARAKTERISASI ISOLAT BAKTERI RESISTEN TEMBAGA DARI SUNGAI CISADANE [Isolation and Characterization of Copper Resistant Bacteria from Cisadane River]

Wahyu Irawati dan Candra Yulius Tahya 441 – 450

ANALISIS KERAGAMAN GENETIK AKSESI KEDELAI INTRODUKSI DARI WILAYAH SUBTROPIS BERBASIS MORFOLOGI DAN MOLEKULER

[Morphological and Molecular Based Genetic Diversity Assessment Among Soybean Accessions Introduced from Subtropical Areas]

Rerenstradika Tizar Terryana, Nickita Dewi Safina, Suryani, Kristianto Nugroho, dan Puji Lestari 451 – 465

EFEK SELENIUM OKSIKLORIDA TERHADAP AKTIVITAS IMUNOMODULATOR DARI EKSPOLI- SAKARIDA *Lactobacillus plantarum*

[Effect of Selenium Chloride on Immunomodulatory Activity of Exopolysaccharide by *Lactobacillus plantarum*]

Fifi Afiati, D.C. Agustina, S. Wiryowidagdo, Kusmiati, dan Atit Kanti 467 – 475

FLUKTUASI KEPADATAN MEGABENTOS DI PERAIRAN KENDARI, SULAWESI TENGGARA

[Density Fluctuation of Megabenthic Fauna in Kendari Waters, South-East Sulawesi]

Ucu Yanu Arbi, Paiga Hanurin Sawonua, dan Hendrik A.W. Cappenberg 477 – 489