

Keanekaragaman Echinoidea di Kepulauan Tonyaman, Polewali Mandar

Echinoidea diversity in Tonyaman Island, Polewali Mandar

Sharifuddin Bin Andy Omar✉, Destriia Duma, Sri Wahyuni Rahim,
Basse Siang Parawansa, Moh. Tauhid Umar

Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan,
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin,
Kampus Tamalanrea, Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

✉Corresponding author: sb.andyomar@gmail.com

ABSTRAK

Bulu babi termasuk dalam kelas Echinoidea, merupakan salah satu potensi sumber daya protein hewani yang mempunyai manfaat besar bagi kehidupan manusia. Selain itu, bulu babi juga memiliki manfaat ekologis besar dalam struktur rantai makanan di perairan. Hewan ini umumnya hidup berasosiasi dengan padang lamun, termasuk di perairan Kepulauan Tonyaman, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Penelitian tentang bulu babi di pulau-pulau yang berada dalam kawasan Kep. Tonyaman telah dilakukan pada bulan Februari 2019 sampai Maret 2019. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi jenis, kelimpahan individu, kelimpahan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi bulu babi yang terdapat di perairan tersebut. Pengambilan sampel bulu babi dilakukan saat air surut masing-masing pada dua buah stasiun (yang ada lamun dan tanpa lamun) di P. Battoa, P. Dea-dea, P. Gusung Toraja, dan P. Tangnga. Metode yang digunakan adalah metode transek, menggunakan lima buah transek bujur sangkar berukuran 0,5 m x 0,5 m pada setiap stasiun, Semua individu bulu babi yang terdapat di dalam transek diambil setiap bulan sekali, untuk diidentifikasi. Selama penelitian, diperoleh 515 individu bulu babi yang berasal dari 7 spesies dan 4 famili. Jenis bulu babi yang paling melimpah di Kep. Tonyaman dan tersebar di seluruh lokasi penelitian adalah *Diadema setosum*. Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh berkisar 0,5729 – 1,5140, indeks keseragaman berkisar 0,3393 – 0,7780, dan indeks dominansi berkisar 0,5315 – 0,8303.

Kata kunci: bulu babi, Echinoidea, Kepulauan Tonyaman, padang lamun

Pendahuluan

Echinodermata merupakan invertebrata yang seluruh anggotanya hidup di perairan bahari, memiliki lima kelas, tetapi hanya dua kelas yang dikenal sebagai makanan laut (sea food), yaitu Echinoidea dan Holothuroidea. Echinoidea (sekitar 1700 spesies) dan Holothuroidea (sekitar 110 spesies) saat ini telah dieksploitasi secara besar-besaran (Santhanam *et al.*, 2019). Produksi bulu babi dunia mencapai puncaknya pada tahun 1995, yaitu sebanyak 120.306 ton, dan lebih dari setengah produksi tersebut (90.257 ton) berasal dari Cili (Andrew *et al.*, 2002).

Bulu babi atau landak laut termasuk dalam kelas Echinoidea, merupakan salah satu potensi sumber daya perikanan yang mempunyai manfaat besar bagi kehidupan manusia. Masyarakat internasional sangat menggemari gonad bulu babi, yang dikenal dengan nama *roe*, yang dikonsumsi secara mentah atau setengah masak (Kelly, 2005). *Roe* (gonad) bulu babi merupakan makanan populer di Korea, Jepang, Cili, dan Spanyol. Selain dikonsumsi dalam negeri, Cili dan sejumlah negara lain mengekspor bulu babi ke Jepang untuk memenuhi permintaan konsumen (Keesing dan Hall, 1998). Gonad bulu babi yang memiliki nilai komersial berasal dari genera *Anthocidaris*, *Arbacia*, *Centrostephanus*, *Colobocentrotus*, *Diadema*, *Echinometra*, *Echinothuria*, *Echinus*, *Evechinus*, *Heliocidaris*, *Hemicentrotus*, *Loxechinus*, *Lytechinus*, *Paracentrotus*, *Psammechinus*, *Pseudoboletia*, *Pseudocentrotus*, *Strongylocentrotus*, *Toxopneustes*, dan *Tripneustes* (Lawrence, 2007; Micael *et al.*, 2009; Rahman *et al.*, 2014). Gonad *Diadema setosum* mengandung kadar air berkisar 64,97 – 84,13%, kadar abu 0,20 – 2,72%, lemak 2,36 –

19,73%, protein 5,40 – 17,69%, dan karbohidrat 0,33 – 11,58% (Afifuddin *et al.*, 2014; Akerina *et al.*, 2015; Tupan dan Silaban, 2017; Padang *et al.*, 2019).

Banyak senyawa alami baru telah diisolasi dari invertebrata laut, termasuk Echinodermata. Echinodermata memiliki sumber senyawa bioaktif yang menjanjikan untuk pengembangan obat-obatan (Kelly, 2005; Gomes *et al.*, 2014; Rahman *et al.*, 2014). Cangkang landak laut mengandung *polyhydroxylated naphthoquinone*, *spinochromes*, dan *echinochrome A*, yang berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan (Anderson *et al.*, 1969; Service *et al.*, 1984; Rahman *et al.*, 2014). Gonad bulu babi mengandung *polyhydroxylated naphthoquinone* dan *echinochrome* yang berpotensi sebagai antioksidan (Lebedev *et al.*, 2001). Gonad bulu babi juga kaya akan senyawa bioaktif seperti *polyunsaturated fatty acids* (PUFAs) and β -carotene (Dincer dan Cakli, 2007). Afifuddin *et al.* (2015) menyatakan bahwa di dalam gonad *D. setosum* terkandung 29 jenis asam lemak, terdiri atas 11 jenis asam lemak jenuh, 8 jenis asam lemak jenuh tak tunggal (MUFA), dan 10 jenis asam lemak tak jenuh majemuk (PUFA). Selanjutnya dinyatakan juga bahwa gonad tersebut mengandung 8 jenis asam amino esensial dan 7 jenis asam amino non-esensial, termasuk omega-3, omega-6, dan omega-9. Kandungan komponen-komponen tersebut di atas sangat bervariasi di antara spesies bulu babi dan hal ini dipengaruhi oleh makanan alami dan proses-proses fisiologis mereka (Rahman *et al.*, 2014). Lebih lanjut, Rahman *et al.* (2014) menyatakan bahwa *Asthenosoma*, *D. setosum*, *Salmacis sphaeroides*, *Toxopneustes pileolus*, dan *Tripneustes gratilla* menghasilkan *peditoxin*, bahan bioaktif yang berguna dalam bidang farmasi. Komponen bioaktif lainnya yang dapat ditemukan pada bulu babi adalah steroid, triterpenoid, dan saponin (Akerina *et al.*, 2015).

Selain manfaat ekonomis, bulu babi juga memiliki manfaat ekologis dalam struktur rantai makanan di perairan. Bulu babi merupakan salah satu spesies kunci (*keystone species*) bagi komunitas karang disebabkan hewan ini merupakan salah satu pengendali populasi makroalga. Di dalam lingkungan bahari, makroalga merupakan kompetitor bagi hewan karang dalam memperebutkan sumber daya ruang (Firmandana *et al.*, 2014; Lubis *et al.*, 2016). Pada kepadatan tinggi, *Diadema* akan memakan semua organisme, termasuk alga, sehingga akan menghalangi pertumbuhan karang. Namun pada kepadatan yang lebih rendah, bulu babi memindahkan alga dan menyebabkan koloni karang berkembang. Sebaliknya, jika kepadatan bulu babi sangat rendah, maka alga akan mengambil alih habitat itu karena ketiadaan *grazer*. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa secara tidak langsung, Echinoidea membantu pemeliharaan terumbu karang (Hartati *et al.*, 2018).

Manfaat bulu babi yang begitu banyak belum diikuti dengan informasi tentang hewan tersebut, khususnya bagi masyarakat yang bermukim di Kepulauan Tonyaman, Kabupaten Polewali Mandar (Polman), Sulawesi Barat. Kepulauan Tonyaman terdiri atas tujuh pulau kecil, yakni Pulau Battoa, P. Dea-dea (P. Kucing), P. Gusung Toraja (P. Pasir putih), P. Karamasang, P. Panampeang, P. Tangnga (P. To Salama), dan P. Landea. Hanya dua pulau yang berpenghuni yakni P. Battoa dan P. Tangnga. Masyarakat Kep. Tonyaman menggantungkan hidup dengan menangkap ikan serta mengumpulkan kerang dan siput, tetapi belum ada yang memanfaatkan bulu babi. Sampai saat ini belum ada penelitian tentang Echinoidea (bulu babi) di perairan Kep. Tonyaman. Oleh karena itu, penelitian ini

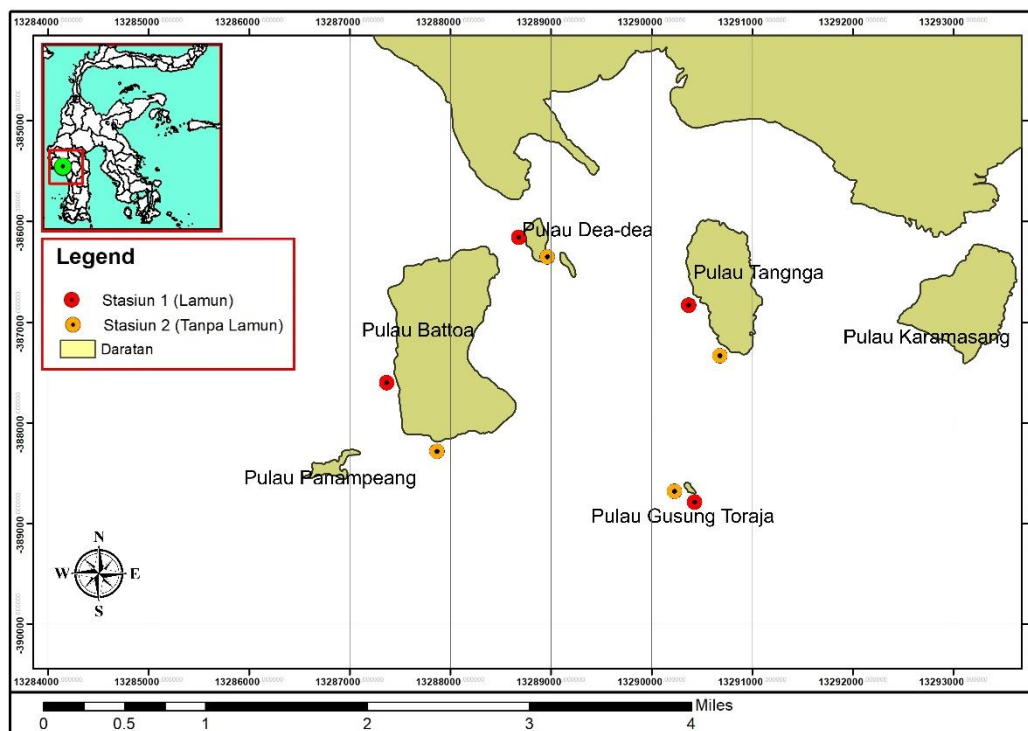
dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis komposisi jenis, kelimpahan individu dan relatif, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi, bulu babi yang terdapat di Kep. Tonyaman.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat

Pengambilan sampel telah dilakukan pada bulan Februari hingga Maret 2019, di Kep. Tonyaman, yaitu di P. Battoa, P. Dea-dea, P. Gusung Toraja, dan P. Tangnga. (Gambar 1). Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan berdasarkan keberadaan lamun dan bulu babi. Pengambilan sampel dilakukan masing-masing pada lokasi yang ditumbuhi oleh lamun (Stasiun I) dan yang tidak ditumbuhi lamun (Stasiun II). Lokasi pengambilan sampel tersebut masing-masing adalah:

- a. Pulau Battoa, merupakan pulau yang berpenghuni, sekitar 170 kepala keluarga, terdapat aktifitas nelayan yang menangkap ikan dan mempunyai kapal sebagai alat transportasi. Pulau ini juga mempunyai kerapatan lamun yang tinggi di bagian barat dan selatan. Posisi stasiun pengambilan sampel bulu babi adalah 3°29'7.7" LS, 119°21'46.27" BT (Stasiun I) dan 3°28'42" LS, 119°21'45.4" BT (Stasiun II). Suhu perairan berkisar 28 - 30°C, kecerahan 100%, salinitas 30‰, dan derajat keasaman air 8,0.
- b. Pulau Dea-dea, merupakan pulau yang tak berpenghuni dan mempunyai tingkat kerapatan lamun yang sedang pada bagian barat pulau. Posisi stasiun pengambilan sampel bulu babi adalah 3°28'28.7" LS, 119°25'03.4" BT (Stasiun I) dan 3°28'29.4" LS, 119°24'33.5" BT (Stasiun II). Suhu perairan berkisar 29 - 30°C, kecerahan 100%, salinitas 30‰, dan derajat keasaman air 7,9 - 8,0.
- c. Pulau Gusung Toraja, merupakan salah satu pulau yang menjadi objek wisata di Kep. Tonyaman, lamun terdapat di bagian barat pulau dengan tingkat kerapatan tergolong sedang. Posisi stasiun pengambilan sampel bulu babi adalah 3°29'21.6" LS, 119°23'19.9" BT (Stasiun I) dan 3°29'21.2" LS, 119°23'24.3" BT (Stasiun II). Suhu perairan berkisar 29 - 30°C, kecerahan 100%, salinitas 30 - 31‰, dan derajat keasaman air 7,9 - 8,0.
- d. Pulau Tangnga, merupakan pulau berpenghuni, sekitar 80 kepala keluarga, mempunyai tingkat kerapatan lamun yang lumayan tinggi yang terdapat di bagian barat dan selatan. Posisi stasiun pengambilan sampel bulu babi adalah 3°29'21.6" LS, 119°23'19.9" BT (Stasiun I) dan 3°29'21.2" LS, 119°23'24.3" BT (Stasiun II). Suhu perairan berkisar 29 - 30°C, kecerahan 100%, salinitas 30 - 31‰, dan derajat keasaman air 7,9 - 8,1.

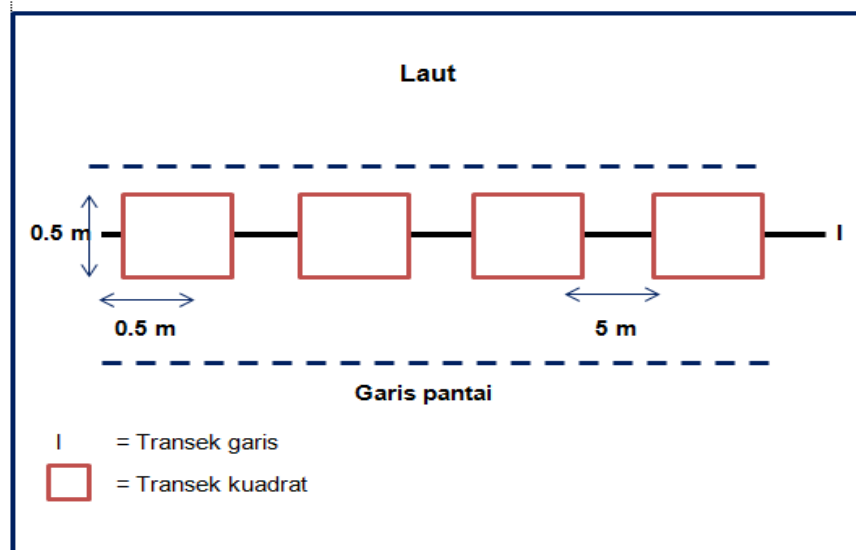


Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel Echinoidea di Kepulauan Tonyaman, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat

Pengambilan Data

Metode yang digunakan adalah metode transek garis. Garis transek ditarik sejajar garis pantai sepanjang 25 m. Transek kuadrat berukuran 0,5 m x 0,5 m dipasang pada titik-titik pengambilan sampel yang telah ditentukan pada setiap garis transek. Pada garis transek dibuat lima titik pengambilan sampel dengan jarak 5 m antarsetiap titik (Gambar 2). Metode ini digunakan pada masing-masing stasiun.

Pengambilan sampel bulu babi dilakukan pada saat air surut, mulai dari siang hari hingga menjelang sore, sekitar pukul 11.00 – 18.00. Pengambilan sampel dilakukan dari dua buah transek pada masing-masing pulau sebulan sekali selama dua bulan. Pada setiap transek, pengambilan sampel dilakukan pada lima buah plot berukuran 0,5 m x 0,5 m sehingga jumlah plot pada tiap pulau adalah 10 plot. Semua individu bulu babi (Echinoidea) yang berada di dalam plot diambil dengan menggunakan tangan. Selanjutnya, sampel yang diperoleh dibersihkan dengan menggunakan air dan dimasukkan ke dalam kantong sampel. Sampel kemudian disimpan di dalam *coolbox* dan dibawa ke daratan untuk diidentifikasi.



Gambar 2. Ilustrasi lokasi pengambilan sampel

Analisis Data

Identifikasi bulu babi dilakukan dengan menggunakan buku petunjuk Colin dan Ameson (1995) dan Susetiono (2007). Komposisi jenis dilakukan dengan cara mengelompokkan spesies Echinoidea yang diperoleh dari lokasi penelitian secara taksonomi. Klasifikasi bulu babi dilakukan dengan merujuk pada Kroh dan Mooi (2018) dan Kroh (2020).

Kepadatan individu setiap jenis Echinoidea dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990; Bakus, 2007):

$$D_i = \frac{\sum ni}{A}$$

Keterangan: D_i = Kepadatan individu spesies Echinoidea (ind.m^{-2}), n_i = Jumlah individu spesies ke- i , A = luas seluruh daerah pengambilan contoh dikali dengan jumlah ulangan (m^2).

Indeks keanekaragaman dihitung berdasarkan rumus Shannon-Wiener sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990; Bakus, 2007):

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i (\log_2 p_i), \text{ dan } p_i = \frac{n_i}{N} \text{ sehingga,}$$

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman, n_i = Jumlah individu jenis ke- i , N = Jumlah total individu seluruh spesies pada setiap stasiun

Indeks keseragaman dihitung berdasarkan indeks Shannon-Wiener sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990; Bakus, 2007):

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} \text{ atau } E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Keterangan: E = Indeks keseragaman, H' = Indeks keanekaragaman Shannon, S = Jumlah seluruh spesies

Indeks dominansi dihitung menggunakan rumus *Simpson Index of Dominance* dengan rumus sebagai berikut (Brower *et al.*, 1990; Bakus, 2007):

$$C = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Keterangan: C = Indeks dominansi; ni = Jumlah individu spesies ke-i; N = Jumlah seluruh individu dari seluruh spesies.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis

Berdasarkan hasil identifikasi jenis terhadap sampel bulu babi (Echinoidea) yang ditemukan selama penelitian di perairan 4 pulau di Kep. Tonyaman (Battoa, Dea-dea, Gusung Toraja, dan Tangnga) diperoleh 7 spesies yang berasal dari 4 famili. Jenis-jenis bulu babi tersebut adalah *Astropyga radiata*, *Diadema antillarum*, *Diadema setosum*, *Echinothrix calamaris* (famili Diadematidae), *Echinometra mathaei* (famili Echinometridae), *Tripneustes gratilla* (famili Toxopneustidae), dan *Echinarachnius parma* (famili Echinarachniidae). Klasifikasi bulu babi yang diperoleh dapat dilihat pada lampiran.

Komposisi jenis bulu babi yang didapatkan selama penelitian berbeda-beda antarpulau. Lokasi yang terbanyak memiliki jumlah spesies bulu babi adalah P. Gusung Toraja (7 spesies), selanjutnya di P. Battoa dan P. Tangnga ditemukan 5 spesies, sedangkan yang paling sedikit adalah di P. Dea-dea (3 spesies). Jenis bulu babi yang dapat ditemukan di seluruh stasiun, baik yang memiliki lamun maupun tanpa lamun, adalah *D. setosum*. Jenis yang hanya ditemukan di stasiun tanpa lamun adalah *E. parma*, yaitu di P. Gusung Toraja. Lebih lanjut, di P. Gusung Toraja juga ditemukan jenis *A. radiata*, yang tidak ditemukan di stasiun-stasiun lainnya.

Jumlah jenis bulu babi yang ditemukan di Kep. Tonyaman tergolong tinggi jika dibandingkan dengan penelitian lainnya di Pulau Tanakeke, Takalar, dan di Pulau Barrang Lompo, Makassar. Angreni *et al.* (2017) menemukan hanya 2 spesies Echinoidea di P. Tanakeke, sedangkan Musfirah (2018) menemukan 6 spesies pada daerah padang lamun yang lebat di P. Barrang Lompo. Beberapa penelitian juga dilaporkan menemukan tujuh spesies Echinoidea, antara lain Zakaria (2013) dari tiga pulau di Sumatera Barat, Setyastuti (2014) di Pulau Nusa Laut, Maluku, dan Prasetyo *et al.* (2019) di pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. Walakin, jumlah spesies yang ditemukan tersebut lebih rendah bila dibandingkan temuan Aziz dan Sugiarto (1994) di pantai Lombok selatan, Mistiasih (2013) di Pulau Sapudi, Madura (8 spesies), Yusron dan Susetiono (2010) di Minahasa Utara (9 spesies), Supono *et al.* (2014) di Selat Lembeh, Sulawesi Utara (10 spesies), dan Wulandewi *et al.* (2015) di perairan Denpasar, Bali (12 spesies).

Pulau Dea-dea memiliki komposisi jenis bulu babi paling rendah, baik pada pengambilan sampel bulan Maret maupun April 2019. Hal ini dikarenakan P. Dea-dea memiliki ekosistem lamun yang monospesies, yaitu *Cymodocea serrulata*. Sebaliknya,

pulau-pulau lainnya memiliki ekosistem lamun yang cukup baik. Menurut Ningsih (2019), ada dua spesies lamun yang sama di P. Gusung Toraja dan P. Tangnga yaitu *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii*, sedangkan di P. Battoa terdapat *E. acoroides* dan *Cymodocea serrulata*. Ekosistem lamun sangat bermanfaat bagi bulu babi karena pada habitat lamun terdapat makanan yang melimpah untuk bulu babi berupa detritus, alga, dan tanaman air (Marwati, 2002). Radjab (2004) menyatakan bahwa bulu babi adalah pemakan detritus maupun lamun sehingga sebagian besar lebih cenderung menempati habitat yang ditumbuhi oleh lamun.

Kelimpahan dan Kepadatan

Kelimpahan individu bulu babi tertinggi ditemukan di area lamun P. Battoa yakni 95 individu (Tabel 1). Kelimpahan relatif *D. setosum* di area lamun P. Battoa mencapai 82,11%. Hal ini diduga berkaitan dengan tingginya kepadatan lamun di stasiun tersebut. Jenis *D. setosum* merupakan satu-satunya jenis bulu babi yang dapat ditemukan di area tanpa lamun pada keempat pulau. Hal ini dikarenakan banyak pecahan-pecahan karang di area tanpa lamun tersebut. Yusron (2009) menemukan *D. setosum* hidup pada substrat pasir, lamun, dan karang, di perairan Teluk Kuta, Nusa Tenggara Barat; sedangkan Sese *et al.* (2018) memperoleh spesies tersebut pada substrat pasir dan karang di Pulau Bakalan, Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah. Di Tanjung Pai Padaido, Biak, dan perairan Minahasa, *D. setosum* ditemukan hidup pada substrat pasir, lamun, rumput laut, dan karang mati (Yusron dan Susetiono, 2006; 2010).

Toha *et al.* (2012) menemukan di Teluk Cendrawasih, Papua, bulu babi jenis *Tripneustes gratilla* mendiami habitat yang memiliki padang lamun, alga, terumbu karang, pasir, dan lumpur. Sebaliknya, Tuapattinaja *et al.* (2014) menemukan di Tanjung Tiram, Teluk Ambon, jenis-jenis *D. setosum*, *Echinothrix calamaris*, dan *T. gratilla*, pada lokasi yang ada lamun maupun tanpa lamun.

Echinarachnius parma hanya ditemukan di daerah dasar perairan berpasir tanpa lamun di P. Gusung Toraja. Spesies ini merupakan penghuni dasar perairan yang berpasir, mulai dari daerah surut terendah hingga ke kedalaman 1.500 m. Cangkangnya berbentuk bulat, datar, seperti cakram, dengan diameter sekitar 7 – 8 cm. Di dasar perairan berpasir, mereka sering ditemukan berkelompok, untuk kemudahan melakukan reproduksi. Spesies bulu babi irregular ini memakan fitoplankton, zooplankton, dan detritus yang ditemukan di substrat (Ables, 2000).

Kisaran kelimpahan relatif *D. setosum* di daerah lamun Kep. Tonyaman adalah 74,44 – 87,21% (Tabel 1) relatif lebih tinggi bila dibandingkan temuan Mistiasih (2013) di P. Sapudi (berkisar 7,69 – 71,43%), maupun temuan Zakaria (2013) di P. Sikuai, Sumatera Barat (63,54%). Sebaliknya, kisaran kelimpahan relatif *E. mathaei* (3,16 – 5,56%) dan *T. gratilla* (5,56 – 6,32%) relatif lebih rendah dibandingkan temuan Mistiasih (2013) di P. Sapudi (berkisar (5,50 – 65,39% untuk *E. mathaei* dan 5,77 – 9,90% untuk *T. gratilla*). Erlangga *et al.* (2018) memperoleh kelimpahan relatif *D. setosum* dan *E. calamaris* di perairan Sabang berturut-turut sebesar 60,14% dan 8,78%. Kelimpahan relatif *D. setosum* di P. Liwutongkidi, Buton, berkisar 43,22 – 73,01% (Irianto *et al.*, 2016), sedangkan di pantai Teluk Nibung, Aceh, kelimpahannya mencapai 95,82% (Ibrahim *et al.*, 2017). Di Teluk Ambon, Radjab dan Rabiyaniti (2018) menemukan kelimpahan *D. setosum*

mencapai 97,6% dan *T. gratilla* hanya 2,4%. Bahkan di Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa, kelimpahan *D. setosum* mencapai 100% (Afifa *et al.*, 2017).

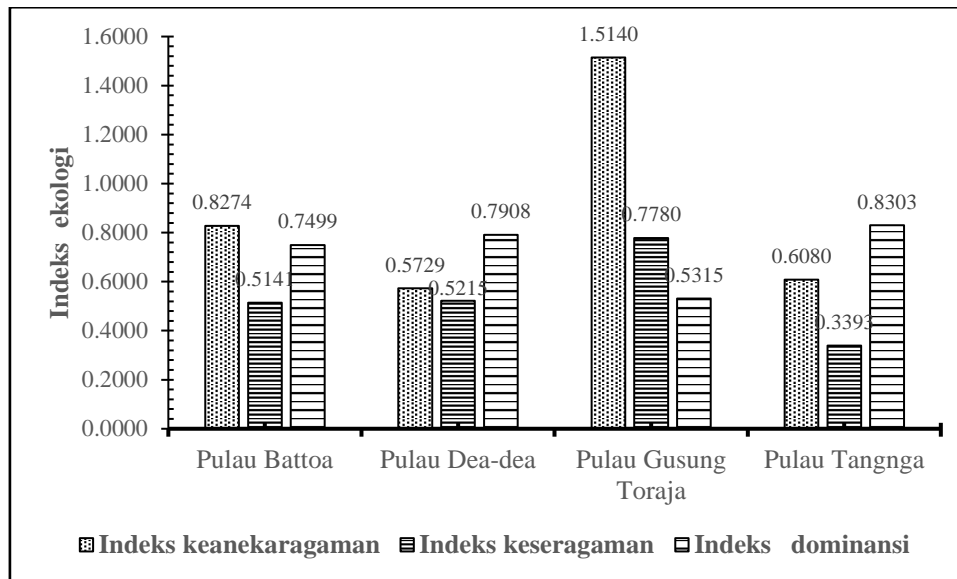
Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan *D. setosum* di perairan Kep. Tonyaman berkisar 53,6 – 62,4 ind.m⁻². Kepadatan tertinggi bulu babi tersebut ditemukan pada area lamun di P. Battoa dan P. Dea-dea, sedangkan kepadatan terendah ditemukan di P. Gusung Toraja. Sebaliknya, di area tanpa lamun, kepadatan *D. setosum* berkisar 24,0 – 31,2 ind.m⁻² (Tabel 1). Substrat di P. Battoa dan P. Dea-dea terdiri atas perpaduan antara lamun dan terumbu karang yang masih bagus. Walaupun ada aktifitas penangkapan ikan di P. Battoa namun hal tersebut tidak mengganggu ekosistem bulu babi dikarenakan bulu babi belum dimanfaatkan secara baik oleh penduduk setempat.

Kepadatan bulu babi *D. setosum* dan *T. gratilla* yang diperoleh di P. Tanakeke adalah 0,65 ind.m⁻² dan 0,01 ind.m⁻² (Angreni *et al.*, 2017). Kepadatan *D. setosum* di daerah yang lebat lamun di P. Barrang Lompo lebih sedikit dibandingkan di daerah yang lamunnya rendah, yaitu berturut-turut 0,35 ind.m⁻² dan 2,52 ind.m⁻², sedangkan kepadatan *E. calamaris* sebesar 0,01 ind.m⁻² baik di daerah yang lebat lamunnya maupun yang rendah kepadatan lamunnya (Musfirah, 2018). Di P. Sikuai, Zakaria (2013) menemukan kepadatan *D. antillarum* 0,004 ind.m⁻², *D. setosum* 0,138 ind.m⁻², *E. calamaris* 0,024 ind.m⁻², dan *E. mathei* 0,02 ind.m⁻². Lebih lanjut, Zakaria (2013) menemukan kepadatan di P. Setan untuk *D. antillarum* 0,018 ind.m⁻², *D. setosum* 0,175 ind.m⁻², *E. calamaris* 0,006 ind.m⁻², dan *E. mathei* 0,04 ind.m⁻². Mistiasih (2013) memperoleh kepadatan bulu babi di P. Sapudi untuk *D. setosum* berkisar 2,67 – 14,51 ind.m⁻², *E. calamaris* 1,33 – 1,50 ind.m⁻², dan *T. gratilla* 1,50 – 2,44 ind.m⁻². Seluruh temuan tersebut di atas lebih rendah dibandingkan kepadatan bulu babi yang ditemukan selama penelitian di Kep. Tonyaman.

Indeks Ekologi

Perhitungan indeks ekologi dilakukan dengan menggabungkan data kelimpahan bulu babi yang ditemukan di daerah lamun maupun tanpa lamun pada setiap pulau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman yang ditemukan berkisar 0,5729 – 1,5140, indeks keseragaman berkisar 0,3393 – 0,7780, dan indeks dominansi berkisar 0,5315 – 0,8303 (Gambar 3).

Rendahnya nilai indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (E), serta tingginya nilai indeks dominansi (D) yang diperoleh selama penelitian di Kep. Tonyaman disebabkan jumlah individu *D. setosum* yang mendominasi setiap lokasi pengambilan sampel (Tabel 1). Selain jumlah individu, jumlah spesies dan pemerataan jumlah individu pada setiap spesies juga memengaruhi nilai indeks ekologi yang diperoleh. Berdasarkan indeks Shannon-Wiener, Dahuri (1994) menyatakan bahwa jika $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman spesies, penyebaran individu, dan kestabilan komunitas rendah. Jika $1 < H' < 3$ menandakan keanekaragaman spesies, penyebaran individu, dan kestabilan komunitas sedang. Sebaliknya, jika $H' > 3$ menandakan keanekaragaman spesies, penyebaran individu, dan kestabilan komunitas tinggi. Nilai H' yang diperoleh di Kep. Tonyaman menunjukkan keanekaragaman spesies, penyebaran individu, dan kestabilan komunitas rendah sampai sedang.



Gambar 3. Grafik indeks ekologi bulu babi di Pulau Battoa, Pulau Dea-dea, Pulau Gusung Toraja, dan Pulau Tangnga, Kepulauan Tonyaman, Polewali Mandar, Sulawesi Barat

Indeks keseragaman jenis bulu babi pada area lamun di Kep. Tonyaman memiliki nilai yang cukup rendah. Sebaliknya, nilai indeks dominansi yang diperoleh cukup tinggi (lebih besar dari 0,5). Hal ini menunjukkan bahwa ada jenis bulu babi yang mendominasi daerah tersebut. Odum (1983) menyatakan bahwa apabila nilai indeks keseragaman (E) mendekati 1 ($E > 0,5$), maka sebaran individu antarjenis relatif sama, tetapi jika E mendekati 0 ($E < 0,5$), maka terdapat spesies tertentu yang jumlahnya relatif melimpah daripada jenis lainnya. Nilai indeks dominansi (D) berada antara 0 dan 1. Jika nilai D mendekati 1, maka terdapat jenis tertentu yang jumlahnya relatif berlimpah (dominan) sedangkan jika nilai D mendekati 0 maka sebaran individu antarspesies merata (Dahuri, 1994).

Berdasarkan data kelimpahan individu yang tercantum pada beberapa pustaka, telah dilakukan pengolahan dengan menggunakan rumus yang digunakan dalam penelitian ini, seperti tercantum pada Tabel 2. Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman bulu babi yang diperoleh di Kep. Tonyaman paling rendah dibandingkan dengan temuan pada beberapa lokasi lainnya. Sebaliknya, nilai indeks dominansi di Kep. Tonyaman lebih tinggi dibandingkan laporan tersebut, kecuali yang diperoleh Zakaria (2013). Rendahnya nilai indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman, diiringi dengan tingginya nilai indeks dominansi pada kedua lokasi tersebut (Kep. Tonyaman dan tiga pulau di Sumatera Barat) karena kelimpahan *D. setosum* yang sangat besar. Kelimpahan relatif *D. setosum* di Kep. Tonyaman (gabungan kelimpahan dari area yang ada lamun dan area tanpa lamun) berkisar 71,85 – 91,06%, sedangkan di Sumatera Barat berkisar 63,46 – 83,43%.

Tabel 1. Kelimpahan (individu), kelimpahan relatif (%), dan kepadatan (ind.m⁻²) bulu babi yang terdapat di Pulau Battoa, Pulau Dea-dea, Pulau Gusung Toraja, dan Pulau Tangnga, Kepulauan Tonyaman, Polewali Mandar, Sulawesi Barat

Jenis bulu babi	Pulau Battoa		Pulau Dea-dea		Pulau Gusung Toraja		Pulau Tangnga	
	Lamun	Tanpa lamun	Lamun	Tanpa lamun	Lamun	Tanpa lamun	Lamun	Tanpa lamun
Kelimpahan (individu)								
<i>Astropyga radiata</i>					2			
<i>Diadema antillarum</i>	2		9		6		1	
<i>Diadema setosum</i>	78	37	78	39	67	30	75	30
<i>Echinothrix calamaris</i>	6		6		5		2	
<i>Echinometra mathaei</i>	3				5		3	
<i>Tripneustes gratilla</i>	6				5		5	
<i>Echinarachnius parma</i>						15		
Kelimpahan relatif (%)								
<i>Astropyga radiata</i>					2,22			
<i>Diadema antillarum</i>	2,11		9,68		6,67		1,16	
<i>Diadema setosum</i>	82,11	100	83,78	100	74,44	66,67	87,21	100
<i>Echinothrix calamaris</i>	6,32		6,45		5,56		2,33	
<i>Echinometra mathaei</i>	3,16				5,56		3,49	
<i>Tripneustes gratilla</i>	6,32				5,56		5,81	
<i>Echinarachnius parma</i>						33,33		
Kepadatan (ind.m ⁻²)								
<i>Astropyga radiata</i>					1,6			
<i>Diadema antillarum</i>	1,6		7,2		4,8		0,8	
<i>Diadema setosum</i>	62,4	29,6	62,4	31,2	53,6	24,0	60,0	24
<i>Echinothrix calamaris</i>	4,8		4,8		4,0		1,6	
<i>Echinometra mathaei</i>	2,4				4,0		2,4	
<i>Tripneustes gratilla</i>	4,8				4,0		4,0	
<i>Echinarachnius parma</i>						12,0		

Tabel 2. Jumlah spesies, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) bulu babi yang berasal dari berbagai lokasi di Indonesia

Lokasi	Jumlah spesies	Indeks keanekaragaman	Indeks keseragaman	Indeks dominansi	Pustaka
Lansa, Minahasa Utara	8	2,3503	0,7835	0,2473	Yusron dan Susetiono, 2010
Buhias, Minahasa Utara	6	2,3406	0,9055	0,2081	Yusron dan Susetiono, 2010
Nain, Minahasa Utara	4	1,3993	0,6997	0,2784	Yusron dan Susetiono, 2010
Pulau Sapudi, Madura*)	8	2,3137	0,7713	0,2587	Mistiasih, 2013
Pulau Cingkuak, Sumatera Barat	2	0,9471	0,9471	0,5347	Zakaria, 2013
Pulau Sikuai, Sumatera Barat	7	1,5228	0,5424	0,4595	Zakaria, 2013
Pulau Setan, Sumatera Barat	5	0,9358	0,4030	0,7051	Zakaria, 2013
Sabang, Aceh	6	1,9404	0,7507	0,3471	Arhas <i>et al.</i> , 2015
Pantai Merta Sari, Bali	9	1,9911	0,6281	0,3274	Wulandewi <i>et al.</i> , 2015
Pantai Merta Segara, Bali	9	2,2315	0,7040	0,2481	Wulandewi <i>et al.</i> , 2015
Pantai Serangan, Bali	7	1,2619	0,4495	0,4894	Wulandewi <i>et al.</i> , 2015
Pulau Liwutongkidi, Buton*)	6	1,8420	0,7126	0,3689	Irianto <i>et al.</i> , 2016
Lamu, Gorontalo*)	5	2,2068	0,9504	0,2261	Olii dan Kadim, 2017
Pulau Barrang Lompo	6	2,0420	0,7900	0,2870	Musfirah, 2018
Pulau Bakalan, Sulawesi Tengah*)	7	2,0567	0,7326	0,2738	Sese <i>et al.</i> , 2018
Pulau Osi, Seram, Maluku	4	1,9749	0,9874	0,2532	Yusron dan Edward, 2019
Pulau Battoa	5	0,8274	0,3563	0,7499	Penelitian ini, 2020
Pulau Dea-dea	3	0,6211	0,3919	0,7908	Penelitian ini, 2020
Pulau Gusung Toraja	7	1,3129	0,5389	0,5315	Penelitian ini, 2020
Pulau Tangnga	5	0,5946	0,2561	0,8303	Penelitian ini, 2020

Keterangan: *) = gabungan stasiun. Data diolah berdasarkan kelimpahan individu masing-masing pustaka dengan menggunakan rumus yang digunakan dalam penelitian ini untuk memudahkan komparasi

Kualitas Air

Kondisi perairan secara langsung maupun tidak langsung dapat memengaruhi kehidupan organisme perairan. Karakteristik fisika kimia pada suatu habitat perairan sangat memengaruhi struktur komunitas biota yang ada di dalamnya. Hasil pengukuran suhu, salinitas, dan derajat keasaman (pH) perairan dari beberapa lokasi ditemukan bulu babi tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan kisaran suhu, salinitas, dan pH, di perairan Kep. Tonyaman tidak berbeda jauh dengan kisaran di lokasi lain tempat ditemukannya bulu babi. Kisaran suhu, salinitas, dan pH yang diperoleh cukup baik untuk pertumbuhan bulu babi sebagaimana dinyatakan oleh Toha *et al.* (2012) bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan bulu babi berkisar antara 25°C sampai 33°C, salinitas berkisar 30 – 32‰, dan pH berkisar 6,5 – 8,5. Nilai kecerahan perairan Kep. Tonyaman sebesar 100%. Nilai ini menunjukkan bahwa dasar perairan dapat terlihat dari permukaan. Kondisi ini menguntungkan bagi vegetasi lamun untuk bertumbuh dengan baik, dan ketersediaan makanan bagi bulu babi dapat terjamin.

Tabel 3. Hasil pengukuran parameter kualitas air di beberapa perairan pulau di Indonesia tempat ditemukannya bulu babi

Lokasi	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	Derajat keasaman	Pustaka
Pulau Sapudi	28 – 31	29 – 34	8,6 – 8,8	Mistiasih, 2013
Pulau Cingkuak	28 – 30	35	7,7 – 8,5	Zakaria, 2013
Pulau Sikuai	28 – 32	35	7,0 – 8,2	Zakaria, 2013
Pulau Setan	29 – 32	34 – 35	7,6 – 8,0	Zakaria, 2013
Pantai Sundak, Yogyakarta	33 – 34	33 – 34	7 – 8	Firmandana <i>et al.</i> , 2014
Pulau Bakalan	27 – 31	30,6 – 32,5	6,63 – 8,81	Sese <i>et al.</i> , 2018
Pulau Barrang Lompo	28 – 31,5	32 – 33	7,4 – 7,8	Musfirah, 2018
Pulau Cilik, Jepara	27 – 30	32	7,5 – 7,6	Hartati <i>et al.</i> , 2018
Kep. Karimunjawa	29 – 30	30 – 31	8	Sulistiawan <i>et al.</i> , 2019
Kep. Tonyaman	28 – 30	30 – 31	7,9 – 8,1	Penelitian ini, 2020

Simpulan

Di Kep. Tonyaman ditemukan 7 spesies Echinoidea yang berasal dari 4 famili, dengan kelimpahan berkisar 2 – 75 individu, kelimpahan relatif berkisar 1,16 – 100%, dan kepadatan berkisar 0,8 – 62,4 ind.m⁻². Nilai indeks ekologi yang diperoleh menunjukkan ada spesies yang dominan. Kualitas air yang diukur masih berada dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan bulu babi.

Daftar Pustaka

- Ables, J. 2000. "Echinarachnius parma" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed May 21, 2020 at https://animaldiversity.org/accounts/Echinarachnius_parma/
- Afifa, F.H., Supriharyono & P.W. Purnomo. 2017. Penyebaran bulu babi (*sea urchins*) di perairan Pulau Menjangan Kecil, Kepulauan Karimunjawa Jepara. *Journal of Maquares* 6(3): 230-238.
- Afifudin, I.K., S.H. Suseno, & A.M. Jacoeb. 2014. Profil asam lemak dan asam amino gonad bulu babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 17(1): 60-70.
- Akerina, F.O., T. Nurhayati, & R. Suwandy. 2015. Isolasi dan karakterisasi senyawa antibakteri dari bulu babi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 18 (1):61-73

- Anderson, A.H., J.W. Mathieson, & R.H. Thomson. 1969. Distribution of spinochrome pigments in echinoids. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 28: 333–345. [http://dx.doi.org/10.1016/0010-406X\(69\)91347-4](http://dx.doi.org/10.1016/0010-406X(69)91347-4).
- Andrew, N.L., Y. Agatsuma, E. Ballesteros, A.G. Bazhin, E.P. Creaser, D.K. A. Barnes, L.W. Botsford *et al.* 2002. Status and management of world sea urchin fisheries. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 40: 343–425.
- Angreni, F., M. Litaay, D. Priosambodo, & W. Moka. 2017. Struktur komunitas Echinodermata di padang lamun Pulau Tanakeke, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar* 2(1): 46-55.
- Arhas, F.R., N. Mahdi & S. Kamal. 2015. Struktur komunitas dan karakteristik bulu babi (Echinoidea) di zona sublitoral perairan Iboh Kecamatan Sukakarya, Kota Sabang. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2015*: 233-238.
- Aziz, A. & H. Sugiarto. 1994. Fauna Echinodermata padang lamun di Pantai Lombok Selatan, hal. 52-63. *Dalam* W. Kiswara, M.K. Moosa & M. Hutomo (eds.), *Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun di Pantai Selatan Lombok dan Kondisi Lingkungannya*. Puslitbang Oseanologi – LIPI, Jakarta.
- Bakus, G.J. 2007. *Quantitative Analysis of Marine Biological Communities*. Field Biology and Environment. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Brower, J. E., J.H. Zar, & C. Von Ende. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm.C. Brown Publisher, Dubuque.
- Colin, P.L. & C. Ameson. 1995. *Tropical Pacific Invertebrates. A Field Guide to the Marine Invertebrates Occuring on Tropical Pacific Coral Reefs, Seagrass Beds, and Mangroves*. Coral Reef Press, California. 296 p.
- Dahuri, R. 1994. *Analisi Biota Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dincer, T. & S. Cakli. 2007. Chemical composition and biometrical measurements of the Turkish Sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck, 1816). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(1): 21–26. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390600550265>.
- Erlangga, Y., S.A. El-Rahimi, & C.N. Devira. 2018. Struktur komunitas Echinodermata di perairan pantai Gapang, Desa Iboih, Kecamatan Sukakarya, Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 3(1): 92-101.
- Firmandana, T.C., Suryanti, & Ruswahyuni. 2014. Kelimpahan bulu babi (*sea urchin*) pada ekosistem karang dan lamun di perairan pantai Sundak, Yogyakarta. *Diponegoro Journal of Maquares* 3(4): 41-50.
- Gomes, A.R., A.C. Freitas, T.A.P. Rocha-Santos, & A.C. Duarte. 2014. Bioactive compounds derived from echinoderms. *RSC Adv.*, 4: 29365–29382.
- Hartati, R., E. Meirawati, S. Redjeki, I. Riniatsih, dan R.T. Mahendrajaya. 2018. Jenis-jenis bintang laut dan bulu babi (Asteroidea, Echinoidea: Echinodermata) di perairan Pulau Cilik, Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Kelautan Tropis* 21(1): 41–48.
- Ibrahim, C.N. Devira, & S. Purnawan. 2017. Struktur komunitas Echinoidea (bulu babi) di perairan pesisir pantai Teluk Nibung Kecamatan Pulau Banyak Kabupaten Aceh Singkil. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2017*: 193-198.
- Irianto, A., Jahidin, & H.W. Sudarajat. 2016. Kelimpahan bulu babi (Echinoidea) di intertidal perairan Pulau Liwutongkidi, Kecamatan Siempu, Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Ampibi* 1(2): 27-30.
- Keesing, J.K. & K.C. Hall. 1998. Review of harvest and status of world sea urchin fisheries point to opportunities for aquaculture. *J. Shellfish Res.*, 17: 1505–1506.
- Kelly, M.S. 2005. Echinoderms: Their culture and bioactive compounds. *Prog. Mol. Subcell Biol.*, 39: 139–165.
- Kroh, A. 2020. Phylogeny and classification of echinoids, pp. 1-17. *In* J.M. Lawrence (ed.) *Sea Urchins: Biology and Ecology*. Fourth Edition. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819570-3.00001-9>

- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Astropyga radiata* (Leske, 1778). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=213370> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Diadema antillarum* Philippi, 1845. Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=124332> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Diadema setosum* (Leske, 1778). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=213372> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Echinarachnius parma* (Lamarck, 1816). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=158062> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Echinometra mathaei* (Blainville, 1825). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/Echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=213383> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Echinothrix calamaris* (Pallas, 1774). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=213377> on 2020-05-05
- Kroh, A. & R. Mooi. 2018. World Echinoidea Database. *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758). Accessed at: <http://www.marinespecies.org/echinoidea/aphia.php?p=taxdetails&id=212453> on 2020-05-05
- Lawrence, J.M. 2007. Edible Sea Urchins: Biology and Ecology. Elsevier, Boston, 380 p.
- Lebedev, A.V., E.L. Levitskaya, E.V. Tikhonova, & M.V. Ivanova. 2001. Antioxidant properties, autoxidation and mutagenic activity of echinochrome A compared with its etherified derivative. *Biochemistry*, 66: 885–893.
- Lubis, S.A., R. Yolanda, A.A. Purnama, & R. Karno. 2016. The sea urchin (Echinoidea) from Panjang Island water, Bangka Belitung Province. *Omni-Akuatika* 12(2): 125-129.
- Marwati, M. 2002. Identifikasi, Penyebaran dan Kepadatan Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Pantai Sula, Kecamatan Betoambari, Kabupaten Buton. Universitas Halu Oleo, Kendari.
- Micael, J., M.J. Alves, A.C. Costa, & M.B. Jones. 2009. Exploitation and conservation of echinoderms. *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* 47: 191–208.
- Mistiasih, W.D. 2013. Struktur dan Sebaran Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) di Habitat Lamun Pulau Sapudi, Kabupaten Sumenep, Madura. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 87 Hal.
- Musfirah, N.H. 2018. Struktur Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) yang Berasosiasi dengan Ekosistem Lamun di Pulau Barrang Lompo, Sulawesi Selatan. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar: Sulawesi Selatan.
- Ningsih, I.R. 2019. Struktur Komunitas Lamun di Perairan Kepulauan Tonyaman, Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Barat. Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Odum, E.P. 1983. *Basic Ecology*. Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Olii, A.H. & M.K. Kadim. 2017. Kepadatan dan pola sebaran bulu babi di Desa Lamu. *Nikè: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 5(2): 48-53.
- Padang, A., Nurlina, T. Tuasikal & R. Subiyanto. 2019. Kandungan gizi bulu babi (Echinoidea). *Agrikan*. *Jurnal Agribisnis Perikanan* 12(2): 220-227. DOI: 10.29239/j.agrikan.12.2. 220-227
- Prasetyo, E., A. Zaida, R. Wulandari, I.N. Wulan, E. Santiati, & C.N.Y. Prakoso. 2019. Kekayaan jenis bulu babi (*sea urchin*) di kawasan perairan pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies* 12(1): 33-39.

- Radjab, A.W. 2004. Sebaran dan kepadatan bulu babi di perairan Kepulauan Padaido, Biak Irian Jaya. *Dalam: W.B. Setyawan, Y. Witasari, Z. Arifin, O.S.R. Ongkosongo, dan S. Biro (eds).* Jakarta: Prosiding Seminar Laut Nasional III.
- Radjab, A.W. & I. Rabiyaniti. 2018. Ekinodermata di perairan Teluk Ambon. Seminar Nasional Kelautan XIII Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 12 Juli 2018. B1.
- Rahman, M.A., A. Arshad, & F.M. Yusoff. 2014. Sea urchins (Echinodermata: Echinoidea): their biology, culture and bioactive compounds. *Proceeding of the International Conference on Agricultural, Ecological and Medical Sciences (AEMS-2014) July 3-4 2014 London (United Kingdom).* 39-48 pp. doi:10.15242/ IICBE.C714075.
- Santhanam, R., S. Ramesh & S.R.N. David. 2019. *Biology and Ecology of Pharmaceutical Marine Life: Echinoderms.* CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, Florida. 422 p.
- Service, M. & A.C. Wardlaw. 1984. Echinochrome-A as a bactericidal substance in the coelomic fluid of *Echinus esculentus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 79: 161–165. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491\(84\)90008-7](http://dx.doi.org/10.1016/0305-0491(84)90008-7).
- Sese, M.R., Annawaty, & E. Yusron. 2018. Keanekaragaman Echinodermata (Echinoidea dan Holothuroidea) di Pulau Bakalan, Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Scripta Biologica* 5(2): 73-77.
- Setyastuti, A. 2014. Ekinodermata Pulau Nusa Laut (Maluku, Indonesia). *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 40(1): 1-10.
- Sulistiawan, R., A. Solichin, & A. Rahman. 2019. Hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan bulu babi (Echinoidea) di pantai Pancuran, Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Journal of Maquares* 8(1): 28-36.
- Supono, D.J.W. Lane & Susetiono. 2014. Echinoderm fauna of the Lembeh Strait, North Sulawesi: inventory and distribution review. *Marine Research of Indonesia* 39(2): 51–61.
- Susetiono. 2007. *Lamun dan Fauna Teluk Kuta, Pulau Lombok.* LIPI Press, Jakarta. 155 hal.
- Toha, A.H.A., S.B. Sumitro, L. Hakim, & Widodo. 2012. Kondisi habitat bulu babi *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758) di Teluk Cenderawasih. *Berk. Penel. Hayati* 17: 139–145.
- Tuappatinaja, M.A., J.A. Pattikawa, & Y. Natan. 2014. Community structure of echinoderm at Tanjung Tiram, Inner Ambon Bay, Indonesia. *AACL Bioflux* 7(5): 351-356.
- Tupan, J. & B. Silaban. 2017. Karakteristik fisik-kimia bulu babi *Diadema setosum* dari beberapa perairan Pulau Ambon. *Jurnal Triton* 13(2): 71–78.
- Wulandewi, N.L.E., J.N. Subagio & J. Wiryatno. 2015. Jenis dan densitas bulu babi (Echinoidea) di kawasan pantai Sanur dan Serangan, Denpasar, Bali. *Jurnal Simbiosis* 3(1): 269- 280.
- Yusron, E. 2009. Keanekaragaman jenis Ekinodermata di perairan Teluk Kuta, Nusa Tenggara Barat. *Makara, Sains*, 13(1): 45-49.
- Yusron, E. & Edward. 2019. Diversitas Ekinodermata (Asteroidea, Echinoidea dan Holothuroidea) di perairan Pulau Osi, Seram Barat, Maluku Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 11(2): 437-446.
- Yusron, E. & Susetiono. 2006. Komposisi spesies Ekinodermata di perairan Tanjung Pai Padaido, Biak Numfor, Papua. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci.)* 8(2): 282-289.
- Yusron, E. & Susetiono. 2010. Keanekaragaman jenis Ekinodermata di perairan Minahasa Utara, Sulawesi Utara. *Biota* 15(1): 241–247.
- Zakaria, I.J. 2013. Komunitas bulu babi (Echinoidea) di Pulau Cingkuak, Pulau Sikuai dan Pulau Setan Sumatera Barat. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung 2013.* Hal. 381-388.

