

Deskripsi morfologis spesies endemik hiu berjalan (*Hemiscyllium halmahera*, Allen & Erdmann, 2013) di perairan Laut Maluku Utara

[Morphologies description of Halmahera epaulette shark endemic species (*Hemiscyllium halmahera*, Allen & Erdmann, 2013) in North Maluku Sea]

Nebuchadnezzar Akbar , Irmalita Tahir, Abdurrachman Baksir, Rustam E Paembonan, Firdaut Ismail

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Khairun, Ternate

Diterima: 5 November 2018; Disetujui: 11 Juni 2019

Abstrak

Hiu berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) merupakan biota laut endemik yang terdapat di perairan laut Maluku Utara. Spesies ini pertama kali ditemukan pada tahun 2013 di dua titik di perairan Halmahera yakni Ternate dan Bacan. Penelitian dilanjutkan pada tahun 2016, 2017 dan 2018 di perairan Halmahera yakni Weda dan Teluk Kao. Penelitian tersebut belum mengungkapkan secara lengkap deskripsi morfologis ikan tersebut pada wilayah perairan di Pulau Halmahera lainnya. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh data deskripsi morfologis hiu berjalan halmahera. Penelitian ini, dijadikan sebagai data tambahan dari hasil penelitian sebelumnya. Upaya koleksi hiu berjalan dilakukan pada bulan Januari-November tahun 2018 di wilayah perairan Loleo, Tidore, Maitara, Mare dan Lelei. Sampel yang diperoleh difoto, beberapa karakter meristik, morfometrik, dan bobot tubuh ikan diukur. Ikan ini memiliki banyak nama lokal yang berbeda. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa spesies ini memiliki banyak bintik berwarna coklat tua dengan pola ukuran dan bentuk yang berbeda-beda dengan ukuran diameter antara 0,5-1,2 cm. Panjang total tubuh dan panjang standar berkisar antara 40-63 cm dan 35-55 cm. Panjang kepala 7-12 cm; lebar kepala 3-6 cm; tinggi kepala 9-10 cm; lingkar tubuh 11-24 cm. Panjang sirip pektoral 4-6 cm; Panjang sirip dorsal 5-6 cm; panjang ekor bagian bawah 4-6 cm. Panjang ekor bagian atas antara 4-6 cm. Tipe mulut subterminal dengan gigi yang runcing.

Kata penting: endemik, hiu berjalan halmahera, morfologi

Abstract

Halmahera Epaulette Shark (*Hemiscyllium halmahera*) is an endemic fish in the North Maluku sea. This species was first discovered in two spots of Halmahera waters namely Ternate and Bacan in 2013. Halmahera Epaulette Shark research was continue in Weda and Kao Bay in 2016, 2017 and 2018. Those previous studies, however, did not reveal the morphological description of this species in the other part of the Halmahera Islands. This research was made to enhance the information about this species from the other part of Halmahera waters with a purpose to describe the morphology of Halmahera epaulette shark. The study was carried out in remote areas of Loleo, Tidore, Maitara, Mare, and Lelei Island in 2018. Photos of fish were documented, some meristic and morphometric characters and body weight were measured. Halmahera epaulette shark has many local names. Observation results showed that many dark brown spots with different patterns and shapes were present with 0.5-1.2 cm in diameter. The total and standard lengths were 40-63 cm and 35-55 cm, respectively. Head length and head width ranged from 7-12 cm and 3-6 cm, respectively. The head height ranged from 9-10 cm. The body circumference of fish ranged between 11-24 cm. Pectoral fins length ranged from 4-6 cm. The dorsal fin length ranged from 5-6 cm. The lower tail length ranged from 4-6 cm. The upper tail length ranged from 4-6 cm. Fish mouth type is subterminal with pointed teeth.

Keyword: endemic, morphology, walking shark halmahera

Pendahuluan

Indonesia merupakan daerah segitiga terumbu karang dunia yang memiliki keanekaragaman jenis terumbu karang dan ikan karang yang tinggi (Veron *et al.* 2009, Allen & Andrim 2003). Tingginya keanekaragaman habitat dapat memberikan pengaruh terhadap tingginya jum-

lah dan spesies di daerah terumbu karang (Allen & Andrim 2003). Allen (2000) menjelaskan *hotspot* konservasi merupakan area geografis dengan keanekaragaman yang tinggi yang memiliki hewan dan tumbuhan endemik.

Perairan Maluku Utara secara ekologi termasuk dalam wilayah segitiga terumbu karang dunia. Veron *et al.* (2009) menyatakan perairan

 Penulis korespondensi

Alamat surel: nezzarnebuchad@yahoo.co.id

laut Halmahera memiliki kekayaan *zooxanthellate* karang. Selain itu perairan ini memiliki kekayaan ikan karang yang tinggi (Allen 2000).

Secara geologis proses pembentukan pulau di wilayah Maluku Utara sangat dinamis dan rumit dengan rentang waktu yang panjang, juga memberikan fenomena terhadap kemunculan spesies. Proses geologis pembentukan pulau membentuk ruang dan habitat baru, sehingga mengisolasi spesies daerah sekitar. Hal ini memungkinkan terjadinya spesiasi dan endemisme pada daerah sekitar. Akbar *et al.* (2018) menyebutkan bahwa Maluku Utara merupakan kepulauan yang terbentuk akibat peristiwa tubrukan lempeng Pasifik dan Filipina yang menyebabkan kenaikan kerak bumi ke atas permukaan laut. De Jong (1998) mengatakan bahwa secara geologis Pulau Halmahera sangat berbeda dengan Pulau Seram. Halmahera secara geografis mengarah ke bagian timur Indonesia sedangkan Pulau Seram menjulur ke bagian barat Indonesia. Perbedaan tersebut menyebabkan isolasi yang panjang dan rumitnya pembentukan pulau ini dan secara geologis telah memberikan pengaruh terhadap jenis fauna yang menghuni pulau Halmahera (Hall 1998). Spesies endemik di Maluku termasuk Halmahera dan Seram sangat tinggi yakni 21% dari 395 spesies (De Jong 1998).

Hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) merupakan spesies endemik yang terdapat di perairan Maluku Utara. Spesies ini memiliki nama lokal yang beragam, yakni gurango tokek, gurango bodo, gurango buta, gurango loreng, gurango nyare, dan gurango haga. Jenis hiu ini ditemukan kali pertama oleh Allen *et al.* tahun 2013 pada dua titik di perairan Halmahera yakni Ternate dan Bacan. Spesies ini disebut *bamboo shark* termasuk famili *Hemiscylliidae* untuk jenis ikan karang (Allen *et al.*

2013). Secara umum habitat spesies ini ditemukan di daerah terumbu karang, lamun, dan substrat pasir dengan sedikit tumbuhan air di perairan dangkal (Allen & Dudgeon 2010; Compagno 2001). Penelitian pendeskripsian karakteristik morfologi hiu dilaporkan Muller & Henle (1838) *in* Allen *et al.* (2016) di Australia dan Papua Nugini yang secara administratif dekat dengan timur pulau Halmahera. Penelitian ini mengungkapkan kedekatan morfologi yang kuat antara kedua wilayah. Gill (1962) *in* Allen *et al.* (2016) mengatakan bahwa penelitian Muller & Henle (1838) menunjukkan spesies *Chiloscyllium* merupakan representasi dari famili *Hemiscylliidae*. Penelitian yang mendeskripsikan famili hiu berjalan (*Hemiscyllium*) dilaporkan oleh Compagno (2001) yang menemukan lima individu *H. freycineti*. Penelitian yang dilakukan Whitley (1967) *in* Allen *et al.* (2013) juga menemukan *H. hallstromi* dan *H. strahan*. Selain itu Bonnatere (1788) *in* Allen *et al.* (2013) juga menemukan *H. ocellatum* yang masuk dalam famili *Hemiscyllium*. Hasil penelitian lainnya juga ditemukan Richardson (1843) *in* Allen *et al.* (2013) yang menemukan *H. trispeculare*. Kemudian Allen & Dudgeon (2010) dalam penelitian memperoleh menambahkan tiga individu *H. michaeli* hasil deskripsi morfologi di timur Papua Nugini.

Penelitian hiu berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) dilakukan Allen (2013) di perairan Halmahera yakni Ternate dan Bacan. Allen *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa spesies ini merupakan spesies baru dari famili *Hemiscyllium* dan kemudian melakukan deskripsi morfologis terhadap spesies ini. Jutan *et al.* (2017) melaporkan kondisi spesies ini di perairan Teluk Kao, Halmahera Utara masih dalam kondisi pertumbuhan sehat. Penelitian hiu

berjalan lainnya juga dilaporkan Allen *et al.* (2016) yang mendeskripsikan perbandingan famili *Hemiscyllium* di daerah Halmahera, Papua, Barat Papua Nugini, Timur Papua Nugini, dan Australia. Jutan *et al.* (2018) melaporkan tentang kondisi hiu berjalan Halmahera yang mengalami lebih tangkap di daerah Teluk Kao, Kabupaten Halmahera Utara.

Sejauh ini pengkajian untuk melihat struktur populasi dilakukan dengan metode konvensional melalui pendekatan morfologi dan meristik (Akbar *et al.* 2014). Analisis ini dijadikan sebagai langkah awal untuk melihat ketersediaan populasi dengan ukuran jumlah populasi yang besar berdasarkan tampilan fenotip (Daud *et al.* 2005). Slamet *et al.* (2011) mengatakan keragaman ikan dapat diidentifikasi dengan melihat karakter fenotipe meristik yaitu dengan cara menghitung jumlah jari-jari sirip yang terdapat pada tubuh ikan. Penelitian yang dilakukan Allen (2013), Jutan *et al.* (2017), dan Jutan *et al.* (2018) di beberapa perairan Halmahera belum mengungkapkan secara lengkap deskripsi morfologi ikan hiu berjalan Halmahera pada wilayah perairan di pulau Halmahera lainnya. Penelitian yang dilakukan ini, dijadikan sebagai data tambahan dari hasil penelitian sebelumnya. Selain itu penelitian ini juga melengkapi data serta dijadikan sebagai pembandingan dari hasil penelitian sebelumnya. Data ini penting untuk dijadikan sebagai basis data morfologis spesies endemik hiu Halmahera di perairan Maluku. Penelitian terhadap spesies endemik penting dilakukan untuk memberikan basis data dan strategi konservasi bagi keberlanjutan populasi. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh data deskripsi morfologis hiu berjalan halmahera.

Bahan dan metode

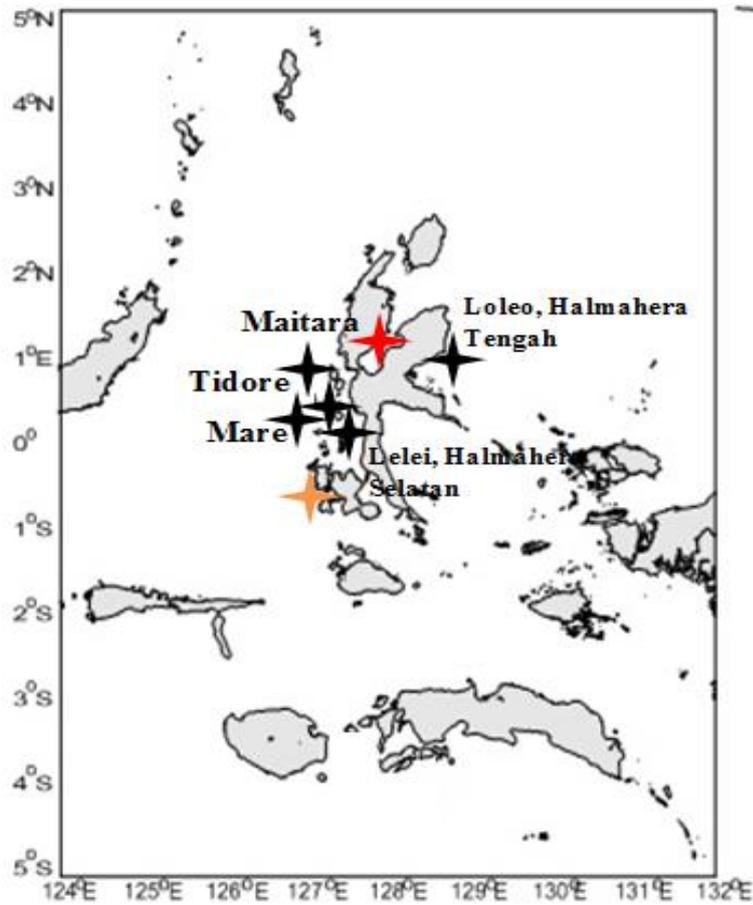
Koleksi sampel

Pengambilan sampel ikan dilakukan pada bulan Februari-November tahun 2018 di wilayah perairan Loleo (Halmahera Tengah), pulau Tidore, pulau Maitara, pulau Mare (Kota Tidore Kepulauan) serta pulau Lelei (Halmahera Selatan) (Gambar 1).

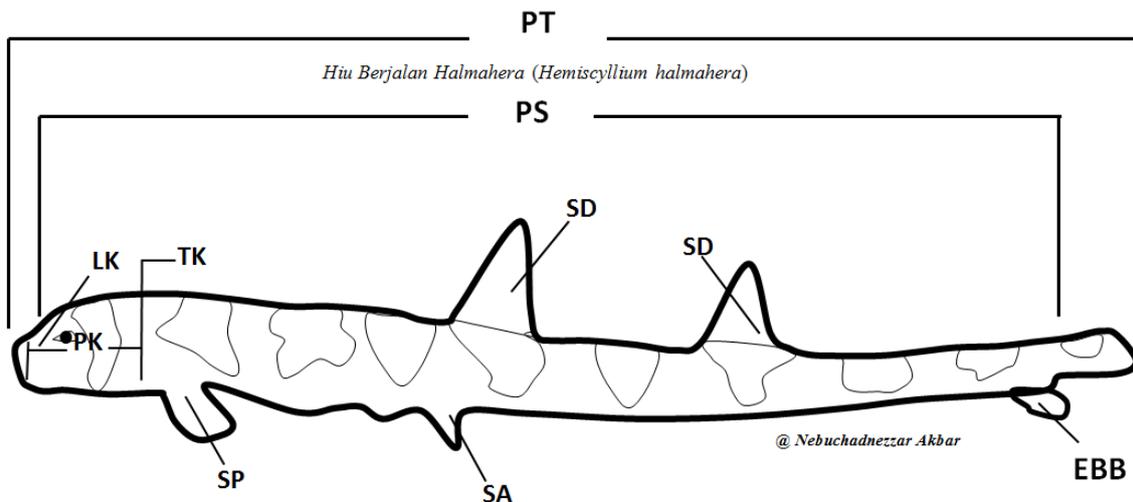
Sampel diperoleh dari hasil tangkapan sampingan nelayan dengan menggunakan mata jaring 2,5 cm dan pemancingan (*handline fishing*) dilakukan pada malam dan siang hari. Koleksi sampel lainnya juga menggunakan alat selam dasar dan scuba diving pada malam dan siang hari dengan kedalaman 3-10 meter. Objek penelitian yang ditemukan di daerah terumbu karang dan lamun kemudian ditangkap menggunakan tangan (*hand sampling equipment*) kemudian dibawa ke permukaan perairan dan dilakukan pengukuran morfometrik. Sampel yang telah diukur dilepaskan kembali ke perairan .

Pengukuran morfologis ikan

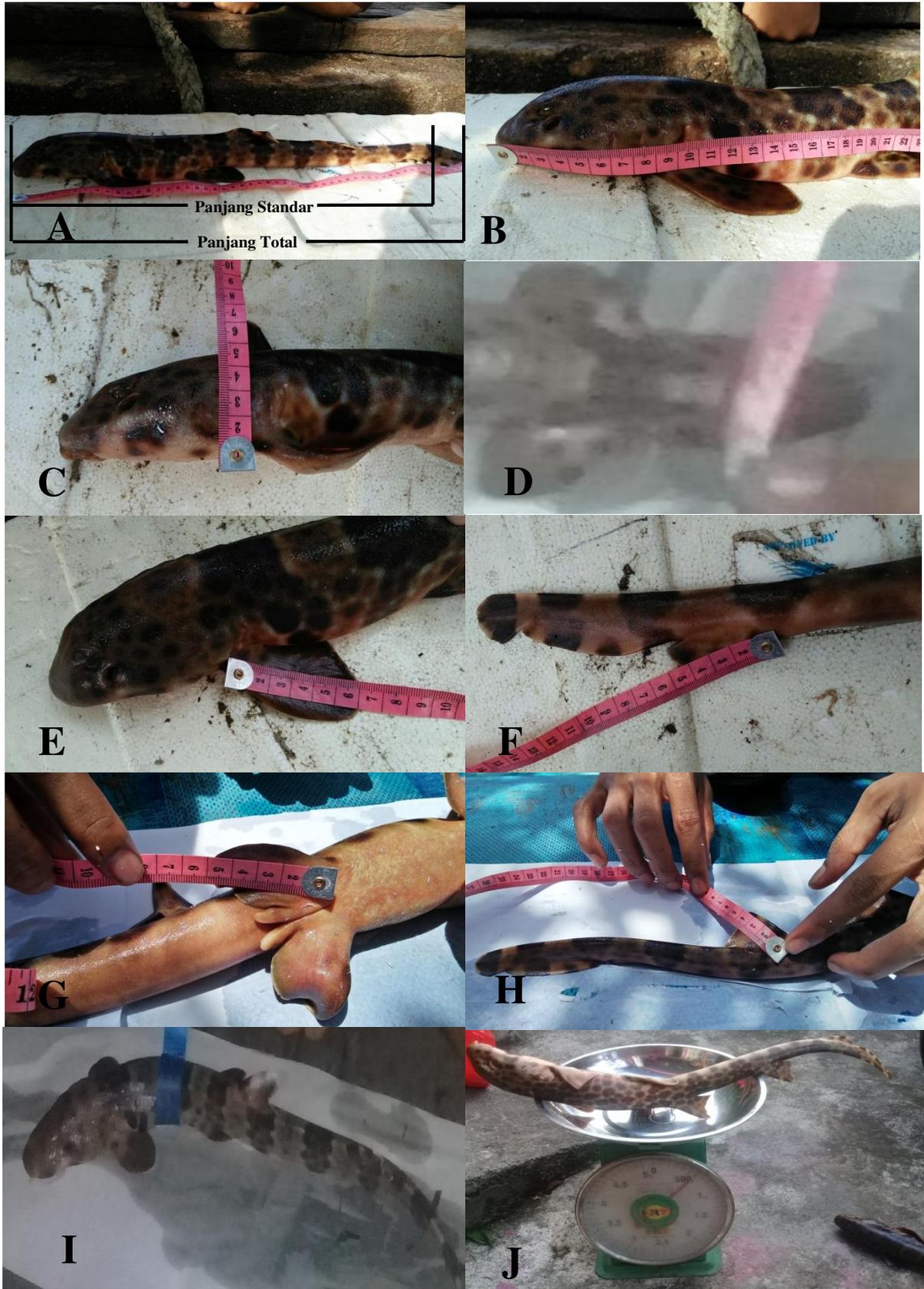
Sampel hiu berjalan halmahera yang ditemukan kemudian difoto. Pengukuran panjang, lebar, dan morfologi; kemudian penimbangan bobot dilakukan di laboratorium (Bond 1979; Potier & Sadhotomo 1991; Compagno 2001; Omar 2011). Pengukuran ikan diperlihatkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Determinasi kelamin ikan dilakukan secara visual. Kelamin dilihat secara kasat mata untuk ditentukan jenisnya (Allen *et al.* 2013; 2016). Pengukuran sampel menggunakan papan pengukur dengan ketelitian 0,1 cm. Bobot ikan ditimbang menggunakan timbangan berketelitian 10 gram dengan kapasitas 50 Kg.



Gambar 1. Lokasi penangkapan dan pengumpulan contoh hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*). Bintang hitam = data primer, bintang merah = Jutan *et al.* 2017, dan bintang jingga = Allen *et al.* 2013



Gambar 2. Karakter morfometrik ikan hiu halmahera yang diukur. PT (panjang total), PS (panjang standar), TK (tinggi kepala), PK (panjang kepala), LK (lebar kepala), SP (sirip pectoral), SA (sirip anal), SD (sirip dorsal), EBB (ekor bagian belakang)



Gambar 3. Pengukuran morfologi hiu berjalan Halmahera. Contoh pengukuran ; A). panjang total dan panjang standar, B). panjang kepala, C). tinggi kepala, D). lebar kepala, E). sirip pektoral, F). sirip ekor bawah, G). sirip anal, H). sirip dorsal. I) lingkaran tubuh, J.) bobot sampel

Hasil

Total sampel yang ditemukan di perairan laut Loleo (Halmahera Tengah) (n=3), Pulau Tidore (n = 3), Maitara (n=3), Lelei (Halmahera Selatan) (n=3) dan Mare (n=3). Bobot seluruh sampel ikan antara 290-500 gram (Tabel 1 dan Gambar 3). Variasi bobot yang ditemukan ini disebabkan sampel memiliki perbedaan ukuran panjang dan lingkar tubuh (Tabel 1).

Deskripsi morfologis

Hasil pengamatan tampilan morfologis hiu berjalan halmahera ditemukan banyak bintik (totol) berwarna coklat tua dengan pola ukuran dan bentuk berbeda-beda (Gambar 4). Penyebaran bintik terdapat di seluruh bagian tubuh ikan. Secara umum bintik spesies ini bercorak coklat

muda pada bagian tubuh. Ukuran bintik pada badan memiliki diameter 0,5-1,2 cm. Samping perut dan bagian atas badan menyebar hingga ekor ditemukan ciri bintik yang besar. Mulut bagian depan, sirip dan ekor ditemukan corak bintik yang berukuran kecil.

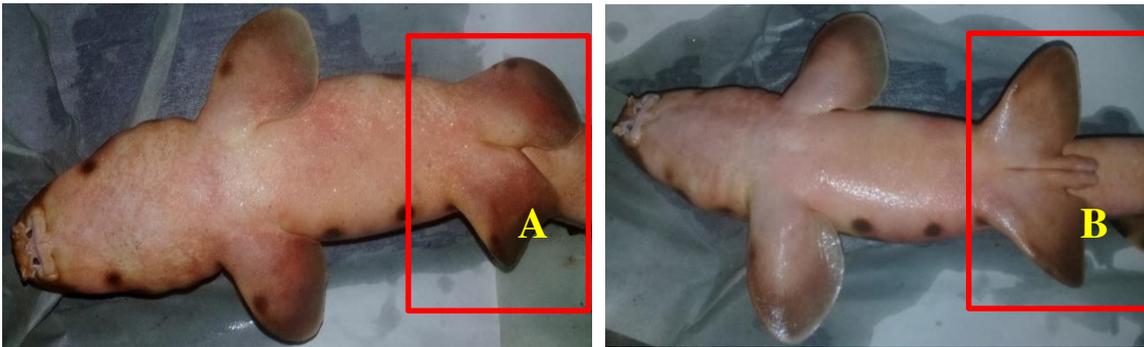
Mulut hiu berjalan halmahera memiliki bentuk atau tipe mulut subterminal (Gambar 5). Posisi mulut terletak dekat dengan ujung hidung dan terdapat pada bagian bawah kepala. Ciri mulut seperti ini menggambarkan bahwa spesies ini memiliki cara makan dengan mengambil sumber makanan pada bagian substrat. Morfologi mulut yang kecil dengan gigi yang runcing menjelaskan bahwa hiu berjalan halmahera merupakan hewan omnivora (Gambar 5).



Gambar 4. Tampilan morfologi hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*)



Gambar 5. Tipe mulut hiu berjalan (*Hemiscyllium halmahera*)



Gambar 6. Jenis kelamin hiu berjalan di lokasi penelitian. A.) Kelamin betina dan B.) Kelamin jantan

Letak kelamin jantan dan betina keseluruhan terdapat pada bagian bawah perut yang mendekati sirip anal (Gambar 6). Ciri morfologi kelamin jantan yaitu terlihat daging memanjang bulat seperti torpedo dengan ukuran panjang 1-2 cm yang berdekatan dengan sirip anal dan kelamin betina terdapat di bagian bawah perut yang berdekatan dengan sirip anal yang memiliki ciri khas yakni terdapat lubang kecil (Gambar 6).

Jenis kelamin jantan dan betina hiu berjalan halmahera ditemukan di seluruh lokasi. Nisbah kelamin dari total 15 individu terbagi atas 7 berjenis kelamin betina dan 8 berjenis kelamin jantan (Tabel 1). Distribusi jenis kelamin yang ditemukan di lokasi Pulau Maitara dua jenis jantan dan satu betina. Di Pulau Tidore ditemukan dua betina dan satu jantan. Di Pulau Lelei diperoleh dua kelamin jantan dan satu kelamin betina. Di Loleo ditemukan satu jantan dan dua betina serta Pulau Mare ditemukan dua jantan dan satu betina.

Deskripsi morfometrik

Hasil pengukuran morfologi ikan di lima lokasi ditampilkan pada Tabel 1. Selanjutnya ukuran setiap karakter morfologis dihomogen-

kan dengan cara dinyatakan dalam panjang total ikan; yang kisarannya diperlihatkan pada Tabel 2. Ukuran rata-rata setiap lokasi diperlihatkan pada Tabel 3 untuk dibandingkan.

Panjang standar ikan hiu berjalan Halmahera tertinggi pulau Mare dibandingkan lokasi lain (Tabel 3). Nilai tertinggi panjang standar ikan berikutnya ditemukan di pulau Tidore, selanjutnya di pulau Maitara, kemudian Lelei. Panjang standar ikan hiu berjalan di Loleo merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan lokasi lainnya.

Pengukuran morfometrik memperlihatkan bahwa panjang kepala tertinggi ditemukan pada dua lokasi yakni Lelei dan Loleo, kemudian diikuti pulau Maitara. Panjang kepala ikan di pulau Mare lebih kecil dibandingkan dengan lokasi lain (Tabel 3).

Lebar kepala ikan di Loleo lebih pendek dibandingkan dengan lokasi lainnya (Tabel 3). Kategori lebar kepala tertinggi ditemukan di Lelei dibandingkan semua lokasi (Tabel 3). Lebar kepala tertinggi ikan selanjutnya terdapat di pulau Tidore, kemudian diikuti ikan di pulau Maitara yang lebih tinggi dibandingkan pulau Mare.

Tabel 1. Data hasil pengukuran morfologi hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) pada lokasi sampling

Pengukuran	Pulau Maitara N 00°44'.471" E 127°21'.998"			Lelei, Halmahera Selatan N 00°27'.496" E 127°23'.885"			Loleo, Halmahera Tengah N 00°14'.650" E 127°55'.129"			Tidore N 00°38'.59.47" E 127° 26'42.41"			Mare N 00°58'.097" E 127° 41'103"		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Panjang total (cm)	54	53	54	64	54	55	40	48	48	57	63	61	54	42	50
Panjang standar (cm)	47	45	47	58	46	48	35	37	41	52	54	55	50	38	46
Panjang kepala (cm)	11	9	9	12	9	11	7	8	10	11	10	12	8	6	8
Lingkar tubuh (cm)	15	16	15	24	17	17	11	11	14	17	18	19	14	12	14
Lebar kepala (cm)	4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	6	6	7	5	7
Tinggi kepala (cm)	10	10	10	11	10	10	9	9	9	9	10	10	10	9	10
Panjang sirip pektoral (cm)	5	5	5	6	5	5	4	4	4	5	6	6	5	3	5
Panjang sirip dorsal (cm)	5	5	5	6	5	5	4	5	5	5	6	6	6	3	5
Panjang sirip anal (cm)	6	6	6	7	6	6	5	5	5	5	6	6	9	7	9
Panjang ekor bagian bawah (cm)	5	5	5	6	5	5	5	4	4	5	6	6	9	7	9
Bobot (gram)	400	400	410	400	400	400	290	300	310	500	500	500	400	320	470
Kelamin	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Jantan	Betina	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan

Deskripsi morfologis hiu berjalan

Tabel 2. Perbandingan karakter morfologis hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) dengan panjang totalnya

Karakter morfologis	Pulau Maitara	Lelei, Halmahera Selatan	Loleo, Halmahera Tengah	Tidore	Mare
Panjang total	1	1	1	1	1
Panjang standar	0,849-0,870	0,852-0,906	0,771-0,875	0,857-0,912	0,905-0,926
Panjang kepala	0,167-0,204	0,167-0,200	0,167-0,208	0,159-0,197	0,143-0,160
Lebar kepala	0,056-0,075	0,073-0,078	0,083-0,100	0,088-0,098	0,071-0,100
Lingkar tubuh	0,278-0,302	0,309-0,375	0,229-0,292	0,286-0,311	0,259-2,86
Tinggi kepala	0,185-0,189	0,172-0,185	0,184-0,225	0,158-0,200	0,161-0,214
Panjang sirip pektoral	0,093-0,094	0,091-0,093	0,083-0,100	0,088-0,098	0,071-0,100
Panjang sirip dorsal	0,093-0,094	0,091-0,094	0,100-0,104	0,088-0,098	0,071-0,111
Panjang sirip anal	0,111-0,113	0,109-0,111	0,104-0,125	0,088-0,098	0,167-0,180
Panjang ekor bagian bawah	0,093-0,094	0,091-0,094	0,083-0,125	0,088-0,098	0,167-0,180

Tabel 3. Rerata karakter morfologis ikan hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) pada pulau Maitara, Lelei Halmahera Selatan, Loleo Halmahera Tengah, Tidore, dan Mare.

Karakter morfologis	Pulau Maitara	Lelei, Halmahera Selatan	Loleo, Halmahera Tengah	Tidore	Mare
Panjang total	1	1	1	1	1
Panjang standar	0,863	0,862	0,833	0,879	0,917
Panjang kepala	0,180	0,183	0,183	0,178	0,150
Lebar kepala	0,286	0,312	0,265	0,299	0,275
Lingkar tubuh	0,068	0,073	0,089	0,097	0,088
Tinggi kepala	0,186	0,184	0,200	0,161	0,200
Panjang sirip pektoral	0,093	0,092	0,089	0,097	0,088
Panjang sirip dorsal	0,093	0,092	0,103	0,097	0,094
Panjang sirip anal	0,112	0,110	0,111	0,097	0,171
Panjang ekor bagian bawah	0,093	0,092	0,097	0,097	0,171

Lingkar tubuh ikan di pulau Tidore lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya (Tabel 3). Lingkar tubuh ikan di pulau Maitara merupakan yang terkecil diantara semua lokasi. Lingkar tubuh tertinggi ikan hiu berjalan setelah pulau Tidore terdapat di Loleo, kemudian lebih tinggi jika dibandingkan dengan pulau Mare dan Lelei.

Tinggi kepala ikan hiu berjalan Halmahera di pulau Tidore lebih kecil daripada lokasi lain (Tabel 3). Tinggi kepala di pulau Mare dan Loleo lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Tinggi kepala ikan selanjutnya ditemukan pada pulau Maitara yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan lokasi Lelei.

Karakteristik morfologi panjang sirip pektoral tertinggi ikan ditemukan di pulau Tidore dibandingkan lokasi lain (Tabel 3). Selanjutnya panjang sirip pektoral tertinggi ikan terdapat di pulau Maitara dan lebih panjang jika dibandingkan dengan Lelei dan Loleo. Panjang sirip pektoral ikan terkecil terdapat di pulau Mare dibandingkan semua lokasi (Tabel 3).

Sirip dorsal ikan hiu berjalan Halmahera tertinggi di Loleo dibandingkan lokasi sampling lainnya (Tabel 3). Nilai sirip dorsal ikan tertinggi berikutnya ditemukan di pulau Tidore dan jika dibandingkan maka lebih tinggi daripada sirip dorsal pulau Mare dan Maitara. Nilai sirip dorsal ikan terkecil ditemukan di Lelei dibandingkan lokasi lainnya.

Panjang sirip anal tertinggi ditemukan di pulau Mare dibandingkan lokasi lain (Tabel 3). Selanjutnya panjang sirip anal ikan diperoleh di pulau Maitara dan memiliki nilai tinggi jika dibandingkan dengan Loleo dan Lelei. Panjang sirip anal terkecil di pulau Tidore dibandingkan seluruh lokasi sampling.

Panjang ekor bagian bawah ikan hiu halmahera berjalan tertinggi di pulau Mare diban-

dingkan semua lokasi sampling (Tabel 3). Berikutnya terdapat di pulau Tidore dan Loleo yang memiliki kesamaan nilai. di dua lokasi tersebut panjang ekor bawah lebih tinggi dibandingkan pulau Maitara. Nilai panjang ekor bawah terkecil ditemukan di Lelei dibandingkan lokasi lain.

Pembahasan

Deskripsi fenotip hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) yang ditemukan di seluruh lokasi memiliki corak bintik yang unik, berwarna coklat, memiliki ukuran yang bervariasi dan terdistribusi pada bagian atas tubuh terkecuali perut (Gambar 3). Secara umum karakteristik fenotip hiu berjalan halmahera memiliki kemiripan yang tinggi pada setiap lokasi penelitian. Kesamaan ini diduga bahwa populasi hiu berjalan halmahera berasal dari keturunan yang sama. Tampilan fenotip yang diperoleh mirip dengan hasil penelitian Allen (2013) di Pulau Ternate dan Bacan. Namun karakteristik yang berbeda dilaporkan Jutan *et al.* (2018) di Teluk Kao, Halmahera Utara, yakni spesies ini memiliki warna kulit putih abu-abu dengan bintik berwarna coklat muda dengan ukuran yang berbeda dan tersusun beraturan dari bagian ekor hingga kepala (Gambar 6). Perbedaan fenotip yang ditemukan, kemungkinan diakibatkan pengaruh topografi dan kualitas lingkungan perairan laut. Hiu berjalan halmahera yang ditemukan Jutan *et al.* (2018) di Teluk Kao, diduga telah terpengaruh kondisi perairan yang tercemari sianida dan merkuri (Hg). Laporan Edward (2008) menunjukkan bahwa Teluk Kao telah terakumulasi kadar merkuri di air laut dan sedimen. Pencemaran merkuri dan sianida dapat memberikan efek terhadap tampilan fenotip biota laut. Edward (2017) mengatakan bahwa ikan yang terpapar senyawa beracun namun tidak

mati, organ tubuhnya dapat mengalami kerusakan jaringan. Perbandingan perbedaan fenotip famili *Hemiscyllium* juga ditemukan Allen *et al.* (2016) pada jenis hiu karpet berbintik (*H. freycineti*) di daerah Pulau Kri Raja Empat, yang memiliki bintik berwarna coklat muda dengan warna kulit putih dan terdistribusi secara acak pada bagian tubuh (Gambar 7). Pola totol jenis hiu karpet berbintik yakni hanya ditemukan beberapa jenis totol berukuran besar pada bagian punggung hingga ekor, namun lebih mendominasi totol ukuran kecil (Gambar 7). Perbedaan fenotip dimungkinkan akibat perbedaan letak geografis, topografi, dan lingkungan habitat laut Pulau Kri dan lokasi sampling.

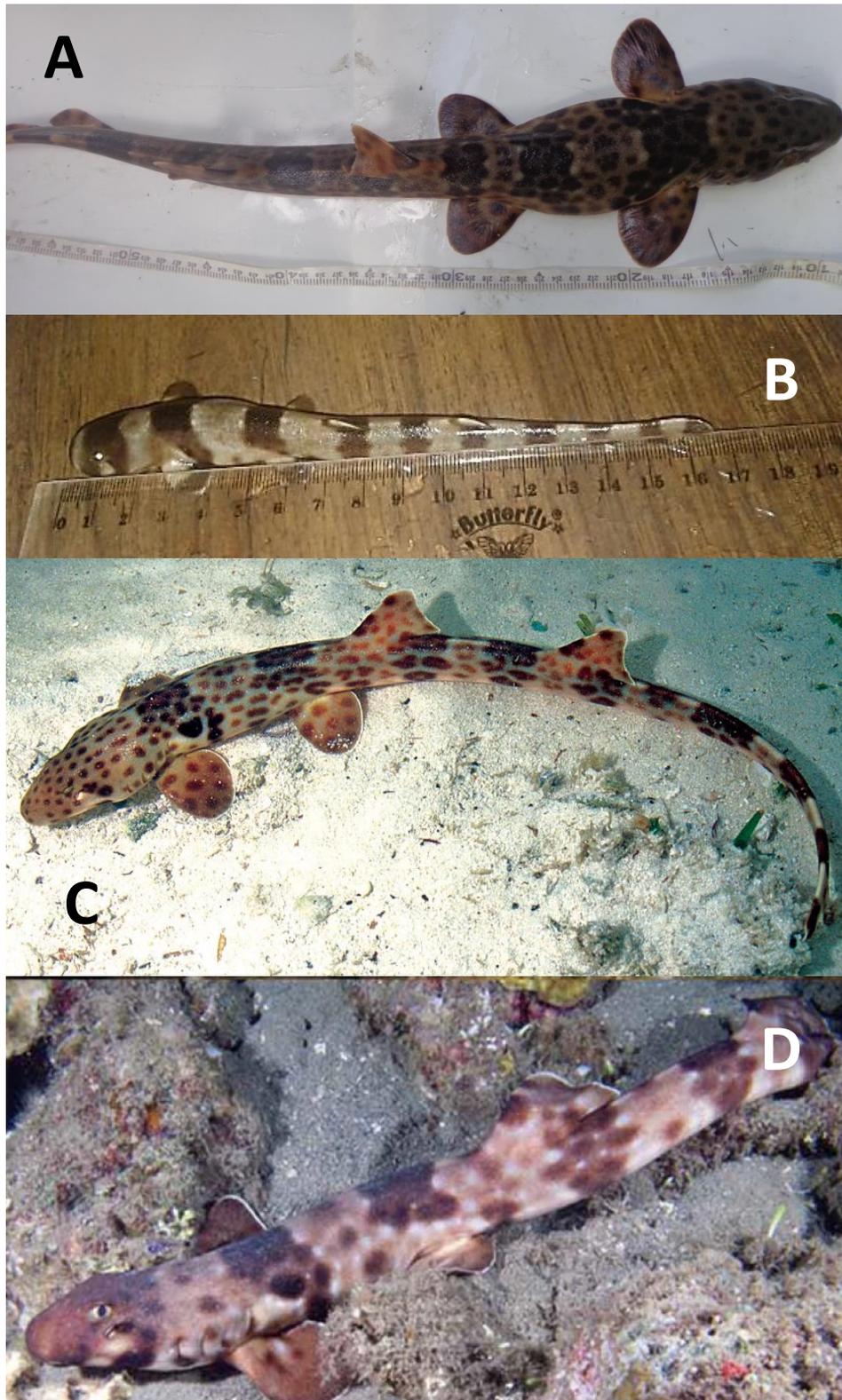
Deskripsi fenotip famili *Hemiscyllium* memiliki ciri yang berbeda setiap individu pada ukuran dan bentuk bintik. Perbedaan ini diduga akibat perbedaan proses isolasi, pengaruh tipologi lingkungan pantai, ekologi regional setiap wilayah, rintangan (*barrier*), dan faktor genetik. Namun demikian secara umum ikan memiliki corak warna kulit dan warna totol yang mirip. Akbar & Aris (2018) mengatakan bahwa kemiripan yang terjadi pada populasi mengindikasikan bahwa kelompok tersebut merupakan satu keturunan dan memiliki kedekatan secara genetik. Laporan Jutan *et al.* (2017) menyebutkan bahwa spesies ini merupakan endemik Maluku Utara dengan wilayah persebaran yang sempit dan spesifik. Allen *et al.* (2013) mengatakan nenek moyang hiu berjalan halmahera saat ini diakibatkan pergeseran dan fragmentasi pulau yang terjadi pada masa lalu. Hipotesis ini didukung dan dikuatkan dengan rekonstruksi paleogeografi (Allen *et al.* 2016).

Morfologi mulut hiu berjalan halmahera memiliki kemiripan juga dilaporkan Allen *et al.* (2013; 2016) pada lokasi Bacan, Ternate dan

Weda dan oleh Jutan *et al.* (2017) di Teluk Kao. Allen *et al.* (2016) mengatakan bahwa lebar mulut hiu berjalan yang ditemukan 4,2-4,9 cm. Tipe mulut subterminal yang ditemukan memperlihatkan bahwa terdapat kemiripan antarlokasi (Gambar 4). Penelitian memberikan dugaan bahwa tipe mulut hiu berjalan halmahera secara umum sama dan memberikan indikasi bahwa populasi merupakan kelompok yang sama, namun terpisah secara geografis.

Jenis kelamin hiu berjalan halmahera yang ditemukan adalah jantan dan betina. Total nisbah kelamin yang ditemukan pada penelitian ini terbagi atas 8 jantan dan 7 betina. Pada setiap lokasi perairan terdapat pasangan hiu berjalan halmahera. Pasangan kelamin yang ditemukan juga menjelaskan bahwa populasi tetap melakukan proses reproduksi, yang memberikan peluang keberlanjutan populasi tetap terjaga. Hasil yang sama juga diperoleh Allen *et al.* (2013) di perairan Ternate dan Bacan dan yang diperoleh Jutan *et al.* (2017) di perairan Teluk Kao. Allen *et al.* (2016) menemukan struktur jenis kelamin pada tiap spesies bervariasi dan memiliki ukuran yang berbeda.

Secara umum panjang total hiu berjalan halmahera yang ditemukan di semua lokasi pengamatan memiliki kisaran antara 40-63 cm (Tabel 1). Hasil penelitian juga dilaporkan Allen *et al.* (2013 ; 2016) di Pulau Ternate dan Bacan, bahwa nilai panjang total hiu berjalan halmahera antara 65,6-68,1 cm. Allen *et al.* (2016) juga menemukan panjang total spesies ini antara 40-45 cm di perairan Weda, Halmahera Tengah. Jutan *et al.* (2017 ; 2018) memperoleh nilai panjang hiu berjalan halmahera minimal 16, 9 cm dan maksimal 79 cm di perairan Teluk Kao, Halmahera Utara.



Gambar 7. Deskripsi fenotip hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*). A). Corak dan totol pada lokasi pengamatan (Pulau Maitara, Pulau Tidore, Pulau Lelei, Halmahera Selatan dan Loleo, Halmahera Tengah, Indonesia). B) Corak dan totol pada lokasi Teluk Kao, Halmahera Utara (Jutan *et al.* 2018). C) Corak dan totol hiu karpet berbintik (*H. freycineti*) pada lokasi pengamatan Pulau Kri, Raja Empat, Papua Barat (Allen *et al.* 2016). D) Corak dan totol hiu berjalan halmahera (*H. halmahera*) pada lokasi Pulau Bacan dan Pulau Ternate, Maluku Utara. (Allen *et al.*, 2013).

Nilai panjang total <40 cm yang ditemukan memberikan indikasi bahwa spesies hiu berjalan halmahera masuk usia yuwana atau anakan dan kisaran nilai >40 cm dimungkinkan masuk dalam usia dewasa. Kategori yuwana <40 cm ditemukan di perairan Loleo Halmahera Tengah (Tabel 1). Fase dewasa umumnya ditentukan berdasarkan ukuran suatu organisme. Hiu berjalan halmahera dengan kategori pertumbuhan dewasa -berdasarkan sampling- ditemukan di Pulau Maitara, Lelei Halmahera Selatan, Loleo Halmahera Tengah, Tidore, dan Mare. Ikan hiu berjalan halmahera masuk kriteria yuwana hingga dewasa. Pengaruh perbedaan panjang total yang ditemukan dipengaruhi oleh faktor topografi perairan yang menyebabkan pembatasan ruang migrasi, aspek genetik, dan kondisi lingkungan serta ketersediaan makanan. Variasi morfometrik suatu populasi diakibatkan pada isolasi, letak geografis, struktur genetik dan kondisi habitat serta keberadaan nutrisi di lingkungan sekitar (Tzeng *et al.* 2001 ; Budiharjo 2001; Haryono *et al.* 2001; Ayyubi *et al.* 2018; Ramadhaniaty *et al.* 2018).

Penentuan ukuran dewasa hiu berjalan halmahera tidak dapat ditentukan berdasarkan panjang total. Allen *et al.* (2013; 2016) menyatakan bahwa terdapat kejanggalan biologis pada hiu berjalan, yaitu ada ikan yang berukuran besar dan panjang belum memasuki fase matang gonad dan reproduksi, sebaliknya ada ikan berukuran kecil ditemukan telah dapat bereproduksi. Contoh kasus, Allen *et al.* (2016) menemukan ikan dengan panjang total 500–600 mm belum memasuki fase dewasa atau matang, namun ada ikan berukuran kecil telah masuk fase dewasa.

Perbedaan panjang standar ditemukan pada setiap lokasi (Tabel 2 dan 3). Nilai yang diperoleh dipengaruhi kriteria pertumbuhan hiu

berjalan halmahera yang ditemukan, seperti ikan fase yuwana yang ditemukan di Loleo Halmahera Tengah. Perbedaan nilai diakibatkan oleh panjang ukuran sampel dan kriteria pertumbuhan yang ditemukan berbeda. Sebagai contoh bahwa panjang standar ikan di pulau Mare lebih panjang jika dibandingkan dengan lokasi lain (Tabel 3). Topografi pulau Mare secara umum memiliki daerah intertidal (landai) yang luas, dibandingkan dengan daerah lain. Ruang intertidal yang besar ini ditumbuhi karang dan lamun dengan baik. Ikan hiu berjalan halmahera memanfaatkan ruang intertidal dengan kondisi lamun serta karang yang baik, untuk dijadikan sebagai habitat dan mencari makanan, dengan kemampuan membaca secara biologis mengikuti pola pasang surut. Kekayaan lamun dan karang di Pulau Mare, menjadi faktor utama dalam mendukung pertumbuhan morfologi ikan hiu berjalan. Faktor lingkungan perairan memberikan pengaruh terhadap keberadaan sumber makanan dan pola pembentukan morfologi ikan serta membentuk konektivitas morfologi yang kuat. Madduppa *et al.* (2014), Robert (1997), dan Wilson & Meekan (2001) mengatakan bahwa lokasi geografis, kondisi oseanografis dan ketersediaan makanan menyebabkan terjadinya sedikit geseran bentuk morfologi dan dispersal populasi tidak merata.

Panjang kepala spesies yang ditemukan pada setiap lokasi memiliki ukuran yang bervariasi (Tabel 2 dan 3). Panjang kepala ikan hiu pulau Mare lebih pendek dibandingkan dengan lokasi lain. Namun panjang standar ikan hiu berjalan di pulau Mare lebih tinggi dibandingkan lokasi lain. Perbedaan ini tentunya menjadi anomali biologis, dikarenakan pertumbuhan ukuran panjang badan tidak dibarengi dengan pertumbuhan ukuran kepala. Perbedaan ditemu-

kan jika dibandingkan pada ikan di lokasi lain yakni Loleo dan Halmahera Tengah. Di dua lokasi ini ditemukan panjang standar lebih rendah dibandingkan pulau Mare, namun pada ukuran panjang kepala lebih tinggi dibanding dengan pulau Mare. Karakteristik morfologi tidak normal dapat diakibatkan dari perbedaan pola makan ikan di setiap lokasi, yang disebabkan ketersediaan dan konsumsi makanan yang rendah. Oktaviyani (2014) mengatakan bahwa perbedaan kebiasaan ikan dapat disebabkan oleh perbedaan letak geografis, umur, dan ukuran ikan. Spesies dengan ukuran panjang dan tubuh yang besar secara morfologis memiliki panjang kepala yang lebih tinggi.

Pengukuran lebar kepala memperoleh nilai yang berbeda-beda (Tabel 1, 2 dan 3). Karakteristik lebar bagian kepala berkaitan dengan ukuran tubuh ikan yang diperoleh. Semakin besar ukuran tubuh ikan maka semakin besar lebar kepala ikan. Selain itu lebar kepala ikan juga dipengaruhi fase ikan yang ditemukan. Sebagai contoh, lebar kepala ikan yang ditemukan di Lelei lebih tinggi dibandingkan dengan empat lokasi lainnya, dikarenakan ikan yang ditemukan di lokasi ini berukuran besar. Namun terdapat perbedaan lain yang ditemukan, yakni di lokasi pulau Mare ikan memiliki panjang standar yang tinggi, akan tetapi lebar kepala kecil. Anomali biologis seperti ini tentunya menarik, dikarenakan terdapat pertumbuhan ikan berbeda-beda pada setiap lokasi. Morfologi (meristik dan morfometrik) sebagai bentuk interaksinya dengan lingkungan dapat memengaruhi struktur morfologi dan genetik ikan (Gustiano 2003, Turan *et al.* 2004). Deskripsi pengukuran tinggi kepala hiu berjalan halmahera di setiap lokasi pengamatan dan sampel yang diperoleh menunjukkan perbedaan (Tabel 1, 2 dan 3). Tinggi

kepala ikan ditentukan oleh fase ikan, karena fase ikan kecil tentu berbeda ukuran morfologi tinggi kepala dengan fase ikan dewasa. Namun perlu diketahui bahwa pada proses pembentukan morfologi organisme, juga terdapat faktor pergeseran biologi, meskipun dalam skala relatif kecil. Ayyubi *et al.* (2018) mengatakan bahwa posisi ini berkaitan dengan kemudahan bergerak ikan karena dapat memperkecil gesekan dengan air yang berarus deras dan juga kondisi ikan yang lebih aktif bergerak. Sebagai contoh, kepala ikan dengan ukuran tinggi ditemukan di Loleo, sedangkan terendah ditemukan di pulau Tidore. Padahal sampel ikan pulau Tidore lebih tinggi nilainya dari segi ukuran panjang dibandingkan Loleo. Hal ini disebabkan kondisi habitat yang ditemukan pada Loleo lebih baik, yakni kondisi pantai yang landai dengan ketersediaan lamun dan karang lebih luas daripada pulau Tidore. Azrita *et al.* (2014) mengatakan bahwa perbedaan karakter meristik dan morfometrik pada ikan disebabkan oleh perbedaan habitat tempat hidup ikan tersebut.

Lingkar tubuh hiu berjalan memiliki perbedaan, namun tidak berbeda secara signifikan (Tabel 2 dan 3). Secara umum lingkar tubuh ikan berkaitan dengan umur, panjang, dan ketersediaan sumber makanan. Ikan yang telah memasuki fase dewasa cenderung mempunyai lingkar tubuh yang besar dikarenakan pada fase ini ikan akan mengalami penambahan bobot dan pertumbuhan, sehingga memberikan pengaruh terhadap lingkar tubuh ikan. Panjang ikan juga memberikan pengaruh terhadap lingkar tubuh, dikarenakan ikan dengan ukuran panjang total yang besar telah memasuki fase dewasa. Sumber makanan memberikan pengaruh terhadap lingkar tubuh ikan, karena asupan makanan yang memiliki kadar protein tinggi dapat menambah

bobot dan ukuran ikan. Lingkar tubuh ikan dipengaruhi fase ikan yang tertangkap, namun terdapat faktor lain yang juga bisa memengaruhi yakni kondisi ikan dalam keadaan matang gonad dan isi kandungan makanan saat tertangkap. Faktor lainnya adalah nilai lingkar tubuh bergantung pada panjang dan kategori pertumbuhan sampel yang ditemukan. Wulandari (2013) menyatakan bahwa lebar badan dan tinggi badan merupakan karakter pembeda utama pada ikan. Menurut Unnepetty & Daniel (2011), besarnya suatu organisme perairan dipengaruhi oleh faktor makanan. Selanjutnya Kurniawati *et al.* (2014) mengatakan bahwa makanan merupakan sumber energi potensial yang dapat digunakan untuk melakukan segala keaktifan baik untuk pemijahan maupun pertumbuhan.

Sirip pektoral hiu berjalan halmahera memiliki panjang beragam (Tabel 1, 2, dan 3). Panjang sirip pektoral yang ditemukan memberikan gambaran umur spesies. Ikan dengan ukuran dan diameter tubuh besar memiliki sirip pektoral yang lebih panjang dibandingkan ikan pada fase yuwana atau larva. Sirip pektoral merupakan bagian sirip yang berfungsi untuk berenang dan variasi nilai yang ditemukan memperlihatkan adanya perbedaan ukuran jenis yang ditemukan. Data panjang sirip pektoral hiu berjalan halmahera juga dilaporkan Allen *et al.* (2016) dengan nilai 11 cm. Perbedaan ukuran panjang sirip pektoral diakibatkan perbedaan ukuran panjang total hiu yang ditemukan.

Sirip dorsal pada hiu berjalan halmahera berdasarkan panjang ditemukan nilai yang beragam (Tabel 1, 2, dan 3). Keterwakilan individu pada berbagai kategori pertumbuhan menyebabkan terjadinya perbedaan nilai yang diperoleh. Sirip dorsal dengan ukuran pendek dipengaruhi ukuran tubuh dan kriteria umur. Ikan dengan fa-

se dewasa memiliki perbedaan ukuran sirip dorsal dengan fase ikan yuwana ataupun larva. Secara morfologis umumnya ikan dewasa memiliki sirip dorsal yang lebih panjang. Perbedaan nilai panjang sirip dorsal, disebabkan perbedaan ukuran yang ditemukan. Allen *et al.* (2013; 2016) menemukan panjang total spesies hiu berjalan halmahera lebih panjang daripada hasil penelitian ini. Namun secara umum letak dan morfologi sirip mirip yang ditemukan. Hasil pengukuran sirip dorsal akan berbeda dengan yang ditemukan

Panjang sirip anal yang berbeda pada setiap jenis hiu berjalan halmahera (Tabel 2 dan 3). menggambarkan bahwa terjadi variasi morfologi dan umur. Spesies dengan ukuran sirip anal yang panjang dapat menunjukkan tingkat kedewasaan ikan. Jutan *et al.* (2016; 2017) melakukan penelitian pada hiu berjalan halmahera tidak mendeskripsikan total panjang sirip anal.

Ekor bagian bawah ditemukan dengan nilai panjang berbeda-beda (Tabel 1, 2, dan 3). Perbedaan nilai dipengaruhi ukuran ikan yang ditemukan pada setiap lokasi. Tingkat pertumbuhan yang beragam memberikan pengaruh terhadap panjang ekor bagian bawah. Secara umum ukuran ekor bagian bawah dipengaruhi kategori ikan. Fase dewasa lebih besar dibandingkan yuwana.

Bobot hiu berjalan halmahera yang ditemukan di setiap lokasi sampling, memperlihatkan adanya perbedaan (Tabel 1). Total bobot spesies ini bervariasi, karena dipengaruhi nilai panjang ukuran spesies dan kategori fase pertumbuhan ikan yang ditemukan. Laporan Allen *et al.* (2013; 2016) dan Jutan *et al.* (2017; 2018) di perairan Ternate, Weda, Bacan, dan Teluk Kao tidak melaporkan rata-rata bobot spesies ini yang ditemukan. Data bobot spesies hiu berjalan

halmahera penting dideskripsikan sebagai basis data yang dijadikan informasi awal. Nilai data bobot yang digunakan bisa berubah bergantung kepada ukuran ikan yang ditemukan.

Karakteristik morfologi ikan endemik hiu berjalan halmahera yang dilaporkan Allen *et al.* (2013; 2016) dan Jutan *et al.* (2017; 2018) tidak mengungkapkan secara lengkap bagian-bagian tubuh ikan. Hal ini menjadi kekurangan dari penelitian tersebut. Penelitian bagian morfologis yang belum diungkapkan menjadi penting untuk melengkapi penelitian morfologi terdahulu. Karakteristik morfologis secara lengkap penting untuk diungkapkan sebagai informasi deskriptif spesies endemik, juga dapat dijadikan sebagai dasar pertimbangan kebijakan terhadap populasi ikan endemik. Ayyubi *et al.* (2018) mengatakan bahwa penanda karakter morfologis yang dapat digunakan untuk mengetahui keragaman adalah morfometri. Muhotimah *et al.* (2013) menekankan bahwa kajian morfometrik juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu spesies serta mengetahui perbedaan genetik maupun fenotip antarspesies ikan. Studi morfometrik secara kuantitatif memiliki tiga manfaat, yaitu: membedakan jenis kelamin dan spesies, mendeskripsikan pola-pola keragaman morfologis antarpopulasi atau spesies, dan mengklasifikasikan dan menduga hubungan filogenik (Strauss & Bond 1990).

Data dan informasi terbaru yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya adalah panjang kepala, tinggi kepala, lingkar badan, panjang ekor bawah dan atas. Pembaharuan informasi ini penting, agar dapat dijadikan sebagai data tambahan dan pelengkap dalam penelitian sebelumnya.

Simpulan

Deskripsi morfologis hiu berjalan halmahera dilakukan pada 15 sampel yang ditemukan pada lokasi pulau Tidore, Mare, Maitara (Kepulauan Tidore), Loleo (Halmahera Tengah) dan Lei-Lei (Halmahera Selatan). Tipe mulut subterminal dengan gigi yang runcing dengan posisi terletak pada dekat dengan ujung hidung dan terdapat pada bagian bawah kepala. Panjang total, standar, lebar kepada, sirip pektoral, sirip dorsal, sirip anal yang diperoleh memiliki variasi ukuran berbeda pada setiap lokasi.

Daftar pustaka

- Akbar N, Zamani NP, Madduppa HH. 2014. Keragaman genetik ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dari dua populasi di Laut Maluku, Indonesia. *Depik Jurnal*, 3 (1): 65-73
- Akbar N, Aris M, Irfan M, Tahir I, Baksir A, Surahman, Madduppa HH, Kotta R. 2018. Filogenetik ikan tuna (*Thunnus* spp.) di perairan Maluku Utara, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1): 1-11
- Akbar N, Aris M. 2018. Genetic population structure of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) as based data of fish conservation in north Mallucas sea. *Jurnal Omni-Akuatika*, 14(3): 75-85
- Allen GR. 2000. Indo-Pacific coral-reef fishes as indicators of conservation hotspots. In Moosa MK, Soemodihardjo S, Soegiarto A, Romimohtarto K, A. Nontji A, Soekarno, Suharsono (editor). *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium*, Bali, Indonesia 23-27 October 2000, 2: 1-4
- Allen GR, Adrim M. 2003. Review article; coral reef fishes of Indonesia. *Zoological Studies*, 42(1): 1-72.
- Allen GR, Dudgeon CL. 2010. *Hemiscyllium michaeli* a new species of bamboo shark (Hemiscyllidae) from Papua New Guinea. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 16(1): 19-30

- Allen GR, Erdmann MV, Dudgeon CL. 2013. *Hemiscyllium halmahera*, a new species of Bamboo Shark (*Hemiscylliidae*) from Indonesia. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 19(3): 123-136
- Allen GR, Erdmann MV, White WT, Fahmi, Dudgeon CL. 2016. Review of the bamboo shark genus *Hemiscyllium* (Orectolobiformes: Hemiscylliidae). *Journal of the Ocean Science Foundation*, 23(1): 51-97
- Ayyubi H, Budiharjo A, Sugiyarto. 2018. Karakteristik morfologis populasi ikan tawes *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1) : 65-78
- Azrita, Syandri H, Dahelmi , Syaifullah, Nugroho E. 2014. Karakterisasi morfologi ikan bujuk (*Channa lucius*) pada perairan Danau Singkarak Sumatera Barat, Rawa Banjiran Tanjung Jabung Timur Jambi dan Rawa Banjiran Kampar Riau. *Jurnal Natur Indonesia*, 15(1): 1-8
- Budiharjo A. 2001. Perubahan karakter morfologi ikan tawes (*Barbodes gonionotus*) yang hidup di Danau Gua Serpeng, Gunungkidul. *Biodiversitas*, 1(2): 104-109.
- Bond CE. 1979. *Biology of Fishes*. Saunders College Publishing. Philadelphia. 514 p.
- Compagno LJV. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes, and Orectolobiformes). *FAO Species Catalog for Fishery Purpose*. Rome: FAO 1(2) : 269 p.
- Daud SK, Mohammadi M, Siraj SS, Zakaria MP. 2005. Morphometric analysis of Malaysian oxudercine goby, *Boleophthalmus boddarti* (Pallas, 1770). *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science*, 28(2): 121-134
- de Jong R. 1998. Halmahera and Seram: different histories, but similar butterfly faunas. In: Hall R. & Holloway JD (eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backbuys Publisher. Leiden. pp. 315-325.
- Edward. 2008. Pengamatan kadar merkuri di perairan Teluk Kao (Halmahera) dan perairan Anggai (pulau Obi) Maluku Utara. *Jurnal Makara Sains*, 12(2): 97-101.
- Edward. 2017. Kajian awal kadar merkuri (Hg) dalam ikan dan kerang di Teluk Kao, pulau Halmahera. *Depik*, 6(3): 188-198
- Gustiano R. 2003. Taxonomy and phylogeny of Pangasiidae Catfishes from Asia (*Ostariophysi, Siluriformes*). *Thesis for the Doctor's Degree (Ph.D)*. Katholieke Universiteit Leuven. Leuven. Belgium. 296 p
- Hall R. 1998. The plate tectonics of Cenozoic SE Asia and the distribution of land and sea. In: Hall R. & Holloway JD (eds.). *Biogeography and Geological Evolution of SE Asia*. Backbuys Publisher, Leiden. pp. 99-131
- Haryono. 2001. Variasi morfologi dan morfometri ikan dokun (*Puntius lateristriga*) di Sumatera. *Jurnal Biota*, 6(3): 109-116
- Jutan Y, Retraubun ASW, Khouw AS, Nikijulw VPH. 2017. Kondisi ikan hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) di perairan Teluk Kao, Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara. In: Taeran I, Najamudin, Tahir I, Supyan, Akbar N, Paembonan ER (Editor). *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumber daya Pulau-Pulau Kecil II*. Ternate 1 Oktober 2017 1(2). Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Khairun. Ternate. pp 194 – 205
- Jutan Y, Retraubun ASW, Khouw AS, Nikijulw VPH, Pattikawa JA. 2018. Study on the population of Halmahera walking shark (*Hemiscyllium halmahera*) in Kao Bay, North Maluku, Indonesia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(4): 36-41
- Kurniawati A, Bengen DG, Madduppa H. 2014. Karakteristik *Telescopium telescopium* pada ekosistem mangrove di Segara Anakan, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah. *Bonorowo Wetlands*, 4(2): 71-81
- Madduppa HH, Timm J, Kochzius M. 2014. Interspecific, spatial and temporal variability of self-recruitment in Anemone fishes. *Plos One*, 9(2): 1-12
- Muhotimah, Triyatmo B, Priyono SB, Kuswoyo T. 2013. Analisis morfometrik dan meristik nila (*Oreochromis* sp.) strain larasati

- F5 dan tetuanya. *Jurnal Perikanan*, 15(1): 42-53
- Omar SBA. 2011. *Iktiologi*. Penerbit Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Makassar. 183 p.
- Oktaviyani S. 2014. Karakteristik morfologi dan aspek biologi ikan kurisi, *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1971). *Oseana*, 29(4): 29-34
- Potier M, Sadhotomo B. 1991. Sampling training. Java sea pelagic fishery assesment project. *Agency for Agricultural Research and Development, Research Institut for Marine Fisheries*, Jakarta. 24 p.
- Ramadhaniaty M, Setyobudiandi I, Madduppa HH. 2018. Morphogenetic and population structure of two species marine bivalve (Ostreidae: *Saccostrea cucullata* and *Crassostrea iredalei*) in Aceh, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(3) : 978-988
- Roberts CM.1997. Connectivity and management of Caribbean coral reefs. *Science*, 278: 1454-1457
- Slamat, Thohari AM, Soelistyowati DT. 2011. Keanekaragaman genetik ikan betok (*Anabas testudineus*) pada tiga ekosistem perairan rawa di Kalimantan Selatan. *Agroscientia*, 18(3): 129-135.
- Strauss RE, Bond CE. 1990. Taxonomic methods: morphology. In Schreck CB and P.B. Moyle (eds.). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. pp 109-140
- Turan C, Denis E, Turan F, Erguden M. 2004. Genetic and morfometric structure of *Liza abu* (Heckel 1843). Population from the rivers Orontes. Eupharates and Tigris. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 28(4): 729–734.
- Tzeng TD, Chiu CS, Yeh SY. 2001. Morphometric variation in red-spot prawn (*Metapenaeopsis barbata*) in different geographic waters off Taiwan. *Fisheries Research*, 53(3): 211-217.
- Unneputty PA, Daniel TJ. 2011. Karakteristik biometrika dan potensi reproduksi siput Abalone (*Haliotis squamata*). *Ichthyos*, 10 (1): 13-20.
- Veron JEN, Devantier LM, Turak E, Green AL, Kininmonth, Smith MF, Peterson N. 2009. Delineating the coral triangle. *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies*, 11(1): 91-100.
- Wilson DT, Meekan MG. 2001. Environmental influences on patterns of larval replenishment in coral reef fishes. *Marine Ecology Program Series*, 222: 197-207
- Wulandari R. 2013. Karakteristik fenotip berdasarkan morfometrik dan pola pertumbuhan ikan garing (*Tor tambroides* Blkr.) pada habitat perairan yang berbeda dalam upaya manajemen populasi. *Tesis*. Universitas Bung Hatta. Padang