

# Mengungkap Aspek Biologi dan Emergence Point Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) di Laut Pulau Maitara Maluku Utara Indonesia

Nebuchadnezzar Akbar\*<sup>1</sup>, Firdaut Ismail<sup>1</sup>, Abdul Ajiz Siolimbona<sup>1</sup>, Irmalita Tahir<sup>1</sup>, Rustam E Paembonan<sup>1</sup>, Beginer Subhan<sup>2</sup>, Dondy Arafat<sup>2</sup>, Abdurrachman Baksir<sup>1</sup>, Riyadi Subur<sup>1</sup>, Furqan N<sup>1</sup>, Sudibyo Yidoatimojo<sup>1</sup>, I Wayan Nurjaya<sup>2</sup>, Yunan Gilang Restu<sup>1</sup>, Nyoman Metta N Natih<sup>2</sup>, Restu Fajar Hari<sup>1</sup>, Dietrich G Bengen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Kelautan, Universitas Khairun Jl. Jusuf Abdulrahman, Kampus II Unkhair Gambesi. Kota Ternate Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pertanian Bogor  
Jl. Agatis, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16128, Indonesia  
mail: nezzarnebuchad@yahoo.co.id

## Abstract

### Revealing the Biological Aspects and Emergence Points of the Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) in the Sea of Maitara Island. North Maluku. Indonesia

The Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) is an endemic marine biota in the Halmahera Sea. This species has a local migration pattern and is territorial. The distribution of this species is in the intertidal area to a depth of 10-15 meters. Previous studies have shown that this species is spread across several islands in the North Maluku Islands. Maitara Island is a small island located between the North Maluku archipelago. The Halmahera Walking Shark species is also found on this island. Information on the Halmahera Walking Shark species is not fully documented. The purpose of the study is related to biological information and emergence points (emergence points) in the Maitara Island Sea. Data collection was carried out on coral reefs, seagrass and mangroves. Samples were captured and morphometric measurements, weight and sex observations were taken. The sea area where the species was found was used to obtain coordinates for the emergence point. An analysis of length-weight relationship data was carried out to see growth patterns. The study found that morphometric measurements varied among individuals, although there were general similarities. Sexes were found in pairs (Male and Female), indicating that proportions and mating were still normal in nature. The habitat of this species is found in the mangrove area, coral reefs, and seagrass, thus describing that there is an association in nature. The emergence point shows that the Halmahera Walking Shark is found along the coast of Maitara Island although the frequency of the number is different. The length-weight relationship found a negative allometric growth pattern. Information on biological aspects and emergence points is important, to be used as a reference for migration areas and habitats for the interests of species, waters, and ecosystem conservation.

**Keywords:** biodiversity; marine biota; endemic; intertidal; small islands; tropical

## Abstrak

Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) merupakan biota laut endemik di laut Halmahera. Spesies ini memiliki pola migrasi lokal dan bersifat teritorial. Penyebaran spesies ini di wilayah intertidal hingga kedalaman 10-15 meter. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa spesies ini tersebar di beberapa pulau di Kepulauan Maluku Utara. Pulau Maitara merupakan pulau kecil yang terletak diantara gugusan kepulauan Maluku Utara. Pulau ini juga ditemukan spesies Hiu Berjalan Halmahera. Informasi belum terekam lengkap terkait spesies Hiu Berjalan Halmahera. Tujuan penelitian terkait informasi biologi dan emergence point (titik kemunculan) di Laut Pulau Maitara. Pengambilan data dilakukan di terumbu karang, lamun dan mangrove. Sampel ditangkap dan diambil ukuran morfometrik, berat dan pengamatan kelamin. Area laut ditemukannya spesies diambil koordinat untuk di jadikan sebagai titik kemunculan. Analisis data hubungan panjang-berat dilakukan untuk melihat pola pertumbuhan. Hasil penelitian ditemukan ukuran morfometrik bervariasi pada setiap individu, meskipun terdapat kemiripan secara umum. Kelamin ditemukan sepasang (Jantan dan Betina), dengan demikian menunjukkan proporsi dan perkawinan masih normal di alam. Habitat tertangkap spesies ini di area mangrove, terumbu karang dan lamun, sehingga mendeskripsikan terdapat asosiasi di alam. Titik kemunculan menunjukkan bahwa, Hiu Berjalan Halmahera ditemukan di sepanjang pesisir laut Pulau Maitara meskipun frekuensi jumlah berbeda. Hubungan panjang berat menemukan pola pertumbuhan allometrik negatif. Informasi aspek biologi dan emergence point penting, untuk dapat dijadikan rujukan wilayah migrasi dan habitat untuk kepentingan konservasi spesies, perairan dan ekosistem.

**Kata kunci :** biodiversitas; biota laut; endemik; intertidal; pulau kecil; tropis

## PENDAHULUAN

Hiu berjalan halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) merupakan spesies endemik yang ditemukan di Laut Maluku Utara. Spesies ini ditemukan Allen *et al.* (2013) di beberapa lokasi perairan Halmahera. Spesies hewan nokturnal ini mendiami perairan dangkal di dekat terumbu karang, padang lamun, dan lingkungan mangrove dengan substrat berpasir (Allen & Dudgeon 2010; Allen *et al.*, 2016; Jutan *et al.*, 2017; Madduppa *et al.*, 2020; Mu'min *et al.*, 2021). Status Hiu Berjalan Halmahera berdasarkan data IUCN (International Union for Conservation of Nature) yaitu hampir terancam (Near Threatened), hal ini mengindikasikan bahwa terjadi pemanfaatan atau degradasi lingkungan yang besar, sehingga populasi spesies tersebut semakin menurun. Studi pendahuluan (Jutan *et al.*, 2017) di Teluk Kao menemukan bahwa faktor penyebab penurunan populasi tersebut dikarenakan habitat yang rawan mengalami degradasi akibat aktivitas antropogenik dan proses pertambangan yang mengakibatkan masuknya aliran limbah merkuri.

Aktivitas antropogenik yang tinggi di wilayah pesisir Maluku Utara dapat menyebabkan kondisi lingkungan menjadi terdegradasi. Pendekatan strategis yang perlu dilakukan untuk melindungi spesies adalah melalui kegiatan konservasi (Akbar *et al.*, 2014 ; Akbar *et al.*, 2018). Pemerintah melakukan upaya konservasi spesies Hiu Berjalan di Indonesia berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2023 tentang Perlindungan Penuh Ikan Hiu Berjalan (*Hemiscyllium* spp) di laut Indonesia. Penelitian di beberapa tempat di laut Maluku Utara telah diteliti terkait Hiu Berjalan Halmahera (Allen *et al.*, 2013; Jutan *et al.*, 2017; 2018; Akbar *et al.*, 2019; Mukharror *et al.*, 2019; Madduppa *et al.*, 2020; Mu'min *et al.*, 2021; Wahab *et al.*, 2022; Akbar *et al.*, 2023a; 2023b; 2023c; Arkwright *et al.*, 2025). Penelitian yang dilakukan sebelumnya telah mencakup informasi morfologi, genetik dan aspek biologi. Informasi ini penting sebagai rujukan penelitian akan datang, informasi dan validasi data untuk Hiu Berjalan Halmahera. Penambahan informasi tentang spesies ini penting dilakukan untuk dapat mengetahui ukuran morfometrik, struktur populasi dan titik kemunculan. Penelitian terdahulu telah memaparkan aspek deskripsi, morfometri, genetika, struktur populasi, makanan, kelimpahan namun masih tersebar dan tidak terfokus pada satu pulau. Penelitian terkait titik kemunculan dan morfometri telah dilakukan Asyifah (2019) dan Nabillah *et al.* (2025) di laut Kota Ternate, serta Akbar (2024) di Teluk Kao, Tawabi dan Pulau Morotai. Titik kemunculan telah memberikan informasi penting terkait distribusi berdasarkan wilayah.

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, ditemukan kesenjangan data karena studi sebelumnya tidak mencakup fitur-fitur tertentu dari Laut Pulau Maitara. Pulau Maitara merupakan pulau kecil yang memiliki tiga ekosistem pesisir utama yaitu mangrove, lamun dan terumbu karang. Pulau ini merupakan pulau perbukitan dengan topografi perairan dangkal di beberapa titik atau area dan laut dalam. Pulau Maitara juga ditemukan spesies endemik hiu berjalan Halmahera, namun demikian distribusi, jumlah dan jenis kelamin serta pemahaman masyarakat sangat rendah. Spesies endemik Hiu Berjalan Halmahera ditemukan dan dipublikasikan Akbar *et al.* (2019) dan Madduppa *et al.* (2020), akan tetapi informasi yang diberikan belum memadai karena masih pada aspek genetik dan morfologi. Hiu Berjalan Halmahera di Pulau Maitara, tidak ada informasi yang tersedia mengenai aspek biologi populasi seperti morfometrik, titik kemunculan (sebaran) dan panjang berat Hiu Berjalan Halmahera. Kurangnya ketersediaan informasi menunjukkan perlunya studi penyebaran tentang aspek biologi dan populasi spesies endemik Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*). Struktur populasi ikan harus menjadi dasar bagi semua keputusan pengelolaan dan kebijakan konservasi (Chiang *et al.*, 2008). Informasi ini Untuk mengasumsikan dan memperkirakan populasi berdasarkan jumlah, biologi, dinamika populasi, dan reproduksi untuk indikator pengelolaan, pengetahuan tentang struktur populasi sangat penting. Tujuan penelitian yakni analisis morfometrik untuk mendapatkan data morfologi, panjang berat, kelamin dan mengungkap titik kemunculan (emergence point) Hiu Berjalan Halmahera di Laut Pulau Maitara.

## MATERI DAN METODE

Sampling Hiu Berjalan Halmahera dilakukan pada bagian Utara, Tengah dan Selatan di laut Pulau Maitara. Semua bagian wilayah laut memiliki terumbu karang, lamun, dan mangrove serta lokasi aktivitas perikanan (mancing dan jaring) (Gambar 1). Pengambilan sampel Hiu Berjalan

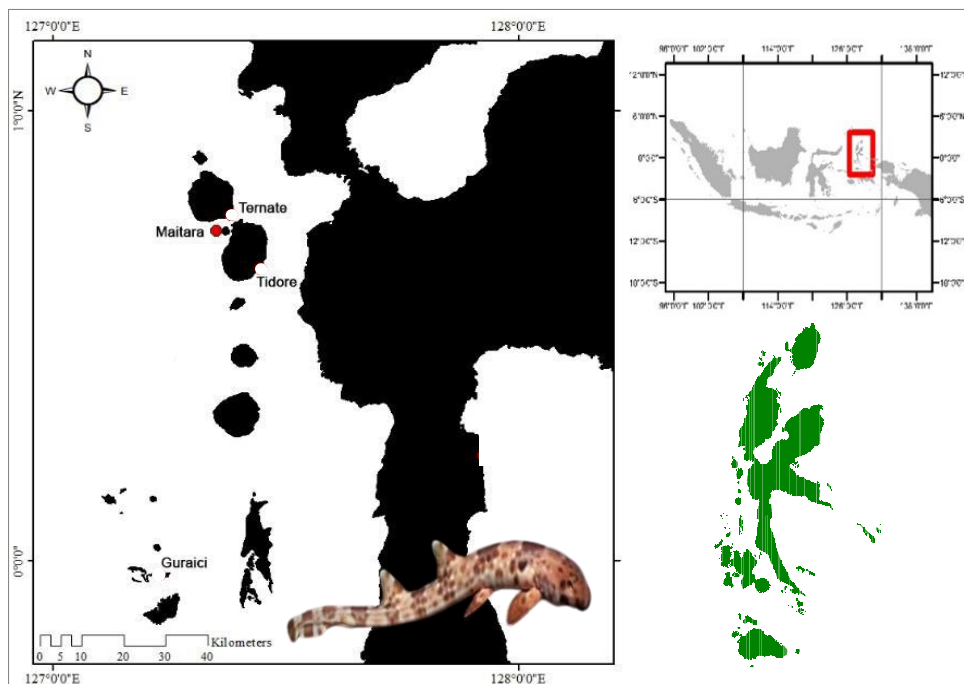
Halmahera pada kedalaman 1-15 meter dengan scuba diving, tabung dan *dive com*. Sampel di ambil pada wilayah mangrove, lamun dan terumbu karang menggunakan tangan (*Hand collection*). Bobot individu Hiu Berjalan Halmahera di timbang dan kelamin ditinjau secara visual. Morfologi Hiu berjalan Halmahera diambil secara keseluruhan bagian morfometrik berdasarkan pedoman (Allen *et al.*, 2013; Heinrich *et al.*, 2014; Akbar *et al.*, 2019) (Gambar 2). Kategori usia Hiu Berjalan halmahera ditentukan berdasarkan kriteria (Tabel 1).

Data kemunculan dan jumlah dilakukan *in situ* menggunakan *Global Positioning System (GPS)* Garmin 64S pada saat ditemukan individu Hiu Berjalan Halmahera. *Emergence point* (Titik kemunculan) kemudian dibuatkan peta distribusi. Data morfometrik dilanjutkan dengan analisis hubungan panjang-berat menggunakan persamaan Linear Allometric Model (LAM) (Effendie, 1979; 1997; 2002; Sparre & Venema, 1999) dengan program *Microsoft Excel*.

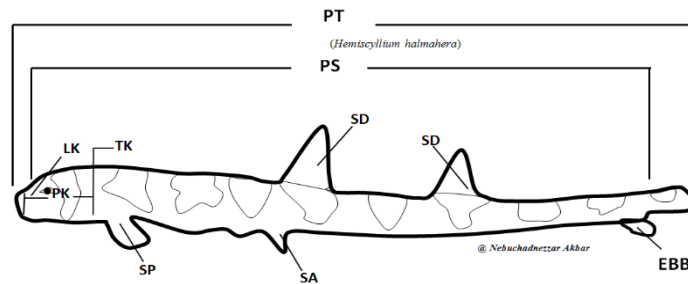
Hubungan panjang berat di peroleh berdasarkan kriteria nilai, jika  $b < 3$  menjelaskan pertumbuhan allometrik negatif (pertambahan panjang lebih cepat dibandingkan dengan pertambahan bobot), nilai  $b > 3$  yaitu pertumbuhan allometrik positif (pertambahan bobot lebih cepat dibandingkan dengan pertambahan panjang) dan  $b = 3$  pola pertumbuhan isometrik (penambahan berat dan panjang bersamaan (seimbang) (Yonvitner, 2012; Effendie, 1997; 2002).

**Tabel 1.** Ukuran, kategori dan usia Hiu Berjalan Halmahera

No	Ukuran (cm)	Kategori	Usia	Sumber
1	9	Kapsul Telur	130 (Hari) 4-18	Allen <i>et al.</i> , 2013;2016; Jutan <i>et al.</i> , 2017;2018; Akbar <i>et al.</i> 2019;2023a; 2023c; Madduppa <i>et al.</i> , 2020; Mu'min <i>et al.</i> , 2021; Wahab <i>et al.</i> , 2022; Akbar <i>et al.</i> , 2025
2	15-40	Juvenil	(Bulan) 2-2>	
3	41-100	Dewasa	(Tahun)	



**Gambar 1.** Lokasi pengambilan data Hiu Berjalan Halmahera di Pulau Maitara (titik merah)



**Gambar 2.** Morfometrik Hiu Berjalan Halmahera. PT (panjang total), PS (panjang standar), TK (tinggi kepala), PK (panjang kepala), LK (lebar kepala), LT (lingkar tubuh), SP (sirip pectoral), SA (sirip anal), SD (sirip dorsal), EBB (ekor bagian belakang) (Allen *et al.*, 2013; Akbar *et al.*, 2019; Madduppa *et al.*, 2020)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran morfometrik Hiu Berjalan Halmahera (*H. halmahera*) ditemukan bervariasi berdasarkan karakteristik morfologi (Tabel 1). Variasi ukuran morfologi pada setiap penciri merupakan bentuk penyesuaian dan perkembangan fisiologi tubuh terhadap lingkungan. Variasi morfologi juga menggambarkan pola pertumbuhan, perkembangan dan usia Hiu Berjalan Halmahera (Tabel 2). Ukuran morfometrik menunjukkan bahwa Hiu Berjalan Halmahera di Pulau Maitara yakni kategori dewasa.

Hiu Berjalan Halmahera memiliki klasifikasi umur yakni kapsul telur (8-9 cm), juvenil (15-40 cm), dan 41-100 cm yakni berkategori dewasa (Tabel 1) (Allen *et al.*, 2013; Jutan *et al.*, 2017; 2018; Akbar *et al.*, 2019; 2023a; 2023c; Madduppa *et al.*, 2020; Mu'min *et al.*, 2021; Wahab *et al.*, 2022; Akbar *et al.*, 2025). Hasil penelitian sebelumnya juga melaporkan data morfometrik bervariasi berdasarkan variabel ukuran morfologi. Hasil penelitian mirip dengan laporan Akbar *et al.*, (2023b) di Pulau Morotai dan Akbar (2024) di wilayah Teluk Kao.

Informasi terkini terkait data morfometri Hiu Berjalan Halmahera kategori dewasa memiliki kisaran panjang total (TL) 16.5-79.0 cm dan berat rerata 541.85 gram dan ukuran panjang total juvenil adalah 15-30 cm (Arkwright *et al.*, 2025). Heterogenitas data menunjukkan bahwa Hiu Berjalan Halmahera di wilayah laut Maluku Utara memiliki ukuran beragam. Pola sebaran morfometrik Hiu Berjalan Halmahera umumnya ditemukan 21-100 cm di wilayah perairan laut Maluku Utara (Allen *et al.*, 2013; 2016; Arkwright *et al.*, 2025). Ukuran individu berbeda telah dilaporkan Jutan *et al.* (2017), Akbar *et al.* (2019), Madduppa *et al.* (2020), Mu'min *et al.* (2021); Wahab *et al.* (2022); Akbar *et al.* (2025) dan Arkwright *et al.* (2025) di gugusan kepulauan Maluku Utara (Ternate, Tidore, Mare, Kayoa, Morotai, Loleo, Lelei, Maitara, Teluk Kao dan Teluk Weda). Kemiripan dan perbedaan morfometrik dipengaruhi genetik, makanan, lingkungan, usia dan kelamin (Akbar, 2024). Perbedaan dan kesamaan morfometrik juga dapat diakibatkan faktor genetik dan kemiripan habitat, sehingga kekerabatan ikan dapat diklasifikasi (Zulfahmi *et al.*, 2021).

Kajian morfometrik penting dilakukan untuk melihat kondisi ikan berdasarkan ukuran dan dapat menentukan status populasi serta menggambarkan lingkungan habitat. Morfometrik dapat didefinisikan sebagai serangkaian prosedur statistik yang saling terkait untuk menganalisis variabilitas dalam ukuran dan bentuk organ dan organisme (To & Ci, 2015). Morfometrik melibatkan rasio berbagai panjang bagian tubuh, seperti panjang total dan berat, dan dapat digunakan sebagai fitur taksonomi selama identifikasi ikan (Hartoko *et al.* 2020). Ciri morfometrik berperan dalam membedakan kelompok ikan satu dengan yang lain dan meliputi pengukuran seperti panjang standar, panjang kepala, dan lebar badan (Arkwright *et al.*, 2025). Pengetahuan morfometrik digunakan untuk mengetahui karakter pembeda antara spesies dan individu pada spesies yang sama. Karakter pembeda pada ikan dapat diperoleh berdasarkan informasi morfometrik (Zulfahmi *et al.*, 2021). Morfologi adalah sifat integratif yang menggabungkan informasi fungsional dan evolusi (Caillon *et al.*, 2018).

**Tabel 2.** Karakteristik Morfometrik Hiu Berjalan Halmahera

Karakter Morfologi	Maksimum	Minimum	Rerata	Standar Deviasi (SD)	Lokasi	Referensi
PT	63	42	54	5.80	Maitara Island	Research Result 2025
PS	57	37	49	6.34		
TK	11	9	10	0.60		
PK	12	7	9	1.34		
LK	7.2	4.2	6.8	2.32		
SP	5	4	5	0.44		
SA	7	5	6	0.78		
SD	6	4	5	0.43		
EBB	6	4	5	0.61		
LT	16	11	14	1.56		
B	430	310	398	26.04		
PT	81	21.5	51.3	42.07	Morotai Island	Akbar et al., 2023b
PS	72	16.5	44.3	39.24		
TK	6.4	2.3	4.4	2.9		
PK	15.4	2.1	8.8	9.4		
LK	8.6	3.8	6.2	3.39		
SP	7.7	3.7	5.7	2.83		
SA	6.7	2.2	4.5	3.18		
SD	6.1	2.3	4.2	2.69		
EBB	3.8	1.5	2.7	1.63		
LT	19.7	9.2	14.5	7.42		
B	613	120	366.5	348.6		
PT	76	22	49	38.2	Teluk Kao	Akbar, 2024
PS	72	55	38.5	47.4		
TK	6.2	2.3	4.25	2.8		
PK	16	6	11	7.1		
LK	8	4.8	6.4	2.3		
SP	8	3.1	5.5	3.5		
SA	6.3	3.2	4.7	2.2		
SD	7.2	3.6	5.4	2.5		
EBB	35	14	18	16		
LT	31	7	19	17		
B	550	200	375	247.5		
PT	65	48	56.5	12	Pulau Tawabi	Akbar et al., 2025
PS	62	44	53	12.7		
TK	5.6	3.6	4.6	1.4		
PK	15	8	11.5	4.9		
LK	7	5.5	6.2	1.1		
SP	6,7	4.9	5.8	1.3		
SA	5.8	4	4.9	1.3		
SD	6.4	4.5	5.4	1.3		
EBB	35	2.6	18.8	22		
LT	26	12	19	9.9		
B	510	300	405	148.5		

Karakter morfometrik adalah karakter terukur yang umum dimiliki semua ikan. Famili *Hemiscylliidae* khususnya 9 spesies *Hemiscyllium* secara morfometri mempunyai kemiripan ukuran, namun berbeda secara morfologi (fenotip) (Allen *et al.*, 2016; VanderWright *et al.*, 2021). Ukuran spesies *Hemiscyllium* lain ditemukan berbeda seperti laporan Allen & Erdmann (2008) pada *Hemiscyllium galei* dan *Hemiscyllium henryi* yakni 81.50 cm, *Hemiscyllium ocellatum* yaitu 76 cm di Australia dan New Guine (Allen *et al.*, 2016; Bennett *et al.*, 2015), *Hemiscyllium freycineti* yakni 31-40 cm di perairan Misool Kabupaten Raja Empat (Widiarto *et al.*, 2020) dan *Hemiscyllium henryi* yakni 55-87 cm di Triton Kaimana (Prehadi *et al.*, 2024). Compagno (2001) mengungkapkan bahwa morfometrik family *Hemiscylliidae* dilaporkan berukan  $\leq 1$  meter. Penemuan lain juga telah mengklarifikasi bahwa *Hemiscylliidae* pada spesies *Hemiscyllium ocellatum* deitemukan yakni 107 cm (Janson *et al.*, 2012). Perbedaan secara morfologi yakni fenotip terjadi antara 9 spesies pada famili *Hemiscylliidae*. Penampakan fenotip ditemukan setiap spesies hiu berjalan dengan corak a black double-circle pattern yang berbeda (Compagno, 2001; Allen *et al.*, 2016; Prehadi *et al.*, 2024; Akbar *et al.*, 2025).

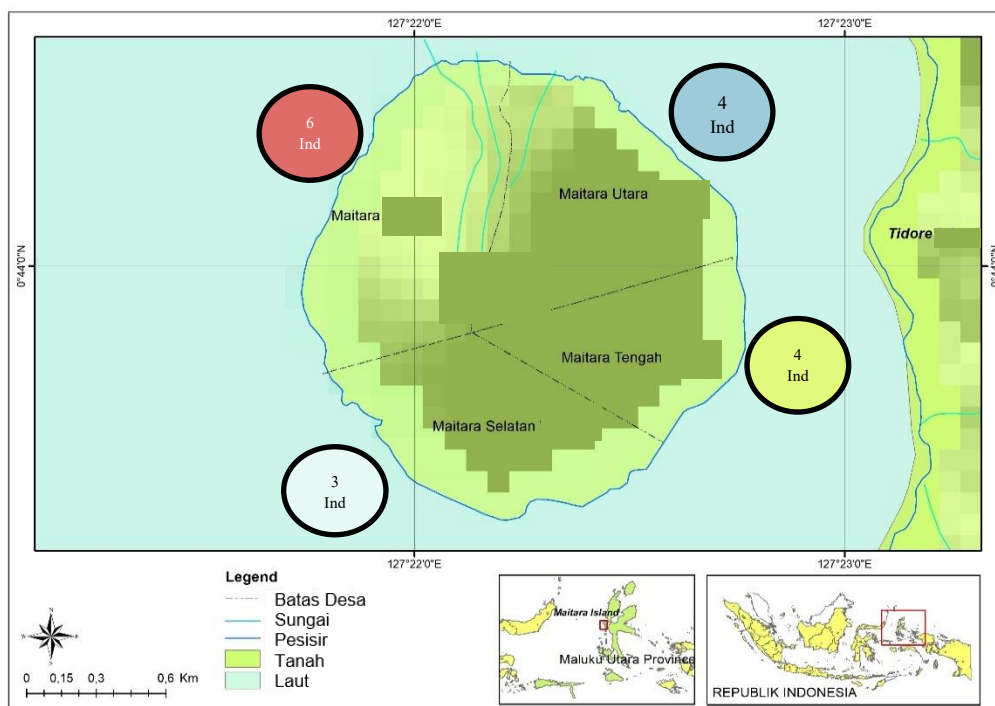
Emergence point *H. halmahera* di laut Pulau Maitara ditemukan menyebar pada lokasi (Akebay, Toursm I, Toursm II and Pasimayo) (Gambar 3). Emergence point mendeskripsikan bahwa Hiu Berjalan Halmahera ditemukan di setiap wilayah laut Pulau Maitara (Gambar 3 dan Tabel 2). Total individu tinggi ditemukan pada site Maitara Village (6 individu) (Bulatan Merah), Maitara Utara dan Maitara Tengah (4 individu) (Bulatan Biru dan Kuning) dan Maitara Selatan (3 Individu) (Bulatan Putih) (Gambar 3 dan Tabel 3). Jumlah individu tinggi di Desa Maitara diduga pengaruh 3 ekosistem utama yakni mangrove, lamun dan terumbu karang (Gambar 3 dan Tabel 2). Keberadaan ekosistem mangrove, lamun dan terumbu karang memberikan pengaruh terhadap ketersediaan makanan, tempat memijah, mencari pasangan, tempat persinggahan dan perlindungan (Akbar *et al.*, 2023b; Akbar, 2024). Anelida, kepiting kecil, ikan kecil dan krustasea merupakan makanan Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan di wilayah mangrove, lamun dan terumbu karang (Jutan *et al.*, 2018). Hiu Berjalan Halmahera ditemukan berlindung di ekosistem mangrove pada air laut surut dan pasang air laut tinggi, diduga untuk menghindari predator, mencari pasangan dan makan. Mangrove merupakan wilayah migrasi Hiu Berjalan Halmahera dikarenakan di temukan kepiting, krustasea dan ikan kecil (Karimah, 2017; Madduppa *et al.*, 2020; Diyah *et al.*, 2021; Akbar *et al.*, 2023c). Hiu Berjalan Halmahera juga ditemukan di wilayah lamun pada malam dan siang hari, dengan jumlah frekuensi kehadiran fluktuatif. Ekosistem lamun berperan sebagai wilayah sekunder untuk ketersediaan makanan seperti anelida, serta berasosiasi dengan berbagai biota lain seperti alga, krustasea, dan ikan kecil. Ekosistem lamun menyediakan pakan alami yakni anelida, moluska dan krustasea (Akbar *et al.*, 2019; Mu'min *et al.*, 2021; Barnes, 2022). Wilayah karang dijadikan sebagai habitat utama yakni reproduksi, *spawning* dan *feeding ground*. Hiu Berjalan Halmahera bersembunyi di bawah dan diantara struktur terumbu karang serta hamparan rumput laut (Arkwright *et al.*, 2025).

Topografi landai dan lebar diduga mempengaruhi pola migrasi di perairan. Hiu Berjalan Halmahera ditemukan siang dan malam. Spesies ini juga kami temukan pada surut terendah dan pasang air tinggi. Hasil penelitian mempunyai kemiripan dengan penemuan Akbar *et al.* (2019) di Pulau Mare, dimana Hiu Berjalan Halmahera memanfaatkan ruang intertidal untuk bermigrasi (mencari makan, pasangan atau berdiam siri) pada saat malam dan siang hari.

*Emergence point* Hiu Berjalan Halmahera telah dilaporkan Asyifah (2019) di Laut Pulau Ternate, dimana wilayah kemunculan tersebar di tengah Pulau Ternate (Pantai Falajawa) dan selatan Pulau Ternate (Pantai Kayu Merah dan Fitu). Jumlah kemunculan Hiu Berjalan Halmahera Pantai Falajawa (4 individu), Pantai Kayu Merah (2 Individu) dan Pantai Fitu (10 Individu). Arkwright *et al.* (2025) melaporkan kemunculan Hiu Berjalan Halmahera Halmahera di Teluk Kao dengan pengelompokan kecil (1-2 individu) dan besar (3-6 individu). Hiu Berjalan Halmahera ditemukan di wilayah dangkal pada ekosistem pesisir mangrove, lamun dan terumbu karang (Tabel 2). Penemuan dilapangan terdeskripsikan bahwa Hiu Berjalan Halmahera berada di kedalaman 3-13 meter di wilayah terumbu karang. Wilayah ekosistem lamun ditemukan pada kedalaman 1-1.5 meter pada saat air laut pasang tinggi.

**Tabel 2.** Profil emergence point H. Halmahera di Laut Pulau Maitara

Lokasi	Sub Lokasi	Koordinat	Total Individu	Panjang Total (cm)	Habitat
Akebay	Maitara Vilagge	Lat. 0°7405''02', Long. 127°3658'52"	6	54	Lamun
				49	T. Karang
				57	Mangrove
				52	Mangrove
				55	Mangrove
Tourism I	Maitara Utara	Lat. 0°7410''51', Long. 127°3726'92"	4	54	T. Karang
				56	T. Karang
				42	T. Karang
				43	T. Karang
Tourism II	Maitara Tengah	Lat. 0°7285''08, Long. 127°3781'43"	4	53	Lamun
				63	Lamun
				59	T. Karang
				58	T. Karang
Pasimayo	Maitara Selatan	Lat. 0°7255''65', Long. 127°3745'02"	3	58	Mangrove
				57	T. Karang
				56	Lamun



**Gambar 3.** Emergence point *Hemiscyllium halmahera* di Laut Pulau Maitara

Hiu Berjalan Halmahera juga tertangkap di wilayah mangrove di bagian perakaran dengan kedalaman 90-105 cm pada pasang air laut tinggi. Mobilitas Hiu Berjalan Halmahera ditemukan pada laut dangkal yakni 3-25 meter (Allen *et al.*, 2013; Akbar *et al.*, 2019; Madduppa *et al.*, 2020; Ichsan *et al.*, 2023; Arkwright *et al.*, 2025). Ukuran Panjang total Hiu Berjalan ditemukan bervariasi pada setiap habitat (Tabel 3). Site Akebay (Maitara Village) mempunyai keberagaman ekosistem di

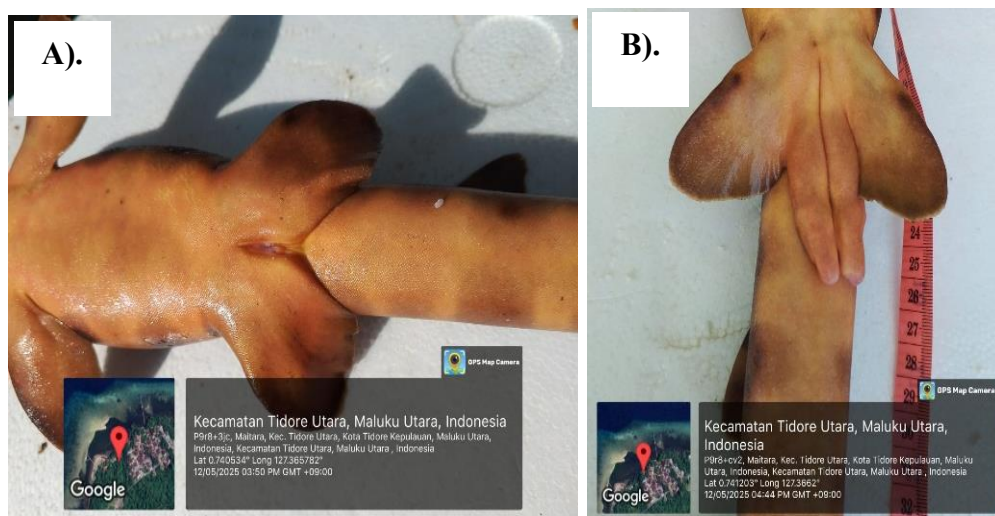


wilayah pesisir dan substrat di wilayah mangrove yakni pasir. Wilayah ini ditumbuhi spesies *Sonneratia* yang mempunyai system akar napas yang dijadikan Hiu Berjalan Halmahera sebagai tempat berlindung dan bersembunyi. Wilayah Tourism I dan II tidak ditemukan ekosistem mangrove, namun mempunyai ekosistem lamun dan terumbu karang, sehingga dapat mendeskripsikan bahwa wilayah tidak memiliki ekosistem yang lengkap. Hiu Berjalan Halmahera mempunyai pergerakan migrasi yang terbatas (terumbu karang dan lamun). Pasimayo jumlah kemunculan rendah, diduga bahwa wilayah terletak di selat Maitara (Berbatasan terhadap Pulau Tidore) yang sempit, sehingga pergerakan arus lebih kuat dan substrat mangrove lumpur, sehingga mempengaruhi mobilitas.

Hasil determinasi ditemukan sepasang kelamin spesies Hiu Berjalan Halmahera di Laut Pulau Maitara (Gambar 4 dan Tabel 3). Total 17 individu Hiu Berjalan Halmahera ditemukan dengan rasio kelamin menunjukkan keseimbangan (Tabel 3). Kelamin Jantan diperoleh 8 individu dan betina ditemukan 8 individu (Tabel 3). Temuan ini menggambarkan bahwa, distribusi individu di alam berdasarkan kelamin mempunyai keseimbangan. Rasio kelamin yang seimbang dapat menjelaskan bahwa, proses reproduksi normal di alam. Akbar *et al.* (2023c) mengatakan bahwa dua kelamin (jantan dan betina) yang ditemukan secara alamiah, menunjukkan keseimbangan kelamin dan reproduksi. Keseimbangan kelamin juga menggambarkan keberlanjutan spesies dan populasi Hiu Berjalan Halmahera. Hasil penemuan juga telah terkonfirmasi dari penelitian sebelumnya (Allen *et al.*, 2013; Jutan *et al.*, 2017; Akbar *et al.*, 2019; Madduppa *et al.*, 2020; Mu'min *et al.*, 2021; Wahab *et al.*, 2022; Akbar *et al.*, 2023b; Akbar, 2024; Arkwright *et al.*, 2025) (Tabel 3). Populasi Hiu Berjalan Halmahera perlu mendapatkan perhatian, dikarenakan berstatus hampir terancam (*near threatened*) oleh IUCN (*International Union for Conservation of Nature*).

**Tabel 3.** Distribusi kelamin (Jantan dan Betina) Hiu Berjalan Halmahera

Location	Sex		Totals	Reference
	Male	Famale		
Pulau Maitara	9	8	17	Research Result, 2025
Pulau Morotai	16	14	30	Akbar <i>et al.</i> , 2023b
Teluk Kao	13	20	33	Akbar, 2024
Pulau Tawabi	21	9	30	Akbar <i>et al.</i> , 2025
Teluk Kao	11	17	28	Arkwright <i>et al.</i> 2025
Totals	70	68	138	



**Gambar 4.** Kelamin Hiu Berjalan Halmahera di Pulau Maitara. A). Betina dan, B). Jantan



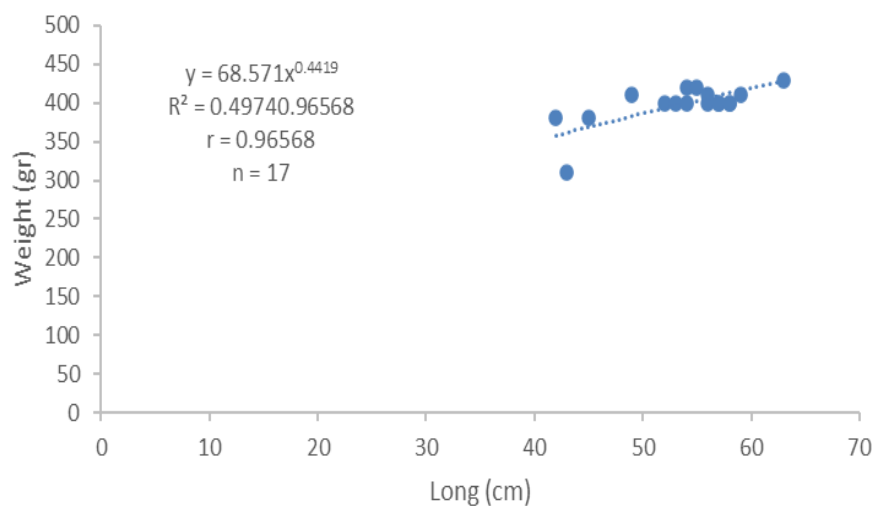
Frekuensi ditemukan Hiu Berjalan Halmahera minim di dasar perairan, hal ini berkaitan jumlah individu dan sifat soliter. Hiu Berjalan Halmahera ditemukan minim dikarenakan sifat soliter dan menyebar acak di dasar perairan (Akbar *et al.*, 2023b; Mu'min *et al.*, 2021). Mu'min *et al.* (2021) menemukan 9 individu/ ha di Teluk Weda, Halmahera Tengah. Widiarto *et al.* (2020) menemukan total kelimpahan 5.29 individu / ha pada *Hemiscyllium freycineti*. Hasil penelitian menunjukkan individu dari populasi Hiu Berjalan minim, hal ini rentan terhadap populasi. Keberadaan Hiu Berjalan Halmahera di laut Pulau Maitara, telah mengindikasikan kondisi terumbu karang normal (sehat). Spesies ini berfungsi sebagai indikator pemantauan kesehatan terumbu karang dengan mempertimbangkan hubungan erat keduanya (Arkwright *et al.*, 2025)

Total 17 sampel Hiu Berjalan Halmahera di analisis hubungan panjang-berat. Analisis diperoleh nilai  $b = 0.4419$ , koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0.49740 dan nilai korelasi ( $r$ ) = 0.96568 (Gambar 5a). Nilai koefisien determinasi pada 17 individu Hiu Berjalan Halmahera menggambarkan bahwa 0.49%, laju pertumbuhan mempunyai keterkaitan erat terhadap penambahan berat dan 51% pola penambahan bobot dipengaruhi factor eksternal (Umur dan habitat) (Gambar 5a). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan dipengaruhi umur dan lingkungan, sehingga analisis panjang-berat dapat mendeskripsikan kondisi ikan (Mutaqin *et al.*, 2020; Ramses *et al.*, 2020). Nilai korelasi ( $r$ ) = 0.96, telah mendeskripsikan bahwa hubungan kuat antara pertumbuhan panjang dan penambahan berat (Gambar 5a).

Berdasarkan nilai hubungan panjang-berat maka ditemukan pola pertumbuhan *allometrik negatif*. Pola *pertumbuhan allometric negative* menjelaskan pertumbuhan panjang lebih cepat dari penambahan bobot tubuh pada Hiu Berjalan Halmahera. Pola *pertumbuhan allometric negatif*, menjelaskan bahwa morfologi ikan mempunyai kecenderungan pipih, sehingga ikan terlihat kurus. Nilai  $b < 3$  maka pola pertumbuhan *allometrik negatif* (pertumbuhan panjang lebih cepat dari penambahan berat),  $b > 3$  pola pertumbuhan *allometrik positif* (penambahan berat lebih cepat dari pertumbuhan panjang) dan  $b = 3$  pola pertumbuhan *isometrik* (penambahan berat seimbang dengan pertumbuhan panjang (Effendie, 1997; Muchlisin *et al.*, 2017; Polanunu *et al.*, 2020). Hubungan panjang-berat sangat penting dalam studi penilaian perikanan karena memberikan informasi tentang pertumbuhan ikan, kesejahteraan umum, dan kebugarannya di habitat laut (Jisr *et al.*, 2018). Pola hubungan panjang-berat dapat menggambarkan perbandingan dengan populasi tertentu yang tumbuh pada lingkungan perairan yang berbeda (Basak & Hadiuzzaman, 2019).

Pertumbuhan panjang yang dominan dan cepat dibandingkan bobot diduga diakibatkan pola makan dan perilaku usia. Distribusi dan kelimpahan sumberdaya pakan memberikan pengaruh terhadap pola pertumbuhan ikan (Akbar, 2024). Ukuran maksimal Hiu Berjalan Halmahera pada fase pertumbuhan puncak, diduga turut memberikan pengaruh terhadap pola pertumbuhan. Kategori dewasa menyebabkan penambahan bobot tidak dapat optimal, dikarenakan telah mencapai pertumbuhan maksimal suatu individu. Faktor genetic juga memberikan pengaruh terhadap pola pertumbuhan Hiu Berjalan Halmahera (Madduppa *et al.*, 2020; Akbar *et al.*, 2023b). Faktor lingkungan, predator, kekayaan makanan di habitat, diduga mempengaruhi fase pertumbuhan dan survival rate ikan (Efendiansyah, 2018; Machrizal *et al.*, 2019; Marasabessy, 2020). Pola pertumbuhan ini dipengaruhi faktor genetik, lingkungan, ketersediaan makanan dan kondisi fisiologis ikan (Patanda *et al.*, 2022).

Hiu Berjalan Halmahera kategori dewasa yang ditemukan di Pulau Maitara, diduga lebih agresif pergerakan mencari makan. Pergerakan yang massif mengakibatkan pertumbuhan panjang lebih dominan, dikarenakan memerlukan energi yang lebih besar. Pulau Maitara ditemukan wilayah terumbu karang yang tersebar dari slope hingga rata-rata, kemudian lamun di zona tengah dan mangrove di zona daratan. Pergerakan mencari pasangan dan makan di wilayah ekosistem lamun dan mangrove, memerlukan energi signifikan dikarenakan gangguan oseanografi yakni arus laut. Pulau Maitara mempunyai ekosistem pesisir utama seperti mangrove, lamun dan terumbu karang (Akbar *et al.*, 2017; Titaheluw *et al.*, 2024). Akbar (2024) mengatakan bahwa proses migrasi memerlukan energy besar, untuk mendapatkan makanan dan



**Gambar 5.** Hubungan Panjang Berat Hiu Berjalan Halmahera di Pulau Maitara (Hasil penelitian, 2015)

proses biology lain. Migrasi mempengaruhi frekuensi panjang ikan di suatu wilayah perairan (Polanunu *et al.*, 2020). Panjang-berat dipengaruhi migrasi, kelamin, umur, makanan dan perilaku ikan (Kunzman & Braitmaier, 2018; Panggabean *et al.*, 2020).

Pola pertumbuhan *allometric negative* pada Hiu Berjalan Halmehera telah dilaporkan Akbar *et al.* (2023a) di Pulau Morotai dan Akbar *et al.* (2023b) di Teluk Kao. Pulau Morotai wilayah pantai dipengaruhi arus Pasifik dan Halmahera Eddy, sehingga kehidupan biota dipengaruhi kondisi oseanografi. Teluk Kao dipengaruhi arus pasang surut air laut, sehingga biota laut secara fisiologi harus beradaptasi. Kondisi perairan di Pulau Maitara pada bagian Selatan (Berbatasan Pulau Tidore) dan Utara (Berbatasan Pulau Ternate) sehingga selat pada kedua sisi Pulau mempunyai kekuatan arus tinggi. Faktor oseanografi diduga juga mempengaruhi pola pertumbuhan Hiu Berjalan Halmahera. Pulau Maitara mempunyai dua selat (Pulau Maitara-Pulau Tidore) dan (Pulau Maitara-Pulau Ternate) dengan topografi yang curam sehingga kecepatan arus tinggi. Hasil pengukuran kecepatan arus ditemukan 0.32 m/s yang mendeskripsikan kecepatan aliran signifikan. Wilayah interfrontal tempat arus yang berbeda bertemu dan bercampur merupakan lokasi penting bagi daerah perikanan lokal, karena produksi primernya yang tinggi didukung oleh perbedaan suhu, salinitas, dan profil nutrisi. Perbedaan pola pertumbuhan telah dilaporkan Madduppa *et al.* (2020) yakni pertumbuhan *allometrik positif* di pulau Maitara, Tidore, Loleo dan Guraici dan Jutan *et al.* (2017) di Teluk Kao, Halmahera Utara yakni pola pertumbuhan *isometrik*. Perbedaan dan kesamaan pola pertumbuhan dimungkinkan akibat perbedaan habitat, pola adaptasi, predator, jumlah, bobot, dan ukuran morfometri dari Hiu Berjalan Halmahera (Akbar *et al.*, 2023b; Akbar *et al.*, 2023c; Akbar, 2024). Pola pertumbuhan juga dapat memberikan informasi terkait lingkungan keberadaan Hiu Berjalan Halmahera. Pengambilan data pada musim peralihan I (Maret-Mei), sehingga pergerakan arus sangat dinamis (pergerakan dan kecepatan dapat berubah drastis). Musim peralihan I angin bertiup dinamis dan fluktuatif, sehingga mempengaruhi arus dan kolom perairan dangkal (Al Ayubi *et al.*, 2013 ; Fadika *et al.*, 2014; Sari *et al.*, 2020). Lingkungan oseanografi seperti ini, dapat mengakibatkan mobilitas Hiu Berjalan Halmahera memerlukan energi tinggi.

## KESIMPULAN

Aspek biologi Hiu Berjalan Halmahera berdasarkan morfometrik menemukan variasi ukuran. Ukuran morfometrik telah memberikan informasi bahwa Hiu Berjalan Halmahera yang ditemukan kategori Dewasa. Pola pertumbuhan terdeskripsikan allometrik negatif. Rasio kelamin ditemukan

sepajang, sehingga memberikan gambaran bahwa proses reproduksi di alam masih berlangsung. Hiu Berjalan Halmahera ditemukan terdistribusi secara merata di seluruh wilayah laut Pulau Maitara.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun, yang telah hibah dana Penelitian Kompetitif Unggulan PT (PKUPT) tahun 2025. Penulis berterimakasih kepada pemerintah Pulau Maitara (Desa Maitara, Maitara Utara, Maitara Tengah dan Maitara Selatan) yang telah menerima dan memberikan ijin untuk pelaksanaan penelitian. Warga Desa Pulau Maitara yang bersifat terbuka dan kooperatif terhadap tim peneliti. Penulis mengucapkan terimakasih juga kepada tim pendukung lapangan Siti Fadilah Sofyan dan kawan-kawan yang telah membantu selama kegiatan riset.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N., Zamani, N.P., & Madduppa, H.H. (2014). Genetic diversity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from two populations in the Moluccas Sea, Indonesia. *Depik Jurnal*, 3(1), 65-73. doi: 10.13170/depik.3.1.1304
- Akbar, N., Irfan, M., & Aris, M.(2018). Population genetics and phylogeography of Bigeye Tuna in Moluccas Seas, Indonesia. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 23(4),145-155. doi: 10.14710/ik.ijms.23.4.145-155
- Akbar, N., Tahir, I., Baksir, A., Paembonan, R.E., & Ismail, F. (2019). Morphologies description of Halmahera epaulette shark endemic species (*Hemiscyllium halmahera*, Allen & Erdmann, 2013) in North Maluku Sea. *Indonesian Journal of Ichthyology*, 19(2), 297-314. doi: 10.32491/jii.v19i2.494
- Akbar, N., Bengen DG, Nurjaya IW, Natih NMN, Subhan B, Baksir A.(2023a). Population structure of the Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) endemic species in Morotai Island Sea, North Maluku, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries*, 27(2), 377-393. doi: 10.21608/EJABF.2023.292366
- Akbar, N., Bengen, D.G., Nurjaya, I.W., & Natih, N.M.N.(2023b).Morphometrics and long-weight relationship Halmahera walking shark (*Hemiscyllium halmahera*, Allen, 2013) population in Morotai Island Sea, North Maluku, Indonesia. International Seminar on Marine Science and Sustainability (ISOSS-2022). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1251(1), 012021. doi: 10.1088/1755-1315/1251/1/012021.
- Akbar, N.,Bengen, D.G., Nurjaya, I.W., Natih, N.M.N., Baksir, A., Arafat, D., Ismail, F., Siolimbona, A.A., Najamuddin., Wahab, I., & Subhan, B.(2023c).The population structure of endemic Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*, Allen 2013) in Kao Bay Sea, North Maluku, Indonesia. *Omni-Akuatika*, 19(2), 184-195. doi: 10.20884/1.oa.2023.19.2.1090
- Akbar, N. (2024). Struktur dan morfometri populasi Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*, Allen 2013) berdasarkan karakteristik habitat di kepulauan Maluku Utara. Disertasi. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor. Indonesia
- Akbar, N.,Bengen, D.G., Nurjaya, I.W., Natih, N.M.N., Subhan, B., Baksir, A., Ismail, F., Paembonan, R.E.,Dondy, A., Najamuddin., Rasidi., Subur, R.,Siolimbona, A.A., Fathur, M.,Nurleli., & Irfandi. (2025). Biological aspects of the Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) as Data and Support Protection Regulations Endemic Species on EquatorialLatitudes in Halmahera Sea, North Maluku, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(4), 1-18.
- Allen, G.R. & Erdmann, M.V.(2008).Two new species of bamboo sharks (Orectolobiformes: Hemiscyllidae) from western New Guinea. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 13(3-4), 93-108.
- Allen, G.R., & Dudgeon, C.L. (2010). *Hemiscyllium michaeli* a new species of bamboo shark (*Hemiscyllidae*) from Papua New Guinea. *Aqua, International Journal of Ichthyology*, 16(1), 19-30
- Allen, G.R., Erdmann, M.V., & Dudgeon, C.L.(2013). *Hemiscyllium halmahera*, a new species of Bamboo Shark (*Hemiscyllidae*) from Indonesia. *Aqua-International Journal of Ichthyology*, 19(3), 123-136.

- Allen, G.R., Erdmann, M.V., White, W.T., Fahmi., & Dudgeon, C.L. (2016). Review of the bamboo shark genus *Hemiscyllium* (Orectolo-biformes: Hemiscyllidae). *Journal of the Ocean Science Foundation*, 23(1), 51–97. doi: 10.5281/zenodo.164197
- Al Ayubi M.A., Surbakti, H., & Mbay, L.O.N. (2013). Identifikasi Massa Air di Perairan Timur Laut Samudera Hindia. *Maspari Journal*, 5(2), 119-133.
- Arkwright, D., Hartoko, A., Pratikto, W.A., Muskananfola, M.R., Jutan, Y., & Melmambessy, E.H.P., (2025). Ecobiology and spatial distribution of endemic *Hemiscyllium halmahera* at Halmahera Bay, Indonesia. *AACL Bioflux*, 18(1), 138-147.
- Asyifah, A.R.(2019). Status kondisi habitat hiu berjalan (*Hemiscyllium halmahera* Allen & Erdmann, 2013) di pesisir selatan Pulau Ternate Maluku Utara. Thesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Indonesia.
- Barnes, R.S.K. 2022. Biodiversity differentials between seagrass and adjacent bare sediment change along an estuarine gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 274, .107951. doi: 10.1016/j.ecss.2022.107951
- Basak, S.S., & Hadiuzzaman, M.D. (2019). Length-weight relationship (LWR), condition factor (K) and relative condition factor (KN) of Kalibaus fish *Labeo calbasu* (Hamilton, 1822) of Kaptai Lake, Rangamati, Bangladesh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(5), 231-235
- Bennett, MB., Kyne, P.M., & Heupel, M.R.(2015). *Hemiscyllium ocellatum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015, e.T41818A68625284
- Caillon, F., Bonhomme, V., Mollmann, C., & Frelat, R. (2018). A morphometric dive into € fish diversity. *Ecosphere*, 9(5), e02220. 10.1002/ecs2.2220
- Chiang, H.C., Hsu, C.C., Wu, G.C.C., Chang, S.K., & Yang, H.Y. (2008). Population structure of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the Indian Ocean inferred from 136 mitochondrial DNA. *Fisheries Research*, 90(1-3), 305-312. doi: 10.1016/j.fishres.2007.11.006
- Compagno, L.J.V. (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 Catalogue for Fishery Purposes. No. 1, Vol. 2., FAO, Rome, 269 pp
- Diyah, E.H., Tika, S.R., Ananda, R.P., Suwanda, N., Suhendra, A., Julpia, I., Tanjung, M.S., Pohan, C.Q.S., Hulu, S., Fatmaya, P., & Hujaibah, P.(2021). Pemanfaatan ekosistem hutan mangrove sebagai habitat untuk biota laut. *Jurnal Biosense*, 5(2), 131-143.
- Effendie, M.I. (1979). Method on Fish Biology. Institut Pertanian Bogor & Yayasan Agromedia, Bogor.
- Effendie, M.I.(1997). Biologi Perikanan. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. 162 halaman
- Effendie, M.I. (2002). Biologi Perikanan (Revisi). Yayasan Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. p.163.
- Efendiansyah, E.(2018). Hubungan panjang dan berat ikan Keperas (*Cyclocheilichthys apogon*) di Sungai Telang Desa Bakam Kabupaten Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 1(12), 1-9.
- Fadika, U., Rifai, A., & Rochaddi, B.(2014). Arah dan kecepatan angin musiman serta kaitannya dengan sebaran suhu permukaan laut di Selatan Pangandaran Jawa Barat. *Jurnal Oseanografi*, 3(3), 429-437.
- Hartoko, A., Pringgenies, D., Anggelina A.C., & Matsuishi, T.(2020). Morphology and molecular biology of benthic Java Sea shark ray *Rhina ancylostoma* Bloch and Scheider 1801 (Elasmobranchia: Rhinidae). *Annual Research and Review in Biology*, 35(4), 19-31.
- Heinrich, D.D.U., Rummer, J.L., Morash, A.J., Watson, S.A., Simpfendorfer, C.A., Heupel, M.R., & Munday, P.L. (2014). A product of its environment: the epaulette shark (*Hemiscyllium ocellatum*) exhibits physiological tolerance to elevated environmental CO<sub>2</sub>. *ICES Journal of Marine Science*, 2(1), cou047. doi: 10.1093/conphys/cou047
- Ichsan, M., Bimantara, H.A., Pridina, N., & Wardhanie, A.N. (2023). Halmahera walking shark (*Hemiscyllium halmahera*) in south Morotai, North Maluku and the importance of marine protected areas for endemic species conservation. 4TH-ICFAES-2022. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), 012078. doi: 10.1088/1755-1315/1221/1/012078
- Janson, W.M., Wueringer, B.E., & Seymour, J.E. (2012) Electroreceptive and Mechanoreceptive Anatomical Specialisations in the Epaulette Shark (*Hemiscyllium ocellatum*). *PLoS ONE*, 7(11): e49857. doi:10.1371/journal.pone.0049857

- Jutan, Y., Retraubun, A.S.W., Khouw, A.S., & Nikijuluw, V.P.H. (2017). Kondisi ikan Hiu Berjalan Halmahera (*Hemiscyllium halmahera*) diperairan Teluk Kao, Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara. In: Taeran I, Najamudin, Tahir I, Supyan, Akbar N, Paembonan ER (Editor). *Prosiding Seminar Nasional Kemaritiman dan Sumberdaya Pulau-Pulau Kecil II*, 1(2), 194-205.
- Jutan, Y., Retraubun, A.S.W., Khouw, A.S., Nikijuluw, V.P.H., & Kawa, P.J.A.(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
- Jisr, N., Younes, G., Sukhn, C., & El-Dakdouki, M.H. (2018). Length-weight relationships and relative condition factor of fish inhabiting the marine area of the Eastern Mediterranean city, Tripoli-Lebanon. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 44(4), 299-305. doi: 10.1016/j.ejar.2018.11.004
- Karimah.(2017). Peran ekosistem hutan mangrove sebagai habitat untuk organisme laut.*Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 51-58.
- Kunzman, A., & Braitmaier, M.(2018.) Length-weight relationships of four commercially important fish species in Indonesia. *Annual Research & Review in Biology*, 24(4), 1-9
- Machrizal, R., Khairul, K., Nasution, J., Dimenta, R.H., & Harahap, A.(2019). Distribution and length-weight relationships of Hilsa Shad *Tenualosa ilisha* in the Bilah River, Labuhanbatu Regency, North Sumatera Province, Indonesia. *Aceh Journal of Animal Science*, 4(1), 42-49
- Muchlisin, Z.A., Fransiska, V., Muhammadar, A.A., Fauzi, M., & Batubara, A.S. (2017). Length-weight relationships and condition factors of the three dominant species of marine fishes caught by traditional beach trawl in Ulelhee Bay, Banda Aceh City, Indonesia. *Croatian Journal of Fisheries*, 75, 142-154. doi: 10.1515/cjf-2017-0014
- Mukharror, D.A., Susiloningtyas, D., & Ichsan. (2019). Tonic immobility induction and duration on halmahera walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*). *Embrio IOP Conference. Series: Earth and Environmental Science*, 404, p.012080. doi: 10.1088/1755-1315/404/1/012080
- Madduppa, H., Putri, A.S.P., Wicaksono, R.Z., Subhan, B., Akbar, N., Ismail, F., Arafat, D., Prabuning, D., Sani, L.M.I., Srimariana, E., Baksir, A., & Bengen, D.G. 2020. Morphometric and DNA barcoding of endemic Halmaheran walking shark (*Hemiscyllium halmahera*, Allen, 2013) in North Maluku, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(7), 3331-2243. doi: 10.13057/biodiv/d210757
- Marasabessy, F. (2020). Hubungan panjang berat dan faktor kondisi ikan Kembung laki-laki (*Rastrelliger kanagurta*) di sekitar pesisir timur Perairan Biak. *Barakuda 45: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan*, 2(1), 28-34
- Mu'min., Akbar, N., Baksir, A., Tahir, I., Abdullah, R.M., Ramili, Y., Ismail, F., Paembonan, R.E., Marus, I., Wibowo, E.S., Madduppa, H., Subhan, B., & Wahab, I. (2021). Distribution patterns and abundance of Halmahera Walking Shark (*Hemiscyllium halmahera*) in Weda Bay North Maluku, Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(2), 145-156. doi: 10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.2.128
- Mutaqin, B.W., Yuendini, E.P., Aditya, B., Rachmi, I.N., Fathurizqi, M.I., Damayanti, S.I., Ahadiyah, S.N., & Puspitasari, N.N.A.(2020). Kelimpahan megabentos sebagai indikator kesehatan karang di Perairan Bilik, Taman Nasional Baluran, Indonesia. *Jurnal Enggano*, 5(2), 181-194. doi: <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.181-194>
- Nabillah, F.H., Kamal, M.M., Sulistiono., Wahidin, N.(2025). Habitat characteristics and distribution of Ternate Island's Endemic Halmahera Shark (*Hemiscyllium halmahera*). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 30(4), 657-668. doi: 10.18343/jipi.30.4.657
- Panggabean, G.T., Nurkhotini, S., & Yonvitner.(2020). Length-Weight Relationship of Bigeye Tuna (*Thunnus obesus* Lowe, 1839) in Indian Ocean. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 4(1) : 49-55.
- Patanda, M., Sala, R., & Manuputty, A. (2022). Growth pattern of yellowfin tuna landed at palabuhanratu fishing port, Sukabumi. *Journal Of Tropical Fisheries Management*, 6(1), 27-34.
- Prehadi., Kintani, N.I., Sombol, H., Fahlevi, A.R., Junaedy, A., Muttaqin, A.S., Raweyai, O., Kusumarani, D., Raunsai, A.S., Fenetiruma, S., Mailaihollo, J.J., Herettenggi, R., Widiarto, S.B., Subhan, B., & Ayuningru D. 2024. Biological Aspect And Abundance Of Triton Epaulette Shark (*Hemiscyllium henryi*) Endemic To Triton Bay, Kaimana, West Papua. *Saintek Perikanan : Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 20(3), 133-140. doi: 10.14710/ijfst.20.3.133-140
- Polanunu, A., Umasugi, S., & Umanailo, M.C.B. (2020). Growth and distribution of frequency long fish (*Decapterus* Sp) catching products in inner and outside waters of Bara Buru district Maluku. *Jurnal Agribisnis Perikanan*, 13(2), 310-317. doi: 10.29239/j.agrikan.13.2.310-317

- Ramses, R., Ismarti, I., Syamsi, F.(2020). Length-weight relationships and condition factors of four dominant fish caught by coral bubu trap on the west coast of Batam Island, Indonesia. *Aceh Journal of Animal Science*, 5(1): 1-10
- Sari, Y.N., Wirasatriya, A., Kunarso., Rochaddi. B., & Handoyo, G. (2020). Variabilitas Arus Permukaan di Perairan Samudra Hindia Selatan Jawa. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2(1), 1-7.
- Sparre, P.E.S., & Venema, C. (1999). *Introduksi pengkajian stok ikan tropis*. Buku 1 manual FAO organisasi pangan dan pertanian perserikatan bangsa-bangsa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Jakarta.
- Titaheluw, S.S., Marus, I., Laitupa, I.W., Bafagiih, A., & Andriani, R. (2024). Kondisi terumbu karang dan ikan karang di Pulau Maitara Selatan, Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 16(3), 307-316
- To M., & Ci, A. 2015. Advanced techniques for morphometric analysis in fish. *Journal of Aquaculture Research & Development*. 6, 354. doi: 10.4172/2155- 9546.1000354
- VanderWright, W.J., Dudgeon, C. L., Erdmann, M.V., Sianipar, A., & Dulvy, N.K.(2022). Extinction Risk and the Small Population Paradigm in the Micro-Endemic Radiation of Epaulette Sharks. *Imperiled: The Encyclopedia of Conservation*, 752. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00130-6>.
- Wahab, I., Muhammad, S.H., Iskandar, R., Alwi, D., Asy'ari., Akbar, N., & Ismail, F.(2022). Halmahera Walking Shark morphology (*Hemiscyllium halmahera*, Allen 2013) (Overview morphometrics) in Morotai Island Sea. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*, 5(1), 509-519. doi: 10.33387/jikk.v5i1.4750
- Widiarto, S.B., Wahyudin, I., Sombo, H., Muttaqin, A.S., Prehadi., Tabalessy, R.R., & Masengi, M.(2020). Population of the walking shark, Kalabia (*Hemiscyllium freycineti*), in Misool, Raja Ampat. *Aquatic Science and Management*, 8(1), 15-20. doi: 10.35800/jasm.8.1.2020.30597
- Yonvitner, F. (2012). Struktur ukuran dan pertumbuhan ikan demersal di perairan pulau Tambelan-Kepulauan Riau. *Akuatik Jurnal Sumberdaya Perairan*, 6(1), 7-12
- Zulfahmi, I., Yuliandhani, D., Sardi, A., Kautsari, N., & Akmal, Y. (2021). Variasi morfometrik, hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan famili *Holocentridae* yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudra (PPS) Lampulo, Banda Aceh. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 81-92. doi: 10.14710/jkt.v24i1.9767