

RESEARCH ARTICLE

Species Composition and Length-Weight Frequency Distribution of Lobsters (*Panulirus* spp.) Landed on The Puger Coast, Jember Regency, East Java

(Komposisi Spesies dan Distribusi Frekuensi Panjang - Berat Lobster (*Panulirus* spp.) yang Didaratkan di Pantai Puger Kabupaten Jember Jawa Timur)

Arief Setyanto^{1*}, Muhammad Arif Rahman¹, Yulianita Fatmasari¹, Viga Ballacka Irawan¹,
Andik Isdianto², M. Arif Asadi², Kristina Marsela¹, Luthfia Ayu Dhea¹,
Nico Rahman Caesar³, Irwan Jatmiko⁴

¹Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang 65125, Jawa Timur, Indonesia.

²Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang 65125, Jawa Timur, Indonesia.

³Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan dan Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang 65125, Jawa Timur, Indonesia.

⁴Pusat Riset Perikanan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Cibinong, Bogor 16911, Jawa Barat, Indonesia

ABSTRACT

Lobsters are one of the most economically valuable fishery resources, with the majority of catches obtained from marine environments. This study aims to identify and determine the species composition of lobsters based on the fishing gear used by local fishers in Puger Beach, as well as to analyze key biological parameters of lobsters, including the distribution of carapace length and body weight, the length-weight relationship, and sex ratio. Sampling was conducted on lobsters landed at Puger Beach from January to March 2020, resulting in a total of 2,485 individual records containing carapace length, weight, and sex data. Analytical methods included linear regression, class interval analysis, and chi-square tests. Species identification was conducted using the reference by Carpenter and Niem (1998, Volume 2), which confirmed the presence of five *Panulirus* species landed in the area: *P. homarus*, *P. penicillatus*, *P. versicolor*, *P. longipes*, and *P. ornatus*. The composition analysis revealed that the sand lobster (*P. homarus*) was the most dominant species, with a total of 1,648 individuals. Growth pattern analysis showed a negative allometric relationship, with b-values of 2.8957 (gillnet catches) and 2.8142 (diving with compressor catches). According to Ministerial Regulation No. 56/2016, 41.2% of lobsters were below the minimum legal size based on carapace length, and 27.3% were underweight. The sex ratio of lobsters was balanced at 1:1. However, during the study, 115 egg-bearing female lobsters were still found, indicating non-compliance with Ministerial Regulations No. 1/2015 and No. 56/2016, which prohibit the capture of undersized lobsters and egg-bearing females.

Lobster merupakan salah satu jenis sumberdaya perikanan yang memiliki nilai ekonomis sangat tinggi dan sebagian besar hasil tangkapan lobster didapatkan dari laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengetahui komposisi spesies lobster berdasarkan alat tangkap yang digunakan oleh nelayan di Pantai Puger dan untuk mengetahui parameter biologi lobster (sebaran frekuensi panjang karapas (*carapace length*) dan berat lobster, hubungan panjang karapas dan berat lobster serta nisbah kelamin). Sampling dilakukan terhadap hasil tangkapan lobster yang didaratkan di Pantai Puger pada bulan Januari-Maret 2020 dan didapatkan sebanyak 2.485 ekor sampel panjang karapas dan berat lobster serta jenis kelamin lobster. Analisis dalam penelitian ini menggunakan regresi linier, interval kelas dan uji chi square. Identifikasi spesies lobster dilakukan berdasarkan acuan buku Carpenter dan Niem 1998 (volume 2) dan didapatkan 5 spesies lobster genus panulirus yang didaratkan di Pantai Puger diantaranya *P. homarus*, *P. penicillatus*, *P. versicolor*, *P. longipes*, dan *P. ornatus*. Hasil analisis komposisi menunjukkan lobster pasir paling mendominasi diantara spesies lobster lainnya sebanyak 1.648 ekor. Pola pertumbuhan pada lobster bersifat allometrik negatif dengan nilai b sebesar 2,8957 (hasil tangkapan gill net) dan 2,8142 (hasil tangkapan penyelaman menggunakan kompresor). Berdasarkan Permen-Kp Nomor 56 tahun 2016, grafik sebaran frekuensi lobster memiliki ukuran tidak layak tangkap berdasarkan panjang karapas sebesar 41,2% dan berat sebesar 27,3%. Nisbah kelamin lobster didapatkan dalam kondisi seimbang (1:1), namun selama penelitian masih ditemukan lobster betina dalam kondisi bertelur sebanyak 115 ekor yang berarti bertentangan dengan peraturan Permen-KP No. 1 tahun 2015 dan Permen-KP No. 56 tahun 2016 tentang pembatasan ukuran penangkapan lobster serta larangan untuk menangkap lobster dalam kondisi bertelur.

PENDAHULUAN

Mayoritas produksi lobster di Indonesia berasal dari kegiatan penangkapan di laut. Di pulau Jawa perikanan lobster tersebar di sepanjang pantai selatan. Di Jawa Timur pendaratan lobster hasil tangkap nelayan hampir dapat ditemui di seluruh wilayah kabupaten pesisir Selatan [1, 2]. Jenis lobster yang ditemukan di Jawa Timur ada enam meliputi: jenis lobster yang ada di perairan Indonesia antara lain lobster batu (*Panulirus penicillatus*), lobster batik (*P. longipes*), lobster bambu (*P. versicolor*), lobster pakistan (*P. polyphagus*), lobster pasir (*P. homarus*), dan lobster mutiara (*P. ornatus*). Komposisi jenis lobster yang tertangkap pada lima wilayah biogeografi Jawa Timur adalah berbeda. Laut Utara didominasi jenis pakistan. Laut selatan, Selat Madura, dan Selat Bali banyak ditemukan jenis pasir. Kepulauan Madura dan Bawean banyak jenis mutiara [3, 4].

Lobster termasuk salah satu komoditas perikanan unggulan baik di pasar domestik maupun ekspor di mana memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi, terlihat pada permintaan pasar yang meningkat tajam setiap tahunnya. Pada tahun 1990, ekspor lobster ke Belanda dapat mencapai 745,132 ton atau sebesar 89,95% dari total ekspor lobster Indonesia. Namun, untuk wilayah Asia, Jepang dan Hongkong adalah pengimpor lobster terbesar. Pada tahun 1990, Indonesia mengekspor lobster ke Hongkong sebanyak 12.888 kg atau sebesar 1,55% dari total ekspor lobster Indonesia. Umumnya tingginya permintaan lobster selalu diikuti dengan peningkatan harga dan juga dapat disebabkan karena terbatasnya volume produksi. Penetapan harga lobster ditentukan berdasarkan jenis, ukuran, dan kondisi fisik lobster itu sendiri [5]. Selain itu, kualitas lingkungan dan keberlanjutan sumber daya perikanan juga berperan dalam menentukan harga pasar lobster [6].

Terjadinya produksi yang fluktuatif diduga disebabkan karena adanya tekanan penangkapan yang berubah dengan dinamika pasar yang tinggi diikuti peraturan dan kebijakan pemerintah lobster yang cepat berubah [7, 8]. Salah satu dampak dari terjadinya

tekanan penangkapan yang berlebih adalah ukuran lobster yang tertangkap semakin mengecil. Eksploitasi berlebihan dapat menyebabkan penurunan populasi lobster secara signifikan, terutama jika tidak ada regulasi yang ketat dalam mengelola perikanan lobster di daerah tersebut [9-11]. Kondisi biogeografi yang berbeda berpengaruh pada variasi kondisi biologi populasi lobster [12, 13]. Pengelolaan pada level daerah adalah penting karena bisa jadi tiap daerah mempunyai kondisi biologi populasi lobster yang berbeda.

Apabila kegiatan penangkapan tersebut terjadi secara terus-menerus tanpa memperhatikan ketersediaan sumberdaya tentu akan berpengaruh terhadap ketersediaan stok populasi lobster di alam. Selain berpengaruh terhadap stok populasi lobster, meningkatnya intensitas penangkapan juga akan mempengaruhi rasio jantan dan betina serta aspek biologi lobster lainnya [14, 15]. Dalam hal ini, pencegahan perlu dilakukan untuk meminimalisir kerusakan stok yaitu dengan cara mengkaji kondisi sumber daya lobster. Oleh karenanya, perpaduan antara informasi biologi dan dugaan potensi lestari sumber daya lobster dapat digunakan untuk mengelola kegiatan penangkapan sumber daya yang optimal dan lestari [16]. Selain itu, banyak penelitian juga menyarankan penerapan kombinasi sistem input dan output dalam mengurangi dampak eksploitasi berlebih [17].

Pemerintah pada tahun 2015 mengeluarkan aturan penangkapan lobster, kepiting, dan rajungan dalam kondisi bertelur serta pembatasan ukuran panjang karapas lobster di atas 8 cm dan berat di atas 200 gram (Permen-KP Nomor 1 tahun 2015 diperbaharui menjadi Permen-KP Nomor 56 tahun 2016). Diterbitkannya aturan tersebut menjadi salah satu acuan dalam penangkapan lobster. Regulasi ini diharapkan dapat membantu menjaga kelestarian populasi lobster serta mendorong nelayan untuk beralih ke budidaya lobster sebagai alternatif usaha yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini juga bertujuan untuk melihat seberapa besar perbedaan lobster yang

dapat dimanfaatkan oleh nelayan berdasarkan aturan yang ada.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian berlangsung selama tiga bulan (Januari - Maret 2020) dengan tempat pengepul (*fishing base*) lobster yang berlokasi di Desa Puger Wetan, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember, Jawa Timur seperti ditampilkan pada Gambar 1. Pengambilan data dilakukan dengan observasi, wawancara, serta dokumentasi.



Gambar 1. Peta Pantai Puger Jember, Jawa Timur

Pengumpulan Data

Tahap ini melibatkan pengumpulan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Berikut adalah dua sumber data utama yaitu data primer dan data sekunder. Data Primer adalah data yang dikumpulkan langsung untuk tujuan penelitian spesifik ini. Data primer terdiri dari sampel hasil tangkapan, titik daerah penangkapan, serta dokumentasi. Data Sekunder merupakan data yang dikumpulkan oleh pihak lain dan digunakan untuk penelitian saat ini. Data sekunder yang digunakan antara lain jurnal penelitian sebelumnya dan buku atau literatur lainnya.

Analisis Data

1. Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif merupakan peringkasan dan penjelasan karakteristik data, seperti deskripsi jenis lobster. Analisis deskriptif dilakukan dengan menganalisis morfologi lobster yang ada di Pantai Puger Jember. Analisis morfologi diantaranya ciri-ciri

fisik, bentuk tubuh, dan warna lobster yang tertangkap.

2. Analisis Komposisi

Komposisi digunakan untuk mengetahui keanekaragaman relatif. Komposisi dapat dihitung dengan persamaan (1) berikut.

$$P = \frac{ni}{N} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Komposisi spesies (%)

ni = Jumlah individu setiap spesies

N = Jumlah individu seluruh spesies

3. Sebaran Frekuensi Panjang dan Berat

Sebaran frekuensi panjang - berat merupakan distribusi ukuran panjang - berat pada kelompok panjang tertentu yang didapatkan dengan menentukan selang kelas, nilai tengah kelas dan frekuensi dalam setiap kelompok panjang [18]. Langkah-langkah dalam menentukan frekuensi panjang-berat antara lain:

1. Menentukan nilai maksimum dan minimum dari keseluruhan data
2. Menghitung jumlah kelas ukuran dengan rumus:

$$K = 1 + (3.32 \log n);$$

K = Jumlah kelas ukuran;

n = jumlah data pengamatan.

3. Menghitung rentang data/wilayah;
Wilayah = Data maksimum – data minimum
4. Menghitung lebar kelas;
Lebar kelas = Wilayah / Jumlah Kelas
5. Menentukan limit bawah kelas yang pertama dan limit atas kelasnya. Limit atas kelas diperoleh dengan menambahkan lebar kelas pada limit bawah kelas.
6. Mendaftarkan semua limit kelas untuk setiap selang kelas
7. Menentukan nilai tengah bagi masing-masing selang dengan merata-ratakan limit kelas
8. Menentukan frekuensi bagi masing-masing kelas
9. Menjumlahkan frekuensi dan memeriksa apakah hasilnya sama dengan banyaknya total pengamatan.

4. Hubungan Panjang Karapas dan Berat Lobster

Hubungan panjang-berat digunakan untuk mengetahui pola pertumbuhan lobster. Estimasi hubungan panjang-berat lobster dapat dihitung

berdasarkan persamaan eksponensial seperti yang ditunjukkan pada persamaan (2) [19].

$$W = a \cdot CL^b \quad (2)$$

Keterangan :

W = Berat (g)

L = Panjang karapas (mm/cm)

a = Konstanta

b = Konstanta alometris

Kemudian untuk mengetahui $b = 3$ atau $b \neq 3$ dilakukan uji t menggunakan persamaan (3) dengan selang kepercayaan 95% dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : $b = 3$, hubungan panjang karapas dan bobot lobster adalah isometrik

H_1 : $b \neq 3$, hubungan panjang karapas dan bobot lobster adalah allometrik dengan nilai $b \geq 3$ mengindikasikan bahwa pertumbuhan bersifat allometrik positif dan apabila nilai $b \leq 3$ maka pertumbuhan bersifat allometrik negatif.

$$t_{hit} = \frac{3 - b}{sd_b / \sqrt{n}} \quad (3)$$

Keterangan:

t_{hit} = T hitung

sd_b = Standar deviasi dari b

n = Jumlah sampel (lobster)

b = Konstanta

$t_{tab} = 0,05; (n-1)$

Nilai $b \geq 3$ mengindikasikan bahwa pertumbuhan bersifat allometrik positif dan apabila nilai $b \leq 3$ maka pertumbuhan bersifat allometrik negatif.

5. Nisbah Kelamin

Penentuan perbedaan jumlah udang karang jantan dan betina digunakan untuk mengetahui perbandingan kelamin (sex ratio). Nisbah kelamin lobster dapat dihitung menggunakan persamaan (4) [19].

$$NK = \frac{Nb}{Nj} \quad (4)$$

Keterangan :

NK = Nisbah kelamin

Nj = Jumlah lobster jantan

Nb = Jumlah lobster betina

Kemudian untuk mengetahui ada tidaknya keseimbangan dari kedua jenis kelamin, perlu dilakukan uji Chi Kuadrat menggunakan persamaan (5) pada tingkat kepercayaan 95%, dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : nisbah kelamin betina dan jantan dalam kondisi seimbang

H_1 : nisbah kelamin betina dan jantan tidak seimbang

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (5)$$

Keterangan:

X^2 = Nilai chi square

O_i = Frekuensi udang karang yang diamati

E_i = Frekuensi udang jantan dan betina yang diharapkan pada sel ke i.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Spesies Lobster

Hasil tangkapan lobster yang didaratkan di Pantai Puger terdiri dari 5 spesies dengan genus panulirus yaitu lobster pasir (*P. homarus*), lobster batu (*P. penicillatus*), lobster bambu (*P. versicolor*), lobster batik (*P. longipes*), dan lobster mutiara (*P. ornatus*). Identifikasi pada setiap spesies disajikan Tabel 1 dan Gambar 2. Sedangkan karakteristik morfologi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Spesies Lobster di Pantai Puger Jember

No	Nama	Lobster Pasir	Lobster Mutiara	Lobster Bambu	Lobster Batik	Lobster Batu
1	Nama Ilmiah	<i>Panulirus homarus</i>	<i>Panulirus ornatus</i>	<i>Panulirus versicolor</i>	<i>Panulirus longipes</i>	<i>Panulirus penicillatus</i>
2	Nama Umum	Lobster pasir	Lobster mutiara	Lobster bambu	Lobster batik	Lobster batu
3	Nama English	<i>Scalloped spiny lobster</i>	<i>Ornate spiny lobster</i>	<i>Painted spiny lobster</i>	<i>Longlegged spiny Lobster</i>	<i>Pronghorn spiny lobster</i>

Tabel 2. Karakteristik Morfologi Lobster di Pantai Puger Jember

No.	Karakteristik Morfologi	Spesies				
		<i>P. homarus</i>	<i>P. penicillatus</i>	<i>P. versicolor</i>	<i>P. longipes</i>	<i>P. ornatus</i>
1.	Warna tubuh	Kehijauan sampai kecoklatan	Biru tua dan coklat	Biru tua dan hijau	Coklat tua hingga <i>cream</i> dan tertutup dengan banyak bintik- bintik putih	Kehijauan
2.	Abdomen segmen	Putus-putus ditengah	Lurus tanpa putus	Halus tanpa putus (pita putih melintang sempit)	Lurus tanpa putus	Tanpa putus dengan pita pita berwarna gelap memanjang
3.	Rostrum	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4.	Abdomen transverse grooves	Crenulated	Spinous (berduri)	Tidak ada	Pleural grooves	Eye spot
5.	Kaki	Tanpa penjepit dan terdapat bercak noda	Bergaris putih mencolok	Tanpa penjepit dan bergaris putih	Bintik – bintik putih kecil menonjol	Memiliki bintik noda
6.	Antennular plate dengan flagel	4 duri utama	4 duri utama	4 duri utama	2 duri utama	4 duri utama
7.	Frontal horn	2 kali tinggi mata	2 kali tinggi mata	3 kali tinggi mata	2,5 kali tinggi mata	2 kali tinggi mata
8.	Ukuran panjang tubuh	Umumnya 16 dan 25 cm (maksimum 31 cm)	Umumnya 20 dan 30 cm (maksimum 40 cm)	Umumnya 20 – 30 cm (maksimum 40 cm)	Umumnya 18 dan 25 cm (maksimum 40 cm)	Umumnya 20 dan 35 cm (maksimum 60 cm)



(a)



(b)



(c)



(d)

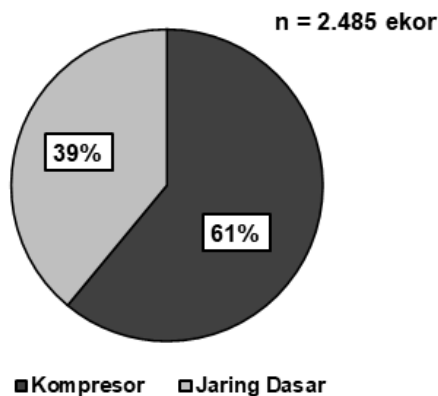


(e)

Gambar 2. Spesies Lobster yang Tertangkap di Pantai Puger Jember (a) Lobster pasir (*P. homarus*), (b) Lobster Mutiara (*P. ornatus*), (c) Lobster Bambu (*P. versicolor*), (d) Lobster batik (*P. longipes*), dan (e) Lobster batu (*P. penicillatus*)

Komposisi Spesies

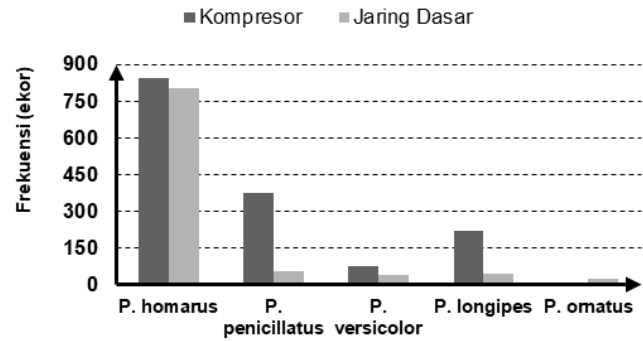
Lobster yang diperoleh selama penelitian berjumlah 2.485 ekor dan terdiri atas 5 spesies yaitu lobster pasir (*P. homarus*), lobster batu (*P. penicillatus*), lobster bambu (*P. versicolor*), lobster batik (*P. longipes*), dan lobster mutiara (*P. ornatus*). Lobster di Pantai Puger tertangkap dengan jaring dasar dan metode penyelaman menggunakan kompresor (7 PK). Komposisi hasil tangkapan lobster dengan kedua metode penangkapan tersebut memiliki perbandingan presentase sebesar 61%:39%, di mana lobster yang tertangkap pada alat tangkap jaring dasar diperoleh sebanyak 969 ekor, sedangkan dengan metode penyelaman menggunakan kompresor didapatkan lobster sebanyak 1.516 ekor seperti ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Presentase komposisi lobster berdasarkan alat tangkap yang berbeda

Berdasarkan grafik komposisi terhadap masing-masing spesies lobster, modus tertinggi dalam penelitian ini adalah spesies lobster pasir (*P. homarus*) sebanyak 846 ekor (tertangkap dengan kompresor) dan 802 ekor (tertangkap dengan jaring dasar). Kemudian diikuti oleh lobster batu (*P. penicillatus*) yang tertangkap dengan kompresor sebanyak 375 ekor, sedangkan tertangkap dengan alat tangkap jaring dasar sebanyak 54 ekor. Spesies lobster mutiara (*P. ornatus*) merupakan frekuensi terkecil dan hanya tertangkap pada alat tangkap jaring dasar sebanyak 25 ekor seperti ditampilkan pada Gambar 4.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, didapatkan bahwa hasil tangkapan dominan terlihat pada spesies lobster pasir dengan jumlah keseluruhan sebesar 1.646 ekor, kemudian disusul oleh lobster batu sebanyak 429 ekor.



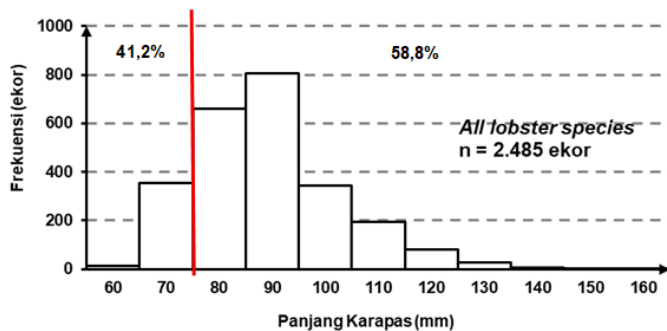
Gambar 4. Komposisi lobster berdasarkan alat tangkap kompresor dan jaring dasar

Banyaknya hasil tangkapan lobster pasir diduga berkaitan dengan habitat lobster pasir yang berada didekat pantai. Lobster bersifat nokturnal atau aktif di malam hari serta memiliki pola distribusi yang berbeda pada setiap spesiesnya, untuk jenis *P. versicolor* umumnya hidup di perairan terumbu karang pada kedalaman 4-12 m serta tidak hidup berkelompok, *P. longipes* hidup di perairan dangkal hingga kedalaman 20 m, *P. penicillatus* biasanya ditemukan di perairan dangkal pada kedalaman 1-4 m (kedalaman maksimum 6 m), sedangkan *P. homarus* dapat dijumpai pada perairan kedalaman 1-5 m namun juga dapat dijumpai hingga kedalaman 90 m dan hidup berkelompok dalam jumlah banyak, jenis *P. ornatus* biasanya hidup di perairan terumbu karang dengan kedalaman 1-10 m namun juga bisa ditemukan hingga kedalaman 200 meter [52]. Di samping itu, komposisi hasil tangkapan setiap spesies lobster pada alat tangkap jaring dan kompresor memiliki jumlah yang berbeda. Jumlah masing-masing jenis (spesies) lobster yang bervariasi dapat disebabkan oleh kebiasaan hidup, alat tangkap yang digunakan atau jumlahnya sendiri yang berbeda secara alami pada setiap lokasi penelitian[36].

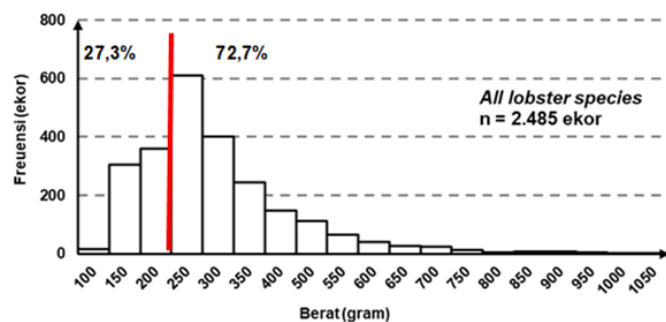
Sebaran Frekuensi Panjang Karapas dan Berat Lobster

Berdasarkan grafik sebaran frekuensi panjang karapas, hasil tangkapan lobster di Pantai Puger tersebar pada ukuran 60-160 mm dengan modus tertinggi ditemukan pada ukuran panjang karapas 80-90 mm sebanyak 806 ekor lobster seperti ditampilkan pada Gambar 5. Sedangkan berat lobster memiliki ukuran yang berkisar antara 100-1.450 gram. Frekuensi tertinggi didapatkan pada ukuran berat

bekisar antara 200-250 gram sebanyak 611 ekor seperti ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Sebaran frekuensi panjang karapas semua spesies lobster yang didaratkan di Pantai Puger (Januari-Maret 2020)

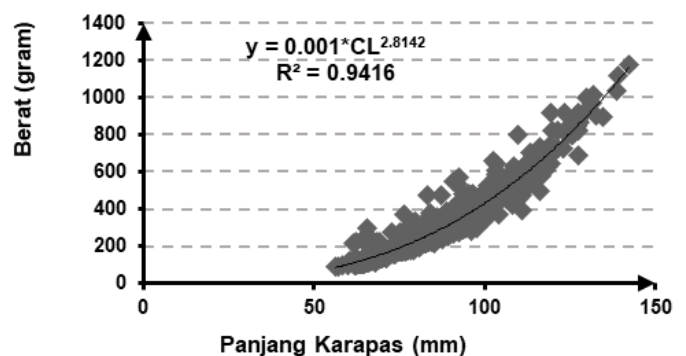


Gambar 6. Sebaran frekuensi berat semua spesies lobster yang didaratkan di Pantai Puger (Januari-Maret 2020)

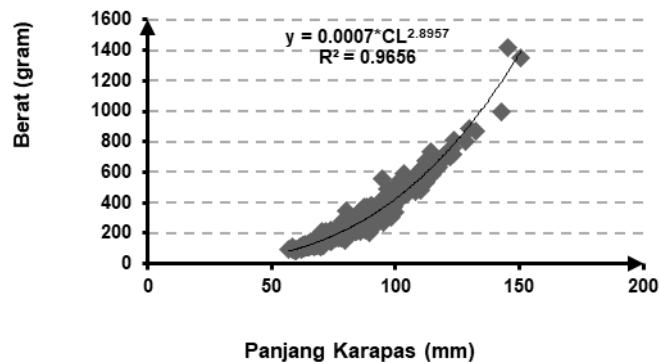
Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1 tahun 2015 yang diperbaharui dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 56 tahun 2016, berisi tentang pembatasan ukuran lobster yang layak ditangkap yaitu lobster dengan ukuran panjang karapas >8 cm dan berat >200 gram. Pada grafik (Gambar 5 dan Gambar 6), terdapat garis merah yang merupakan batasan ukuran lobster yang diperbolehkan untuk ditangkap sesuai Permen-KP No. 56 Tahun 2016. Sebaran ukuran panjang karapas dan berat lobster yang tertangkap selama penelitian masih ditemukan beberapa lobster dengan ukuran dibawah layak tangkap, namun jumlahnya tetap didominasi oleh lobster dengan ukuran panjang karapas di atas 8 cm yaitu sebesar 58,8% atau 1.461 ekor dan berat di atas 200 gram sebesar 72,7% atau 1.807 ekor dari 2.485 ekor lobster yang didaratkan di Pantai Puger Jember.

Hubungan Panjang Karapas dan Berat Lobster

Hasil analisis hubungan panjang karapas dan berat lobster berdasarkan metode penangkapan lobster yang digunakan oleh nelayan di Pantai Puger yang terdiri atas metode penyelaman menggunakan kompresor (kecepatan 7 PK) dan alat tangkap gill net. Berdasarkan analisis hubungan panjang karapas pada hasil tangkapan lobster menggunakan kompresor (7 PK), diperoleh persamaan hubungan panjang karapas dan berat lobster secara keseluruhan tanpa membedakan spesies dan jenis kelamin yaitu $W = 0,001 \cdot CL^{2,8142}$ dan $R^2 = 0,9416$ dengan nilai b sebesar $2,8142 \pm 0,018$, sehingga nilai $b < 3$ yang artinya pola pertumbuhan lobster allometrik negatif seperti ditampilkan pada Gambar 7. Begitu juga pada hasil analisis hubungan panjang karapas dan berat berdasarkan hasil tangkapan gill net, didapatkan persamaan hubungan panjang karapas dan berat lobster secara keseluruhan yaitu $W = 0,001 \cdot CL^{2,8957}$ dan $R^2 = 0,966$ dengan nilai b sebesar $2,8957 \pm 0,017$ seperti ditampilkan pada Gambar 8. Kemudian berdasarkan uji lanjutan menggunakan uji- t diperoleh bahwa nilai t hitung lebih besar daripada t tabel, yang berarti tolak H_0 atau terima H_1 di mana lobster memiliki pola pertumbuhan allometrik. Berdasarkan hasil analisis, hubungan panjang karapas dan berat lobster yang didapatkan dari hasil tangkapan penyelaman menggunakan kompresor (kecepatan 1 PK) dan alat tangkap gill net memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif.



Gambar 7. Hubungan panjang karapas dan berat lobster (*Panulirus* spp.) berdasarkan hasil tangkapan menggunakan kompresor (7 PK) yang diplotkan dalam grafik *scatter*



Gambar 8. Hubungan panjang karapas dan berat lobster (*Panulirus* spp.) berdasarkan hasil tangkapan alat tangkap gill net diplotkan dalam grafik scatter

Nisbah Kelamin

Berdasarkan hasil analisis didapatkan perbandingan nisbah kelamin lobster antara jantan dan betina secara keseluruhan tanpa membedakan spesies yaitu 1,1:0,9 atau 51% lobster jantan dan 49% lobster betina, selain itu sebaran jenis kelamin juga dilakukan terhadap masing-masing spesies lobster yang didaratkan di Pantai Puger seperti ditampilkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 terlihat bahwa populasi jantan lebih mendominasi dibandingkan betina, kecuali pada lobster pasir di mana lobster betina lebih banyak daripada jantan.

Tabel 3. Nisbah Kelamin Spesies Lobster

Spesies	Jantan	Betina	J:B	J: B (%)
<i>P. homarus</i>	801	847	0,9:1,1	49%: 51%
<i>P. penicillatus</i>	218	211	1,03:0,97	51%: 49%
<i>P. versicolor</i>	69	47	1,47:0,7	59%: 41%
<i>P. longipes</i>	176	91	1,9:0,5	66%: 34%
<i>P. ornatus</i>	15	10	1,5:0,7	60%: 40%
Total	1.279	1.206	11,1:0,9	51%: 49%

Berdasarkan uji statistik *chi-square* dengan selang kepercayaan 95% diperoleh nilai χ^2 hitung sebesar 0,002 dan χ^2 tabel sebesar 3,841. Nilai pada χ^2 hitung lebih kecil dibandingkan χ^2 tabel maka terima H_0 yang artinya tidak ada perbedaan nyata antara rasio jenis kelamin jantan dan betina atau keduanya berada dalam kondisi seimbang dan diduga masih ada kesempatan untuk terbentuknya individu baru terhadap lobster (*Panulirus spp.*) yang didaratkan di Pantai Puger.

Selama penelitian, terdapat beberapa spesies lobster yang tertangkap dalam kondisi bertelur dengan

keseluruhan total betina sebanyak 1.206 ekor. betina dalam kondisi bertelur didapatkan pada 3 jenis lobster yaitu lobster pasir (*P. homarus*) sebanyak 99 ekor dengan sebaran panjang antara 58,3-111,2 mm dan berat antara 98,7-632,6 gram, lobster batu (*P. penicillatus*) sebanyak 7 ekor dengan sebaran panjang 87,5-105,7 mm dan berat 310-523,4 gram serta lobster batik (*P. longipes*) sebanyak 9 ekor dengan sebaran panjang 68,6-95,3 mm dan berat 176,8-425,5 gram. Tertangkapnya individu betina dalam kondisi bertelur mengindikasikan tidak adanya selektifitas dalam penangkapannya. Kondisi ini dapat mengarah pada recruitment overfishing, karena hampir tidak ada kesempatan bagi lobster untuk berkembangbiak [20, 21]. Pola pemanfaatan tersebut juga telah melanggar peraturan perundang undangan dan dapat menjadi ancaman bagi keberlanjutan sumberdaya lobster [22]. Berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 1/PERMEN-KP/2015 pasal 2 berisi tentang larangan penangkapan lobster dalam kondisi bertelur yang kemudian diperbarui menjadi Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 56/PERMEN-KP/2016 pasal 2, yang menyatakan bahwa penangkapan atau pengeluaran lobster hanya bisa dilakukan jika lobster tidak sedang bertelur dan beratnya di atas 200 gram. Adanya peraturan tersebut, bertujuan agar lobster dalam kondisi bertelur memiliki waktu untuk bereproduksi sebelum akhirnya ditangkap dan diperjualbelikan sehingga diharapkan tetap terjaga populasinya di alam.

Diskusi

Komposisi spesies lobster yang tertangkap di Pantai Puger Jember menunjukkan perbedaan dibandingkan dengan wilayah lain seperti Kebumen, Yogyakarta, Situbondo, Lombok, dan Perairan Utara Jawa. Lobster di Kebumen ditemukan enam jenis lobster, yaitu *Panulirus polyphagus*, *P. homarus*, *P. versicolor*, *P. longipes*, *P. ornatus*, dan *P. penicillatus* [23]. Sementara itu, spesies *P. homarus*, *P. versicolor*, *P. ornatus*, *P. penicillatus*, dan *P. longipes* juga ditemukan di Yogyakarta dan Lombok [2, 24-26]. Situbondo dan perairan utara Jawa hanya memiliki empat spesies yang umum ditemukan, yaitu *P. polyphagus*, *P. homarus*, *P. ornatus*, dan *P. Versicolor* [27]. Perbedaan komposisi spesies di masing-masing wilayah kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor lokasi serta waktu pengambilan sampel yang tidak selalu sama.

Penelitian lain dilakukan di Selat Madura, Situbondo, Jawa Timur, yang bertujuan untuk menentukan

komposisi spesies, distribusi frekuensi panjang, pola pertumbuhan, dan rasio jenis kelamin lobster. Penelitian ini memberikan wawasan tambahan mengenai dinamika populasi lobster di wilayah sekitar Jawa Timur. Informasi yang dihasilkan dapat melengkapi data dari perairan Jember untuk memahami pola distribusi dan struktur populasi lobster di wilayah pesisir Jawa Timur secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan bahwa penelitian dengan pendekatan regional dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh. Dengan demikian, penelitian ini relevan sebagai referensi untuk menganalisis komposisi lobster dan distribusi frekuensi panjang berat di wilayah Jember.

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa dari empat spesies lobster genus *Panulirus* yang tertangkap di Perairan gunung Kidul, lobster pasir merupakan tangkapan dominan yaitu sebesar 47% [28]. Begitu juga penelitian yang dilakukan di Pananjung Pangandaran hasil tangkapan lobster pasir memiliki jumlah paling tinggi daripada empat jenis lobster lainnya (lobster batu, lobster batik, lobster mutiara dan lobster bambu) yaitu sebanyak 826 ekor atau 82% dari total jumlah seluruh jenis [29]. Namun lobster batu merupakan hasil tangkapan dominan sebesar 57% dari total 3.164 ekor lobster yang didaratkan di Perairan Gunung Kidul dan Pacitan, kemudian hasil tangkapan tertinggi disusul oleh lobster pasir sebanyak 32% [30]. Hasil penelitian senada juga didapatkan, bahwa hasil tangkapan lobster di perairan Lhok Rigaih didominasi oleh jenis *P. penicillatus* sebanyak 1.034 ekor (31,4%) [31].

Penelitian yang dilakukan di berbagai lokasi menunjukkan adanya pola pertumbuhan alometrik negatif pada beberapa spesies lobster. Di Karimunjawa, pola ini ditemukan pada *P. versicolor*, sementara di Situbondo diamati pada *P. ornatus*, dan di Sebatik terjadi pada *P. polyphagus* [27, 32, 33]. Kesamaan pola pertumbuhan ini dapat dikaitkan dengan kemiripan karakteristik perairan yang mendukung ketersediaan makanan serta habitat yang sesuai bagi spesies tersebut. Faktor-faktor seperti suhu air, kedalaman perairan, dan jenis substrat dapat memengaruhi pertumbuhan lobster di berbagai lokasi [34]. Oleh karena itu, penting untuk memahami kondisi perairan agar dapat mengelola populasi lobster secara lebih efektif.

Penelitian mengenai distribusi panjang karapas dan berat lobster di Pantai Puger Jember berbanding terbalik dengan yang terjadi di Perairan Kebumen di mana lobster yang tertangkap memiliki ukuran panjang karapas yang

masuk dalam kategori sangat kecil, serta didominasi oleh lobster dengan berat 82 gram dan berat rata - rata 50% sebesar 110 gram, dengan tertangkapnya lobster pada ukuran tersebut mengakibatkan nilai jual menjadi rendah [35]. Begitu juga yang terjadi di perairan selatan Yogyakarta didapatkan bahwa ukuran selang berat lobster yang tertangkap berada pada kisaran 100-150 gram, sehingga mengindikasikan bahwa lobster tersebut berada pada ukuran yang tidak layak tangkap [28]. Lobster yang tertangkap dengan ukuran panjang karapas dibawah 8 cm diduga merupakan hasil tangkapan nelayan yang dilakukan didekat pantai, sedangkan lobster dengan ukuran di atas 8 cm diduga memiliki habsiat perairan yang lebih dalam dan jauh dari pantai untuk tumbuh dan melakukan pemijahan

Berdasarkan hasil analisis hubungan panjang karapas dan berat lobster di Pantai Puger Jember, hasil senada juga ditemukan pada penelitian lain di Kabupaten Aceh Jaya, menunjukkan bahwa pola pertumbuhan kelima jenis lobster (*P. penicillatus*, *P. homarus*, *P. longipes*, *P. versicolor*, dan *P. ornatus*) yang tertangkap bersifat allometrik negatif. Hasil penelitian oleh Junaidi *et al.* [36] di Perairan Teluk Akas Lombok juga menyatakan bahwa, hubungan panjang karapas dan berat tubuh terhadap 5 spesies lobster yang tertangkap memenuhi persamaan garis lurus dengan pola pertumbuhan allometrik negatif [36], di mana pertambahan panjang karapas lebih cepat daripada pertambahan berat tubuh. Namun pada hasil penelitian di Pantai Pameungpeuk Garut selatan, didapatkan bahwa ketiga jenis lobster (lobster pasir, lobster batik dan lobster bambu) memiliki pola pertumbuhan allometrik positif [37]. Begitu pula yang terjadi di Perairan Tabanan Bali, lobster pasir memiliki pola pertumbuhan allometrik positif di mana pertumbuhan berat lebih cepat daripada pertumbuhan panjang karapas lobster [38]. Kesamaan pola pertumbuhan disebabkan adanya kesamaan karakteristik perairan dalam menunjang ketersediaan makanan dan habitat yang sesuai. Namun, nilai *b* atau koefisien pertumbuhan yang diperoleh dapat berbeda beda pada setiap lokasi. Penyebab perbedaan nilai *b* dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar, faktor dalam umumnya adalah faktor yang sukar dikontrol (keturunan, seks, dan umur), sedangkan faktor luar adalah hal utama yang mempengaruhi pertumbuhan (makanan dan suhu perairan) [39].

Selain itu, penelitian di perairan Palabuhan Ratu, Jawa Barat, juga mengkaji dinamika populasi lobster,

khususnya *P. homarus*. Penelitian ini meneliti aspek pertumbuhan, pola rekrutmen, mortalitas, dan laju eksploitasi lobster pasir di daerah tersebut. Hasilnya menunjukkan bahwa tingkat eksploitasi *P. homarus* telah melampaui batas optimal, yang mengindikasikan adanya tekanan penangkapan yang berlebihan. Temuan ini sejalan dengan hasil studi di berbagai wilayah lain, yang menunjukkan bahwa populasi lobster menghadapi ancaman akibat tingginya aktivitas perikanan. Oleh karena itu, pengelolaan perikanan yang lebih ketat diperlukan untuk mencegah dampak negatif terhadap keberlanjutan populasi lobster di Palabuhanratu dan wilayah sekitarnya.

Hasil analisis chi square mengenai nisbah kelamin juga ditunjukkan oleh penelitian Junaidi et al. [36], menunjukkan bahwa nisbah kelamin antara individu jantan dan betina berada dalam keadaan seimbang (1:1) sehingga tidak ada perbedaan nyata terhadap 5 spesies lobster yang didaratkan di Perairan Teluk Ekas Lombok [36]. Kemudian dalam penelitian Triharyuni dan Wiadnyana (2018), juga ditemukan bahwa nisbah kelamin untuk jenis lobster (*P. ornatus*, *P. penicillatus*, *P. Homarus*, dan *P. versicolor*) yang tertangkap di Perairan Kupang Nusa Tenggara Timur diperoleh hasil yang relatif seimbang [40]. Hasil nisbah kelamin yang seimbang menunjukkan kondisi populasi yang stabil untuk menjaga keberlanjutan populasi, namun apabila terjadi variasi nisbah kelamin maka dapat disebabkan oleh tiga faktor yaitu perbedaan tingkah laku seks, kondisi lingkungan, dan lokasi penangkapan [41].

Penelitian yang dilakukan di Kebumen juga memberikan gambaran mengenai status pemanfaatan *P. penicillatus* dan dampaknya terhadap kelangsungan populasi lobster di daerah tersebut. Studi ini menemukan bahwa aktivitas penangkapan yang tidak terkendali telah menyebabkan penurunan signifikan pada jumlah lobster dewasa yang tersedia di perairan tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa adanya regulasi yang ketat, keberlanjutan populasi lobster dapat terancam dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan penerapan kebijakan pengelolaan berbasis ekosistem untuk menjaga keseimbangan populasi lobster dan ekosistem laut secara keseluruhan. Membandingkan data dari perairan Pantai Puger Jember dengan hasil penelitian di Kebumen dapat memberikan pemahaman yang lebih luas mengenai dampak eksploitasi lobster di berbagai wilayah pesisir Indonesia [23, 42].

Sejarah hidup dan dinamika populasi lobster di Pantai Puger Jember berperan penting dalam memahami fungsi

ekologis mereka dan untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Salah satu aspek penting dari sejarah hidup lobster adalah fase larva pelagis yang berlangsung cukup lama, bahkan bisa mencapai beberapa bulan [43]. Fase larva ini sangat penting untuk penyebaran, karena durasi larva yang panjang memungkinkan lobster untuk tersebar di berbagai habitat laut yang berbeda. Proses penyebaran ini mendukung keterhubungan antar populasi lobster yang ada di berbagai lingkungan laut. Setelah tahap larva, lobster memasuki tahap puerulus, di mana larva mulai menetap di habitat pesisir, yang menandakan perubahan besar dalam siklus hidup mereka [42].

Dinamika populasi lobster dipengaruhi oleh berbagai faktor ekologi, termasuk ketersediaan habitat, tekanan predator, dan eksploitasi. Penelitian oleh Kough et al. (2013) menunjukkan bahwa penangkapan lobster juvenil sangat terkait dengan ketersediaan habitat benih yang sesuai, yang dapat berdampak signifikan terhadap ukuran populasi dewasa. Sebagai contoh, habitat benih yang tidak sesuai dapat memutus hubungan antara suplai larva dan penangkapan lobster juvenil, yang mengarah pada fluktuasi jumlah populasi. Selain itu, penelitian lain menyebutkan pola pergerakan lobster dewasa, yang umumnya berburu pada malam hari, dapat mempengaruhi dinamika populasi mereka dengan mempengaruhi kelimpahan dan distribusi [44, 45]. Studi juga menunjukkan bahwa lobster dewasa dapat menempuh jarak yang cukup jauh dalam mencari makanan, yang mungkin juga berperan dalam keberhasilan reproduksi mereka dan konektivitas populasi [46, 47].

Keanekaragaman genetik merupakan aspek penting lainnya dalam dinamika populasi lobster. Studi genetik mengungkapkan bahwa lobster memiliki tingkat variabilitas genetik yang tinggi, yang sangat penting untuk ketahanan mereka terhadap perubahan lingkungan dan tekanan penangkapan ikan. Struktur genetik populasi lobster dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti isolasi geografis dan pola dispersi larva, yang memengaruhi aliran gen antar populasi [48-50]. Sebagai contoh, lobster duri Karibia (*P. argus*) diketahui memiliki metapopulasi yang berbeda yang terhubung melalui dispersi larva, yang menyoroti pentingnya memahami konektivitas genetik untuk pengelolaan yang efektif [51]. Konektivitas genetik ini sangat penting dalam memastikan keberlanjutan populasi lobster di berbagai wilayah.

KESIMPULAN

Studi populasi lobster di Pantai Puger, Jember, menunjukkan komposisi spesies dan karakteristik biologi yang berbeda dibandingkan wilayah pesisir lain di Indonesia. Lobster di Puger didominasi oleh pola pertumbuhan alometrik negatif, nisbah kelamin seimbang, serta proporsi individu yang belum layak tangkap dan bertelur yang cukup tinggi, mengindikasikan potensi risiko eksploitasi berlebih. Perbandingan regional menunjukkan bahwa kondisi lingkungan, metode penangkapan, dan ketersediaan habitat sangat memengaruhi pertumbuhan, distribusi, dan dominasi spesies. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan lokal dalam pengelolaan. Pengelolaan berkelanjutan membutuhkan pendekatan berbasis ekosistem, penegakan regulasi ukuran dan perlindungan reproduksi, serta pemantauan konektivitas genetik antar wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Setyanto, Soemarno, D. G. R. Wiadnya, and C. Nugroho, "Biodiversity of lobster (*Panulirus*) from eastern indian ocean of Indonesia waters," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 546, p. 022024, 2019.
- [2] A. Setyanto, Soemarno, D. G. R. Wiadnya, and C. Prayogo, "Biodiversity of lobster larvae (*Panulirus* spp.) from the Indonesian Eastern Indian Ocean," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 370, p. 012046, 2019.
- [3] A. Setyanto *et al.*, "Spiny lobsters species composition between North and South Sea of East Java, Indonesia," *Eco. Env. & Cons.*, vol. 26 no. (April Suppl. Issue), pp. S49-S53, 2020.
- [4] A. Setyanto *et al.*, "Fishing methods and fishing season of the tropical lobster fisheries of Southern Java, Indonesia," *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, vol. 24, no. 2, 2023.
- [5] E. Petersen, C. Jones, and B. Priyambodo, "Bioeconomics of spiny lobster farming in Indonesia," *Asian Journal of Agriculture and Development*, vol. 10, pp. 25-39, 2013.
- [6] FAO, *FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019*. Rome, 2021.
- [7] D. Widhiastika, A. A. Taurusman, and R. I. Wahju, "Management status of the lobster (*Panulirus* spp.) fisheries based in Prigi Bay, Trenggalek, East Java: A human dimension of ecosystem approach," (in en), *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, vol. 28, no. 4, pp. 765-781, 2024.
- [8] R. Cottrell *et al.*, "Food production shocks across land and sea," *Nature Sustainability*, vol. 2, 2019.
- [9] N. Faure-Beaulieu *et al.*, "A systematic conservation plan identifying critical areas for improved chondrichthyan protection in South Africa," (in English), *Biological Conservation*, Article vol. 284, 2023.
- [10] A. J. Frisch and J.-P. A. Hobbs, "Demography, fishery yield and potential management strategies of painted spiny lobster (*Panulirus versicolor*) at Northwest Island, Great Barrier Reef, Australia," *Marine and Freshwater Research*, vol. 63, no. 5, pp. 387-396, 2012.
- [11] C. Günther *et al.*, "Small steps high leaps: Bio-economical effects of changing codend mesh size in the North Sea Brown shrimp fishery," (in English), *Fisheries Research*, Article vol. 234, 2021, Art. no. 105797.
- [12] N. Barbour *et al.*, "Incorporating multidimensional behavior into a risk management tool for a critically endangered and migratory species," (in English), *Conservation Biology*, Article vol. 37, no. 5, 2023.
- [13] A. Barkai, "Spatially-Based and Real-Time Software Solutions for Fisheries Management," in *Oceans Conference Record (IEEE)*, 2023: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.
- [14] G. Ferguson-Cradler, "The overfishing problem: natural and social categories in early twentieth-century fisheries science," *Journal of the History of Biology*, vol. 54, 2021.
- [15] T. Tirtadanu, H. Yusuf, and C. Zhang, "Stock status, biological reference point and management implications of painted spiny lobster (*Panulirus versicolor* Latreille, 1804) In West Papua Waters," *Indonesian Fishiers Research Journal*, vol. 28, no. 1, 2022.
- [16] H. Froehlich, J. Montgomery, D. Williams, C. O'Hara, C. Kuempel, and B. Halpern, "Biological life-history and farming scenarios of marine aquaculture to help reduce wild marine fishing pressure," *Fish and Fisheries*, 2023.
- [17] C. Alkire, "Decline in on-demand fishing gear costs with learning," *Frontiers in Marine Science*, Article vol. 9, 2022.
- [18] M. Vasuki, P. Celestin, D. A. Dinesh Kumar, and P. Asamoah, *Exploring Modern Statistics*. 2025.
- [19] M. G. King, *Fisheries biology, assessment, and management*, 2nd ed. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2007.
- [20] I. Saputra and B. Priyambodo, "The development of lobster puerulus (*Panulirus ornatus* and *Panulirus homarus*) in captivity environment," *Indonesian Aquaculture Journal*, vol. 18, pp. 169-177, 2023.

- [21] M. A. Saputra, "Moving within and beyond illegal crustacean fishery: why do Indonesian fishermen not comply with the crustacean catch ban rule?," *Maritime Studies*, 2020.
- [22] A. Nurfiarini, D. Wijaya, and J. haryadi, "Pemulihan stok dan konservasi sumberdaya lobster di WPP-NRI 573 / lobster stock recovery and conservation in WPP-NRI 573," pp. 157-178, 2019.
- [23] E. Widiyanti, T. Nurani, M. Sondita, F. Purwangka, and P. Wahyuningrum, "Komposisi hasil tangkapan lobster (*Panulirus* Spp) yang didaratkan di pangkalan pendaratan ikan karangduwur Kabupaten Kebumen Jawa Tengah," *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, vol. 5, pp. 121-132, 2021.
- [24] T. Tirtadanu, A. Suman, U. Chodrijah, B. Kang, and C. Zhang, "Stock assessment and management implications of three lobster species in Gunungkidul waters, Indonesia," *Ocean & Coastal Management*, vol. 211, p. 105780, 2021.
- [25] S. Wirosaputro, "Jenis dan seks-rasio udang barong (*Panulirus* spp.) di kawasan pantai Gunung Kidul, Yogyakarta," *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, vol. 1, no. 1, pp. 12-21, 1996.
- [26] Y. Yonvitner *et al.*, "Lobster Population Parameter in Bumbang Bay, Central Lombok," *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, vol. 11, p. 40, 2019.
- [27] A. Setyanto, A. Sambah, D. Widhiastika, D. Wiadnya, and C. Prayogo, "Population structure and biological aspects of lobster (*Panulirus* spp.) of the Madura Strait landed in Situbondo of East Java, Indonesia," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 919, no. 1, p. 012015, 2021.
- [28] A. Aisyah and S. Triharyuni, "Production, size distribution, and length weight relationship of lobster landed in the south coast of Yogyakarta, Indonesia," *Indonesian Fisheries Research Journal*, vol. 16, p. 15, 2017.
- [29] A. Rahman, D. Hediarto, and D. Wijaya, "Size distribution and condition factor of spiny lobster (*Panulirus homarus* Linnaeus 1758) in Pananjung Pangandaran," *Widyaiset*, vol. 4, p. 205, 2018.
- [30] M Fauzi, A. P. Prasetyo, I. T. Hargiyatno, F. Satria, and A. A. Utama, "Hubungan panjang-berat dan faktor kondisi lobster batu (*Panulirus penicillatus*) di perairan selatan Gunung Kidul dan Pacitan," *BAWAL* vol. 5 no. 2, pp. 97-102, 2013
- [31] R. I. Wahju and M. Riyanto, "Komposisi hasil tangkapan dan ukuran lobster dengan jaring insang di perairan Kabupaten Aceh Jaya," *J ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, vol. 1, no. 2, pp. 211-223, 2017.
- [32] T. Ernawati, A. Priatna, and F. Satria, "Biological reference points of painted spiny lobster panulirus versicolor (Latreille, 1804) in Karimunjawa Waters, Indonesia," 2019.
- [33] T. Tirtadanu, A. Suman, U. Chodrijah, and C. Zhang, "Multi-species assessment and management implications of lobster fisheries in Gunungkidul waters, Indonesia," *The Egyptian Journal of Aquatic Research*, 2021.
- [34] D. A. Milton, F. Satria, C. H. Proctor, A. P. Prasetyo, A. A. Utama, and M. Fauzi, "Environmental factors influencing the recruitment and catch of tropical *Panulirus* lobsters in southern Java, Indonesia," *Continental Shelf Research*, vol. 91, no. 0, pp. 247-255, 2014.
- [35] Kadafi Muammar, Retno Widaningroem, and Soeparno, "Aspek biologi dan potensi lestari sumberdaya lobster (*Panulirus* spp.) di Perairan Pantai Kecamatan Ayah Kabupaten Kebumen," *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, vol. 8, no. 1, pp. 108-117, 2006.
- [36] M. Junaidi, N. Cokrowati, M. S. Abidin, "Aspek reproduksi lobster (*Panulirus* sp.) di Perairan Teluk Ekas Pulau Lombok," *Jurnal Kelautan*, vol. 3, no. 1, pp. 29-35, 2010.
- [37] R. Pratiwi, "Keanekaragaman dan potensi lobster (*Malacostraca: Palinuridae*) di Pantai Pameungpeuk, Garut Selatan, Jawa Barat," vol. 35, no. 1, pp. 10-22, 2018.
- [38] D. D. Kembaren, P. Lestari, and R. Ramadhani, "Parameter biologi lobster pasir (*panulirus homarus*) di perairan Tabanan, Bali," *BAWAL*, vol. 7 no. 1, pp. 35-42, 2015.
- [39] M. King, *Fisheries Biology, Assessment and Management: King/Fisheries Biology, Assessment and Management*. 2007.
- [40] S. Triharyuni and N. N. Wiadnyana, "Aspek biologi dan musim penangkapan lobster (*Panulirus* spp) di perairan Kupang Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, vol. 23, no. 3, pp. 167-180, 2018.
- [41] E. V. Radhakrishnan, B. Phillips, and D. Gopalakrishnan, *Lobsters: Biology, Fisheries and Aquaculture*. 2020.
- [42] P. Lestari, Z. Zairion, A. Mashar, and T. Widiarto, "Lobster fisheries management strategy by the social-ecological system approach: The case of Gunungkidul Coastal Waters, Special Region of Yogyakarta Province," *BIO Web of Conferences*, vol. 112, 06/06 2024.
- [43] B. Pranata, M. Fadjar, F. Iranawati, A. H. Toha, and Jeni, "Phylogeny of the spiny lobster *Panulirus versicolor* in Cenderawasih Bay, Papua, Indonesia," *AACL Bioflux*, vol. 11, no. 4, pp. 1015-1024, 2018.
- [44] A. Kough and E. Staatterman, "In situ swimming and orientation behavior of spiny lobster (*Panulirus argus*)

- postlarvae,” *Marine Ecology Progress Series*, vol. 504, pp. 207-219, 05/14 2014.
- [45] A. S. Kough, C. B. Paris, and M. J. Butler, “Larval connectivity and the international management of fisheries,” *Plos One*, vol. 8, no. 6, Jun 2013.
- [46] L. Macarthur, R. Babcock, and G. Hyndes, “Movements of the western rock lobster (*Panulirus cygnus*) within shallow coastal waters using acoustic telemetry,” *Marine & Freshwater Research*, vol. 59, no. 7, pp. 603-613, 2008.
- [47] C. A. Chen and S. Fatihah, A preliminary study on the distribution of spiny lobster (*Panulirus* spp.) in Labuan Island, Malaysia. 2018.
- [48] M. Abdullah, A. Alimuddin, M. Muththalib, A. Salama, and H. Imai, “Genetic isolation among the northwestern, southwestern and central-eastern indian ocean populations of the pronghorn spiny lobster *panulirus penicillatus*,” *International journal of molecular sciences*, vol. 15, pp. 9242-9254, 2014.
- [49] M. Abdullah, S. Chow, M. Sakai, J.-H. Cheng, and H. Imai, “Genetic diversity and population structure of pronghorn spiny lobster *panulirus penicillatus* in the pacific region 1,” *Pacific Science*, vol. 68, pp. 197-211, 2014.
- [50] G. Permana, B. Slamet, B. Permana, A. Dewi, and G. Mahardika, “Population genetic structure of spiny lobsters, *panulirus homarus* and *panulirus ornatus*, in the indian ocean, coral triangle, and south China Sea,” *Indonesian Aquaculture Journal*, vol. 14, p. 7, 2019.
- [51] J. C. Jaimes Martínez, C. Trujillo, R. Cruz, C. Teixeira, and M. Menezes, “Puerulus settlement of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804) along the Colombian Caribbean coast,” *Crustaceana*, vol. 89, pp. 1057-1081, 2016.
- [52] K. E. Carpenter and V. H. Niem, The living marine resources of the Western Central Pacific: 2. Cephalopods, crustaceans, holothurians and sharks, Rome, Italy: FAO, 1998.