

**LAPORAN AKHIR  
SKEMA PENELITIAN UNGGULAN**



**ANALISIS STATUS STOK DAN VARIASI GENETIK IKAN TEMBANG (*Sardinella* sp.) DALAM Mendukung Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan Di Perairan Teluk Kupang**

**TIM PENGUSUL**

**FANNY IRIANY GINZEL (8436751652230102) KETUA  
JAMES NGGINAK (2561766667131092) ANGGOTA  
BEATRIX M. REHATTA (4042747648230153) ANGGOTA**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pendugaan Stok dan Variasi Genetik Ikan Tembang (*Sardinella* sp.) dalam Mendukung Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan di Perikanan Berkelanjutan di Perairan Teluk Kupang

Bidang / Tema :

Pengusul :

Ketua Pengusul

a. Nama : Dr. Fanny Iriany Ginzal, S.Pi., M.Si

b. NUPTK : 8436751652230102

c. Sinta ID : 6662338

d. Jabatan Fungsional : III-B/ Asisten Ahli

e. Email / No. HP : 082138744590

f. Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Anggota 1

a. Nama Lengkap : James Ngginak, S.Pd., M.Si

b. NUPTK : 2561766667131092

c. Sinta ID : 6196812

d. Program Studi Anggota : Pendidikan Biologi

Anggota 2

a. Nama Lengkap : Dr. Beatrix M. Rehatta, S.Pi., M.Si

b. NUPTK : 4042747648230153

c. Sinta ID : 6647537

d. Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Biaya disetujui : Rp. 23.000.000

Lokasi Penelitian : Teluk Kupang

Luaran Penelitian : HAKI dan Jurnal

Kupang, 28 November 2025

Mengetahui  
KEPALA LEMBAGA PENELITIAN

Ketua Peneliti



Alfred G.O Kase, S.Pi., M.Si., Ph.D  
NUPTK. 7859747648130112

Dr. Fanny Iriany Ginzal, S.Pi., M.Si  
NUPTK. 8436751652230102

**a. Format Halaman Identitas dan Uraian Umum**

**IDENTITAS DAN URAIAN UMUM**

1. Judul Penelitian: Pendugaan Stok dan Variasi Genetik Ikan Tembang (*Sardinella* sp.) dalam Mendukung Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan di Perairan Teluk Kupang

2. Tim Peneliti

No.	Nama	Jabatan	Bidang Keahlian	Prodi/Fakultas	Alokasi Waktu (jam / minggu)
1	Dr. Fanny I. Ginzal, S.Pi., M.Si	Ketua (dosen)	Bioteknologi Perikanan dan Kelautan	MSP/FPIK	16 jam/18 minggu
2	James Ngginak, S.Pd., M.Si	Anggota 1 (dosen)	Biologi	Pendidikan Biologi/FKIP	4 jam/18 minggu
3	Dr. Beatrix M. Rehatta, S.Pi., M.Si	Anggota 2 (dosen)	Pengelolaan Wilayah Pesisir	MSP/FPIK	4 jam/18 minggu
4	Alfred G.O Kase, S.Pi., M.Si., Ph.D	Anggota 3 (Dosen)	Biologi Perikanan	MSP/FPIK	4 jam/18 minggu
5	Anggelita Yusinta Snae	Anggota 3 (mahasiswa)	Plankton	MSP/FPIK	12 jam/18 minggu
6	Lyonel G.A Palapessy	Anggota 4 (mahasiswa)	Ekologi Perairan	MSP/FPIK	12 jam/18 minggu

2. Obyek Penelitian (jenis material yang akan diteliti dan segi penelitian): Mikroplastik dan Fitoplankton dalam saluran pencernaan ikan tembang
3. Masa Pelaksanaan : Agustus – November 2025
4. Biaya yang disetujui : Rp. 23.000.000,-
5. Lokasi Penelitian: Perairan Teluk Kupang
6. Temuan yang ditargetkan: Estimasi Stok dan identifikasi genetik ikan tembang (*Sardinella* sp.) yang terintegrasi dengan pengelolaan berkelanjutan
7. Kontribusi mendasar pada bidang ilmu : Dinamika Populasi dan Bioteknologi
8. Jurnal ilmiah sasaran yang menjadi sasaran: Jurnal Iktiologi Indonesia atau International Journal Marine Science (IJMS)
9. Rencana luaran : jurnal ilmiah dan Hak Kekayaan Intelektual



UNIVERSITAS KRISTEN ARTHA WACANA  
PENELITIAN INTERNAL UNGGULAN UNIVERSITAS

**ABSTRAK**

Ikan tembang (*Sardinella* sp) termasuk pelagis kecil merupakan sumberdaya perikanan pantai (artisanal) yang ditemukan di perairan dangkal dekat pantai. Spesies ini ditemukan membentuk gerombolan besar di perairan dari ukuran kecil hingga terbesar, sehingga rentan tertangkap dalam tekanan penangkapan. Secara ekologis, kehadiran ikan tembang memiliki peranan penting dalam rantai makanan sebagai penyumbang energi terbesar bagi predator seperti ikan tuna, cakalang dan lainnya. Sebagai dasar pengelolaan berkelanjutan diperlukan data-data saintifik berupa pendugaan stok dan keragaman genetik. Pendugaan stok memberikan gambaran mengenai jumlah atau biomassa populasi yang tersisa di alam, sedangkan variasi genetik memberikan informasi tentang kemampuan adaptasi jangka panjang dan ketahanan populasi terhadap lingkungan serta penangkapan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pendugaan stok dan keragaman genetik ikan tembang (*Sardinella* sp.) di perairan Teluk Kupang dalam mendukung pengelolaan sumberdaya berkelanjutan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa status stok ikan tembang (*Sardinella* sp.) di perairan Teluk Kupang dengan pola pertumbuhan bersifat allometrik negatif, pengelompokan umur berdasarkan ukuran panjang diperoleh kohort ikan muda berukuran 55-85 mm, kohort menengah (ikan remaja) berada pada ukuran 85-110 mm dan dewasa ukuran 110-140 mm, laju pertumbuhan ikan betina muda lebih cepat dari jantan, ikan dengan usia tua (dewasa) mencapai ukuran maksimum untuk betina 164,11 mmTL dan jantan 151,58 mmTL. Laju mortalitas alami lebih tinggi dari mortalitas akibat penangkapan, laju eksploitasi lebih rendah dari nilai eksploitasi optimum sehingga kondisi populasi belum menunjukkan *overfishing*. Pola rekrutmen terjadi 2 kali dalam setahun. Ukuran pertama tertangkap lebih kecil dari ukuran pertama kali matang gonad. Melalui identifikasi genetik, maka ikan tembang teridentifikasi sebagai *Sardinella fimbriata*.

**KATA KUNCI:** *Pendugaan stok, genetik, Sardinella*

## LATAR BELAKANG

*Sardinella* adalah salah satu genus dari famili Clupeidea yang tersebar di perairan tropis maupun sub tropis. Ikan ini dapat ditemukan pada habitat perairan dangkal di kedalaman < 200 meter dekat pantai membentuk biomassa yang besar (*schooling*)<sup>[1]</sup>. Spesies ini termasuk potensi sumberdaya perikanan terbesar di Indonesia<sup>[2,3]</sup>. Ikan tembang (*Sardinella* sp.) merupakan salah satu komoditas perikanan pelagis kecil yang memiliki nilai ekonomi penting di berbagai wilayah pesisir Indonesia. Biasanya ikan *Sardinella* akan terkonsentrasi di dalam teluk, sepanjang pesisir pantai karena beberapa faktor yaitu migrasi musiman, sumber makanan di pesisir pantai lebih melimpah dibandingkan yang lepas pantai sehingga ikan ini lebih memilih teluk, pesisir pantai untuk hidup menetap. Berdasarkan hal tersebut, maka pemanfaatan dilakukan oleh nelayan.

Pemanfaatan ikan tembang oleh nelayan tradisional maupun industri skala menengah sebagai sumber protein, mata pencaharian dan bahan baku industri pengolahan hasil perikanan. Seiring dengan kebutuhan protein hewani dan bergizi oleh manusia, sektor perikanan ikan tembang memberikan kontribusi terbesar sebagai bahan makanan bagi manusia. Terlebih ikan tembang termasuk ikan yang relatif murah dan mudah terjangkau<sup>[4]</sup>.

Potensi sumberdaya perikanan yang besar di Indonesia termasuk ikan tembang, tentunya membutuhkan perhatian khusus dalam proses pengelolaan. Aktivitas penangkapan ikan yang dilakukan oleh manusia tanpa memperhatikan kaidah-kaidah kelestarian dan berkelanjutan akan banyak menimbulkan masalah ke depannya. Dengan adanya pengelolaan sumberdaya perikanan dapat mendorong proses penjagaan dan konservasi sumberdaya perikanan dan ekosistem serta menyediakan sarana pemanfaatan secara berkelanjutan dengan menggunakan pendekatan saintifik<sup>[5]</sup>.

Pengelolaan sumberdaya ikan tembang (*Sardinella* sp.) di Teluk Kupang merupakan aspek krusial dalam menjaga keberlanjutan perikanan, kelestarian ekosistem laut, serta kesejahteraan masyarakat pesisir. Sebagai salah satu ikan pelagis kecil yang memiliki nilai ekonomi dan ekologis tinggi, ikan tembang seringkali menjadi target utama penangkapan oleh nelayan lokal. Ikan tembang di perairan Teluk Kupang termasuk sumberdaya laut yang cukup tinggi, diperkirakan dapat menyumbang  $\pm$  50-60% dari total produksi hasil tangkapan sumberdaya pelagis kecil. Walaupun cukup melimpah, ikan tembang (*Sardinella* sp.) memiliki beberapa jenis. Sampai saat ini informasi jenis ikan ini masih belum banyak diketahui dengan pasti, sehingga diperlukan identifikasi lebih akurat melalui genetik.

Ikan tembang memiliki kerentanan intrinsik tangkapan yang tinggi dan mudah tertangkap sehingga rentan terhadap tekanan penangkapan<sup>[6]</sup>. Meningkatnya tekanan penangkapan yang tidak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat dapat menyebabkan penurunan stok alami dan mengganggu keberlanjutan sumberdaya ikan tembang tersebut. Hal ini akan berdampak terhadap ukuran tangkap yang semakin kecil, hasil tangkapan menurun, serta pergeseran musim dan daerah penangkapan menjadi indikasi yang berpotensi

terjadinya eksploitasi berlebih (*overfishing*).

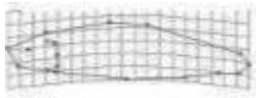
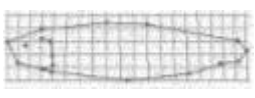
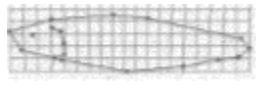
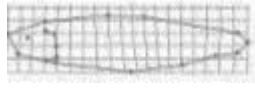
Dalam konteks perikanan berkelanjutan, informasi ilmiah mengenai status stok dan keragaman genetik sangat dibutuhkan. Pendugaan stok memberikan gambaran mengenai jumlah atau biomassa populasi yang tersisa di alam, sedangkan analisis keragaman genetik memberikan informasi tentang kemampuan adaptasi jangka panjang dan ketahanan populasi terhadap lingkungan serta penangkapan. Keragaman genetik yang tinggi merupakan indikator penting bagi ketahanan populasi terhadap perubahan lingkungan dan tekanan eksternal, sementara stok yang cukup menunjukkan kelestarian populasi jangka pendek. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pendugaan stok dan keragaman genetik ikan tembang (*Sardinella* sp.) di perairan Teluk Kupang dalam mendukung pengelolaan sumberdaya berkelanjutan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Morfologi Ikan *Sardinella*

Ikan *Sardinella* dalam bahasa Indonesia disebut ikan tembang, termasuk dalam Famili Clupeidea, memiliki tubuh yang padat, ramping, sisiknya menonjol di seluruh permukaan tubuh dan berwarna keperakan. Ikan ini secara morfologi memiliki perbedaan bentuk tubuh antara betina dan jantan, yaitu bentuk tubuh ikan betina lebih melengkung daripada ikan jantan, bagian tengah tubuh jantan lebih besar dibanding ikan betina<sup>[7]</sup>. *Sardinella* termasuk pemakan plankton, berumur pendek dengan bentuk tubuh yang berbeda-beda yaitu berbentuk bulat dan pipih, dapat mencapai ukuran panjang maksimum  $\pm 30$  cm<sup>[8,9]</sup>.

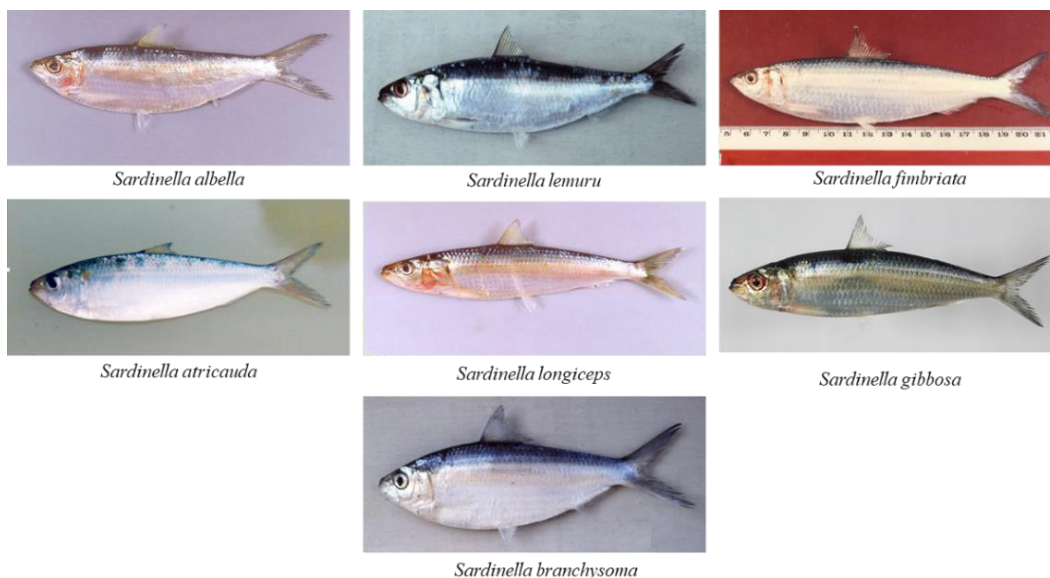
Tabel 2. Bentuk tubuh ikan betina dan jantan<sup>[7]</sup>

Betina	Jantan	Keterangan
		Ikan betina lebih berlingkung daripada jantan.
		Bagian tengah tubuh ikan jantan lebih besar dari ikan betina

### Jenis-jenis Ikan *Sardinella*

Perairan Tropis memiliki keanekaragaman ikan *Sardinella* dibandingkan yang ditemukan di perairan sub-tropis dan perairan beriklim sedang. Sekitar 15 spesies yang menghuni perairan tropis yaitu: *Sardinella longiceps*, *S. fimbriata*, *S. gibbosa*, *S. albella*, *S. sirm*, *S. dayi*, *S. clupeoides*, *S. sindensis*, *S. marderensis*, *S. melanura*, *S. lemuru*, *S. tawilis*, *S. jessieu*, *S. aurita* dan *S. Atricauda*<sup>[10]</sup>. Tujuh (7) spesies ditemukan di perairan Indonesia yaitu: *Sardinella fimbriata*, *S.*

*longiceps*, *S. lemuru*, *S. brachysoma*, *S. albella*, *S. atricauda* dan *S. melanura*<sup>[1]</sup> (Gambar 1).



Gambar 1. Tujuh jenis ikan *Sardinella*

### **Pendugaan Stok Ikan**

Pendugaan stok ikan merupakan bagian penting dari pengelolaan perikanan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah atau biomassa populasi ikan yang tersedia di alam. Informasi sangat penting untuk menentukan apakah suatu spesies sedang dalam kondisi sehat, terancam, atau telah dieksploitasi secara berlebih<sup>[11]</sup>. Di Indonesia, berbagai studi menunjukkan bahwa banyak stok ikan pelagis kecil termasuk ikan tembang (*Sardinella* sp.) memberikan gambaran tren penurunan CPUE dan ukuran tangkapan yang mengindikasikan tekanan eksploitasi. Diketahui bahwa batas eksploitasi optimum umumnya dicapai saat laju eksploitasi (E) mendekati nilai 0,5, jika nilai E mencapai angka  $> 0,5$  maka populasi mulai mengalami tekanan penangkapan berlebih<sup>[12]</sup>.

### **Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan**

Pengelolaan perikanan berkelanjutan memerlukan pendekatan yang intergrasi antara aspek biologi, ekologi, sosial dan ekonomi. Pendekatan berbasis stok (*Stock-based management*) ditujukan untuk menjaga biomassa sumberdaya ikan pada tingkat yang mampu mendukung rekrutmen jangka panjang. Selanjutnya, pendekatan berbasis genetik berfungsi menjaga kelestarian struktur genetik dan mencegah erosi genetik<sup>[2]</sup>.

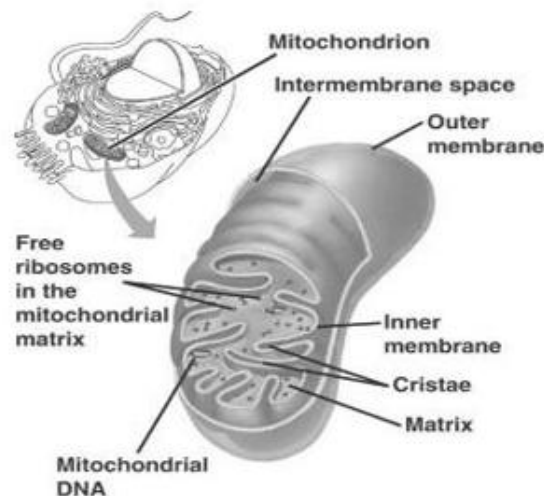
### **Mitokondria DNA**

Mitokondria adalah organel yang terletak di dalam sitoplasma sel eukariotik. Struktur organel ini berupa kantung yang diseliputi oleh dua membran yaitu membran luar dan dalam. Selain itu memiliki dua kompartemen yaitu matriks mitokondria yang diseliputi oleh membran dalam dan ruang dinding antar membran<sup>[13]</sup>. Mitokondria adalah organel sel yang penting dan bertanggung

jawab dalam sejumlah besar proses fisiologi dan biokimia<sup>[14]</sup> terutama metabolisme aerobik sel eukariotik<sup>[15]</sup>. Mitokondria DNA atau disingkat mtDNA digunakan untuk melihat keragaman jenis dan hubungan kekerabatan molekuler<sup>[16]</sup>, karena memiliki kelebihan antara lain:

1. Mitokondria DNA memiliki urutan yang kompak dan relatif kecil (16.000-20.000 pasang basa), tidak sekompleks DNA inti.
2. Mitokondria berevolusi lebih cepat dibandingkan dengan DNA inti.
3. Hanya sel telur yang menyumbang material mitokondria sehingga hanya diturunkan dari induk betina.
4. Bagian-bagian dari genom DNA berevolusi dengan laju yang berbeda.

Mitokondria merupakan organel yang bertanggung jawab di dalam metabolisme aerobik pada sel-seleukariotik. Mitokondria memiliki molekul DNA tersendiri dengan ukuran kecil yang susunannya berbeda dengan DNA inti. Setiap sel mengandung satu sampai ratusan mitokondria. Mitokondria DNA merupakan utas ganda yang berbentuk sekuler. Mitokondria mengandung materi genetik DN yang disebut mitokondria DNA (mtDNA). Secara spesifik mtDNA memiliki tingkat mutasi yang lebih cepat dibandingkan DNA inti sel. DN inti merupakan hasil rekombinasi dari kedua parental/orang tua, namun mtDN diturunkan melalui induk betina tanpa mengalami reombinasi. Oleh karena itu, mtDNA bersifat haploid sebab hanya berasal dari satu induknya saja<sup>[17]</sup>.



Gambar 2. Struktur mitokondria

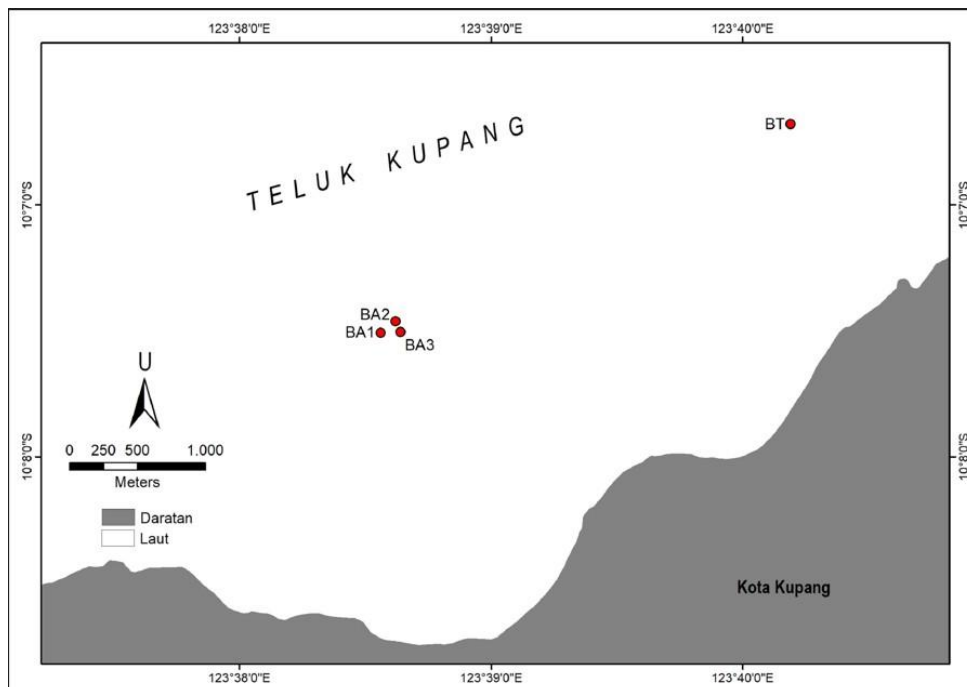
### **DNA Barcode dan Gen COI**

DNA barcode adalah satu metode taksonomi yang digunakan sebagai penanda untuk mengidentifikasi organisme atau spesies dengan menggunakan sekuensing DNA<sup>[18]</sup>. Penggabungan DNA barcode ke metode taksonomi sederhana dapat berhasil mengungkapkan status keragaman hayati yang belum diketahui<sup>[19]</sup>. DNA barcode merupakan sistem yang digunakan untuk melakukan identifikasi cepat dan akurat berdasarkan urutan basa neuklotida dari gen yang telah terstandarisasi yaitu gen Cytochrome Oksidasi Subunit (COI)<sup>[19]</sup>.

Gen COI merupakan salah satu gen penyandi protein dalam genom mtDNA yang bertanggung jawab pada langkah akhir dalam fosforilasi sebelum pembentukan ATP<sup>[19]</sup>, dan dikenal memiliki banyak kelebihan yakni gen COI sedikit sekali mengalami delesi dan insersi pada ada sekuennya serta banyak bagian bersifat conserve (lestari) sehingga dapat digunakan sebagai DNA barcode yaitu penciri setiap spesies. Kelebihan lain dari gen COI jika dibandingkan dengan gen lain yaitu panjang seluruh gen COI relatif pendek, berkisar 648 bp, mempunyai variabilitas rendah (1-2%) sehingga cocok untuk menentukan identitas suatu organisme<sup>[19]</sup>. Keberadaan gen COI dapat mendiagnosa perbedaan dalam spesies. Oleh karena itu dengan melihat persamaan dan perbedaan serta variasi dalam gen COI maka dapat ditentukan hubungan kekerabatan suatu spesies. Filogenetik molekuler merupakan suatu metode yang sering digunakan dalam cabang ilmu biologi untuk perbandingan genom dan untuk mengetahui hubungan antar spesies berdasarkan pohon kehidupan melalui perhitungan statistik<sup>[19]</sup>.

## METODE

Penelitian ini direncanakan selama 3 bulan, terhitung mulai bulan Agustus hingga Oktober 2025, bertempat di Perairan Teluk Kupang. Ikan sampel akan dikoleksi dari hasil tangkapan nelayan bagan apung dan tancap yang tertangkap di perairan Teluk Kupang. Untuk kepentingan pengukuran tubuh (panjang total dan bobot tubuh), sampel ikan di bawa ke laboratorium Eksakta UKAW, sedangkan untuk pengujian genetik akan di bawa sub sampel (jaringan tubuh ikan) ke laboratoium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

Prosedur pengambilan data, antara lain:

- Data dikoleksi/dikumpulkan dari hasil tangkapan nelayan menggunakan alat tangkap bagan apung dan bagan tancap di Perairan Teluk Kupang. Ikan sampel dimasukkan ke dalam plastik sampel dan disimpan pada *coolbox* dan diberi es batu agar tetap segar, kemudian di bawa ke laboratorium.
- Data yang dibutuhkan adalah jumlah armada tangkap, jumlah hasil tangkapan, jumlah trip penangkapan untuk analisis catch per unit effort (CPUE), data pengukuran panjang total (mm), bobot tubuh (gram), pertumbuhan, mortalitas, laju eksploitasi, tingkat kematangan gonad, rasio kelamin untuk analisis pendugaan stok ikan.
- Data yang dibutuhkan keragaman genetik adalah jumlah sampel sebanyak 20 sub-sampel (jaringan). Setiap sampel ikan diambil bagian daging sirip punggung sepanjang 1 cm, kemudian difiksasi dan diawetkan dalam etanol 96%<sup>[13]</sup>. Amplikasi PCR dilakukan pada lokus gen mtDNA COI dengan menggunakan primer JgLCO1490 dan Jg-HCO2198<sup>[20]</sup>
- Analisis data untuk pendugaan stok ikan tembang (*Sardinella* sp.) antara lain:

#### 1. Parameter pertumbuhan

Pendugaan parameter pertumbuhan meliputi nilai koefisien pertumbuhan (K), panjang asimptotik tubuh ikan ( $L_{\infty}$ ) dan umur teoritik ikan pada saat panjang ikan nol ( $t_0$ ). Pendugaan parameter pertumbuhan ( $L_{\infty}$  dan K) menggunakan bantuan program FiSAT (FAO-ICLARAM Stock Assessment Tools) II dengan metode ELEFAN I (Electronic Length Frequency Analysis)<sup>[22]</sup> Pendugaan parameter pertumbuhan dilakukan menggunakan pendekatan metode Ford-Walford yaitu metode sederhana dalam menduga parameter pertumbuhan von Bertalanffy ( $L_{\infty}$ , K dan  $t_0$ )<sup>[23]</sup>.

$$L_t = L_{\infty} - (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Dimana:

- $L_t$  = Panjang pada umur t
- $L_{\infty}$  = Panjang tak terhingga atau panjang maksimum secara teoritis (panjang asimptot)
- K = Koefisien pertumbuhan
- T = Umur ikan
- $t_0$  = Panjang ikan pada umur nol

Pendugaan umur teoritis pada saat panjang ikan family Clupeidae sama dengan nol ( $t_0$ ) sesuai dengan rumus empiris Pauly<sup>[24]</sup> adalah:

$$\log(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log L_{\infty} - 1,308 K$$

#### 2. Laju mortalitas dan eksploitasi

Parameter laju mortalitas meliputi mortalitas total (Z), mortalitas alami (M) dan mortalitas penangkapan (F). Mortalitas total (Z) diduga menggunakan metode kurva yang dikonversi ke panjang. Metode kurva ini termasuk di dalam program FISAT II<sup>[24]</sup>. Laju kematian alami (M) dihitung dengan menggunakan rumus empiris Pauly<sup>[25]</sup>, adalah:

$$l_{10}(M) = -0,0066 - 0,279 \log_{10} L_{\infty} + 0,6543 \log_{10}(K) + 0,4634 \log_{10}(T)$$

Pendugaan nilai Z pada program FISAT II dengan metode Length converted Catch Curve. Setelah nilai Z dan nilai M diketahui maka laju mortalitas penangkapan dapat ditentukan melalui hubungan:

$$F = Z - M$$

Laju eksploitasi penangkapan (per tahun) dapat ditentukan dengan membandingkan F dan Z sebagai berikut<sup>[22]</sup>:

$$E = \frac{F}{Z}$$

Dimana:

- E = Tingkat eksploitas
- F = Mortalitas penangkapan (per tahun)
- Z = Mortalitas total (per tahun)

### 3. Pola rekrutmen

Pola rekrutmen biasanya dianalisis menggunakan aplikasi FISAT II, dalam aplikasi tersebut terdapat sub program rekrutment pattern, dimana hanya membutuhkan data  $L_{\infty}$ , K dan  $t_0$  dari analisis sebelumnya untuk mengetahui pola rekrutmen dalam suatu waktu tertentu dari frekuensi panjang dalam menentukan puncak rekrutmen relatif per tahun<sup>[10,24]</sup>

### 4. Ukuran pertama kali tertangkap ( $L_{C50}$ ) dan matang gonad ( $L_m$ )

Ukuran pertama kali tertangkap ( $L_{C50}$ ) ditentukan berdasarkan persamaan<sup>[25]</sup> sebagai berikut:

$$p = [1 + e^{-r(x-x_{50})}]^{-1}$$

Dimana p adalah estimasi proporsi dalam kelas ukuran, r adalah parameter yang digunakan, X adalah panjang total,  $X_{50}$  adalah panjang dimana 50% ikan tertangkap setiap kelas ukuran.

Metode yang digunakan untuk menduga ukuran rata-rata ikan mencapai matang gonad (m) adalah metode Spearman-Kärber yang menyatakan bahwa logaritma ukuran rata-rata mencapai matang gonad adalah<sup>[20, 26]</sup>:

$$\text{Log } M = xk + \frac{X}{Z} - \left( X \sum p_i \right)$$

Dengan  $L_{m50}$  = antilog m dan selang kepercayaan 95% maka diperoleh persamaan berikut<sup>[30]</sup>:

$$\text{antilog} \left( m \pm 1,96\sqrt{X^2 \sum \frac{p_i - q_i}{n_i - 1}} \right)$$

Dimana:

- M = Log panjang ikan pada kematangan gonad pertama
- X = Log pertambahan panjang pada nilai tengah
- Pi =  $r_i/n_i$ ,  $r_i$  adalah jumlah ikan matang gonad pada kelas ke-i
- $n_i$  = Jumlah ikan pada kelas panjang ke-i
- Qi =  $1-p_i$

### 5. Analisis daerah sekeuns mtDNA COI menggunakan software MEGA X<sup>[21]</sup>.

Analisis filogenetik dilakukan dengan melibatkan seluruh sampel ikan *Sardinella* yang ditemukan menggunakan 3 metode rekonstruksi yaitu Maximum

Likelihood, menggunakan MEGA X serta Bayesian menggunakan paket software BEAST2. Tingkat keragaman genetik pada data sekuens mtDNA COI menggunakan aplikasi DnaSP 4.0<sup>[21]</sup>

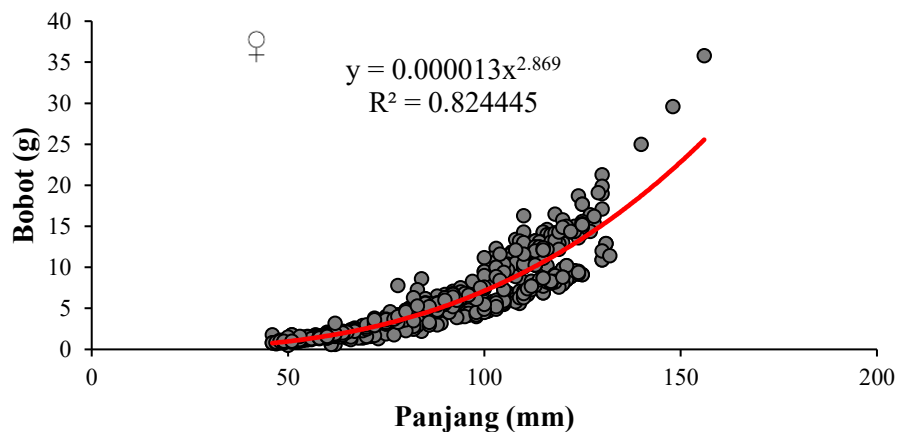
## HASIL DAN PEMBAHASAN

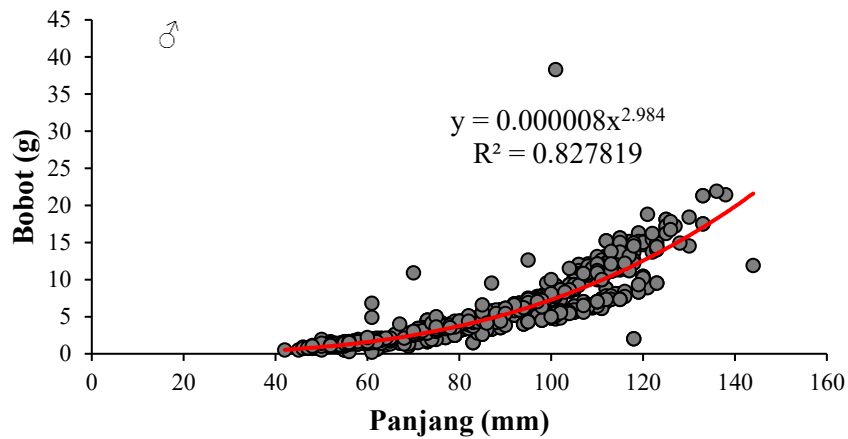
### Deskripsi Umum Lokasi Sampling

Perairan Teluk Kupang terletak di bagian barat daya Pulau Timor, Nusa Tenggara Timur (NTT). Teluk ini merupakan wilayah perairan semi tertutup yang berhubungan langsung dengan Laut Sawu, sehingga dipengaruhi oleh arus Laut sawu yang kaya akan nutrisi. Perairannya memiliki keanekaragaman hayati tinggi, termasuk terumbu karang, padang lamun, dan berbagai ikan pelagis dan demersal. Saat ini perairan teluk Kupang juga telah berstatus kawasan yang dikategorikan sebagai kawasan wisata alam laut (TWAL). Dengan status TWAL, perairan Teluk Kupang termasuk pulau-pulau kecil, laut dangkal, mangrove dan terumbu karang diharapkan dikelola secara konservatif dan lestari. Wilayah pesisir Teluk Kupang juga menjadi tempat penting bagi aktivitas perikanan tangkap, budidaya laut (rumput laut) serta jalur transportasi laut. Salah satu ikan yang dominan tertangkap dari total produksi penangkapan di perairan Teluk Kupang adalah ikan tembang (*Sardinella* sp.). Berbagai alat tangkapan yang digunakan oleh nelayan, antara lain: bagan apung, bagan tancap, lampara (*mini purse seine*), gillnet. Kondisi oseanografinya ditandai oleh air laut yang relatif jernih, salinitas tinggi dan fluktuasi arus yang dipengaruhi oleh musim timur dan barat. Teluk ini juga berada dalam kawasan yang memiliki potensi ekologis tinggi namun rentan terhadap tekanan manusia, seperti adanya pembangunan pesisir, dijadikan sebagai tempat buangan sampah.

### Hubungan Panjang dan Berat Ikan Tembang

Jumlah sampel ikan yang dikumpulkan terdiri atas 441 ekor betina dan 457 ekor jantan. Seluruh ikan kemudian diukur panjang dan bobotnya. Hasil analisis hubungan panjang-berat menunjukkan bahwa ikan betina memiliki nilai  $b$  sebesar 2,869,  $a$  sebesar 0,000013, sedangkan ikan jantan memperoleh nilai  $b$  sebesar 2,984, dan  $a$  sebesar 0,000008. Hasil analisis hubungan panjang berat sebagaimana disajikan pada Gambar 4.





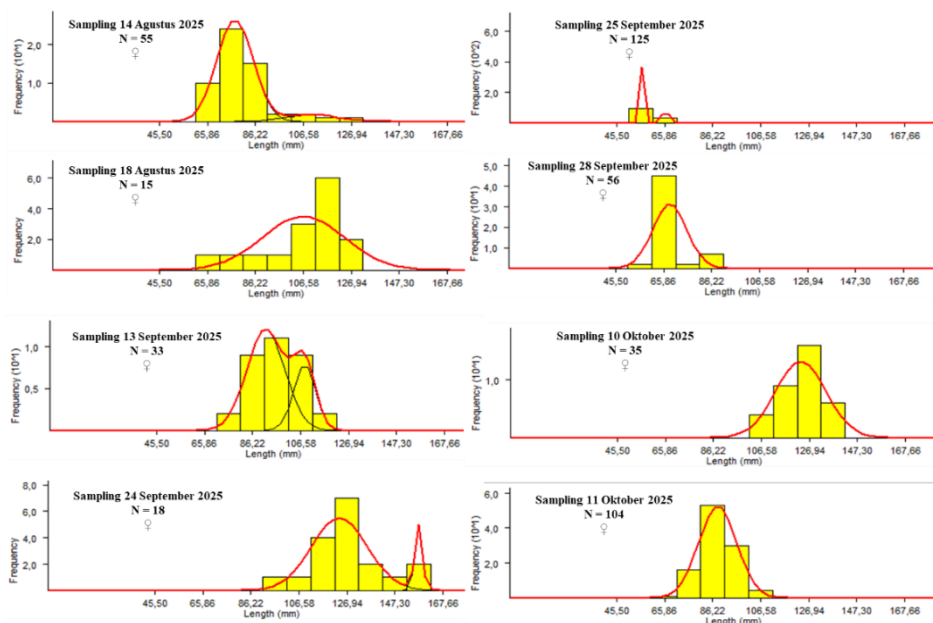
Gambar 4. Kurva hubungan panjang-berat ikan tembang

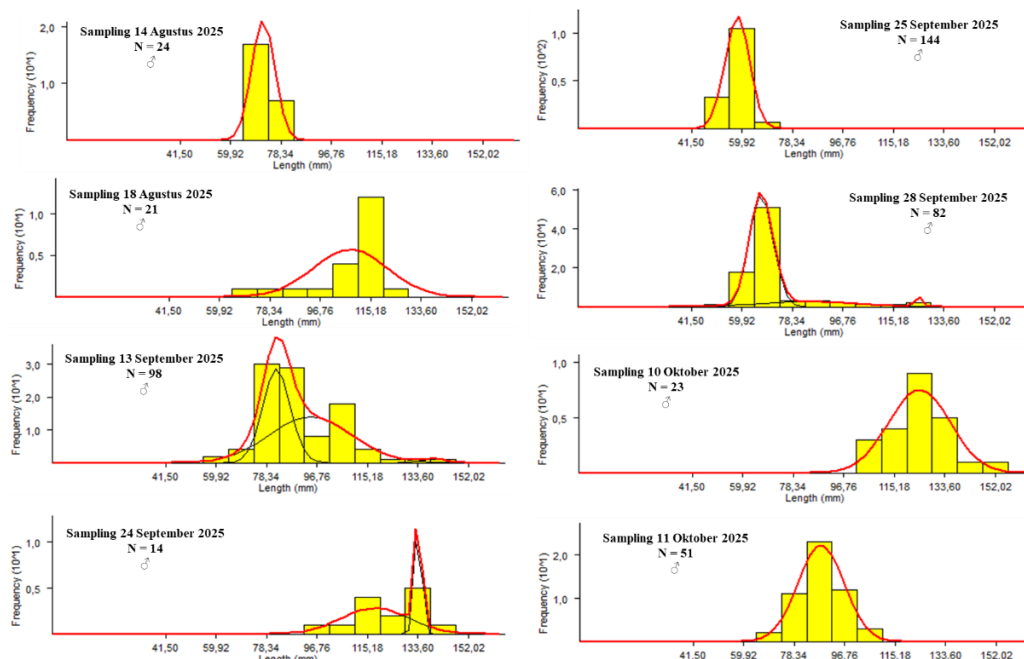
Hasil penelitian memperlihatkan bahwa hubungan panjang-berat yang diperoleh dapat digunakan untuk menjelaskan pola pertumbuhan ikan melalui nilai  $b$ . Berdasarkan nilai  $b$  tersebut, ikan tembang baik betina maupun jantan menunjukkan pola pertumbuhan allometrik negatif. Hal ini berarti bahwa ikan tembang yang di perairan Teluk Kupang mengalami pertambahan panjang yang lebih cepat dibandingkan pertambahan beratnya, sehingga pertambahan panjang dan berat tidak berlangsung secara seimbang selama proses pertumbuhan.

Analisis hubungan panjang-berat sebagian besar digunakan untuk penilaian pertumbuhan ikan dan stok (Begenal and Tesch, 1978 *dalam* Rehatta, 2021). Besar kecilnya nilai  $b$  dapat dipengaruhi oleh tingkah laku ikan, ketersediaan makanan dan kondisi perairan (Agista et al., 2019 *dalam* Ginzel, 2022). Hal ini berkaitan dengan besarnya energi yang dikeluarkan untuk pergerakan dan pertumbuhan ikan (Munthe and machrizal, 2021).

### Pendugaan Kelompok Umur (kohort)

Berdasarkan analisis menggunakan metode Bhattacharya melalui *software* FISAT terhadap populasi ikan tembang betina maupun jantan selama bulan Agustus hingga Oktober. Hasil analisis diasi





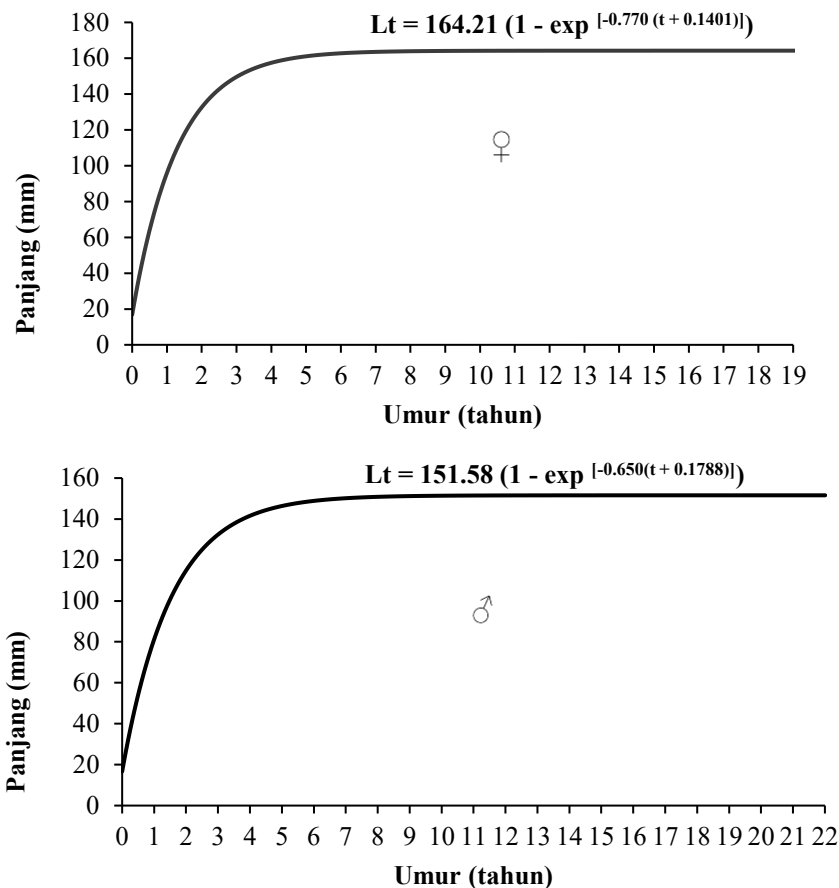
Gambar 5. Kurva kelompok umur ikan berdasarkan ukuran panjang

Grafik di atas memperlihatkan bahwa terdapat 1-3 kohort dalam populasi ikan tembang. Berdasarkan puncak distribusi ukuran: kohort ikan muda berada pada ukuran 55-85 mm, kohort menengah (ikan remaja) berada pada ukuran 85-110 mm, sedangkan kohort dewasa pada ukuran 110-140 mm. Oleh karena itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan tembang betina dan jantan di perairan Teluk Kupang terdiri dari beberapa umur. Puncak distribusi ukuran yang muncul dan bergeser dari bulan Agustus-Oktober menandakan adanya kohort muda, remaja dan dewasa, serta proses rekrutmen dan pertumbuhan yang berlangsung secara kontinu.

Kelompok ikan tembang (*Sardinella* sp.) memiliki kelompok umur (kohort) yang bervariasi dan tidak dapat diprediksi dari waktu ke waktu. Umumnya dalam satu stok ikan tembang memiliki kohort lebih dari satu<sup>[26]</sup>.

### Parameter Pertumbuhan

Berdasarkan model von Bertalanffy, ikan tembang betina memiliki nilai panjang asimptotik ( $L_{\infty}$ ) sebesar 164,21 mmTL, koefisien pertumbuhan (K) sebesar 0,770 dan umur teoritis sebesar -0,1401 ikan tembang betina, sementara itu, pada ikan tembang jantan diperoleh nilai panjang asimptotik ( $L_{\infty}$ ) = 151,58 mmTL, koefisien pertumbuhan (K) = 0,650 dan umur teoritis sebesar -0,1788. Pertumbuhan panjang ikan tembang betina maupun jantan disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Kurva laju pertumbuhan ikan tembang (*Sardinella* sp.)

Kedua kurva tersebut memperlihatkan hubungan antara umur ( $t$ ) dan panjang tubuh ( $L_t$ ) ikan. Pertumbuhan ikan tembang, baik betina maupun jantan, berlangsung sangat cepat pada tahap awal kehidupan, yaitu pada usia 0–2 tahun. Namun, pertumbuhan ikan betina menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi karena memiliki nilai  $K$  sebesar 0,770, lebih besar dibandingkan ikan jantan dengan nilai  $K$  sebesar 0,650. Laju pertumbuhan yang cepat pada usia muda disebabkan oleh pemanfaatan energi tubuh yang terutama difokuskan untuk penambahan panjang.

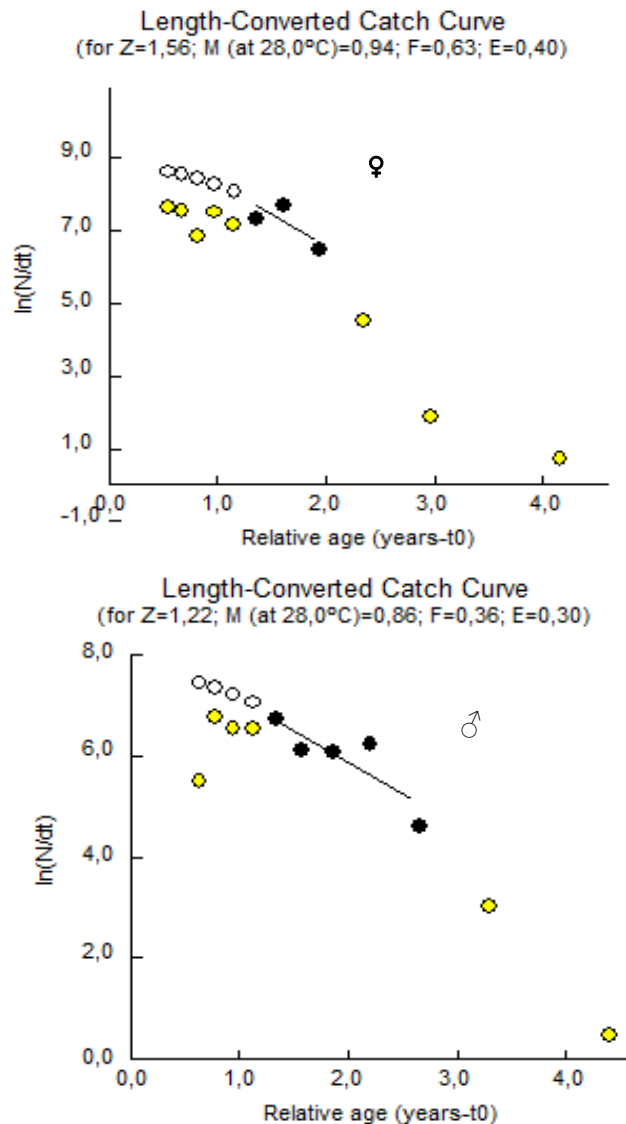
Memasuki usia remaja (tahap menengah), peningkatan panjang tubuh mulai melambat karena energi mulai dialokasikan untuk berbagai aktivitas biologis, seperti pembesaran organ, persiapan reproduksi, dan penyesuaian terhadap lingkungan. Perbedaan laju pertumbuhan antara ikan betina dan jantan tampak dari ukuran tubuhnya, di mana ikan betina umumnya memiliki panjang yang lebih besar.

Pada tahap umur tua (4-6 tahun), ikan tembang betina mencapai panjang maksimum sebesar 164,21 mmTL, sedangkan ikan jantan mencapai panjang maksimum 151,58 mmTL. Hal ini menunjukkan bahwa ikan jantan lebih cepat mencapai ukuran maksimal dibandingkan ikan betina. Pada fase umur tua tersebut, laju pertumbuhan ikan sudah sangat lambat.

Parameter pertumbuhan dapat mempengaruhi stok ikan di perairan. Ikan yang mempunyai koefisien laju pertumbuhan ( $K$ ) yang tinggi biasanya ikan-ikan tersebut memerlukan waktu yang singkat untuk mencapai panjang maksimumnya<sup>[27]</sup>.

### Laju Mortalitas dan Tingkat Eksploitasi

Pendugaan laju mortalitas dan tingkat eksploitasi ikan tembang dilakukan berdasarkan data panjang yang diperoleh dari sampel hasil tangkapan di perairan Teluk Kupang. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada ikan betina, nilai mortalitas alaminya (M) mencapai 0,94 per tahun, sedangkan mortalitas akibat penangkapan (F) sebesar 0,63 per tahun. Pada ikan jantan, laju mortalitas terdiri atas mortalitas alami (M) sebesar 0,86 per tahun dan mortalitas penangkapan (F) sebesar 0,36 per tahun. Tingkat eksploitasi (E) ikan betina tercatat sebesar 0,40, sedangkan tingkat eksploitasi ikan jantan sebesar 0,30 (Gambar 7)



Gambar 7. Kurva laju mortalitas dan tingkat eksploitasi ikan tembang

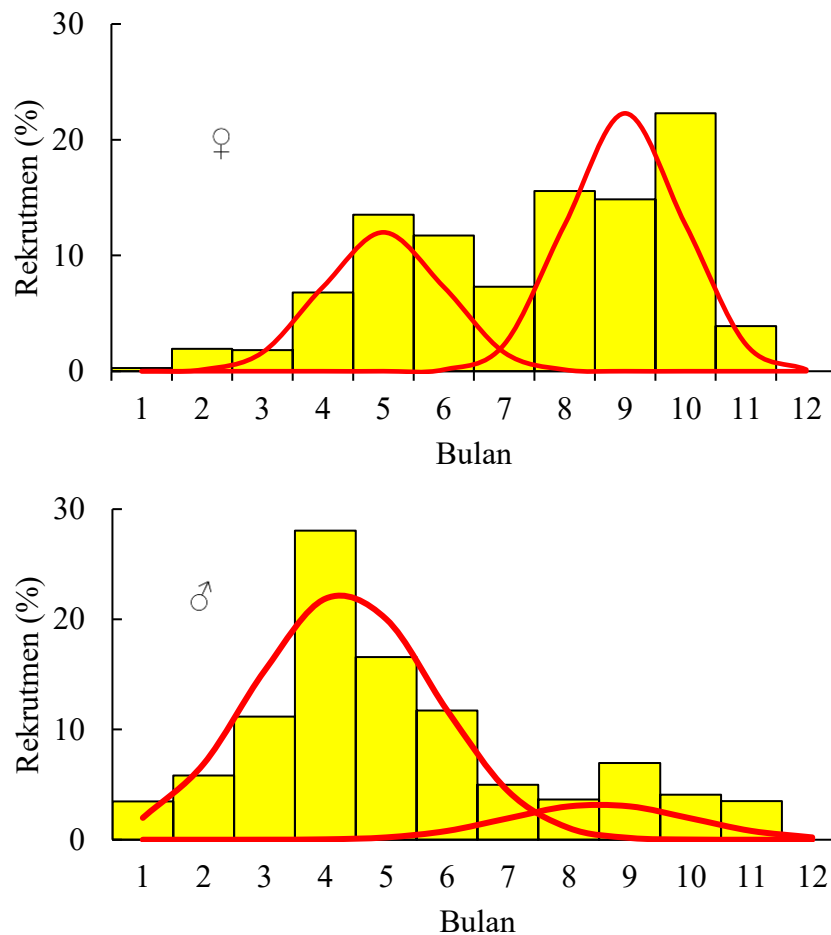
Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ikan tembang betina maupun jantan di perairan Teluk Kupang, laju mortalitas alami tercatat lebih tinggi dibandingkan mortalitas akibat penangkapan. Selain itu, tingkat eksploitasi ikan tembang (betina dan jantan) tersebut lebih rendah dibawah nilai eksploitasi optimum (0,5). Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa pemanfaatan ikan tembang masih berada pada

tingkat tingkat eksploitasi yang tergolong *moderate* ( $E < 0,5$ ) dan belum menunjukkan indikasi terjadinya *overfishing*.

Tingginya mortalitas alami diduga karena pengaruh faktor lingkungan. Selain itu, faktor lain yang turut mempengaruhi ikan dengan mortalitas alami tinggi karena dimangsa, penyakit, stres, pemijahan, dan karena umur tua<sup>[28]</sup>.

### Pola Rekrutmen

Pola rekrutmen (*recruitmet pattern*) merupakan pola penambahan populasi baru dalam perairan. Hasil perhitungan pola rekrutmen ikan tembang betina menunjukkan dua puncak rekrutmen dalam setahun. Rekrutmen ikan bertina bersifat bimodal (2 puncak rekrutmen) yaitu Mei-Juni dan September-Oktober. Hal ini menandakan adanya dua kohort yang paling dominan dalam setahun. Sedangkan ikan jantan pola rekrutmen bersifat unimodal yaitu terjadi satu musim puncak. Namun, sedikit peningkatan pada bulan September-Oktober.



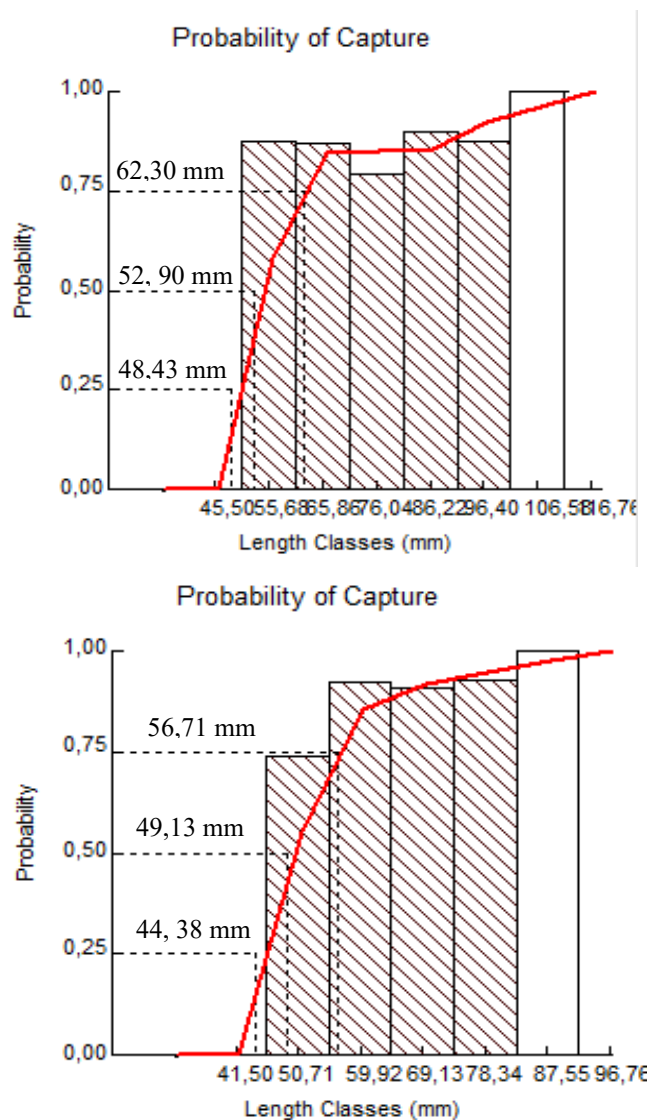
Gambar 8. Kurva pola rekrutmen ikan tembang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehadiran dua musim puncak atau dua kohort pada ikan betina mengindikasikan ikan betina mungkin memiliki dua fase pemijahan produktif dalam setahun. Sedangkan rekrutmen ikan jantan lebih terkonsentrasi, kemungkinan terkait perilaku pemijahan atau kemampuan bertahan hidup juvenil.

Rata-rata pola rekrutmen ikan tropis umumnya terjadi dua kali setahun yang mengindikasikan bahwa perikanan ikan di wilayah perairan akan berkelanjutan. Pola rekrutmen terjadi secara terus menerus dapat menjadi sinyal bahwa lingkungan perairan sangat menguntungkan untuk siklus reproduksi<sup>[29]</sup>.

### Ukuran Pertama Tertangkap dan Matang Gonad

Ikan tembang betina maupun jantan yang tertangkap di perairan Teluk Kupang memiliki peluang tertangkap sebesar 50% dalam aktivitas penangkapan. Ukuran pertama kali tertangkap ditunjukkan melalui nilai  $L_{C50}$ . Berdasarkan hasil perhitungan, ukuran pertama kali tertangkap untuk ikan tembang betina adalah 52,90 mmTL, sedangkan untuk ikan jantan adalah 49,13 mmTL. Sementara itu, ukuran pertama kali mencapai kematangan gonad pada ikan tembang betina yaitu 81,47 mmTL, dan pada ikan jantan yaitu 75,82 mmTL.



Gambar 9. Kurva ukuran ikan pertama kali tertangkap

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan jantan memiliki peluang tertangkap pada ukuran yang lebih kecil, sedangkan ikan betina cenderung

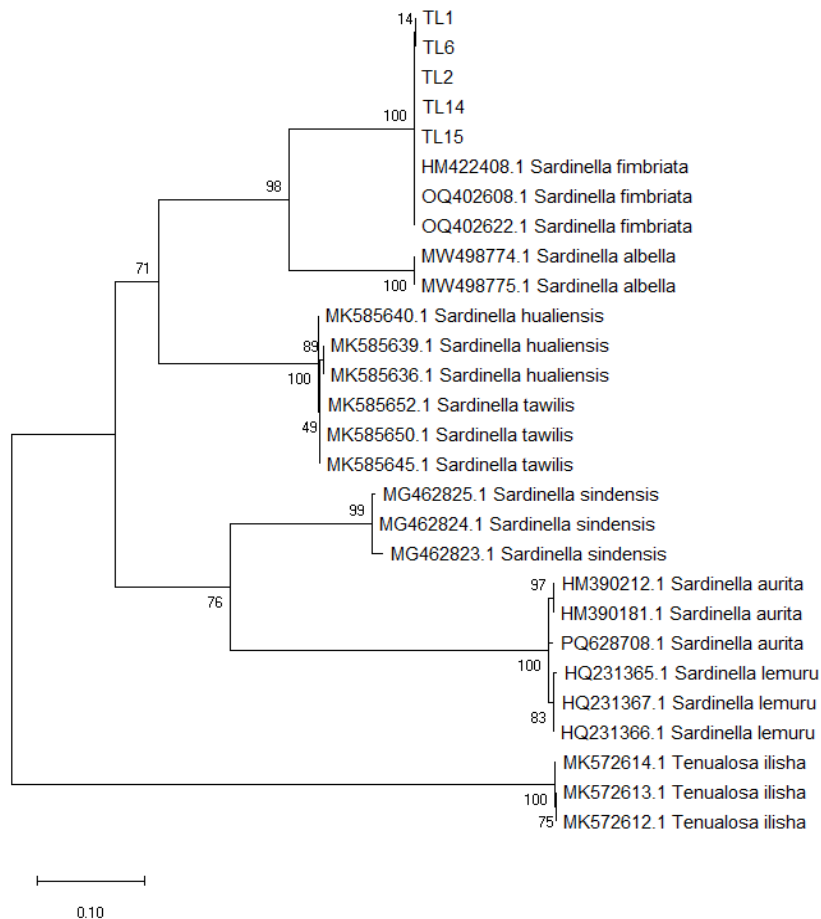
tertangkap pada ukuran yang lebih besar. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa ikan betina mencapai ukuran matang gonad pada ukuran yang lebih besar dibandingkan ikan jantan. Terlihat pula bahwa ukuran pertama kali matang gonad lebih besar dari ukuran pertama kali tertangkap.

Variasi ukuran rata-rata yang pertama kali tertangkap dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan tekanan penangkapan. Secara ideal, ukuran panjang ikan pada saat pertama kali tertangkap ( $L_{C50}$ ) seharusnya lebih besar daripada ukuran panjang ikan saat pertama kali mencapai kematangan gonad ( $L_m$ )<sup>[29]</sup>.

## Identifikasi Genetik

### Pohon filogenetik

Pohon filogenetik adalah representasi hubungan kekerabatan evolusioner antar spesies berdasarkan kemiripan karakter genetik atau morfologi. Pohon Filogenetik yang terbentuk pada Gambar 10 memperlihatkan hubungan kekerabatan genetik dari sampel ikan dengan sejumlah sekuen referensi yang diperoleh dari data GenBank. Rekonstruksi pohon filogenetik menggunakan software MEGA X dengan menerapkan metode *Maximum likelihood* yang menggambarkan kekerabatan ikan *Sardinella* di perairan Teluk Kupang.



Gambar 10. Konstruksi pohon filogenetik menggunakan *Maximum Likelihood*

Berdasarkan hasil analisis filogenetik molekuler, sampel ikan *Sardinella* sp. dari perairan Teluk Kupang menunjukka kecocokan dengan data sekuens pada GenBank, sehingga dapat diidentifikasi sebagai *Sardinella fimbriata*. Selain itu, Sampel ikan *Sardinella* sp. dari perairan Teluk Kupang memiliki hubungan kekerabatan sangat dekat, membentuk satu klade dengan nilai bootstrap atau nilai dukungan tinggi pada percabangan yaitu 100. Dengan demikian dapat dikatakan ikan sampel dari perairan Teluk Kupang memiliki hubungan kekerabatan sangat dekat dan berasal dari nenek moyang yang sama.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uraian pembahasan, dapat disimpulkan bahwa stok ikan tembang (*Sardinella* sp.) di perairan Teluk Kupang pada periode Agustus–Oktober 2025 terdiri atas 441 ekor ikan betina dan 457 ekor ikan jantan. Analisis hubungan panjang–berat menunjukkan bahwa pola pertumbuhan ikan tembang, baik jantan maupun betina, bersifat allometrik negatif. Melalui metode Bhattacharya, teridentifikasi 1–3 kohort (kelompok umur), yaitu kohort ikan muda pada kisaran panjang 55–85 mm, kohort remaja pada kisaran 85–110 mm, dan kohort dewasa pada kisaran 110–140 mm. Laju pertumbuhan ikan betina tercatat lebih cepat daripada ikan jantan, dengan panjang maksimum masing-masing 164,21 mmTL untuk betina dan 151,58 mmTL untuk jantan. Mortalitas ikan tembang didominasi oleh mortalitas alami. Laju eksploitasi ikan tembang (betina dan jantan) tersebut lebih rendah dibawa nilai eksploitasi optimum (0,5) artinya stok ikan masih aman karena belum mengalami *overfishing*. Pola rekrutmen ikan betina bersifat bimodal dengan dua puncak rekrutmen pada Mei–Juni dan September–Oktober, sedangkan pola rekrutmen ikan jantan bersifat unimodal dengan satu puncak pada April–Mei. Ukuran pertama kali tertangkap ikan betina adalah 52,90 mmTL dan ikan jantan 49,13 mmTL, sementara ukuran pertama kali matang gonad tercatat 81,47 mmTL pada betina dan 75,82 mmTL pada jantan. Berdasarkan rekonstruksi pohon filogenetik, sampel ikan tembang dari perairan Teluk Kupang memiliki kekerabatan yang sangat dekat dan berasal dari satu garis nenek moyang, sehingga teridentifikasi sebagai *Sardinella fimbriata*.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Sektiana, S.P., S. Andriyono, and H.W. Kim. 2017. "Characterization of the Complete Mitochondrial Genome of Mauritian Sardinella, *Sardinella Jussieu* (Lacepède, 1803), Collected in the Banten Bay, Indonesia." *Fisheries and Aquatic Sciences* 20 (1): 1–9.
2. FAO. 2018. "The State Of World Fisheries and Aquaculture. Meeting The Sustainable Development Goals."
3. Kripa, K.S. Mohamed, S. Padua, R. Jeyabaskaran and D. Prema V. 2019. "Similarities Between Indian Oil Sardine *Sardinella Longiceps Valenciennes*, 1847 and Global Sardine Fisheries and Its Management" 61 (1): 05–18.
4. Roeger, J., S. Foale, and M. Sheaves. 2016. "When 'fishing down the Food Chain' Results in Improved Food Security: Evidence from a Small Pelagic Fishery in Solomon Islands." *Fisheries Research* 174: 250–59.
5. Anugrah, A. N., dan A. Alfarizi 2021. Literature review potensi dan pengelolaan sumber daya perikanan laut di Indonesia. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*, 3(2).
6. Limbong, M., U. Rahmani dan E. Duho. 2022. Aspek Biologi Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) di Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Kronjo Kabupaten Tangerang. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 14(1), 47-56.
7. Luceño, A.J.M, M.A.J Torres, S.R.M Tabugo, and C.G Demayo. 2019. "Describing The Body Shapes of Three Populations of *Sardinella Lemuru* (Bleeker , 1853 ) From Mindanao Island, Philippines Using Relative Warp Analysis" 9 (4).
8. Limbong, M, and U Rahmani. 2022. "Aspek Biologi Ikan Tembang (*Sardinella gibbosa*) di Pusat Pendaratan Ikan (PPI) Kronjo Kabupaten Tangerang" 14 (April): 47–56.
9. Ba, K, M Thiaw, N Lazar, A Sarr, T Brochier, I Ndiaye, A Faye, et al. 2016. "Resilience of Key Biological Parameters of the Senegalese Flat *Sardinella* to Overfishing and Climate Change." *PLoS ONE* 11 (6): 1–20.
10. Shah, T.H., S.K Chakraborty, A.K. Jaiswar, T. Kumar, K.M. Sandhya, and R.K Sadawarte. 2014. "Biometric Analysis of Oil Sardine *Sardinella Longiceps Valenciennes*, 1847 (Clupeiformes: Clupeidae) Along Ratnagiri Coast of Maharashtra." *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 43 (5): 805–14.
11. King., M. 2007. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Wiley-Blackwell.
12. Wibowo. D. Analisis Status Stok Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil di WPPNRI 712. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 26(2), 101-113.
13. Knebelsberger, T, and I. Stöger. 2012. "DNA Extraxtion, Preservation and Amplification." *DNA Barcodes: Methods and Protocols* 858.
14. Geller, J., C. Meyer, M. Parker, and H. Hawk. 2013. "Redesign of PCR Primers for Mitochondrial Cytochrome Oxidase Subunit I for Marine Invertebrates and Application in All-Taxa Biotic Surveys." *Molecular Ecology Resources* 13 (5): 851–61.
15. Pasaribu, D. D., R. Retno., A. Rumondang., dan E. Handoco. 2024. Pendugaan Stok Ikan Kembung (*Rastrelliger sp.*) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Sibolga Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(2), 1658-1667.

16. Agustina, S, M Boer, and A Fahrudin. 2015. "Dinamika Populasi Sumber Daya Ikan Layur (*Lepturacanthus savala*) Di Perairan Selat Sunda." *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management* 6 (1): 77–85.
17. Saputra, S.W., and W.T Taufani. 2021. "Population Parameters and Exploitation Rate of Indian Mackerel (*Rastrelliger Kanagurta*) on the Java's North Coast." *AACL Bioflux* 14 (3): 1181–89.
18. Tangke, U. 2014. "Pemantauan Parameter Dinamika Populasi Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp) Di Perairan Pulau Pesisir Pulau Ternate Provinsi Maluku Utara." *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan* 7 (2): 8.
19. Nadeem, A, M.A Kalhoro, M.A Buzdar, S Tariq, M Shafi, Z Afzaal, H Shah, F Saeed, A Haroon, and I Ahmed. 2017. "Growth, Mortality and Exploitation Rate of *Sardinella Longiceps* (Valenciennes, 1847) from Pakistani Waters Based on Length Frequency Distribution Data." *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 46 (8): 1693–1703.
20. Mawarida, R., A. Tumulyadi, and D. Setyohadi. 2021. "Analisis Dinamika Populasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Di WPP 573 Yang Didaratkan Di TPI Pondokdadap, Sendangbiru, Malang, Jawa Timur." *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya*.
21. Kamal, M.M, Y. Ernawati, and N.N Dewi. 2020. "Length at First Maturity, Spawning Time, and Reproductive Output in The Females of Hamilton's Anchovy (*Thryssa Hamiltonii* Gray, 1835)." *Jurnal Biologi Tropis* 20 (1): 1–6.
22. Abubakar, S., R. Subur, and I. Tahir. 2019. "Pendugaan Ukuran Pertama Kali Matang Gonad Ikan Kembung (*Rastrelliger* Sp) Di Perairan Desa Sidangoli Dehe Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat." *Jurnal Biologi Tropis* 19 (1): 42–51.
23. Khatami, A.M., Yonvitner, and I. Setyobudiandi. 2019. "Karakteristik Biologi Dan Laju Eksploitasi Ikan Pelagis Kecil Di Perairan Utara Jawa." *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 11 (3): 637–51.
24. Kumar, Sudhir, Glen Stecher, Michael Li, Christina Knyaz, and Koichiro Tamura. 2018. "MEGA X: Molecular Evolutionary Genetics Analysis across Computing Platforms." *Molecular Biology and Evolution* 35 (6): 1547–49.
25. Rozas, Julio, Juan C. Sánchez-DelBarrio, Xavier Messeguer, and Ricardo Rozas. 2003. "DnaSP, DNA Polymorphism Analyses by the Coalescent and Other Methods." *Bioinformatics* 19 (18): 2496–97.
26. Ginzel, F.I., D.P. Widjayanti, Subagiyo and A. Sabdono. 2022. Growth and Mortality, Recruitment and Exploitation Rate of Fringescale *Sardinella Sardinella fimbriata* (Valenciennes 1847) in Rote Island in The Sawu Sea. *Croatian Journal of Fisheries*, 80, 189-196.
27. Bintoro, G.T., T.D Lelono and L. Deafatmi. 2020. Biological Aspect and Dynamic Population of Fringescale Sardine (*Sardinella fimbriata*: Valenciennes, 1847) in Prigi Waters Trenggalek, East Java, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 493(1).
28. Faizun, U.U., S.W. Saputra dan W.T Taufani. 2021. Laju Eksploitasi Ikan Kembung Lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) Berdasarkan Hasil Tangkapan Yang Didaratkan di PPP Tasikagung Rembang. *PENA Akuatik*, 20(2).

29. Amponsah, S.K.K., P.K.O Danson., F.K.E Nunoo and A.A. Ameyaw. 2017. Population Dynamics of *Sardinella aurita* Val. 1847) Within Ghana's Coastal Waters. Research in Agriculture Livestock and Fisheries, 4(3), 237-248.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi penelitian



Proses pengukuran panjang dan berat sampel ikan tembang



Hasil tangkapan nelayan ikan tembang  
(*Sardinella* sp.)



Sampel ikan contoh