

DISERTASI

BIO-DINAMIKA POPULASI DAN ASPEK PERIKANAN TUNA  
MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) DI PERAIRAN  
TELUK BONE

*BIO-DYNAMICS OF POPULATION AND FISHERIES ASPECT  
OF YELLOWFIN TUNA (Thunnus albacares) IN BONE BAY*

**JALIL**  
**L013171001**



PROGRAM STUDI DOKTORAL ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022

**BIO-DINAMIKA POPULASI DAN ASPEK PERIKANAN  
TUNA MADIDIHANG (*Thunnus albacares*)  
DI PERAIRAN TELUK BONE**

***BIO-DYNAMICS OF POPULATION AND FISHERIES ASPECT  
OF YELLOWFIN TUNA (*Thunnus albacares*)  
IN BONE BAY***

**JALIL**

**L013171001**

**DISERTASI**

**PROGRAM STUDI DOKTORAL ILMU PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

### BIO-DINAMIKA POPULASI DAN ASPEK PERIKANAN TUNA MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) DI PERAIRAN TELUK BONE

Disusun dan diajukan oleh

JALIL

L013171001

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang telah dibentuk dalam penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, pada tanggal 29 September 2021

Menyetujui

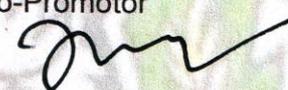
Promotor

  
Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA  
NIP. 19511222 197603 1 001

Co-Promotor

  
Dr. Ir. Faisal Amir, M.Si.  
NIP. 196308301989031001

Co-Promotor

  
Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D.  
NIP. 197506112003121003

Mengetahui

Ketua Program Studi  
Ilmu Perikanan

  
Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.  
NIP. 19590223 198811 1 001

Dekan  
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

  
Dr. Ir. Siti Aisiah Farhum, M.Si.  
NIP. 19690605 1999303 2 002

Tanggal Lulus: 29 September 2021

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jalil  
NIM : L013171001  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa disertasi dengan judul: "Bio-Dinamika Populasi dan Aspek Perikanan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) di Perairan Teluk Bone", adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Di dalamnya tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali digunakan sebagai acuan dalam naskah ini, yang artinya sumber disebutkan sebagai referensi dan dituliskan pula di daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiasi dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan terkait (Permendiknas No. 17 Tahun 2007)



Makassar, Juli 2022

Jalil

NIM L013171001

## PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

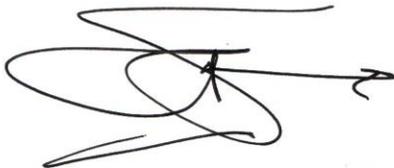
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jalil  
NIM : L013171001  
Program Studi : Ilmu Perikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi disertasi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *pemilik tulisan (author)* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam kurung waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan disertasi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan disertasi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti

Mengetahui

Ketua Prodi. Ilmu Perikanan



Prof. Dr.Ir.Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.

NIP. 19590223 198811 1 001

Mahasiswa



Jalil

NIM L013171001

## RINGKASAN

**Jalil L013171001** Bio-Dinamika populasi dan Aspek Perikanan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) di Perairan Teluk Bone (Dibimbing Oleh **Achmar Mallawa, Faisal Amir dan Safruddin**)

---

Penelitian ini Bertujuan untuk menganalisis: (i) aspek biologi perikanan tuna, (ii) aspek dinamika populasi, dan (iii) aspek perikanan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di perairan Teluk Bone. Penelitian ini dilaksanakan pada Juli 2018 sampai dengan Juni 2020 di dua stasiun pengumpulan data yaitu Stasiun 1 di perairan Teluk Bone bagian Utara, Kabupaten Luwu, dan Stasiun 2 di perairan Teluk Bone bagian Selatan, Kabupaten Bone. Jenis data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dengan melakukan pengukuran langsung di lokasi penelitian berupa panjang dan berat ikan, analisis di laboratorium untuk data tingkat kematangan gonad (TKG), fekunditas, dan kebiasaan makan dengan cara melakukan analisis di laboratorium. Jumlah sampel dalam penelitian ini masing-masing untuk Stasiun 1 sebanyak 10.285 ekor dan untuk Stasiun 2 sebanyak 2.651 ekor. Aspek biologi ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone menunjukkan bahwa panjang cagak ikan sampel yang diukur selama penelitian adalah 20 – 192,7 cm dengan rata-rata 86,26 cm dan berat berkisar antara 0,35 – 99,21 kg dengan rata-rata 17,07 kg. Pola pertumbuhan ikan tuna madidihang baik per stasiun maupun secara keseluruhan adalah alometrik negatif. Hasil analisis TKG terhadap 33 ekor sampel diperoleh *immature*, *mature*, dan *reproductive active*, fekunditas berkisar antara 11.781 – 198.038 butir, panjang pertama matang gonad 93,49 cm, dan kebiasaan makan yang *euryphagic*. Hasil analisis aspek dinamika populasi diperoleh nilai panjang asimtotik ( $L_{\infty}$ ) = 222 cm, laju pertumbuhan ( $k$ ) = 0,37 per tahun, umur teoritis ( $t_0$ ) = -0,53 tahun dan *growth performance index* ( $\phi$ ) = 4,26. (3) Aspek perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone menunjukkan laju eksploitasi berkisar antara 0,71 – 0,74 atau  $> 0,5$ , ukuran panjang pertama tertangkap 77,7 dan 89,2 cm, musim penangkapan terjadi sebanyak dua kali per tahun. Strategi pengelolaan sumber daya perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yaitu kajian pemanfaatan yang kontinyu untuk menjaga kelestariannya, menggunakan pancing dengan panjang tali lebih dari 50 m, dan pengaturan musim penangkapan salah satu alternatif pemanfaatan sumber daya perikanan untuk mencegah terjadinya pemanfaatan yang berlebihan.

**Kata kunci:** *Thunnus albacares*, biologi, Teluk Bone, pertumbuhan, eksploitasi

## SUMMARY

**Jalil L013171001.** Population biodynamics and fisheries aspects of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in the waters of Bone Bay (with the guidance of **Achmar Mallawa, Faisal Amir and Safruddin**)

---

The study looked into: (i) the biological aspects of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), (ii) its population aspects, and (iii) its fisheries aspects in the waters of Bone Bay. Observation took place from July 2018 to June 2020 at two stations, i.e., Station 1 in the northern part of Bone Bay situated in Luwu Regency and Station 2 in the southern part of Bone Bay in Bone Regency. Primary data were collected using direct measurement at the study site, which encompassed fish length and weight, and laboratory analysis for gonad maturity level, fecundity and feeding habits. Samples amounted to 10.285 individuals at Station 1 and 2.651 individuals at Station 2. The results indicated that in terms of their biological aspects, the fork length of the samples ranged between 20 and 192,7 cm (mean of 86,26 cm) with the weight ranging between 0,35 and 99,21 kg (mean of 17,07 kg). The overall growth pattern at both stations was negative allometry. The maturity of gonad of 33 samples fit into three levels, i.e., immature, mature and reproductive active. Fecundity ranged from 11.781 to 198.038 eggs, and the size at first maturity was estimated at 93,49 cm. The feeding habits were found to be cosmopolitan. In terms of its population dynamics, the samples were recorded to exhibit asymptotic length ( $L_{\infty}$ ) at 222 cm, growth rate ( $k$ ) at 0,37 per year, theoretical age ( $t_0$ ) at -0,53, and Growth Performance Index ( $\phi$ ) at 4,26. As for its fisheries aspects, the exploitation rate was identified within the range of 0,71 and 0,74 ( $> 0,5$ ); the length at which samples were first caught ranged between 77,7 and 89,2 cm; and fishing season generally takes place twice a year. Fisheries management and sustainability of fisheries resources of yellowfin tuna in the waters of Bone Bay correspond to these measures; (1) resorting to the use of fish aggregating devices (FADs) so as not to disrupt the stocks in the waters, (2) the efficiency of large fishing hooks to prevent a staggering amount of by-catch, which includes small or juvenile fish, and (3) the application of a fishing line that spans greater than 50 meter in length.

**Keywords:** *Thunnus albacares*, biology, Bone Bay, growth, exploitatio

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga disertasi ini dapat penulis selesaikan.

Penelitian “Bio-Dinamika Populasi dan Aspek Perikanan Tuna Madidihang (*Thunnus albacares*) di Perairan Teluk Bone”, dilaksanakan sejak bulan Juli 2018 sampai dengan bulan Agustus 2019 untuk data primer yaitu panjang dan berat ikan. Untuk pengambilan data sekunder produksi perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone dilaksanakan sampai bulan Agustus 2020. Pengambilan data primer dilakukan di Kabupaten Luwu dan Kabupaten Bone, dan selanjutnya analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Biologi Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Laboratorium Balai Besar Veteriner Kabupaten Maros dan Klinik Hewan VetCare Kabupaten Maros. Dana penelitian ini bersumber dari Beasiswa Universitas Terbuka.

Hasil penelitian ini sebagian dari disertasi ini telah dipresentasikan dalam *International Conference on Sustainability Science and Management: Advanced Technology In Environmental Research* pada tanggal 14 – 15 November 2019 di Denpasar Bali, dan artikel dimuat pada *E3S Web of Conferences* Volume 153 halaman 01006 yang diterbitkan oleh *EDP Sciences* yang berjudul “*Size composition and length-weight relationships of the yellowfin tuna (Thunnus albacares) in Bone Bay*”. Artikel kedua telah diterbitkan pada *International Journal of Advanced Science and Technology* Volume 29 (4), pada Tahun 2021 yang diterbitkan oleh SEARC dengan judul *Dynamics population of yellowfin tuna Thunnus albacares in Bone Bay, Indonesia*. Kedua artikel tersebut tercantum dalam lampiran dari disertasi ini.

Penulis menyadari bahwa sejak perencanaan pelaksanaan penelitian, hingga pelaksanaan ujian tidak dapat terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak baik secara material maupun secara moril, kepada penulis. Oleh karena itu dengan kerendahan hati kami mengucapkan terima kasih kepada masing-masing sebagai berikut:

1. Terima kasih kepada Rektor Universitas Terbuka bapak Prof. Ojat Darajat, M. Bus, Ph.D., dan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UT Dr. Agus Santoso, M.Si. atas Tugas Belajar yang diberikan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan pada Program Doktoral Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

2. Terima kasih dan Penghargaan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA, Dr. Ir. Faisal Amir, M.Si. dan Safruddin, S.Pi., MP. Ph.D., masing-masing sebagai Promotor dan Co-Promotor, yang telah bersedia dan meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis dari perencanaan sampai pada selesainya penyusunan laporan, artikel dan ujian akhir pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
3. Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Dr. Ir. Siti Aisjah Farhum, M.Si, dan seluruh staf atas segala layanan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
4. Terima kasih dan penghargaan kepada Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Ir. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Sc. atas layanan akademik yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
5. Terima kasih dan penghargaan kepada Ketua Program Studi S3 Ilmu Perikanan Bapak Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc. atas layanan yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
6. Terima kasih dan penghargaan atas kesedian Bapak Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc., Bapak Prof. Dr. Ir. Najamuddin, .M.Sc., Bapak Prof. Dr. Ir. Musbir, M.Sc, dan Ibu Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA. sebagai penguji internal, serta Bapak Prof. Dr. Ir. Ridwan Affandi, DEA, atas kesediaannya sebagai penguji eksternal.
7. Terima kasih kepada Kepala Laboratorium Biologi Parasit dan Penyakit Ikan FIKP Unhas atas fasilitas yang diberikan kepada penulis untuk melakukan analisis kebiasaan makan dan fekunditas.
8. Terima kasih kepada Kepala Laboratorium BBV Maros dan Klinik VetCare Maros atas fasilitas yang diberikan kepada penulis dalam analisis tingkat kematangan gonad sampel penelitian.
9. Terima kasih kepada Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Luwu, Kepala Dinas Perikanan Kabupaten Bone dan Yayasan Masyarakat dan Perikanan Indonesia

(MDPI) atas fasilitas yang diberikan kepada penulis untuk memperoleh data penelitian.

10. Terima kasih kepada Kepala/Direktur Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Makassar, Dra. Andi Sylvana, M.Si, dan Drs. Hasanuddin, M.Si. atas dukungan dan motivasi yang diberikan kepada penulis sehingga dapat melanjutkan dan menyelesaikan studi pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
11. Sembah sujud dan bakti penulis kepada kedua orang tua Ayahanda Mariati (almarhum) dan Ibunda Mahawang (almarhumah) atas perjuangannya yang telah membesarkan dan tekad yang sangat tinggi menyekolahkan Penulis sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
12. Terima kasih yang setinggi-tingginya kepada istri tercinta Ria Irawati, ST., M.Pd. serta anak-anakku tercinta Siti Muthmainnah Nurul Jalil, Muhammad Nabil Nasywan Nur Jalil, Muhammad Farid Azzam Nur Jalil, Siti Azizah Azzahrah Nurul Jalil dan Siti Zakiah Sadiqah Nurul Jalil, atas kesetiaan dan kesabarannya mendampingi penulis selama menempuh pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin.
13. Terima kasih setinggi-tingginya kepada Ibu mertua Maryam Hamid, dan saudara-saudara ipar Ir. Ismar Sukma, ST sekeluarga, Risma Yanti sekeluarga, Riska Kurniati sekeluarga, Imran Ilyas, dan M Ilham Ilyas, S.Pi sekeluarga, atas dukungannya kepada penulis selama menempuh pendidikan pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
14. Terima kasih atas dukungan semua teman-teman di Unit Program Belajar Jarak Jauh Universitas Terbuka Makassar, selama penulis menuntut ilmu pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Khususnya kepada Unit Pengembangan Profesi UT atas layanan basiswa kepada penulis selama menempuh pendidikan.
15. Terima kasih atas dukungan semua teman-teman di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Terbuka khususnya pada Prodi Magister Manajemen Perikanan dan Prodi Agibisnis, selama penulis menuntut ilmu pada Program Doktorat Ilmu Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas

Hasanuddin. Khususnya kepada Unit Pengembangan Profesi UT atas layanan basiswa kepada penulis selama menempuh pendidikan.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini bukanlah karya yang sempurna secara paripurna sehingga penulis menerima masukan dan koreksi demi kesempurnaannya sesuai dengan prinsip akademis.

Makassar, Juli 2022

Penulis

Jalil

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN.....</b>	<b>v</b>
<b><i>SUMMARY</i>.....</b>	<b>vii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian .....	4
D. Manfaat Penelitian .....	5
E. Kerangka Penelitian .....	5
<b>II. ASPEK BIOLOGI TUNA MADIDIHANG (<i>Thunnus albacares</i>) DI PERAIRAN TELUK BONE .....</b>	<b>7</b>
A. Latar Belakang.....	7
B. Tujuan Penelitian.....	8
C. Manfaat Penelitian.....	8
D. Metode menelitian.....	8
1. Waktu dan tempat penelitian.....	8
2. Alat dan bahan.....	9
3. Metode pengukuran sampel.....	10
4. Pengukuran sampel.....	10
5. Analisis Data .....	13
E. Hasil.....	19
1. Komposisi sampel.....	19
2. Hubungan panjang berat.....	22
3. Faktor kondisi .....	23
4. Tingkat kematangan gonad .....	24
5. Panjang pertama matang gonad.....	25
6. Fekunditas.....	26
7. Kebiasaan makanan.....	27
F. Pembahasan.....	28
1. Komposisi sampel .....	28
2. Hubungan panjang berat .....	30
3. Faktor kondisi .....	31
4. Panjang pertama kali matang gonad.....	32
5. Tingkat kematangan gonad .....	33
6. Fekunditas.....	34
7. Kebiasaan makan .....	35

G. Kesimpulan .....	37
<b>III. DINAMIKA POPULASI IKAN TUNA MADIDIHANG (<i>Thunnus albacares</i>) DI PERAIRAN TELUK BONE</b>	<b>38</b>
A. Latar Belakang.....	38
B. Tujuan dan manfaat penelitian .....	40
C. Metode penelitian.....	40
1. Waktu dan tempat penelitian .....	40
2. Alat dan bahan .....	40
3. Penentuan stasiun dan metode sampel .....	40
4. Pengukuran sampel .....	41
5. Analisis data .....	41
D. Hasil .....	44
1. Kelompok umur .....	44
2. Parameter pertumbuhan .....	46
3. Laju mortalitas dan eksploitasi.....	47
4. Yield per rekrutment .....	48
E. Pembahasan .....	49
1. Kelompok umur .....	49
2. Parameter pertumbuhan .....	49
3. Laju mortalitas .....	52
4. Yield per recruitment.....	54
F. Kesimpulan	55
<b>IV. ASPEK PERIKANAN TUNA MADIDIHANG (<i>Thunnus albacares</i>) DI PERAIRAN TELUK .....</b>	<b>55</b>
A. Latar Belakang .....	56
B. Metode Penelitian .....	57
1. Waktu dan tempat .....	57
2. Pengumpulan Data.....	58
3. Analisis data .....	58
C. Hasil .....	60
1. Laju eksploitasi .....	60
2. Ukuran panjang ikan pertama tertangkap .....	62
3. Ukuran ikan layak tangkap .....	63
4. Musim penangkapan .....	63
D. Pembahasan.....	64
1. Laju eksploitasi .....	64
2. Ukuran panjang tuna madidihang pertama kali tertangkap .....	65
3. Ukuran ikan layak tangkap .....	66
4. Musim penangkapan .....	67
E. Kesimpulan .....	68
<b>V. PEMBAHASAN UMUM</b>	<b>69</b>
A. Aspek Biologi.....	68
B. Aspek Dinamika Populasi.....	68
C. Aspek Perikanan.....	68

	<b>halaman</b>
<b>VI. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....</b>	<b>71</b>
A. Kesimpulan .....	71
B. Rekomendasi .....	71

## DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1	Perkembangan gonad iakan tuna madidihang secara histologis menurut Itano (2000).....	16
2.	Karakteristik tingkat kematangan gonad (TKG) ikan tuna madidihang ( <i>Thunnus albacares</i> ) berdasarkan hasil pengamatan histologis (Itano, 2000) .....	17
3	Komposisi jumlah sampel, dan ukuran panjang sampel ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Utara selama penelitian .....	19
4.	Komposisi jumlah sampel, panjang maksimum-minimum dan rata-rata panjang sampel tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Selatan selama penelitian.....	20
5.	Nilai regresi hubungan panjang berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone.....	23
6.	Faktor kondisi relatif ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Utara dan Teluk Bone bagian Selatan selama penelitian.....	24
7.	Fekunditas dan jumlah oosit per gram berdasarkan panjang cagak dan berat tubuh ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone .....	26
8.	Komposisi makanan yang terdapat dalam lambung ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone.....	27
9.	Perbandingan ukuran panjang cagak ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone dengan perairan lainnya .....	29
10.	Hubungan panjang berat ikan tuna madidihang di beberapa lokasi perairan.....	30
11.	Perbandingan ukuran panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang dari beberapa perairan.....	32
12.	Fekunditas ikan tuna madidihang di beberapa lokasi perairan.....	35
13.	Laju mortalitas alami, mortalitas penangkapan, dan laju eksploitasi ikan di berbagai lokasi .....	52
14.	Kriteria tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan (Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 50 Tahun 2017) .....	58
15.	Upaya penangkapan, produksi tahunan, MSY. TAC, Pemanfaatan, Fmsy dan tingkat pemanfaatan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	61
16.	Jumlah upaya penangkapan, produksi dan indeks musim penangkapan di perairan Teluk Bone tahun 2018 .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Nomor		halaman
1.	Alur pikir penelitian bio-dinamika populasi ikan tuna madidihang ( <i>Thunnus albacares</i> ) di perairan Teluk Bone.....	5
2.	Lokasi penelitian dan stasiun pengambilan sampel di perairan Teluk Bone (Safruddin et al., 2019) .....	9
3.	Alat ukur panjang cagak ikan tuna madidihang selama penelitian .....	10
4.	Fase perkembangan gonad belum dewasa ikan tuna madidihang (a) Fase 1. (b) Fase 2 (c) Fase 3 (Itano, 2000) .....	14
5.	Fase perkembangan gonad ikan tuna madidihang (a) Fase 4, (b) Fase 5, matang, berpotensi reproduktif dengan terdapat oosit kuning penuh (fy), (c) Fase 6, , dan (d) Fase 7, (Itano, 2000) .....	15
6.	Fase perkembangan gonad ikan tuna madidihang (a) Fase 8, (b, c,d). Fase 9 (Itano, 2000) .....	16
7.	Perkembangan gonad ikan tuna madidihang Fase ke-10 dengan oosit yang tidak menguning tetapi sedang berkembang (Itano, 2000) .....	16
8.	Komposisi jumlah sampel ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Utara .....	21
9.	Komposisi ukuran ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan.....	21
10.	Regresi hubungan panjang berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone. (a) bagian Utara, (b) bagian Selatan, (c) Gabungan Utara dan Selatan .....	22
11.	Sampel gonad dari panjang cagak 66 cm. (a) anterior, (b) tengah, (c). posterior. (pembesaran 20X, pewarnaan <i>Mayers haematoxylin</i> ) .....	24
12.	Panjang cagak 146 cm. (a) anterior, (b) Tengah, (c). posterior (pembesaran 20X pewarnaan <i>Mayers haematoxylin Eosin</i> ).....	25
13.	Kurva logistik untuk estimasi ukuran panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	25
14.	Komposisi makanan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	28
15.	Distribusi ukuran panjang ikan dan jumlah kelompok umur ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone. (a) Bagian Utara, (b) Bagian Selatan, dan (c) Gabungan Utara dan Selatan.....	45

<b>Nomor</b>		<b>halaman</b>
16.	Kurva pertumbuhan von Bertalanffy ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone. (A) Bagian Utara, (B) Bagian Selatan, dan (C) Gabungan keduanya .....	46
17.	Laju mortalitas total, alami dan penangkapan, tingkat eksploitasi ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone. (a) bagian Utara, (b) bagian Selatan, (c) Gabungan bagian Utara dan Selatan.....	47
18.	Kurva <i>yield per recruitment</i> Y/R relatif Beverton & Holt ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	48
19.	Perbandingan antara produksi hasil tangkapan aktual, MSY.....	62
20.	Ukuran ikan pertama kali tertangkap di perairan Teluk Bone yang didaratkan pada masing-masing stasiun. (A) Stasiun 1 (Utara) dan (B) Stasiun 2 (Selatan).....	62

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Deskripsi sampel ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone berdasarkan panjang cagak dan berat tubuh.....	84
2.	Uji beda panjang cagak (FL) ikan tuna madidihang yang didaratkan di Stasiun 1 dan Stasiun 2 perairan Teluk Bone selama penelitian.	85
3.	Uji beda berat tubuh ikan tuna madidihang yang didaratkan di Stasiun 1 dan Stasiun 2 perairan Teluk Bone selama penelitian .....	86
4.	Analisis regresi hubungan panjang berat, ikan tuna madidihang yang tertangkap di Stasiun 1 perairan Teluk Bone.....	87
5.	Analisis regresi hubungan panjang berat, ikan tuna madidihang yang tertangkap di Stasiun 2 perairan Teluk Bone .....	88
6.	Analisis regresi hubungan panjang berat, ikan tuna madidihang yang tertangkap di Stasiun 1 dan Stasiun 2 perairan Teluk Bone.....	89
7.	Uji hasil perhitungan nilai b dengan 3 untuk mengetahui pola pertumbuhan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	90
8.	Hasil pengamatan tingkat kematangan gonad ikan tuna madidihang di Stasiun 1 selama penelitian.....	91
9.	Analisis panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone dengan metode King, 2007.....	96
10.	Perhitungan hubungan panjang cagak FL dengan fekunditas tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	97
11.	Jenis-Jenis makanan yang terdapat dalam lambung ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone selama penelitian.....	98
12.	Analisis kelompok umur ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone .....	100
13.	Perhitungan nilai parameter pertumbuhan $L_{\infty}$ , K dan $t_0$ ikan tuna Madidihang di perairan Teluk Bone yang didaratkan pada Stasiun 1	103
14.	Perhitungan nilai parameter pertumbuhan k dan $L_{\infty}$ ikan tuna Madidihang di perairan Teluk Bone yang didaratkan pada Stasiun 2	106
15.	Perhitungan nilai parameter pertumbuhan k dan $L_{\infty}$ ikan tuna Madidihang di perairan Teluk Bone yang didaratkan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 .....	109

<b>Nomor</b>		<b>halaman</b>
16	Perhitungan Mortalitas Alami, Mortalitas penangkapan dan mortalitas total serta eksploitas ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.....	110
17	Perhitungan yield per recruitmen (Y/R) ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone .....	112
18	Perhitungan tingkat pemanfaatan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yang didaratkan di Stasiun 1.....	115
19	Perhitungan panjang ikan tuna madidihang pertama tertangkap di perairan Teluk Bone yang didaratkan di Stasiun 1.....	116
20	Perhitungan panjang ikan tuna madidihang pertma tertangkap di perairan Teluk Bone yang didaratkan di Stasiun 2.....	118
21	Analisis musim penangkapan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone berdasarkan data hasil tangkapan nelayan di Stasiun 1	120

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) dikenal dengan nama perdagangan *yellowfin tuna* merupakan salah satu sumber daya perikanan pelagis besar yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik nasional maupun global. Harga jual dan permintaan pasar yang tinggi menyebabkan nelayan tradisional maupun perusahaan perikanan penangkap ikan skala industri banyak yang berfokus kepada usaha penangkapan ikan tuna madidihang. Tingginya minat pengusaha perikanan dan nelayan tradisional terhadap ikan tuna madidihang disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain karena alasan ekonomis, teknologi penangkapan, biologis, dan ekologis (Zudaire et al., 2014; Kantun & Mallawa, 2016).

Produksi tuna dunia pada tahun 2017 mencapai 4.860.200 ton, yang terdiri atas cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebanyak 58%, tuna madidihang 28%, tuna mata besar 8%, tuna albakora (*Thunnus alalunga*) sebanyak 5%, dan sisanya 1% tuna sirip hijau (*Thunnus thynnus*). Total produksi tuna dunia tersebut sebanyak 631.862 ton (13%) berasal dari perairan Samudra Pasifik Timur, 2.527.404 ton (52%) dari Samudra Pasifik Barat dan Tengah, 972.040 ton (20%) dari Samudra Hindia dan sisanya 729.030 ton (15%) dari perairan lainnya (ISSF, 2019). Produksi perikanan tuna Indonesia pada tahun 2017 sebesar 293.233 ton (KKP-RI, 2018). Berdasarkan data perikanan tuna dunia tercatat bahwa produksi ikan tuna madidihang menempati urutan kedua terbanyak setelah cakalang (Ruchimat et al., 2017; ISSF, 2019; WCPFC, 2019). *Food and Agriculture Organization* (FAO) pada tahun 2020 melaporkan bahwa hasil tangkapan tuna-tongkol-cakalang (TTC) mencapai 7,9 juta ton

*Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC) (GTA, 2020) melaporkan bahwa hasil tangkapan ikan tuna madidihang di Samudra Hindia pada tahun 2019 sebesar 427.240 ton dengan rata-rata hasil tangkapan tahun 2015 – 2019 sebesar 424.103 ton dan nilai tangkapan maksimum lestari (MSY) sebesar 403.000 ton (berkisar 339.000 – 436.000 ton),  $F_{2017}/F_{MSY}$  sebesar 1,20 (berkisar antara 1,00 - 1,71) dan  $SB_{2017}/SB_{MSY}$  sebesar 0,83 (0,74 - 0,97). Selanjutnya dijelaskan bahwa berdasarkan tingkat pemanfaatannya stok ikan tuna sirip kuning di perairan Samudera Hindia dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori yaitu: (1) stok subyek penangkapan berlebih (*stock subject to overfishing*,  $F_{2017}/F_{MSY} \geq 1,0$ ) di mana 94% telah mengalami penangkapan lebih (*stock overfished*,  $SB_{2017}/SB_{MSY} \geq 1,0$ ) dan 4% tidak

mengalami penangkapan berlebih (*stock not overfished*,  $SB_{2017}/SB_{MSY} \geq 1,0$ ), dan (2) stok tidak menjadi subyek penangkapan berlebih (*stock not subject to overfishing*,  $F_{2017}/F_{MSY} \leq 1,0$ ) dimana 2% mengalami penangkapan lebih (*stock overfished*). Lembaga Planet Tracker juga melaporkan bahwa diperkirakan pada tahun 2026 sumber daya perikanan tuna madidihang di Samudera Hindia akan mengalami kepunahan, hal ini berdasarkan pada temuannya bahwa dalam kurung waktu 10 tahun terakhir terjadi penurunan biomassa ikan tuna madidihang dewasa sebesar 70% (Willis et al., 2021).

Teluk Bone merupakan salah satu daerah penangkapan utama TTC di Sulawesi Selatan. Teluk Bone masuk dalam Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Negara Indonesia (WPP-NRI) 713 bersama dengan Selat Makassar, Laut Flores dan Laut Bali, yang merupakan satu-satunya wilayah pengelolaan perikanan kepulauan Indonesia. Sumber daya perikanan WPP-NRI 713 secara keseluruhan 1.062,6 ribu ton per tahun dan pelagis besar 419,3 ribu ton (Koeshendrajana et al., 2019). Produksi TTC Sulawesi Selatan pada tahun 2018 mencapai 56.292 ton (Sudirman et al., 2020). Peningkatan produksi tuna di Kabupaten Luwu yang tertangkap dari perairan Teluk Bone bagian Utara pada tahun 2010 – 2018 rata-rata sebesar 427,39 ton per tahun sedangkan produksi ikan tuna madidihang di Kabupaten Bone yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan pada tahun yang sama sebesar 107,24 ton per tahun (DKP-Sulsel, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa produksi ikan tuna madidihang di Kabupaten Luwu lebih tinggi dibandingkan di Kabupaten Bone.

Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan tuna termasuk di Teluk Bone secara umum adalah pukat cincin (*purse seine*), huhate (*pole & line*), dan pancing ulur (*handline*), yang menggunakan rumpon (*fish aggregating devices*) sebagai alat bantu penangkapan ikan (Sudirman et al., 2017). Penggunaan jenis teknologi penangkapan yang dikombinasikan dengan penggunaan rumpon sebagai alat bantu penangkapan, memungkinkan tertangkapnya ikan yang mempunyai ukuran yang tidak seragam. Metode penangkapan seperti ini memberikan tekanan terhadap populasi ikan tuna madidihang yang mengakibatkan terjadinya perubahan struktur populasi dan terganggunya stok ikan tersebut (Mallawa et al., 2021).

Berdasarkan *Ecosystem Approach Fisheries Management* (EAFM) Indonesia, kondisi perikanan tuna madidihang di WPP-NRI 713 telah mengalami *over exploited* (Suman et al., 2018). Ukuran rata-rata ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone dalam kurun waktu 29 tahun dari tahun 1981

sampai dengan tahun 2012 mengalami penurunan. Ukuran panjang pertama matang gonad juga mengalami penurunan dari 112 cm menjadi 87,5 cm. Penurunan ukuran tersebut diduga akibat tingginya laju eksploitasi terhadap sumber daya perikanan tersebut (Kantun & Mallawa, 2016).

Tekanan penangkapan dapat memengaruhi aspek biologi dan aspek dinamika populasi sumber daya perikanan tuna madidihang tersebut khususnya di perairan Teluk Bone. Pengaruh terhadap stok antara lain berupa penurunan ukuran panjang pertama matang gonad, dan penurunan fekunditas. Hal ini didukung oleh penggunaan rumpon sebagai alat bantu penangkapan bagi nelayan *handline* di perairan Teluk Bone. Penggunaan rumpon sebagai alat bantu penangkapan dapat meningkatkan produksi penangkapan. Namun demikian, penggunaan rumpon juga mempunyai dampak negatif terhadap sumber daya perikanan karena dapat mengganggu ruaya ikan dan dapat mengakibatkan *over-fishing* dan jumlah hasil tangkapan sampingan yang lebih banyak (Morgan, 2011; McCurry et al., 2021).

Penelitian tentang ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone masih sangat terbatas. Oleh karena itu untuk mengetahui kondisi stok di perairan Teluk Bone, perludilakukan penelitian yang dapat menjadi acuan dalam menetapkan pengelolaan sumber daya perikanan tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan di perairan Teluk Bone dan sekitarnya, antara lain adalah: Penelitian tentang ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yaitu hubungan kekerabatan dan keragaman genetik ikan tuna madidihang di WPP-NRI 713 (Kantun, 2018). Aspek biologi dan komposisi hasil tangkapan pancing ulur di perairan Teluk Bone pada Tahun 2011 oleh Kantun & Amir, (2016) yang melakukan studi struktur ukuran, ukuran matang gonad dan ukuran layak tangkap ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone. Penelitian lainnya adalah perbandingan struktur ukuran tuna madidihang yang tertangkap pada rumpon laut dalam dan laut dangkal di perairan Selat Makassar. Respon ikan tuna madidihang terhadap umpan dan kedalaman pada perikanan *hand line* di perairan Selat Makassar (Kantun & Mallawa, 2016). Berdasarkan beberapa penelitian tersebut belum ditemukan adanya penelitian yang menganalisis aspek biologi, dinamika populasi dan aspek perikanan secara bersamaan. Oleh karena itu penelitian ini sangat penting dilakukan yang dapat menjadi bahan acuan dalam menetapkan kebijakan pengelolaan sumber daya perikanan tersebut.

Penelitian di perairan lainnya adalah perikanan tuna madidihang di ZEE perairan India, khususnya tentang karakteristik biologi dan populasi. Biologi

reproduksi ikan tuna madidihang di sebelah barat Samudra Hindia diteliti oleh Zudaire et al. (2015). Studi terhadap pertumbuhan dan parameter populasi tuna madidihang di perairan Andaman dan Nicobar berdasarkan data frekuensi panjang telah dilakukan oleh Kar et al. (2012).

Kajian ilmiah tentang sumber daya ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone belum banyak terungkap sehingga penting untuk dilakukan. Fokus kajian penelitian ini adalah aspek biologi, aspek dinamika populasi, dan aspek perikanan tuna madidihang di perairan Teluk bone.

## **B. Rumusan Masalah**

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya bahwa beberapa WPP-NRI telah mengalami *over fishing*, termasuk salah satunya adalah WPP-NRI 713 yang meliputi Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali. Pemanfaatan sumber daya ikan secara terus menerus yang diikuti dengan penambahan upaya penangkapan dari tahun ke tahun akan mengakibatkan kelebihan tangkap. Sebagaimana dijelaskan di atas bahwa status pemanfaatan sumber daya Ikan tuna madidihang di WPP-NRI 713 telah menunjukkan gejala *over fished*. Produktivitas penangkapan ikan tuna madidihang cenderung menurun dari waktu ke waktu, ukuran ikan hasil tangkapan dan ukuran ikan pertama matang gonad cenderung menurun. Apabila hal tersebut dibiarkan dalam jangka waktu yang lama maka akan berpengaruh terhadap sifat biologi yang meliputi struktur populasi, ukuran pertama matang gonad, dan fekunditas, ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone. Oleh karena itu, untuk tujuan pengelolaan sumber daya perikanan perlu dilakukan kajian terhadap bio-dinamika populasi sumber daya perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone. Kajian ini sangat penting dilakukan agar dapat diketahui kondisi stok sumber daya, potensi, dan tingkat pemanfaatan perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.

## **C. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis beberapa aspek ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yaitu:

1. Aspek biologi ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yang meliputi hubungan panjang berat, panjang pertama matang gonad, tingkat kematangan gonad, fekunditas, dan kebiasaan makan.

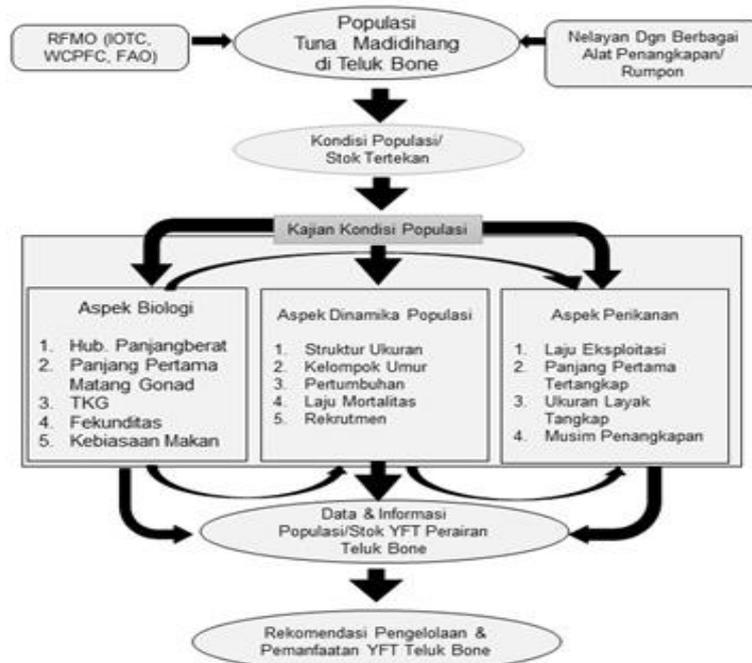
2. Aspek dinamika populasi ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone meliputi struktur ukuran, kelompok umur, pertumbuhan, mortalitas, dan rekrutmen.
3. Aspek perikanan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone yang meliputi laju eksploitasi, ukuran pertama tertangkap, ukuran ikan layak tangkap, dan musim penangkapan.

#### D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan informasi ilmiah untuk penyusunan kebijakan pemanfaatan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone dan sekitarnya. Penelitian ini juga diharapkan memperkaya wawasan keilmuan ikan tuna khususnya ikan tuna madidihang sehingga dapat bermanfaat sebagai bahan rujukan dan bahan evaluasi manajemen sumber daya perikanan tuna madidihang khususnya di perairan Teluk Bone dan WPP-NRI 713 secara umum.

#### E. Kerangka Penelitian

Penelitian ini mengacu pada kerangka umum bahwa populasi ikan tuna madidihang di Teluk Bone telah dimanfaatkan beberapa tahun terakhir ini menggunakan alat bantu penangkapan berupa rumpon. Kerangka pikir tersebut dapat disederhanakan melalui kerangka penelitian yang disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Alur pikir penelitian bio-dinamika populasi ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di perairan Teluk Bone

Pemanfaatan sumber daya tersebut akan berpengaruh pada tiga aspek yaitu aspek biologi, aspek dinamika populasi dan aspek perikanan. Ketiga aspek tersebut merupakan kajian yang komprehensif yang tidak dapat dipisahkan antara satu aspek dan aspek lainnya..

## II. ASPEK BIOLOGI TUNA MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) DI PERAIRAN TELUK BONE

### A. Latar Belakang

Ikan tuna madidihang atau *yellowfin tuna* (*Thunnus albacares*) merupakan salah satu sumber daya perikanan pelagis besar yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik nasional maupun global. Ikan dengan panjang maksimal antara 180 sampai 200 cm (Jobling, 2004; FAO, 2010; Langley et al., 2014), berbentuk tubuh terpedo sebagai ciri ikan perenang cepat yang dapat melintasi perairan samudra batas teritorial suatu negara pada perairan tropik sampai subtropik (Schaefer et al., 2014; Rooker et al., 2016). Migrasi ikan tuna madidihang dipengaruhi oleh ketersediaan makanan yang diakibatkan oleh faktor oseanografi (Safruddin et al., 2015). Kondisi lingkungan tersebut juga akan memengaruhi pola pertumbuhannya (Jalil et al., 2020).

Salah satu aspek yang sangat penting dalam kajian sumber daya perikanan adalah aspek biologi, terutama dalam rangka pengelolaan sumber daya perikanan yang bertanggung jawab. Aspek biologi merupakan aspek yang sangat penting dalam kajian manajemen pengelolaan sumber daya perikanan secara komprehensif (Wujdi et al., 2014). Pengetahuan strategi reproduksi ikan tuna sangat bermanfaat untuk mengetahui kondisi dinamika populasi dan memprediksi pengaruh penangkapan terhadap potensi reproduksi suatu stok, yang menjadi faktor penting dalam pengelolaan yang efektif dan efisien terhadap sumber daya perikanan tersebut (Quiinn & Deriso, 1999; Jakobsen et al., 2009; Zudaire et al., 2010). Sebaliknya pengetahuan tentang perubahan fekunditas, pertumbuhan ikan dewasa, dan pematangan yang memengaruhi hasil reproduksi sangat penting dalam memahami model rekrutmen perikanan laut (Jakobsen et al., 2009). Tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan yang tinggi dapat berpengaruh terhadap biologi populasi. Dampak tersebut antara lain ukuran panjang pertama kali matang gonad, umur pertama matang gonad menjadi lebih muda, diameter telur semakin kecil. (Rochet, 2009). Sumber daya perikanan yang terlanjur mengalami kelebihan tangkap sampai pada tingkat kepunahan sangat sulit untuk dipulihkan dan memakan waktu yang sangat panjang (Fogarty & Siskey, 2018).

Teluk Bone merupakan salah satu perairan WPP-NRI 713 yang merupakan daerah penangkapan ikan pelagis besar jenis tuna, tongkol dan cakalang. Potensi lestari *maximum sustainable yield* (MSY) WPP-RI 713 terdiri atas perikanan pelagis

besar sebesar 17.058 ton/tahun dengan upaya optimum 14.135 unit standar *purse seine*. Jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) 13.646 ton/tahun (Suman et al., 2014).

Aspek biologi yang dikaji pada penelitian ini meliputi hubungan panjang berat, pajang pertama matang gonad (Lm), tingkat kematangan gonad (TKG), musim pemijahan, fekunditas (F) dan kebiasaan makan. Hal ini mengacu pada rumusan masalah bahwa beberapa WPP-NRI telah mengalami *over-fished*, termasuk salah satunya adalah WPP-NRI 713, yang meliputi Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Flores, dan Laut Bali. Penelitian ini sangat perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian sumber daya perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.

## **B. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biologi populasi ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di perairan Teluk Bone. Parameter yang diukur dalam kajian aspek biologi ini adalah hubungan panjang-berat, panjang pertama matang gonad, tingkat kematangan gonad, musim pemijahan, fekunditas, dan kebiasaan makanan.

## **C. Manfaat Penelitian**

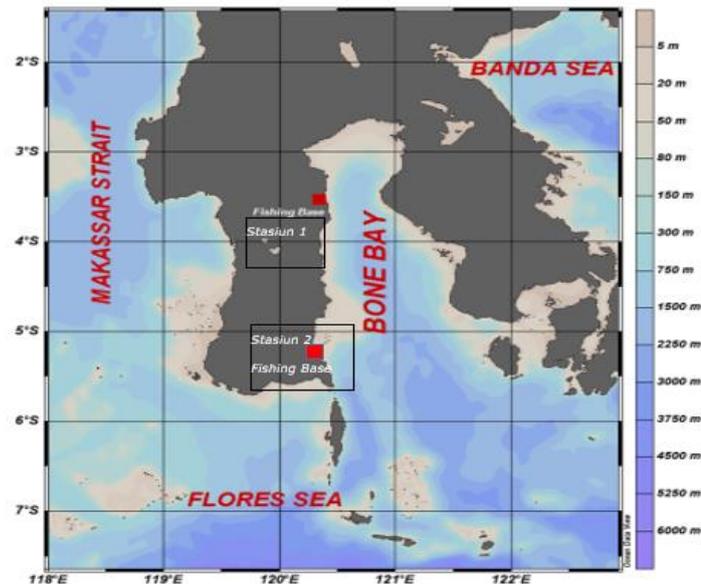
Hasil penelitian ini diharapkan menjadi informasi ilmiah tentang aspek biologi tuna madidihang pada umumnya dan secara khusus di perairan Teluk Bone. Penelitian ini juga diharapkan memperkaya wawasan keilmuan tentang aspek biologi tuna madidihang sehingga dapat bermanfaat sebagai bahan acuan dan bahan evaluasi pemanfaatan sumber daya perikanan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.

## **D. Metode Penelitian**

### **1. Waktu dan tempat penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2018 – Juni 2020 di perairan Teluk Bone. Lokasi penelitian disesuaikan dengan daerah potensial penangkapan dan pendaratan ikan tuna madidihang dari perairan Teluk Bone. Berdasarkan *fishing base* nelayan penangkap ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone maka ditetapkan dua stasiun pengambilan sampel yaitu Stasiun 1 Kabupaten Luwu yang

terdiri atas dua substasiun yaitu Stasiun 1a di Desa Cimpu, Kecamatan Suli, dan Stasiun 1b di Desa Bonepute, Kecamatan Larompong Selatan. Stasiun 1 sebagai representasi ikan tuna madidihang yang tertangkap pada perairan Teluk Bone bagian Utara. Stasiun 2 di Lonrae, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone, sebagai representasi ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan. Lokasi stasiun ditampilkan pada Gambar 2



Gambar 2 Lokasi penelitian dan stasiun pengambilan sampel di perairan Teluk Bone (Safuruddin et al., 2019)

## 2. Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas alat di lapangan dan alat yang digunakan di laboratorium. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: 1) perahu nelayan yang digunakan untuk alat transportasi dan sarana penangkapan ikan tuna madidihang. 2) pancing ulur sebagai alat untuk menangkap ikan tuna madidihang. 3) timbangan elektrik untuk menimbang berat ikan sampel, 4) meteran dengan ketelitian 1 cm untuk mengukur panjang ikan (Gambar 2), 5) ColdBox dari styrofoam untuk menampung ikan hasil tangkapan nelayan, 6) pisau stainless steel untuk membedah ikan sampel pada saat pengambilan sampel gonad dan usus ikan sampel. 7) pot sampel plastik volume 60 ml untuk menyimpan sampel gonad. 8) toples plastik digunakan untuk menyimpan sampel usus ikan sampel. 9) mikroskop elektrik digunakan untuk pengamatan tingkat kematangan gonad (TKG) dan fekunditas, 10) kaca preparat pengamatan sampel gonad, 11) alat bedah untuk membedah sampel gonad, 12) keranjang tissu untuk menyimpan sampel, 13)

pisau mikroton untuk memotong sampel gonad, 14) *floating bag*, *dish warmer* dan *staining racks* digunakan pada saat pengamatan sampel TKG di laboratorium.

Adapun bahan yang digunakan selama penelitian aspek biologi ikan tuna madidihang adalah: 1) ikan tuna madidihang hasil tangkapan nelayan. 2) gonad ikan tuna madidihang untuk analisis TKG dan fekunditas ikan tuna madidihang, 3) usus ikan tuna madidihang untuk analisis kebiasaan makan ikan tuna madidihang. 4) larutan formalin 10% untuk mengawetkan sampel gonad dan usus ikan tuna madidihang, 5) akuades untuk pengenceran larutan formalin, dan 6) *xylene*, *chloroform*, *talue*, *ethanol*, *Sodium bicarbonate*, *magnesium sukfat*, *Paraffin wax* (Paraplast plain/MEDOS) dan *Mayers Hematoxylin* dan *Eosin* yang digunakan selama pembuatan preparat dan pengamatan sampel gonad.



Gambar 3 Alat ukur panjang cagak ikan tuna madidihang selama penelitian

### 3. Metode pengukuran sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *field survey* untuk pengukuran panjang cagak/*fork length* (cm) dan berat (g) ikan tuna madidihang di lokasi penelitian. Untuk analisis TKG, fekunditas, dan kebiasaan makan dilakukan pengamatan di laboratorium.

### 4. Pengukuran sampel

#### a) Pengukuran panjang dan berat ikan

Ikan tuna madidihang yang digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini adalah hasil tangkapan nelayan yang menggunakan pancing ulur yang beroperasi di perairan Teluk Bone. Operasi penangkapan dilakukan dengan menggunakan alat

bantu rumpon. Setiap operasi penangkapan umumnya dilakukan di daerah sekitar rumpon.

Panjang dan berat ikan sampel ikan diukur dan ditimbang di tempat pendaratan ikan/pengumpul di lokasi penelitian pada saat proses persiapan pengiriman ikan. Sampel dalam penelitian ini adalah ikan hasil tangkapan nelayan di perairan Teluk Bone menggunakan *hand line* setiap trip yang didaratkan pada masing-masing stasiun pengukuran sampel yaitu Stasiun 1a di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Desa Cimpu, Kecamatan Suli dan Stasiun 1b di Desa Bonepute, Kecamatan Larompong Selatan, Kabupaten Luwu. Stasiun 2 di PPI Lonrae, Kecamatan Tanete Riattang Timur, Kabupaten Bone. Pengukuran sampel di kedua stasiun dilakukan pada saat pendaratan dan/atau pada saat distribusi ke pedangan pasar atau *cold storage*. Ikan sampel terlebih dahulu ditimbang berat tubuh menggunakan timbangan elektrik yang mempunyai ketelitian 0,01 kg. Setelah pengambilan data berat tubuh dilanjutkan dengan pengambilan data panjang cagak (*fork length, FL*) yang diukur dengan menggunakan meteran yang dimodifikasi khusus untuk mengukur ikan besar (Lampiran 1). Pengambilan sampel pada Stasiun 2 dibantu oleh enumerator Yayasan Masyarakat dan Perikanan Indonesia (MDPI) untuk periode bulan Juli – Nopember 2018 dan data dari pengumpul untuk periode bulan Februari – Juni 2019. Data hasil pengukuran panjang cagak dan berat ikan dikelompokkan per stasiun untuk dianalisis selanjutnya.

#### **b) Pengambilan sampel gonad dan kebiasaan makan**

Pengambilan sampel gonad untuk mengukur tingkat kematangan gonad (TKG) dan fekunditas hanya dilakukan pada Stasiun 1. Pengambilan gonad dilakukan sesaat ikan tuna madidihang hasil tangkapan nelayan dari perairan Teluk Bone bagian Utara didaratkan di Stasiun 1. Pengambilan sampel gonad dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Ikan yang ditangkap oleh nelayan menggunakan alat tangkap *hand line*, dalam satu trip disimpan di dalam kotak *styrofoam* menggunakan es selama 5 – 10 hari (satu trip).
2. Ikan hasil tangkapan tersebut diangkut ke tempat pendaratan dan selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak penampungan.
3. Sebelum dimasukkan ke dalam kotak penampungan dipilih sampel ikan sebanyak 2 – 3 ekor untuk diambil gonad dan ususnya sebagai sampel. Ukuran panjang cagak ikan yang digunakan untuk sampel gonad berkisar antara 65 –

120 cm. Hasil ini didasarkan pada beberapa hasil penelitian yang melaporkan bahwa panjang pertama matang gonad berkisar antara 80 – 120 cm. Namun untuk kehati-hatian diambil sampel dengan panjang cagak 65 cm.

4. Ikan yang terpilih diukur panjang cagaknya menggunakan meteran dengan ketelitian 1 cm dan diimbang beratnya menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 kg.
5. Ikan sampel selanjutnya dibedah pada bagian perutnya menggunakan pisau untuk diambil gonad dan ususnya.
6. Gonad dan usus dipisahkan, gonad ikan ditimbang dengan timbangan digital berketelitian 0,1 g. Selanjutnya diambil sampel gonad pada tiga titik yaitu *anterior* dengan kode A, bagian *medial* dengan kode T dan bagian *inferior* dengan kode B untuk analisis TKG secara histologi di Laboratorium Balai Besar Veteriner (BBV) Maros. Masing-masing sampel tersebut dimasukkan ke dalam pot sampel volume 100 ml dan diawetkan menggunakan formalin konsentrasi 10%. Sampel selanjutnya dibawa ke BBV Maros untuk dianalisis. Sisa gonad dimasukkan ke dalam stoples plastik untuk analisis fekunditas dan diawetkan menggunakan formalin konsentrasi 10%. Sampel ukuran pertama matang gonad pada ukuran 65 – 120 cm. Sampel dikelompokkan atas kisaran panjang cagak 60 – 69 cm, 70 – 79 cm, 80 – 89 cm, 90 – 99 cm, 100 – 109 cm, dan 110 – 120 cm. Setiap kelompok panjang cagak tersebut diambil masing-masing satu ekor untuk diduga panjang pertama matang gonad.
7. Usus ikan sampel dimasukkan ke dalam stoples dan diawetkan menggunakan formalin konsentrasi 10% untuk analisis kebiasaan makanan. Analisis kebiasaan makanan dilakukan di Laboratorium Hama Penyakit Ikan, Departemen Perikanan, FIKP Unhas. Pengambilan sampel kebiasaan makan berupa usus yang dilakukan saat pengukuran panjang dan penimbangan berat ikan tuna Madidihang di Stasiun 1, sebanyak 33 ekor. Identifikasi makanan menggunakan buku Hastings et al. (2014), Nelson et al. (2016), dan Allen, (2018).
8. Pembuatan *slide* gonad dilakukan di Laboratorium Balai Besar Veteriner (BBV) Maros.
9. Pembacaan *slide* sampel gonad dari BBV Maros dilakukan pembacaan TKG, di *VetCare Clinic* Maros.

## 5. Analisis data

### a. Komposisi ukuran sampel

Analisis ukuran panjang cagak dan berat tubuh ikan tuna madidihang yang tertangkap pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 menggunakan analisis statistik deskriptif dengan bantuan SPSS versi 23. Untuk menganalisis panjang cagak dan berat tubuh ikan tuna madidihang yang didaratkan di kedua stasiun tersebut dianalisis dengan uji beda *independent-sample t test* dengan bantuan SPSS versi 23.

### b. Hubungan Panjang Berat dan Faktor Kondisi

Hubungan panjang-berat dianalisis menggunakan persamaan kubikal dengan asumsi bahwa berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya (Effendie, 2002) yaitu:

$$W = a L^b$$

atau

$$\log W = \log a + b \log L$$

Keterangan: W = berat ikan (g); L = panjang cagak (cm); a = *intercept* perpotongan antara garis regresi dan sumbu y); b = koefisien regresi (sudut kemiringan garis).

Berdasarkan persamaan tersebut dapat diketahui kriteria pola pertumbuhan ikan tuna madidihang berdasarkan nilai b yang diperoleh, yaitu:

1. Jika  $b=3$ , maka pola pertumbuhannya adalah isometrik, yaitu penambahan panjang sama dengan penambahan beratnya.
2. Jika  $b>3$ , maka pola pertumbuhannya adalah alometrik positif, yaitu penambahan berat lebih cepat dari penambahan panjang.
3. Jika  $b<3$ , maka pola pertumbuhannya adalah alometrik negatif, yaitu penambahan panjang lebih cepat dari penambahan berat.

Untuk mengetahui apakah nilai b lebih besar, sama dengan atau lebih kecil dari 3 dilakukan uji-t pada selang kepercayaan 95% (Steel & Torrie, 1996), dengan menggunakan bantuan *software* SPSS versi 23.

Selanjutnya dilakukan analisis nilai faktor kondisi berdasarkan pola pertumbuhan atau nilai yang diperoleh dari analisis hubungan panjang berat (Effendie, 2002). Jika pola pertumbuhan bersifat isometrik ( $b=3$ ) maka perhitungan nilai faktor kondisi menggunakan persamaan:

$$K = \frac{10^5}{L^3} W$$

Jika hasil perhitungan hubungan panjang berat diperoleh adalah alometrik ( $b \neq 3$ ) maka nilai faktor kondisi yang dihitung adalah nilai faktor kondisi relatif atau faktor kondisi Fultons (Hart & Reynolds, 2002) dengan menggunakan persamaan:

$$Kn = \frac{W}{aFL^b}$$

Keterangan: Kn = Faktor kondisi relatif; W = berat tubuh ikan (g) ; FL = panjang cagak (cm)

### c) Panjang pertama matang gonad

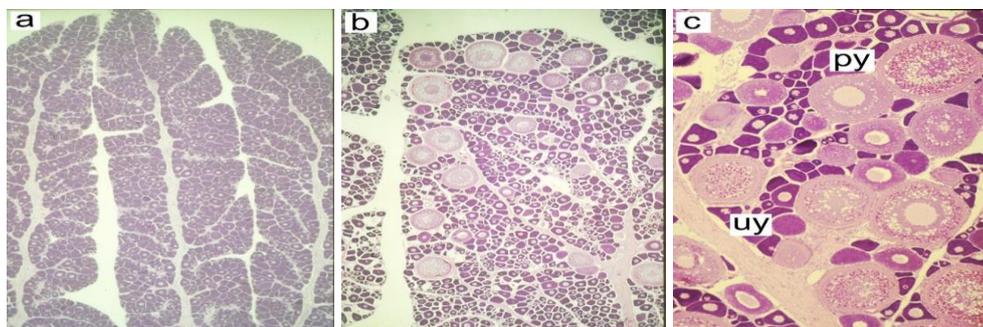
Panjang pertama kali matang gonad (Lm) diduga dengan menggunakan rumus (King, 2007) yaitu:

$$P = 1/(1 + \text{Exp}[-r(L - LM)])$$

Keterangan: P = proporsi, L = panjang cagak (cm) , Lm = panjang rata-rata matang gonad (cm)

### d) Tingkat kematangan gonad

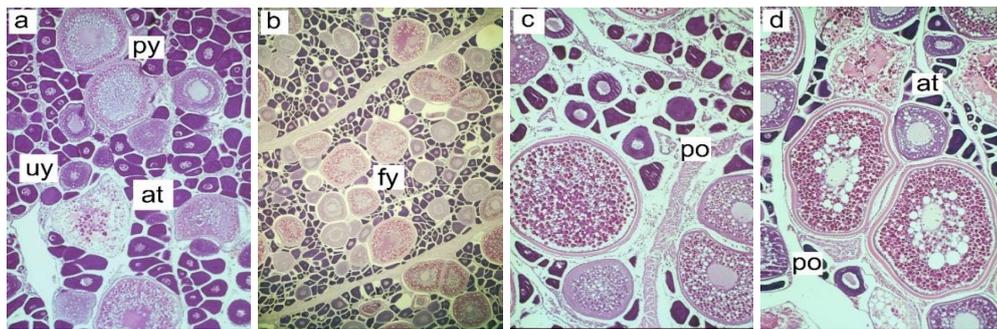
Tingkat kematangan gonad (TKG) diamati secara histologi di Laboratorium Balai Besar Veteriner Maros dan Klinik Hewan Maros *Clinic vetCare*. Perkembangan gonad dianalisis secara histologi berdasarkan Itano (2000) dan yang mengelompokkan 10 fase perkembangan gonad. Fase perkembangan tersebut dipaparkan pada Gambar 4 sampai 7. Perkembangan fase 1 sampai dengan fase 3 (Gambar 4) merupakan tingkat kematangan gonad 1.



Gambar 4. Fase perkembangan gonad belum dewasa ikan tuna madidihang (a) Fase 1. (b) Fase 2 (c) Fase 3 (Itano, 2000)

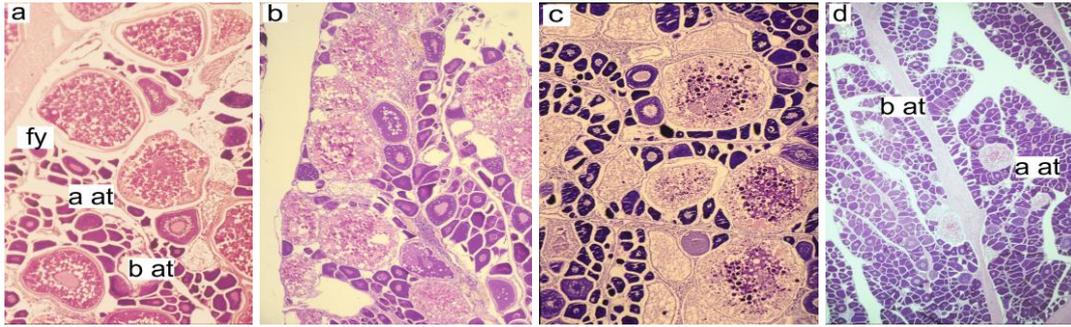
Perkembangan gonad pada Gambar 4 ikan tuna madidihang belum dewasa terdiri atas: (a) Fase 1, oosit yang tampak dan berwarna gelap akibat hematoksilin. (b) Fase 2, perkembangan awal, (c) Fase 3, granula atau globula kuning telur dengan noda merah yang ditemukan dari tepi dalam sel sepanjang  $\frac{3}{4}$  jaraknya ke zona *perinuclear* (Itano, 2000).

Fase perkembangan gonad selanjutnya menurut Itano (2000) pada Gambar 5 yaitu (a) Fase 4, ovarium mengandung oosit tanpa kuning telur atau hanya sebagian kuning telur dengan oosit atresia yang sudah dipenuhi kuning telur yang menandakan potensi untuk berpijah, (b) Fase 5, matang, berpotensi reproduktif dengan terdapat oosit kuning penuh (fy), (c) Fase 6, aktif reproduktif, terdapat oosit kuning telur penuh dan folikel pascaovulasi (po), dan (d) Fase 7, terdapat oosit kuning telur aktif dan aktif secara reproduktif (po) dengan atresia signifikan oosit kuning penuh (Itano, 2000)

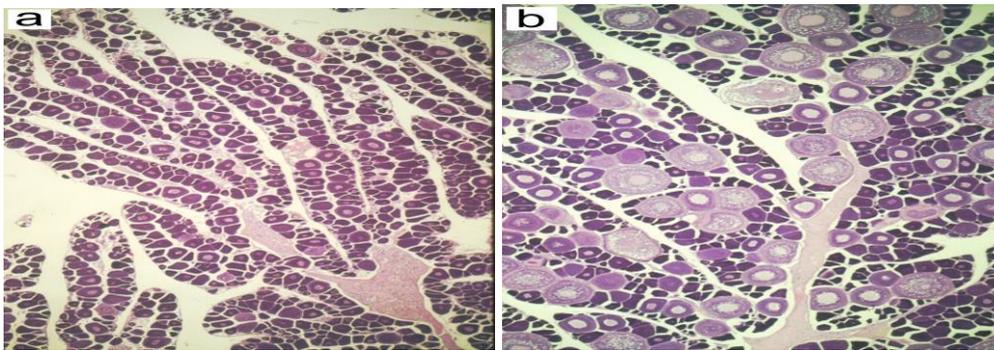


Gambar 5. Fase perkembangan gonad ikan tuna madidihang (a) Fase 4, (b) Fase 5, matang, berpotensi reproduktif dengan terdapat oosit kuning penuh (fy), (c) Fase 6, , dan (d) Fase 7, (Itano, 2000)

Tahap perkembangan gonad selanjutnya yaitu (Gambar 6). (a) Fase 8, telah memiliki oosit yang sangat kuning tetapi mengandung atresia 50%. Ovarium ini merupakan tipikal ikan tuna sirip kuning yang sedang berpijah atau ikan yang tidak dalam periode reproduksi aktif atau berhenti bereproduksi, (b, c,d.). Fase 9 telah memiliki  $\alpha$  dan/atau oosit oosit yang sangat kuning dan merupakan tipikal ikan pasca pemijahan atau ikan dewasa namun belum bereproduksi secara aktif (Itano, 2000). Fase 10 yang diklasifikasikan sebagai ikan dewasa yang tidak aktif secara reproduktif dalam kajian ini (Gambar 7).



Gambar 6. Fase perkembangan gonad ikan tuna madidihang (a) Fase 8, (b, c,d), Fase 9 (Itano, 2000)



Gambar 7. Perkembangan gonad ikan tuna madidihang Fase ke-10 dengan oosit yang tidak menguning tetapi sedang berkembang (Itano, 2000)

Ciri-ciri perkembangan gonad ikan tuna madidihang dalam 10 Fase perkembangan tersebut disimpulkan dalam Tabel 1. Berdasarkan ciri perkembangan gonad pada Tabel 1 maka tingkat kematangan gonad dikelompokkan menjadi 5 sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1 Perkembangan gonad ikantuna madidihang secara histologis menurut Itano (2000)

Fase	Klasifikasi	Kondisi oosit	Keterangan
1	Belum dewasa	Mayoritas oosit dalam tahap diploten akhir dan perinukleus awal	Oosit yang dompak dan berwarna gelap akibat hematoksilin
2	Belum dewasa	Kombinasi oosit dalam fase perinukleus awal dan akhir. Tidak ditemukan granula kuning telur	Fase perkembangan awal
3	Belum dewasa	Setengah kuning	Granula atau globula kuning telur dengan noda merah yang ditemukan dari tepi dalam sel sepanjang $\frac{3}{4}$ jaraknya ke zona perinuklear
4	Dewasa	Tanpa kuning telur atau sebagian kuning telur	Dianggap telah mencapai kuning telur sepenuhnya dan berpotensi untuk bereproduksi namun kembali ke kondisi reproduksi yang tidak aktif

Tabel 1 lanjutan

Fase	Klasifikasi	Kondisi oosit	Keterangan
5	Dewasa	Oosit penuh dengan kuning telur ditemukan namun tidak ada folikel ovulasi	Ikan dewasa yang berpotensi untuk bereproduksi
6	Dewasa	Oosit yang dipenuhi kuning telur ditemukan. Oosit ini dalam kondisi nukleus bermigrasi atau oosit terhidrasi, dan/atau folikel paska ovulasi.	Ikan dengan pemijahan aktif dengan atresia nol atau minor. Ikan yang aktif secara reproduktif.
7	Dewasa	Oosit yang dipenuhi kuning telur ditemukan. Oosit ini dalam kondisi nukleus bermigrasi atau oosit terhidrasi, dan/atau folikel postovulasi.	Ikan dengan pemijahan aktif dengan atresia yang signifikan
8	Dewasa	Beberapa oosit yang dipenuhi kuning telur ditemukan namun tidak dalam kondisi nukleus bermigrasi atau terhidrasi. Tidak ditemukan POF ( <i>Premature Ovarium Failure</i> —Kegagalan Ovarium Prematur)	Ikan yang berpotensi secara reproduktif dengan atresia yang signifikan
9	Dewasa	Oosit yang dipenuhi kuning telur tidak ditemukan namun atresia oosit ini ditemukan.	Ikan dewasa dalam fase non pemijahan
10	Dewasa	Oosit yang dipenuhi kuning telur tidak ditemukan. Oosit menyerupai Fase 1 atau 2	Ikan dewasa dalam kondisi atretik yang sudah berkembang atau tahap lanjut, pasca fase pemijahan

Tabel 2. Karakteristik tingkat kematangan gonad (TKG) ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) berdasarkan hasil pengamatan histologis (Itano, 2000)

Kategori	Stage	Ciri histologis
<i>Immature</i>	1,2,3	Oosit Belum ditemukan adanya <i>fully yolksac</i> oosit
<i>Mature</i>	4 – 10	Telah mulai berkembang menuju <i>fully yolksac</i> oosit
<i>Reproductively active</i>	5,6,7	Sebagian sudah mencapai <i>fully yolksac</i> oosit
<i>Spawning</i>	6,7,5	Sebagian besar telah mencapai <i>fully yolksac</i> oosit
<i>Reproduktive inactive = atretic</i>	4,8,9,10	Telah memiliki <i>fully yolksac</i> oosit tapi kembali ke kondisi yang tidak terlalu aktif atau benar-benar tidak aktif.

Diameter gonad dihitung dengan menggunakan mikroskop Olympus. Sampel telur diambil sebanyak 20 butir. Ukuran diameter telur setiap ekor ikan tuna madidihang adalah nilai diameter rata-rata dari 20 butir telur yang diamati setiap sampel.

#### e) Musim pemijahan

Musim pemijahan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone ditentukan melalui perkembangan TKG, yaitu munculnya secara massif individu dengan TKG

IV (*reproductive active*) . Hal ini mengacu pada Widodo (1986) yang menyatakan bahwa musim pemijahan terjadi sekitar satu bulan setelah ikan mencapai persentasi matang gonad tertinggi.

#### f) Fekunditas

Fekunditas ikan tuna madidihang dihitung dengan menggunakan persamaan (Effendie, 2002; Murua et al., 2003):

$$F = \frac{Q}{q} \times n$$

Keterangan: F = fekunditas (butir); Q = berat gonad (g); q = berat sub-sample gonad (g); n = jumlah telur dalam sub-sample gonad (butir).

Hubungan panjang cagak dengan fekunditas dihitung dengan persamaan (Effendie, 2002) yaitu:

$$F = a FL^b$$

atau dalam bentuk persamaan linear yaitu:

$$\text{Log } F = \text{log } a + b \text{ log } FL$$

Keterangan: F = Fekunditas (butir); FL = *Fork length* (panjang cagak) (cm) ; a dan b = konstanta

#### g) Kebiasaan makan

Untuk mengetahui jenis makanan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone digunakan metode indeks relatif penting seperti yang diuraikan Yesaki (Mallawa et al., 2014) dengan persamaan:

$$\text{IRP} = (\% W) \times (\% F)$$

Keterangan: % W = persentase berat suatu jenis makanan; % F = persentase kejadian suatu jenis makanan.

Untuk mengetahui makanan utama ikan tuna madidihang digunakan analisis yang dikembangkan oleh Natarjan dan Jingram (Mallawa et al., 2014) yaitu metoda "*Index of Preponderance*" dengan persamaan:

$$IP = \frac{(vixoi)}{\sum(vixoi)} \times 100\%$$

Keterangan: vi = persentase berat suatu jenis makanan; oi = persentase kehadiran (FK) suatu jenis makanan; sedang nilai oi diperoleh dengan persamaan:

$$FK = (A/B) \times 100 \%$$

Keterangan: A = tingkat kehadiran makanan ke i dalam lambung ikan; B = total organisme dalam lambung ikan.

## E. Hasil

### 1. Komposisi sampel

Sampel yang diukur selama penelitian bulan Juli 2018 – Juni 2019 sebanyak 12.936 ekor. Namun selama penelitian tersebut terdapat dua bulan di antaranya nelayan tidak melakukan aktivitas penangkapan di setiap stasiun. Pada Stasiun 1 (Teluk Bone bagian Utara) nelayan tidak melakukan aktivitas penangkapan pada bulan Januari dan Februari (Tabel 3), sedangkan pada Stasiun 2 (teluk Bone bagian Selatan) nelayan tidak melakukan aktivitas penangkapan pada bulan November dan Desember (Tabel 4). Hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang tidak memungkinkan nelayan mengoperasikan alat tangkapnya. Selain itu nelayan sulit menemukan gerombolan ikan di sekitar rumpon. Panjang cagak (FL=*Fork length*) sampel yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 20 – 192 cm, atau rata-rata 84,36 cm. dan berat berkisar antara 0,35 – 99,1 kg atau rata-rata 17,08 kg (Lampiran 1).

Komposisi panjang cagak dan berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Utara dipaparkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Komposisi jumlah sampel, dan ukuran panjang sampel ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Utara selama penelitian

Bulan	N	Minimum		Maksimum		Rerata		Simpangan Baku	
		FL	W	FL	W	FL	W	FL	W
Jul.2018	168	38,80	1,31	179	83,00	69,79	8,25	25,44	11,51
Agt.2018	1554	35,00	1,01	170	90,23	64,95	7,00	23,69	8,94
Sep.2018	2722	37,00	1,00	167	90,67	70,24	8,70	26,18	12,19
Okt.2018	1185	20,00	0,35	161	85,72	71,18	10,03	31,86	12,28
Nop.2018	1070	26,00	0,46	165	81,11	74,46	10,51	27,75	11,74
Des.2018	486	29,00	0,50	186	81,91	77,86	12,77	29,87	10,77
Mar.2019	702	59,00	3,00	153	70,23	112,99	27,36	18,01	11,08
Apr.2019	405	24,00	0,46	174	85,89	79,59	17,69	43,98	19,09
Mei.2019	988	25,00	0,46	188	99,21	101,70	24,20	35,89	16,18
Jun.2019	1090	61,00	3,15	192	95,40	113,86	31,23	25,91	20,22
Total	10.366	20,00	0,35	192	99,21	81,19	14,43	33,36	15,88

Keterangan: N = Jumlah (ekor); FL = *Fork length* (panjang cagak, cm); W = *Weight* (berat ikan, g)

Tabel 3 menunjukkan jumlah sampel yang diukur pada bagian Utara penelitian sebanyak 10.366 ekor yang mempunyai panjang cagak berkisar antara 20 – 192 cm atau panjang rata-rata 81,19 cm. Ukuran berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Utara selama penelitian berkisar

antara 0,35 – 99,21 kg atau rata-rata 14,43 kg. Sampel terbanyak diperoleh pada bulan September 2018 dan sampel paling sedikit diperoleh pada bulan Juli 2018. Ukuran panjang rata-rata terkecil pada bulan Agustus 2018 dan panjang rata-rata terbesar pada bulan Maret 2019. Berdasarkan ukuran berat, ukuran berat rata-rata terkecil pada bulan Oktober 2018 dan tertinggi pada bulan Mei 2019 (Lampiran 1)

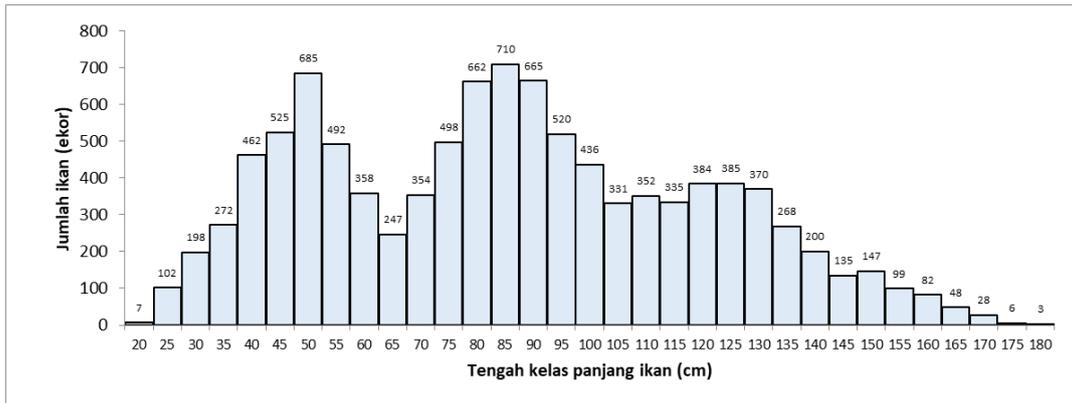
Komposisi jumlah sampel, panjang serta berat sampel yang diperoleh selama penelitian di Stasiun 2, perairan Teluk Bone bagian Selatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Komposisi jumlah sampel, panjang maksimum-minimum dan rata-rata panjang sampel ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Selatan selama penelitian

Bulan	N	Minimum		Maksimum		Rerata		Simpangan Baku	
		FL	W	FL	W	FL	W	FL	W
Juli 2018	111	63	5,61	153	68,00	100,03	19,42	17,27	11,52
Agt.2018	157	82	10,00	159	69,00	97,17	15,79	12,95	9,54
Sep. 2018	121	64	7,40	125	35,00	86,47	13,52	15,86	5,29
Okt.2018	178	89	11,00	160	73,00	106,88	22,71	12,17	9,75
Nop.2018	131	92	14,00	162	85,00	108,03	23,22	12,52	10,73
Des.2018	51	66	13,67	115	54,69	83,20	27,64	11,34	9,52
Mar.2019	238	63	8,80	135	68,64	81,59	23,44	15,22	9,04
Apr. 2019	394	60	8,36	144	89,87	96,95	30,57	17,09	13,95
Mei. 2019	817	64	8,14	150	97,35	96,67	30,87	14,59	14,46
Jun.2019	372	72	10,03	155	93,06	104,35	37,15	15,42	15,83
Total	2570	60	5,61	162	97,35	97,14	27,79	16,60	14,47

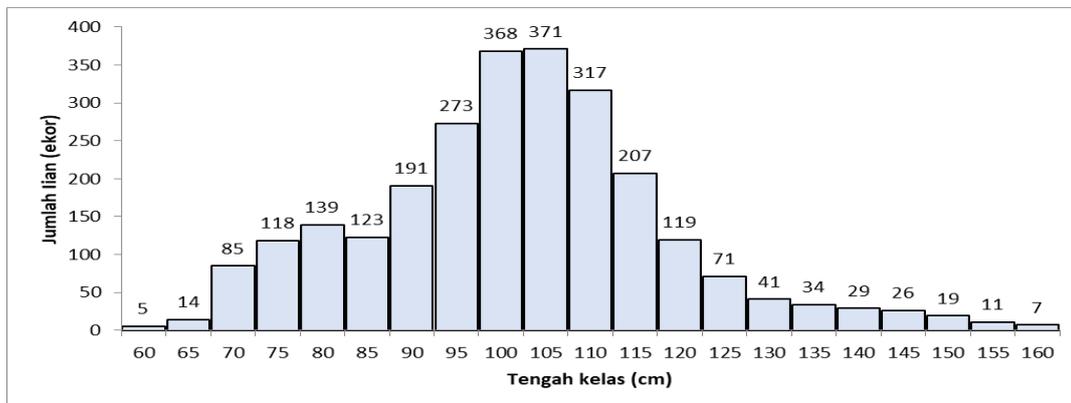
Keterangan: N = Jumlah (ekor); FL = *Fork length* (panjang Cagak, cm); W= *Weight* (Berat ikan, g)

Tabel 4 menunjukkan komposisi dan jumlah sampel yang diukur pada Stasiun 2 (bagian Selatan) sebesar 2.570 ekor yang mempunyai pajang cagak antara 60 – 162 cm atau rata-rata 97,4 cm. Berat sampel berkisar antara 5,61 – 97,35 kg atau rata-rata 27,79 kg. Sampel terbanyak pada bulan Mei 2019. Sampel paling sedikit pada bulan Desember 2018. Panjang rata-rata ikan terbesar pada bulan Nopember 2018 dan terkecil pada bulan Maret 2019. Rata-rata berat ikan terbesar adalah pada bulan Juni dan terkecil pada bulan September 2018. Komposisi ukuran panjang cagak yang tertangkap pada kedua stasiun disajikan pada Gambar 8 dan 9. Panjang ikan yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Utara tidak ditemukan adanya ukuran ikan yang dominan (Gambar 8, Lampiran 1). Namun ukuran pada tengah kelas 85 cm merupakan ukuran yang terbanyak yang paling banyak yaitu 710 ekor (6,85%).



Gambar 8. Komposisi jumlah sampel ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Utara

Gambar 9 menunjukkan bahwa ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan juga tidak ditemukan adanya ukuran yang dominan namun ukuran panjang terbanyak adalah pada tengah kelas 100 dan 105 cm yaitu 368 ekor (14,32%) dan 371 ekor (14,45%). Jumlah terkecil adalah ikan dengan ukuran panjang cagak 60 cm yaitu 6 ekor (0,19%) dari 2.570 ekor sampel ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan

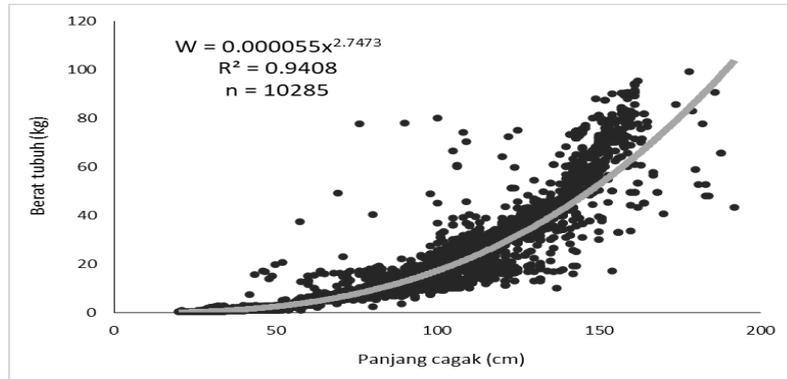


Gambar 9. Komposisi ukuran ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone bagian Selatan.

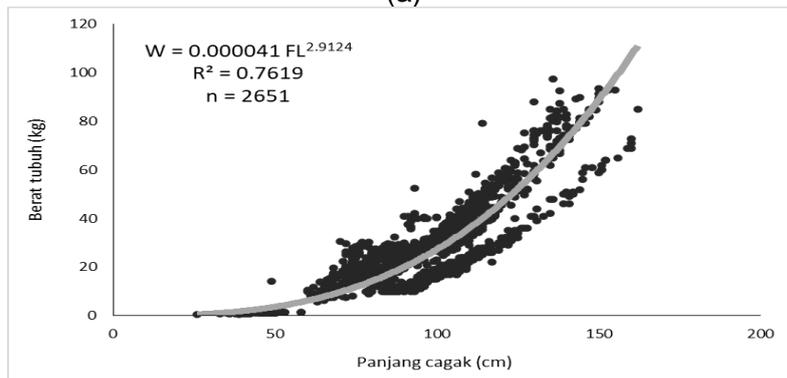
.Komposisi ukuran panjang dan berat ikan sampel pada perairan Teluk Bone bagian Utara berbeda dengan bagian Selatan. Hal ini sesuai dengan hasil uji beda terhadap sampel yang diperoleh di kedua stasiun dengan nilai signifikansi 0.000 (Lampiran 2 dan Lampiran 3).

## 2. Hubungan panjang berat

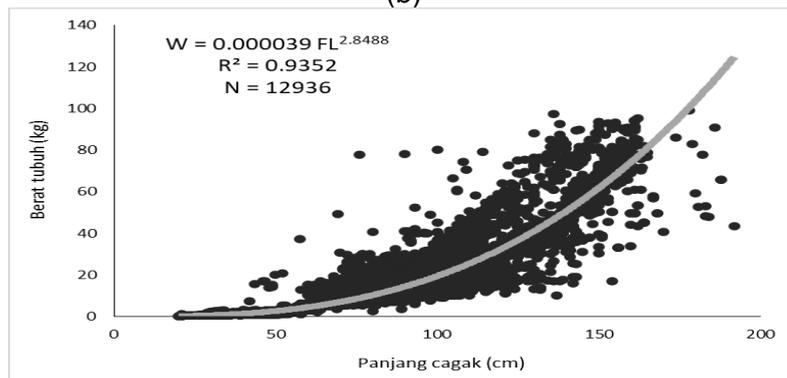
Hasil analisis hubungan panjang berat diperoleh grafik hubungan panjang berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone ditampilkan pada Gambar 10.



(a)



(b)



(c)

Gambar 10. Regresi hubungan panjang berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone. (a) bagian Utara, (b) bagian Selatan, (c) Gabungan Utara dan Selatan

Hasil analisis persamaan regresi linier diperoleh untuk nilai a nilai b (*intercept*) dan persamaan hubungan panjang berat dengan memasukkan nilai tersebut ke persamaan  $W = aL^b$  ditampilkan pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis hubungan panjang berat pada Tabel 5 menunjukkan hubungan panjang berat dengan koefisien korelasi (R) untuk perairan Teluk Bone bagian utara dan perairan Teluk Bone bagian Selatan masing-masing adalah 0,982 dan 0,873 untuk sampel gabungan kedua stasiun adalah 0,967. Huruf a menunjukkan bahwa variabel independen (panjang cagak) mempunyai hubungan yang sangat kuat memengaruhi pertambahan berat ikan tuna madidihang (Lampiran 4, Lampiran 5 dan Lampiran 6)

Tabel 5. Nilai regresi hubungan panjang berat ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone

Wilayah	a	b	r	Hub. panjang-berat
Utara	0,000055	2,7473	0,982 <sup>a</sup>	$W = 0,000055FL^{2,7473}$
Selatan	0,000041	2,9124	0,873 <sup>a</sup>	$W = 0,000041FL^{2,9124}$
Utara & Selatan	0,000039	2,8488	0,967 <sup>a</sup>	$W = 0,000039FL^{2,8488}$

Hasil *uji one-sample t-test* seperti pada Lampiran 7 menunjukkan bahwa nilai *sig.(2-tailed)*  $0,076 > 0,05$  dan nilai  $t_{tabel} 4,30625 > t_{hitung} 3,408$ . Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai b yang diperoleh dari analisis hubungan panjang berat tidak sama dengan 3 ( $b < 3$ ). Dengan demikian dinyatakan bahwa pola pertumbuhan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone baik pada bagian utara (Stasiun 1), bagian selatan (Stasiun 2) dan secara gabungan adalah alometrik negatif. Huruf a menunjukkan kuatnya hubungan antara panjang dan berat ikan tuna madidihang (Lampiran 7).

### 3. Faktor kondisi

Hasil perhitungan faktor kondisi pada seluruh ikan sampel pada di perairan Teluk Bone bervariasi berdasarkan bulan. Nilai faktor kondisi pada perairan Teluk Bone bagian Utara berkisar antara 0,1 – 4,7 dengan rata-rata  $1,03 \pm 0,25$ . Nilai faktor kondisi rata-rata tertendah terjadi pada bulan April yaitu 0,9. dan tertinggi terjadi pada bulan September yaitu 1,09. Pada perairan Teluk Bone bagian Selatan nilai faktor kondisi berkisar antara 0,24 – 4,26 dengan rata-rata  $1,07 \pm 0,43$ . Nilai factor kondisi rata-rata tertinggi pada di perairan Teluk Bone bagian Selatan terendah dan tertinggi pada bulan Desember dan Juli masing-masing 0,60 dan 1,74.

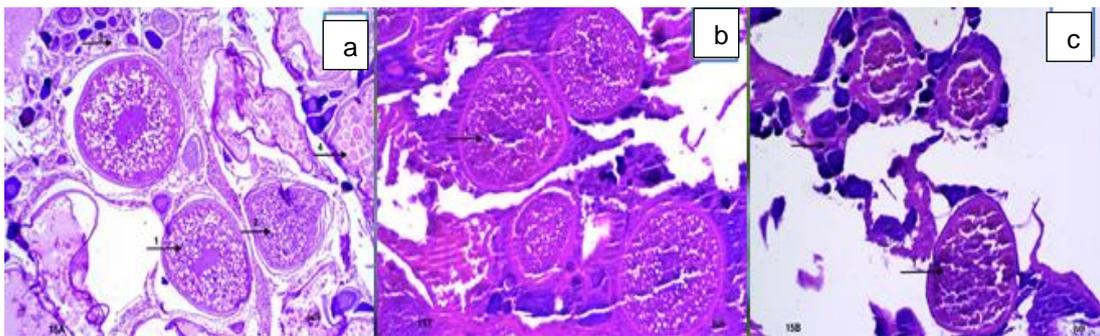
Nilai faktor kondisi berdasarkan bulan selama penelitian pada masing-masing stasiun dipaparkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Faktor kondisi relatif ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Utara dan Teluk Bone bagian Selatan selama penelitian.

Waktu	Teluk Bone bagian Utara			Teluk Bone bagian Selatan		
	N	Kisaran	Rata-rata±SD	N	Kisaran	Rata-rata±SD
Juli 2018	168	0,10 – 2,40	1,06 ± 0,23	166	0,88 – 4,26	1,74 ± 0,42
Agu 2018	1554	0,15 – 2,28	1,08 ± 0,21	157	1,15 – 2,21	1,72 ± 0,18
Sep 2018	2722	0,13 – 3,64	1,09 ± 0,28	146	0,80 – 3,52	1,65 ± 0,67
Okt 2018	1185	0,20 – 3,43	1,05 ± 0,28	178	1,34 – 1,79	1,52 ± 0,08
Nop 2018	1070	0,28 – 2,31	0,99 ± 0,19	131	1,19 – 1,90	1,54 ± 0,09
Des 2018	486	0,28 – 1,93	0,99 ± 0,24	51	0,42 – 0,82	0,60 ± 0,07
Mar 2019	647	0,70 – 1,64	0,95 ± 0,10	238	0,32 – 1,18	0,68 ± 0,19
Apr 2019	375	0,27 – 4,07	0,90 ± 0,37	395	0,24 – 1,18	0,86 ± 0,16
Mei 2019	988	0,17 – 2,46	0,99 ± 0,26	817	0,44 – 1,49	0,87 ± 0,09
Jun 2019	1.090	0,47 – 2,40	0,94 ± 0,15	372	0,42 – 1,38	0,88 ± 0,08
Total	10285	0,10 – 4,07	1,03 ± 0,25	2651	0,24 – 4,26	1,07±0,43

#### 4. Tingkat kematangan gonad

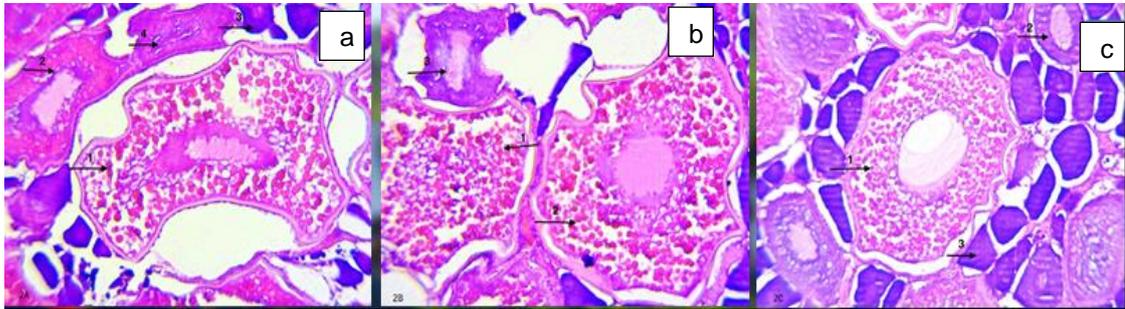
Sampel gonad yang diamati dalam penelitian ini diperoleh pada Stasiun I. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 33 ekor ikan tuna madidihang. Ukuran panjang ikan yang digunakan pada pengamatan TKG ikan adalah panjang cagak antara 66 cm sampai dengan 146 cm. Adapun hasil pengamatan tersebut disajikan pada Gambar 10 dan 11. Hasil pengamatan gonad TKG ikan tuna madidihang secara histologis di perairan Teluk Bone selama penelitian pada Lampiran 8.



Gambar 11. Sampel gonad dari Panjang cagak 66 cm. (a) anterior, (b) tengah, (c). posterior. (pembesaran 20X, pewarnaan *Mayers haematoxylin*)

Pada Gambar 11 (a) anterior, muncul kuning telur dan masih terlihat nukleus namun baru sebagian, Gambar 10(b) tengah, belum kelihatan kuning telur, Gambar

10(c). posterior, sama pada Gambar 10(b) bagian tengah, belum kelihatan adanya kuning telur sehingga TKG digolongkan sebagai *active reproductive*

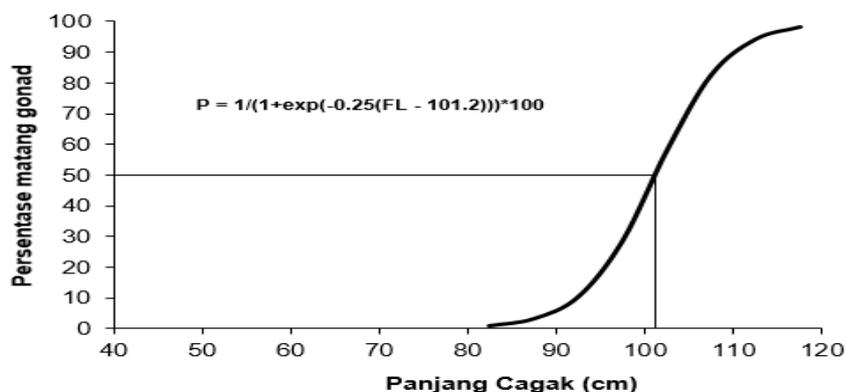


Gambar 12. Panjang cagak 146 cm. (a) anterior, (b) Tengah, (c). posterior (pembesaran 20X pewarnaan Mayers haematocxylin Eosin)

Pada Gambar 12(a) (anterior) dan 12(b) (tengah) terlihat perkembangan gonad pada bagian anterior dan terlihat gonad berisi kuning telur namun tidak penuh (*partially yolked*) pada bagian posterior oosit sudah penuh (*fully yolked*). Selanjutnya pada Gambar 11(c) muncul kuning telur dan masih terlihat nukleus namun baru sebagian Berdasarkan Gambar 12 tersebut tingkat kematangan gonad pada ikan dengan panjang 146 cm tersebut adalah *early vitellogenic*. Hasil pengamatan seperti pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa belum ditemukan adanya ikan tuna madidihang yang matang gonad di perairan Teluk Bone selama penelitian.

### 5. Panjang pertama matang gonad

Ukuran panjang pertama matang gonad (Lm) merupakan indikator ukuran kedewasaan jenis ikan. Grafik ukuran pertama kali matang gonad dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Kurva logistik untuk estimasi ukuran panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone.

Berdasarkan Gambar 13 dapat dijelaskan bahwa ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone ukuran panjang pertama matang gonad pada panjang cagak 101,18 cm. Hasil perhitungan ukuran pertama kali matang gonad dengan menggunakan metode King dapat dilihat pada Lampiran 9

## 6. Fekunditas

Analisis fekunditas dilakukan pada 33 sampel ikan tuna madidihang yang memiliki panjang cagak berkisar 66,00 – 148,00 cm dan berat tubuh berkisar 5,10 – 31,48 kg memiliki fekunditas berkisar 46.685 – 316.681 butir dan diameter telur berkisar 0,2000 - 1,1353 mm. Adapun fekunditas dan diameter gonad berdasarkan panjang cagak dan berat tubuh disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Fekunditas dan jumlah oosit per gram berdasarkan panjang cagak dan berat tubuh ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone

Panjang cagak (cm)	Berat ikan (kg)	Berat gonad (g)	Rata-rata diameter telur ( $\mu\text{m}$ )		Fekunditas (butir)
			Rata-rata	Kisaran	
66	5,44	150	0.4842	0,4163 – 0,5477	96,562
66	5,60	100	0.6613	0,5323 – 0,7498	46,685
69	5,51	130	0.4929	0,4000 – 0,5812	73,574
69	6,08	130	0.5798	0,4497 – 0,6992	81,681
70	5,10	100	1.0262	0,3830 – 0,6968	60,341
70	5,94	140	0.4764	0,8800 – 1,136	84,910
72	6,35	100	0.9048	0,4655 – 0,6164	49,625
72	6,59	270	0.5493	0,8165 – 1,033	163,524
73	6,38	500	0.8724	0,8165 – 1,0132	248,885
74	6,27	110	0.7475	0,5142 – 0,8819	65,927
75	6,93	70	0.8835	0,800 – 0,9499	119,575
77	8,30	70	0.4856	0,400 – 0,5667	104,342
77	8,30	160	0.5155	0,4320 – 0,6164	79,050
80	8,86	180	0.4723	0,3830 – 0,5831	104,317
83	9,19	270	0.9520	0,7400 – 1,1300	137,040
87	14,26	310	0.5207	0,4163 – 0,6498	147,685
89	15,32	330	0.5141	0,4830 – 0,6164	221,567
93	15,12	360	0.5207	0,4163 – 0,6898	174,275
94	16,15	280	0.5127	0,4667 – 0,5667	170,887
95	18,42	330	0.4721	0,4163 – 0,5477	253,924
96	17,50	270	0.4897	0,4000 – 0,5667	186,046
98	19,27	340	0.4678	0,4000 – 0,5164	193,494
99	17,28	240	0.4681	0,3830 – 0,5323	126,135
106	31,48	420	0.4587	0,3651 – 0,5333	219,644
112	24,00	460	0.4627	0,3651 – 0,5477	232,061
113	22,03	480	0.2462	0,2000 – 0,3162	316,861
114	29,02	340	0.4362	0,3652 – 0,5477	228,610
115	26,75	340	0.4356	0,3651 – 0,5323	179,903
117	23,00	270	0.4728	0,4163 – 0,6164	148,777
120	12,41	250	0.5232	0,4830 – 0,6110	134,356
129	30,59	400	0.6747	0,5831 – 0,7638	185,122
148	21,76	560	0.2675	0,2000 – 0,3830	262,252

Hasil perhitungan regresi hubungan panjang cagak dengan fekunditas seperti ditampilkan pada Lampiran 10. Jika nilai a dan nilai b dimasukkan ke dalam persamaan  $F = aFL^b$ , maka diperoleh persamaan regresi hubungan antara panjang cagak dan fekunditas menjadi  $F = 4,414 FL^{1,654}$ , dengan tingkat signifikansi sebesar 0,003. Hal ini bermakna bahwa panjang cagak atau ukuran panjang ikan berhubungan dengan pertambahan fekunditas ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone.

Untuk melihat sejauh mana keeratan hubungan panjang cagak dan fekunditas dapat dilihat pada *Model Summary* dari hasil analisis regresi pada Lampiran 10A, diperoleh nilai koefisien korelasi  $R = 0,705$  dan koefisien determinan  $R^2 = 0,496$ .

Diameter telur ikan tuna madidihang yang ditemukan selama penelitian berkisar 0,2000 – 1,1353 mm, masing-masing dengan frekuensi tertinggi pada kisaran diameter 0,4100 – 0,5000 mm yaitu 41,72% dan frekuensi terendah pada kisaran 1,1000 – 1,2000 yaitu 0,61%.

## 7. Kebiasaan makanan

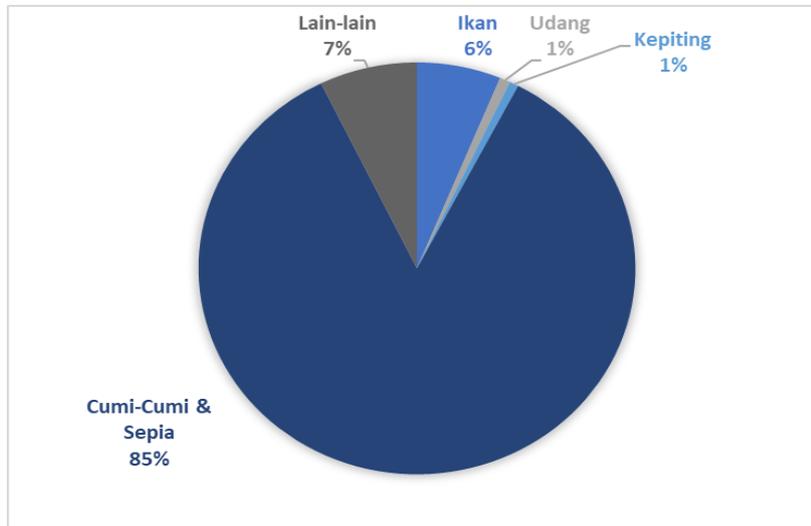
Sebanyak 13 ekor ikan tuna madidihang yang digunakan untuk analisis kebiasaan makanan. Hasil pengamatan kebiasaan makan ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone adalah ikan, cumi-cumi, udang, kepiting dan lain-lain namun sebagian besar tidak dapat diidentifikasi karena dalam kondisi yang tidak utuh. Komposisi makanan yang didapatkan selama penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi makanan yang terdapat dalam lambung ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone

No.	Kelompok makanan	Komposisi makanan
1.	Ikan	Ikan yang teridentifikasi, ikan yang tidak teridentifikasi, potongan kepala, badan, ekor, tulang.
2.	Udang	Udang yang teridentifikasi dan tidak teridentifikasi, potongan kepala, badan dan dan karapaks.
3.	Kepiting	Kepiting utuh, potongan-potongan karapaks kepiting.
4.	Cumi-cumi dan sotong	<i>Sepia</i> , <i>Loligo</i> , dan potongan yang tidak utuh.
5.	Lain-lain	Makanan yang tidak dapat dipastikan sebagai ikan, udang, kepiting atau cumi-cumi

Adapun hasil perhitungan *Index of preponderance* kebiasaan makanan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone disajikan pada Gambar 14. Hasil

pengamatan jenis-jenis makanan yang ditemukan pada usus ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone selama penelitian disajikan pada Lampiran 11.



Gambar 14. Komposisi makanan ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone

## F. Pembahasan

### 1. Komposisi sampel

Pada umumnya nelayan tuna yang beroperasi di Teluk Bone tidak dapat melakukan operasi penangkapan sekitar 2 sampai dengan 4 bulan yaitu pada bulan November – Februari. Selama penelitian, nelayan dengan *fishing base* di Desa Cimpu dan Desa Bonepute, Kabupaten Luwu, tidak dapat melakukan penangkapan sampai pada bulan Desember 2018 dan musim selanjutnya dimulai pada bulan Maret 2019, sedangkan nelayan di Lonrae, Bone, hanya dapat melakukan operasi penangkapan sampai pada bulan November namun pada tahun berikutnya sudah dapat melakukan operasi penangkapan pada bulan Februari 2019. Hal ini kemungkinan disebabkan karena ikan tuna madidihang melakukan migrasi ke Laut Flores. Hasil penelitian kajian potensi penangkapan tuna yang didominasi oleh ikan tuna madidihang di perairan Kabupaten Kepulauan Selayar terjadi pada bulan Desember (Zainuddin et al., 2015). Hasil sama dikemukakan oleh Safruddin et al. (2019) bahwa potensi penangkapan ikan pelagis besar termasuk ikan tuna madidihang di Teluk Bone terjadi pada bulan April – September karena pada bulan Desember – Maret baru bergerak masuk ke perairan Teluk Bone.

Hasil analisis uji beda dengan menggunakan *independent-sample t test* baik panjang cagak maupun berat tubuh ikan yang didaratkan pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 adalah berbeda sangat signifikan ( $p < 0.05$ ). Perbandingan ukuran panjang cagak ikan tuna madidihang di beberapa lokasi dan penelitian sebelumnya disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan ukuran panjang cagak ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan Teluk Bone dengan perairan lainnya

Lokasi	Kisaran FL (cm)	Rerata FL (cm)	Referensi
Samudra Hindia (Bali & Lombok)	81 – 171	129,28	Muhammad & Barata (2012)
Samudra Hindia	43 – 178(M) 30 – 170(F)	135,3 130,8	Wujdi et al. (2015)
Samudera Hindia	78 – 185		Ghofar et al. 2021)
Benoa, Bali	75 – 179	133,71	Hartaty & Sulistyaningsih (2014)
Laut Banda	25 – 178	94,0	Haruna et al. (2018)
Laut Banda	55 – 215	-	Damora & Baihaqi (2013)
Pulau Simeulue Aceh,	45,5 – 111,5	-	Burhanis et al. (2017)
Pantai Timur India	20 – 185	101,9	Rohit et al. (2012)
Teluk Bone	40 – 160	NA	Kantun & Amir (2016)
Teluk Bone	20 – 192	84,35	Penelitian ini

Komposisi ukuran ikan tuna yang tertangkap di perairan Teluk Bone berkisar antara adalah 20 – 192 cm dengan rata-rata  $84,35 \pm 31,41$  cm. Panjang cagak ikan yang di perairan Teluk Bone bagian utara berkisar antara 20 – 192 cm dengan rata-rata  $86,252 \pm 0,2894$  cm. Sebaliknya, di perairan Teluk Bone bagian Selatan berkisar antara 60 – 162 cm dengan rata-rata 97,14 cm. Hasil tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian terhadap ikan tuna madidihang yang didaratkan di pelabuhan Benoa Bali yaitu mempunyai panjang cagak 77 – 180 cm dengan rata-rata 132,53 cm (Jatmiko et al., 2017). Demikian juga hasil penelitian di perairan Selat Makassar diperoleh kisaran panjang antara 25 – 145 cm (Kantun et al. 2014a). Perbedaan ukuran tersebut dapat dipengaruhi kedalaman perairan tempat operasi alat tangkap (Barata et al., 2012). Selain itu, panjang tali pancing juga dapat memengaruhi ukuran ikan tuna yang tertangkap. Ikan tuna madidihang hidup sampai pada kedalaman 200 m atau di atas lapisan termoklin, di sisi lain nelayan Teluk Bone khususnya di *home base* Cimpu dan Bonepute yang melakukan operasi penangkapan di perairan Teluk Bone umumnya menggunakan panjang tali pancing  $\pm 50$  m. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Kantun et al., 2014a) bahwa pada umumnya ikan yang tertangkap pada kedalaman 30 – 40 m, lebih kecil jika dibandingkan dengan ikan yang tertangkap pada kedalaman  $\geq 50$  m.

Demikian juga dengan ikan tuna madidihang yang tertangkap pada kedalaman < 200 m lebih kecil jika dibandingkan dengan ikan tuna madidihang yang tertangkap pada kedalaman > 200 m (Kantun et al., 2018). Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Nurdin et al. (2019), menyatakan bahwa ikan tuna madidihang ukuran cagak 100 – 200 cm dapat dideteksi di sekitar rumpon sampai pada kedalaman 200 – 500 m. Faktor lain yang diduga berpengaruh adalah pola migrasi ikan tuna madidihang pada daerah rumpon, ketersediaan jenis makanan (Kantun et al., 2014b).

## 2. Hubungan panjang berat

Berdasarkan hasil analisis hubungan panjang berat ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone bagian Utara, dan Selatan maupun secara gabungan nilai  $b < 3$ . Pola pertumbuhan ikan tuna gabungan adalah alometrik negatif. Pola pertumbuhan alometrik negatif bermakna bahwa penambahan panjang ikan tuna madidihang tersebut lebih cepat daripada penambahan berat. Penelitian ini mempunyai kesamaan dengan beberapa penelitian hubungan panjang berat ikan tuna madidihang di beberapa perairan (Tabel 10).

Tabel 10. Hubungan panjang berat ikan tuna madidihang di beberapa lokasi perairan

Lokasi	Nilai a	Nilai b	Nilai korelasi		Pola hubungan	Referensi
			R	R <sup>2</sup>		
Perairan Selat Makassar	0,000 (♀) 0,000 (♂)	2,565 (♀) 2,623 (♂)	-	0,941 (♀) 0,944 (♂)	Alometrik - Alometrik -	Kantun & Yahya (2013)
Laut Cina Selatan	0,0096	2,5480	-	0,9243	Alometrik -	Ma et al. (2016)
Perairan Andaman & Nicobar	0,00002 (♀) 0,00001 (♂)	2,92 (♀) 3,12 (♂)	0,95 (♀) 0,98 (♂)		Alometrik - Alometrik +	Kar et al. (2012)
Benoa Bali	3x10 <sup>-5</sup>	2,911	0,967		Alometrik -	Hartaty & Sulistyaningsih (2014)
Perairan Parangipettai India	-4,28 (♀) -4,46 (♂)	2,822 (♀) 2,784 (♂)		0,953 (♀) 0,973 (♂)	Alometrik - Alometrik -	Yosuva et al. (2018)
Eastern Indian Ocean	0,00002	3,0294		9635	Alometrik +	Jatmiko et al. (2014)
Laut Banda	0,0005	2,919	0,597		Alometrik -	Chodriyah. (2011)
Laut Maluku	0,0172 (♀) 0,0223 (♂)	2,983 (♀) 2,928 (♂)	0,968 (♀) 0,983 (♂)		Alometrik + Alometrik -	Wahono & Lumingas (2013)
Teluk Bone: Utara	0,00006	2,747			Alometrik -	Penelitian ini
Selatan	0,00004	2,912			Alometrik -	
Gabungan	0,00004	2,849			Alometrik -	

Berdasarkan beberapa penelitian pada Tabel 10, nilai hubungan panjang berat yang diperoleh dalam penelitian ini berada pada kisaran yang normal dan wajar. Hal ini dapat dilihat dari nilai  $b$  yang diperoleh berada pada kisaran penelitian-penelitian sebelumnya, dengan pola pertumbuhan ikan tuna madidihang umumnya alometrik negatif. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang ditemukan di perairan Selat Makassar (Kantun & Yahya, 2013), Laut Cina Selatan (Ma et al., 2016). Ikan tuna madidihang betina di perairan Pulau Andaman dan Nikobar (Kar et al., 2012), Benoa, Bali (Hartaty & Sulistyaningsih, 2014), perairan pantai Pangaipetai India (Yosuva et al., 2018), Laut Maluku (Wahono & Lumingas, 2013) dan Laut Banda (Chodriyah, 2011). Pertumbuhan alometrik positif hanya ditemukan di perairan Samudra Hindia bagian Timur (Jatmiko et al., 2014). Pertumbuhan isometrik ditemukan pada ikan tuna madidihang yang didaratkan di pelabuhan perikanan samudra Cilacap (Azizi et al., 2020).

Perbedaan pola pertumbuhan ini dipengaruhi oleh sifat dari ikan tuna madidihang yang mempunyai kebiasaan bermigrasi melintasi perairan samudra yang sangat luas. Sebagian besar tenaga yang diperoleh dari makanan digunakan untuk melakukan migrasi.

Estimasi yang diamati dari hubungan panjang-berat ikan dapat berbeda pada spesies yang sama yang berasal dari lokasi atau perairan yang berbeda. Perbedaan ini juga dapat dikaitkan dengan periode studi yang beragam mengingat dampak biologis dan lingkungan terhadap pola pertumbuhan ikan tuna madidihang (Kantun & Mallawa, 2016; Jalil et al., 2020).

### **3. Faktor kondisi**

Nilai faktor kondisi bervariasi berdasarkan waktu penangkapan (Tabel 6) Nilai faktor kondisi relatif ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan bagian Utara Teluk Bone berkisar 0,10 – 4,07 dengan rata-rata 1,03. Sebaliknya ikan yang tertangkap di perairan bagian Selatan berkisar 0,24 – 4,26 dengan rata-rata 1,07. Secara keseluruhan ikan yang tertangkap pada perairan Teluk Bone memiliki nilai faktor kondisi berkisar 0,11 – 4,72 dengan rata-rata 1,05.

Nilai faktor kondisi pada ikan muda lebih tinggi dan menurun seiring dengan penambahan ukuran umur ikan. Variasi  $K_n$  tersebut dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dapat berupa jenis kelamin, umur, tingkat kematangan gonad, kesehatan ikan dan ketersediaan makanan (King, 2007). Sedangkan faktor eksternal dapat berupa ketersediaan makanan dan kondisi

lingkungan perairan tempat ikan tersebut (Jatmiko et al., 2014). Faktor kondisi yang berkaitan dengan hubungan panjang berat merupakan gambaran ketersediaan makanan dan kesehatan ikan secara umum, perubahan faktor kondisi berdasarkan siklus musiman berkaitan dengan tingkat kematangan gonad (Jobling, 2004; Hossain, 2010). Nilai faktor kondisi ikan tuna madidihang berbanding lurus dengan panjang cagak (Azizi et al., 2020).

Kondisi matang gonad juga memengaruhi nilai faktor kondisi sampai pada saat ikan tersebut menjelang terjadinya pemijahan. Hasil yang berbeda ditemukan oleh Azizi et al. (2020) dimana ikan dengan panjang cagak lebih kecil juga memiliki nilai faktor kondisi lebih kecil.

#### 4. Panjang pertama kali matang gonad

Berdasarkan hasil analisis data di atas terlihat bahwa ukuran panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang ( $L_{m50\%}$ ) di perairan Teluk Bone yaitu 101,18 cm. Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian lainnya di beberapa lokasi yang berbeda dipaparkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Perbandingan ukuran panjang pertama matang gonad ikan tuna madidihang dari beberapa perairan

No.	Lokasi/Perairan	$L_{m50}$ (cm)	Metoda	Referensi
1.	Laut Banda	106	Histologi	Chodrijah (2011)
2.	Teluk Tomini	94,8	Histologis dan GSI	Mardijah & Patria, (2012)
3.	West-Central India Ocean	113,77(♀) 120,20(♂)	Morfologi	Zhu et al. (2008)
4.	Western Indian Ocean	102	Histologi	Zudaire et al. (2013)
5.	Perairan Indonesia & Filipina	98,13	Histologi	Itano (2000)
6.	ZEE India	57,6	Morfologi	Abdussamad et al. (2012)
7.	Western Pacific Ocean	107,77	Anatomi dan histologi	Sun et al. (2005)
9.	Teluk Bone	107,98(♀) 109,75(♂)	Morfologi	Kantun & Amir (2016)
8.	Teluk Bone	101,77	Morfologi	Penelitian sekarang ini

Keterangan:  $L_{m50}$  = Panjang Pertama matang Gonad

Berdasarkan Tabel 11 terlihat bahwa pada umumnya  $L_{m50\%}$  lebih besar dari hasil penelitian ini yaitu di Laut Banda (Chodrijah, 2011), Samudra Hindia Barat-Tengah (Zhu et al., 2008), Samudra Hindia Barat (Zudaire et al., 2013), (Sun et al., 2005). Namun hasil penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan hasil penelitian di Zona Ekonomi Eksklusif perairan India dan Teluk Tomini (Mardijah & Patria, 2012). Hasil penelitian tersebut juga dapat dikelompokkan pada perairan

samudra dan perairan teluk. Secara umum terlihat bahwa ikan yang tertangkap di perairan samudra memiliki ukuran matang gonad lebih besar dibandingkan dengan hasil dari perairan pantai, ikan tuna madidihang lebih cepat mencapai matang gonad pada daerah yang dekat dengan daratan dibandingkan dengan ikan pada daerah samudra (Sunet al., 2005; Abdussamad et al., 2012).

Hasil perhitungan panjang pertama matang gonad pada penelitian ini lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya di lokasi yang sama yang dilakukan oleh Kantun & Amir (2016). Secara umum penurunan panjang pertama matang gonad merupakan salah satu indikasi terjadinya gejala *over fishing*. Namun demikian perlu kajian yang lebih mendalam tentang penentuan *over fishing* berdasarkan nilai  $L_{m50\%}$ , sehingga hal tersebut sedapat mungkin sesuai dengan kondisi yang sesungguhnya.

Perbedaan ukuran  $L_{m50\%}$  tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adalah, alat tangkap, jumlah sampel yang dianalisis letak geografis (Itano, 2000). Pada umumnya ikan di daerah tropis lebih cepat matang gonad dibanding di daerah subtropis (Sun et al., 2005). Menurunnya ukuran panjang pertama matang gonad juga dapat disebabkan oleh tekanan populasi akibat penangkapan (Rochet, 2009). Perbedaan ukuran pertama matang gonad dalam penelitian biologi reproduksi khususnya pada ikan tuna madidihang dapat disebabkan oleh perbedaan metode pengamatan dan kriteria kematangan gonad yang digunakan (Zudaire et al., 2013). Perbedaan ukuran panjang pertama matang gonad dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan jumlah sampel gonad yang diamati.

## **5. Tingkat kematangan gonad**

Tingkat kematangan gonad ikan sangat berkaitan dengan musim pemijahan. Pada jenis ikan tertentu ditemukan TKG yang seragam namun jenis ikan yang lain ditemukan TKG yang beragam dalam satu waktu. Selain itu, analisis TKG sebagai dasar untuk menentukan ukuran panjang pertama ikan matang gonad ( $L_{m50}$ ).

Berdasarkan hasil pengamatan TKG pada penelitian ini, mengindikasikan bahwa ikan tuna madidihang melakukan pemijahan lebih dari satu kali sepanjang tahun. Hal ini sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Schaefer (2001) bahwa ikan tuna madidihang merupakan spesies yang mempunyai frekuensi pemijahan yang tinggi. Beberapa penelitian sebelumnya di berbagai lokasi menunjukkan adanya pola TKG gonad yang sama yaitu TKG yang bervariasi.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa hasil pengamatan TKG tuna madidihang tidak seragam, misalnya penelitian yang dilakukan di PPI Bena menunjukkan adanya TKG yang tidak seragam (Andamari et al., 2012). Penelitian yang dilakukan di perairan Laut Banda pada bulan Februari sampai dengan bulan Desember 2011 ditemukan TKG IV (Mardijah & Patria, 2012). Hal ini menjadi indikator bahwa ikan tuna madidihang melakukan pemijahan lebih dari satu kali dalam satu tahun.

Fase perkembangan gonad ikan tuna madidihang oleh Itano (2000) dikelompokkan ke dalam 10 fase. Fase 1 – 3 merupakan ikan yang belum matang gonad, selanjutnya fase 4 – 10 merupakan fase matang gonad yang ditandai dengan kuning telur memenuhi oosit atau artresia.

Hal ini menunjukkan adanya penurunan ukuran panjang pertama ikan tuna madidihang yang terdapat di perairan Teluk Bone jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya di lokasi yang sama oleh Kantun & Amir (2012). Oleh karena itu, untuk menjaga kelestarian dan keberlanjutan sumber daya tersebut perlu pemanfaatan dan pengelolaan yang bijaksana agar sumber daya perikanan tuna Madidihang, khususnya di perairan Teluk Bone dan WPP-NRI pada umumnya, tidak terancam dari kepunahan.

## **6. Fekunditas**

Fekunditas tuna madidihang yang ditemukan perairan Teluk Bone selama penelitian berkisar antara 46.065 – 316.681 butir. Jumlah tersebut sangat berbeda jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya, seperti Itano, (2000) di Samudra Pasifik bagian Barat yaitu 978.899 – 4061.460 butir untuk ikan dengan panjang cagak antara 87 – 149 cm, sedangkan di perairan Hawaii berkisar antara 425.354 – 10.611.913 butir untuk panjang cagak 116 – 154 cm.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti lainnya seperti pada Tabel 12. Tabel 12 menunjukkan nilai fekunditas yang ditemukan pada penelitian ini lebih kecil dibandingkan dengan penelitian lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh ukuran sampel yang berbeda. Pada penelitian lainnya sampel terkecil umumnya >100 cm kecuali penelitian Itano (2000) yang menggunakan sampel terkecil 87 cm. Pada penelitian ini sampel terkecil adalah FL 20 cm. Semakin besar ukuran sampel maka nilai fekunditas semakin tinggi sebaliknya semakin kecil ukuran sampel akan semakin kecil pula fekunditasnya (Rochet et al., 2009). Hal ini konsisten dengan hasil analisis hubungan antara panjang cagak dan

fekunditas dengan nilai signifikansi 0.000 dan koefisien korelasi sebesar 0,705 (Lampiran 10), dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Faktor lain yang memengaruhi nilai fekunditas adalah faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal antara lain adalah kondisi lingkungan perairan. Kondisi lingkungan perairan yang berbeda memberikan dampak yang berbeda pula terhadap fekunditas ikan tuna madidihang, secara sendiri atau secara bersama. Selain itu waktu pengambilan sampel dan musim penangkapan juga dapat memengaruhi fekunditas (Farley et al., 2006).

Tabel 12. Fekunditas ikan tuna madidihang di beberapa lokasi perairan

Lokasi	Panjang (cm)	Fekunditas (butir)	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Referensi
Laut Banda	111 – 145	14.595.000 – 45.720.000	34,60 – 50 ,97	Chodrijah (2011)
Benoa, Bali	137 – 153	2.715.515 – 6.744.001	-	Andamari et al. (2012)
Samudra Pasifik Barat	87 – 149	549.865 – 4.061.420	-	Itano (2000)
Perairan Hawaii	116 - 154	425.354 – 10.611.913	-	Itano (2000)
Teluk Bone	66 – 148	46.685 – 316.68	246,17 – 1.026,15	Penelitian ini

## 7. Kebiasaan makan

Kebiasaan makan ikan tuna madidihang dipengaruhi oleh perkembangan siklus hidup tersebut baik jenis maupun ukurannya, (Varela et al., 2017). Ikan tuna madidihang dikenal sebagai ikan yang mempunyai kebiasaan makan yang *euryphagic* yaitu ikan yang dapat memakan banyak jenis makanan sesuai dengan yang tersedia di sekitarnya (Burton, 1976; Hosseini & Kaymaram, 2016). Juvenil ikan tuna madidihang memakan zooplankton umumnya dari jenis Crustacea, ikan *epipelagic* dan *mezopelagic* pada ukuran sampai 10 cm (FAO Fisheries and Aquaculture Departement, tanpa tanggal). Ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan pantai Prigi, Jawa Timur, dengan menggunakan metode *Index Prefondenrance* terdiri atas ikan, udang dan cumi-cumi sebesar 84,17%, dan sisanya 15,89% merupakan organisme yang tak terdefiniskan (Nuraini et al., 2014).

Hasil penelitian Setyadji et al. (2012) di Samudera Hindia bagian Timur melaporkan komposisi jenis makanan yang terdiri atas makanan utama berupa ikan yang berasal dari famili Alipisauridae, Bramidae, Carangidae, Clupidae, Engraulidae, dan Scombridae, dengan proporsi sebesar 67,7%, dan makanan pelengkap berupa cumi-cumi, dan udang-udangan, masing-masing dengan proporsi sebesar 1,5% dan 0,3%, Demikian pula hasil penelitian yang dilakukan oleh

Mardijah (2008) bahwa isi lambung ikan tuna madidihang di perairan Marisa, Teluk Tomini, Gorontalo, didominasi oleh jenis ikan dari famili Tetraodontidae sebesar 17,8% merupakan jenis tertinggi jika dibandingkan dengan jenis makanan lainnya. Hosseini & Kaymaram (2016) melaporkan bahwa komposisi isi lambung ikan tuna madidihang di perairan Laut Oman didominasi oleh jenis kepiting rajungan, disamping jenis lainnya berupa aneka jenis ikan, Cephalopoda dan Crustacea lainnya.

Ikan malalugis (*Decapterus macarellus*) merupakan makanan utama bagi ikan tuna madidihang yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Bitung (Mardijah, 2008). Ikan terbang, ikan lentera, cumi-cumi, dan ikan bawal adalah jenis makanan yang dominan yang ditemukan pada usus ikan tuna madidihang di perairan Samudra Atlantik bagian Barat (Silva et al., 2019). Ikan tuna madidihang yang tertangkap di perairan pantai Timur India ditemukan makanan yang dominan pada ususnya berupa Teleostei, kepiting, cumi-cumi, dan udang (Rohit et al., 2012). Peneliti lainnya juga melaporkan bahwa komposisi makanan ikan tuna madidihang di Pelabuhan Perikanan Negombo, Srilangka, terdiri atas ikan, kepiting, dan udang, masing-masing sebesar 55%, 30%, 8% dan 6% (Perera & Weerasiri, 2020).

Jenis organisme yang dimangsa oleh ikan tuna madidihang dipengaruhi oleh beberapa faktor (Kuhnert et al., 2012) yaitu: (1) faktor lingkungan, yang meliputi suhu permukaan laut, (2) faktor biologi, seperti ukuran ikan, (3) temporal/musim, dan (4) spasial/letak lintang.

Berdasarkan hasil dari beberapa penelitian pada Tabel 8 menunjukkan bahwa ikan tuna madidihang tidak memiliki preferensi makanan jenis tertentu, atau dengan kata lain bahwa ikan tuna madidihang memakan sesuai dengan makanan yang tersedia pada lingkungannya (Rohit et al., 2012) atau disebut juga sebagai predator non-selektif (Pecoraro et al., 2016; Perera & Weerasiri, 2020). Ikan tuna yang berukuran kecil (FL < 40 cm) umumnya memakan euphasiids dan organisma plankton dan pada ukuran yang lebih besar (FL > 50 cm) umumnya memakan jenis-jenis ikan, Crustacea, dan Cephalopoda (Maldeniya, 1996). Nelayan pancing ulur (*handline*) yang beroperasi di perairan Teluk Bone, menggunakan rumpon sebagai alat bantu penangkapan sehingga jenis mangsa yang ditemukan adalah organisme yang hidup berkumpul di sekitar rumpon.

## G. Kesimpulan

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Komposisi ukuran ikan yang tertangkap di perairan Teluk Bone berkisar dari 20 – 192,7 cm dengan panjang rata-rata  $86,26 \pm 0,2893$  cm.
- b. Pola pertumbuhan ikan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di Teluk Bone adalah alometrik negatif.
- c. Tingkat kematangan gonad ikan tuna madidihang yang tertangkap selama penelitian menunjukkan adanya variasi yang mengindikasikan pola pemijahan ikan lebih dari satu kali setiap tahun.
- d. Ukuran panjang ikan tuna madidihang pertama kali matang gonad adalah 101,18 cm.
- e. Fekunditas ikan tuna madidihang selama penelitian sebanyak 46.685 – 316.68 butir.
- f. Secara umum komposisi jenis makanan yang ditemukan pada lambung ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone berupa cumi-cumi dan sotong, ikan, udang, dan kepiting.

### III. DINAMIKA POPULASI IKAN TUNA MADIDIHANG (*Thunnus albacares*) DI PERAIRAN TELUK BONE

#### A. Latar Belakang

Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPP-NRI) 713 meliputi Selat Makassar, Teluk Bone, Laut Bali, dan Laut Flores, sebagai wilayah pengelolaan perikanan kepulauan, namun sangat dipengaruhi oleh perairan Samudra Pasifik. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (Kepmen KPRI) Nomor 107/Kepmen-KP/2015 tentang produksi perikanan tuna madidihang (*Thunnus albacares*) di WPP-NRI 713, WPP-NRI 714 dan WPP-NRI 715 pada Tahun 2012 sebesar 9.972 ton atau rata-rata 9.986 ton untuk periode Tahun 2005-2012. Sebaliknya, Kepmen KP RI Nomor 107 Tahun 2011 menyatakan bahwa ikan tuna madidihang di WPP-NRI 713 telah berada pada status *over* eksploitasi. Hal ini sesuai dengan Laporan Statistik Perikanan Tahun 2011 bahwa jenis pelagis besar dan tongkol telah mengalami *over* eksploitasi di WPP-NRI 713 ditunjukkan dengan indikator warna merah. Oleh karena itu diperlukan moratorium pemanfaatan ikan pelagis besar di WPP-NRI 713 (Suman et al., 2014).

Perairan Teluk Bone merupakan salah satu lokasi penangkapan ikan tuna madidihang di WPP-NRI 713. Alat tangkap yang digunakan antara lain adalah pancing tonda (*handline*). Penangkapan yang dilakukan secara terus menerus akan mengganggu struktur populasi ikan tersebut. Hal ini didasarkan pada asumsi stok yang dapat dimanfaatkan dari suatu populasi merupakan hasil rekrutmen dan pertumbuhan dari populasi tersebut. Sebaliknya, kehilangan anggota populasi diakibatkan oleh kematian dari anggota populasi tersebut, baik kematian secara alami maupun kematian akibat penangkapan (Ricker, 1975).

Berdasarkan pada asumsi tersebut maka sangat penting untuk dilakukan kajian dinamika populasi ikan tuna madidihang di perairan Teluk Bone sebagai salah satu lokasi eksploitasi sumber daya ikan tersebut. Kajian dinamika populasi penting dilakukan karena memiliki beberapa kepentingan antara lain adalah untuk mengetahui kondisi populasi sumber daya ikan saat ini, mengetahui kondisi populasi pada masa yang akan datang dan untuk menentukan tindakan yang dapat dilakukan dalam mengelola sumber daya tersebut.