

## KEBERLANJUTAN TEKNOLOGI PENANGKAPAN IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) DI PERAIRAN TELUK BONE, SULAWESI SELATAN

*Sustainability of Fishing Technologies of Skipjack Tuna (*Katsuwonus pelamis*)  
in Bone Bay Waters, South Sulawesi*

Oleh:

Achmar Mallawa<sup>1</sup>, Faisal Amir<sup>1</sup>, Safruddin<sup>1</sup>, Elsa Mallawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FPIK, Universitas Makassar; achmar\_mallawa@yahoo.co.id; faisal\_unhas@yahoo.com; saruddinhasyim@gmail.com

<sup>2</sup> FPIK, Universitas Andi Djemma Palopo; elsamallawa@yahoo.com

Diterima: 22 September 2017; Disetujui: 26 April 2018

### ABSTRACT

The skipjack is one of important fishery commodities in Gulf of Bone waters, exploited by fishermen through the year using kinds of fishing gears such as pole and line, purse seine, traditional seine net, hand line, and predicted that some of these technologies were not sustainable. The objective of research was to analysis sustanaibility or environmental friendly of fishing technology of skipjack in Gulf of Bone waters, and has been done for six months, from January to June, 2017. Biology data of catch, fishing technic, and social economic of fishing unit of pole and line, purse seine, traditional seine net and hand line was collected directly by survey method. The sustainability or environmental friendly of fishing technologies be analyzed using 14 biology, technic, economic and social (Arimoto modified by Mallawa). Result that pole and line reach 76.88% of sustainability value, pole and line operated in FAD 51.50%, purse seine 51.25%, purse seine with FAD 48.75%, traditional seine net 48.13% and hand line 68.18%. Low sustainability of fishing technologies caused by small size dominantly in catch, percentage of catch suitable length, investment, income, number of labour dan fuell used, and protected organism in catch.

**Keywords:** Sustainability, fishing technology, Skipjack

### ABSTRAK

Ikan cakalang merupakan komoditas perikanan penting di perairan Teluk Bone. Ikan cakalang merupakan salah satu ikan target yang dieksploitasi nelayan sepanjang tahun menggunakan berbagai jenis teknologi penangkapan ikan seperti huhate (*pole and line*), pukot cincin (*purse seine*), payang (*traditional seine net*), pancing tangan (*hand line*) dan diduga ada diantara teknologi tersebut tidak berkelanjutan. Penelitian bertujuan menganalisis keberlanjutan/keramahan lingkungan teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone, selama enam bulan (Januari - Juni 2017). Data biologi hasil tangkapan, teknis alat tangkap dan sosial ekonomi usaha penangkapan huhate, pukot cincin, payang, dan pancing tangan dikumpulkan secara langsung menggunakan metode survei. Keberlanjutan/keramahan lingkungan teknologi penangkapan ikan dianalisis menggunakan 14 kriteria sesuai metode Arimoto modifikasi Mallawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa huhate rumpon mencapai nilai keberlanjutan 76,88%, huhate tanpa rumpon 51,25%, pukot cincin 51,25%, pukot cincin rumpon 48,75%, payang 48,13% dan pancing tangan 68,13%. Rendahnya tingkat keberlanjutan teknologi penangkapan disebabkan oleh dominannya ikan ukuran kecil dan rendahnya ikan ukuran layak tangkap, nilai

investasi, tingkat pendapatan, penggunaan tenaga kerja dan BBM dan tertangkapnya biota laut yang dilindungi.

**Kata kunci:** Keberlanjutan, teknologi penangkapan, ikan cakalang.

## PENDAHULUAN

Penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) merupakan salah satu kegiatan perikanan tangkap yang menonjol di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia 713 (WPP RI 713) khususnya di perairan Teluk Bone. Penangkapan ikan membuka lapangan kerja yang luas tidak hanya bagi nelayan penangkap ikan tetapi juga bagi mereka yang bergerak di bidang penanganan dan pengolahan ikan, pedagang ikan, penjual ikan, penyedia kebutuhan armada penangkapan dan lainnya. Berdasarkan analisis data statistik perikanan, Mallawa *et al.* (2016) melaporkan bahwa produksi tahunan, produksi maksimum lestari (*Maximum Sustainable Yield*) dan jumlah tangkapan diperbolehkan (*Total Allowable Catch*) ikan cakalang di perairan Teluk Bone sebesar masing-masing 6.666,20 ton per tahun, 20.154,24 ton per tahun, dan 16.123,37 ton per tahun, serta upaya tahunan dan upaya optimum tahunan masing-masing sebesar 2.208 unit dan 1.422 unit setara pukot cincin, yang bermakna bahwa kegiatan penangkapan ikan cakalang di perairan tersebut masih memungkinkan untuk ditingkatkan. Nelayan perairan Teluk Bone dalam melakukan kegiatan penangkapan ikan cakalang menggunakan beberapa jenis alat penangkapan ikan dengan tingkat teknologi yang berbeda satu dengan lainnya. Alat tangkap tersebut yaitu payang (*traditional seine net*), pukot cincin (*purse seine*), jaring insang permukaan tetap (*set surface gill net*), jaring insang permukaan hanyut (*drift surface gill net*), bagan perahu (*boat lift net*), pancing tonda (*trolling line*), rawai permukaan tetap (*set small surface long line*), rawai tegak (*vertical long line*) dan pancing tangan (*hand line*). Pukot cincin dan huahate melakukan penangkapan ikan cakalang melalui perburuan gerombolan ikan atau menangkap di area rumpon, demikian pula dengan payang dan pancing tangan selalu menangkap di area rumpon. Adapun pancing tonda, jaring insang permukaan, bagan perahu dan rawai permukaan melakukan penangkapan ikan tidak menggunakan rumpon. Penggunaan rumpon memberikan kepastian lokasi daerah penangkapan ikan, sehingga dapat mengurangi biaya operasional khususnya bahan bakar minyak dan menurunnya ketidakberhasilan mendapatkan ikan. Namun di lain pihak pemasangan rumpon diduga menjadi penyebab utama menurunnya kualitas populasi ikan cakalang. Mallawa *et al.* (2017) yang melakukan kajian stok

berbasis data biologi menjelaskan bahwa telah terjadi penurunan kondisi biologi populasi atau kondisi stok ikan cakalang di perairan Teluk Bone. Hal tersebut ditandai antara lain dominannya ikan cakalang berukuran kecil atau ikan muda dalam hasil tangkapan, menurunnya laju pertumbuhan populasi dan tidak optimalnya proses rekrutmen. Garbin dan Castello (2014) menjelaskan bahwa penangkapan ikan cakalang secara terus menerus dengan *pole and line* di perairan Atlantik menyebabkan menurunnya ukuran ikan dalam populasi dan menurunnya laju pertumbuhan ikan cakalang. Penurunan kondisi stok ikan cakalang di perairan Teluk Bone diduga sebagai akibat penggunaan berbagai teknologi penangkapan ikan yang tidak selektif, intensifnya penangkapan sepanjang tahun dan penggunaan alat bantu pengumpul ikan atau rumpon (*Fish Aggregation Device*) oleh nelayan setempat. Mallawa (2016b) melaporkan bahwa di perairan Teluk Bone ikan cakalang yang tertangkap huahate melalui perburuan memiliki ukuran relatif lebih besar dibanding ikan cakalang yang tertangkap di area rumpon.

Permasalahan teknologi penangkapan ikan cakalang yang tidak berkelanjutan atau tidak ramah lingkungan juga menjadi topik bahasan beberapa peneliti di berbagai perairan dunia. Hallier and Gartner (2008) melaporkan bahwa penggunaan rumpon hanyut (*drifting fish aggregation devices*) pada pukot cincin untuk kegiatan penangkapan ikan cakalang di perairan tropis Prancis menyebabkan penurunan tingkat keberlanjutan alat tangkap tersebut. Selanjutnya dijelaskan bahwa alat pengumpul ikan atau rumpon dapat menjadi perangkap ekologi bagi ikan tuna dan cakalang. Davies *et al.* (2014) menjelaskan bahwa penggunaan alat bantu penangkapan ikan (FADs) oleh nelayan dalam melakukan penangkapan ikan dapat meningkatkan nilai ekonomi usaha namun memberikan dampak ekologi yang cukup nyata. Wang *et al.* (2012) melaporkan bahwa di perairan Pasifik Barat ikan cakalang yang tertangkap pukot cincin di area alat bantu penangkapan ikan (rumpon) memiliki ukuran relatif lebih kecil. Rendahnya tingkat keberlanjutan teknologi penangkapan ikan cakalang khususnya yang menggunakan alat bantu penangkapan ikan (FADs) juga menjadi perhatian penggiat kelestarian sumber daya laut seperti WWF dan Greenpeace di mana kedua organisasi ini giat

mengkampanyekan pelarangan penggunaan rumpon.

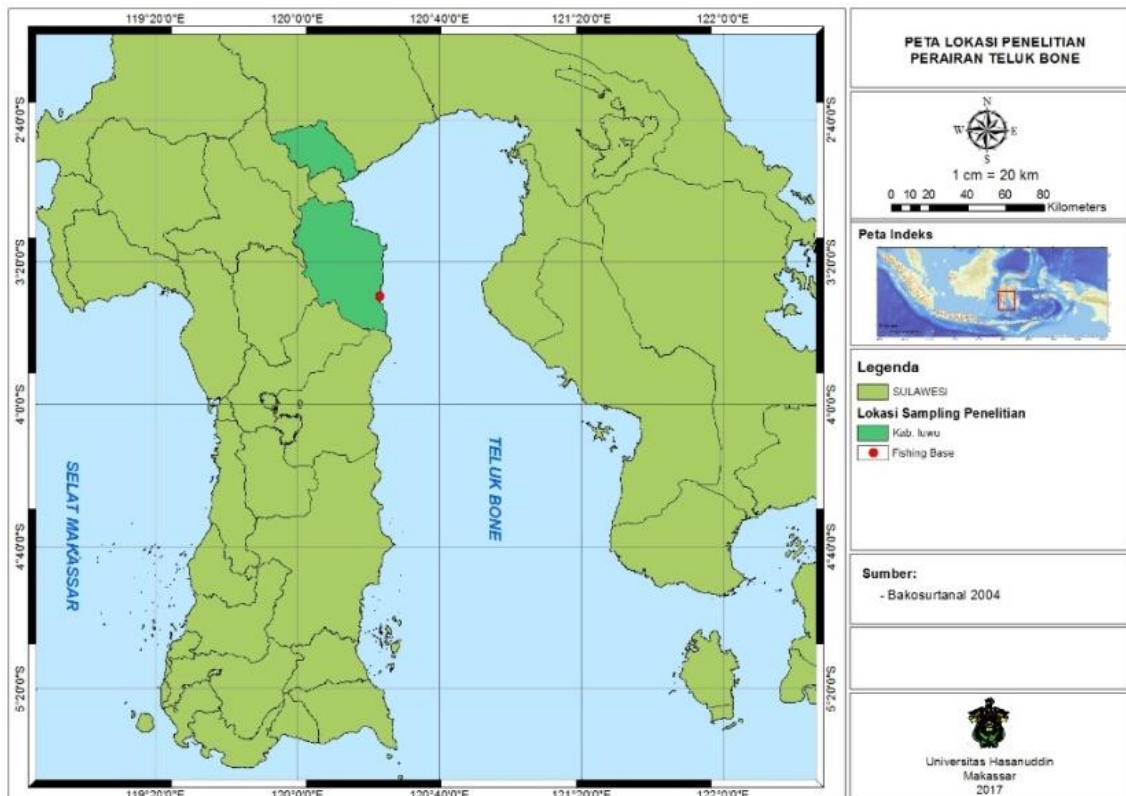
## METODE

Penelitian ini dilakukan selama 6 (enam) bulan yaitu dari Januari-Juni 2017 di Perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ikan cakalang dan beberapa bahan kimia sedangkan peralatan penelitian antara lain kapal perikanan, rumpon, GPS, kamera digital, papan ukur, *fish finder*, *current meter*, *salinometer* komputer dan perangkat lunaknya. Bahan dan peralatan penelitian serta kegunaannya disajikan pada Tabel 1.

Penelitian ini menggunakan metode survei. Data primer utama meliputi panjang ikan (cm FL), kesegaran ikan hasil tangkapan, pengaruh teknologi penangkapan terhadap habitat, pengaruh teknologi terhadap kesehatan nelayan, pengaruh teknologi terhadap biota perairan yang dilindungi, hasil tangkapan sampingan, penggunaan BBM, penggunaan tenaga kerja menurut teknologi penangkapan ikan dikum-

pulkan melalui: (1) pengukuran dan pengamatan langsung di atas kapal saat operasi penangkapan ikan dilakukan nelayan dan di tempat pendaratan ikan, dan (2) wawancara dengan nelayan, pengusaha penangkapan ikan, dan pengambil kebijakan. Adapun data primer utama berkaitan dengan nilai investasi, tingkat pendapatan usaha, aspek legal, dan kearifan lokal dan dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dengan memakai bantuan daftar pertanyaan. Data primer pendukung meliputi posisi daerah penangkapan ikan, kedalaman perairan daerah penangkapan ikan, posisi rumpon, arah dan kecepatan arus, salinitas, suhu perairan dan lainnya dikumpulkan secara insitu saat operasi penangkapan berlangsung. Sampel gonad untuk pengamatan TKG secara morfologi dan histologi diambil saat ikan baru tertangkap atau dalam keadaan segar. Data sekunder berkaitan dengan data primer khususnya sebaran panjang ikan hasil tangkapan menurut teknologi penangkapan ikan cakalang yang menjadi kajian, juga dikumpulkan dari hasil penelitian sebelumnya melalui *desk study*. Jenis data primer dan data sekunder, metode pengumpulan dan sumber data disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Tabel 1 Bahan dan peralatan penelitian serta kegunaannya

Bahan dan Peralatan	Kegunaannya	Keterangan
Bahan		
Ikan cakalang	Pengukuran panjang	Mengamati struktur ukuran
Bahan kimia	Penyiapan bahan pengamatan <i>histology</i>	Menentukan ukuran layak tangkap
Peralatan		
<i>Global Positioning System (GPS)</i>	Mengetahui posisi daerah penangkapan	Data pendukung
<i>Current meter</i>	Mengetahui arah dan kecepatan arus	Data pendukung
<i>Hand refractometer</i>	Pengukuran salinitas perairan lokasi penangkapan ikan	Data pendukung
<i>Digital thermometer</i>	Pengukuran suhu perairan lokasi penangkapan	Data pendukung
<i>Fish finder</i>	Pengukuran kedalaman perairan lokasi penangkapan ikan	Data pendukung
Papan ukur	Pengukuran panjang ikan	Data utama
<i>Tape recorder</i>		
Unit penangkapan ikan (kapal ikan dan alat penangkapan)	Tempat pengumpulan ikan contoh	Ikan sampel untuk pengukuran panjang dan pengambilan gonad
Rumpon	Alat bantu penangkapan	Lokasi penangkapan ikan

Tabel 2 Jenis data, metode pengumpulan dan sumber data

Jenis data	Metode pengumpulan	Sumber data
Primer utama : panjang ikan/struktur ukuran, produksi per trip, jumlah trip per bulan, lama musim penangkapan, harga jual ikan, biaya operasional, biaya investasi, jumlah tenaga kerja per unit upaya, <i>by catch</i> , kualitas ikan, saat didaratkan, pengaruh terhadap habitat dan keanekaragaman hayati, dampak terhadap kesehatan dan keselamatan manusia, dan sebagainya	<i>Field survey</i> observasi (pengamatan lapangan) dan wawancara terstruktur	Nelayan penangkap ikan, pemilik usaha penangkapan, pengambil kebijakan
Primer pendukung : posisi daerah penangkapan, kedalaman perairan, salinitas dan suhu perairan, arah dan kecepatan arus	Observasi melalui pengukuran langsung saat operasi penangkapan	Insitu
Data sekunder : panjang ikan/struktur ukuran, produksi per trip, jumlah trip per bulan, lama musim penangkapan, harga jual ikan, biaya operasional, biaya investasi, jumlah tenaga kerja per unit upaya, <i>by catch</i> , kualitas ikan saat didaratkan, pengaruh terhadap habitat dan keanekaragaman hayati, dampak terhadap kesehatan dan keselamatan manusia, dan sebagainya	<i>Desk study</i>	Laporan penelitian, jurnal nasional & internasional, prosiding nasional & internasional
Data sekunder: kondisi oseanografi daerah penangkapan ikan cakalang, daerah potensial penangkapan ikan cakalang	<i>Desk study</i>	Laporan penelitian, jurnal nasional & internasional, prosiding nasional & internasional

Tabel 3 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan teknologi penangkapan

Kriteria	Sub Kriteria	Bobot	Nilai Sub Kriteria
Struktur ukuran ikan hasil tangkapan	Dominan ikan ukuran kecil	1,00	1
	Dominan ukuran kecil sampai sedang		2
	Dominan ukuran sedang sampai besar		3
	Dominan ikan berukuran besar		4
Persentase ikan layak tangkap	< 10 % ikan layak tangkap	1,00	1
	10 % - < 20 % ikan layak tangkap		2
	20 % - < 30 % ikan layak tangkap		3
	≥ 30 % ikan layak tangkap		4
Dampak ke habitat	Merusak habitat pada wilayah luas	0,75	1
	Merusak habitat pada wilayah sempit		2
	Merusak sebagian habitat pada wilayah sempit		3
	Aman bagi habitat		4
Kualitas ikan hasil tangkapan	Ikan mati dan busuk	0,50	1
	Ikan mati dan cacat fisik		2
	Ikan mati dan segar		3
	Ikan hidup		4
Dampak teknologi ke nelayan	Dapat menyebabkan kematian	0,50	1
	Dapat mengakibatkan cacat		2
	Dapat mengganggu kesehatan		3
	Aman bagi nelayan		4
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	Berpeluang menyebabkan kematian	0,50	1
	Dapat menyebabkan gangguan kesehatan		2
	Relatif aman bagi konsumen		3
	Aman bagi konsumen		4
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	Beberapa spesies tidak laku terjual	0,50	1
	Beberapa spesies dan ada laku terjual		2
	<i>By catch</i> < 3 spesies dan laku terjual		3
	<i>By catch</i> < 3 spesies dan bernilai tinggi		4
Dampak teknologi ke <i>biodiversity</i>	Sering menangkap ikan dilindungi	0,75	1
	Beberapa kali menangkap ikan dilindungi		2
	Pernah menangkap ikan dilindungi		3
	Tidak pernah menangkap ikan dilindungi		4
Penggunaan bahan bakar minyak	Penggunaan BBM > Rp. 2 juta per trip	0,75	1
	Penggunaan BBM Rp. 1 – 2 juta per trip		2
	Penggunaan BBM Rp. 0,5 - < 1 juta per trip		3
	Penggunaan BBM < Rp. 0,5 juta per trip		4
Nilai biaya investasi usaha	Nilai investasi > Rp. 300 juta per unit	0,75	1
	Nilai investasi Rp 200 – 300 juta per unit		2
	Nilai investasi Rp. 100 - < 200 juta per unit		3
	Nilai investasi < Rp. 100 juta per unit		4
Penyerapan tenaga kerja	Menyerap < 5 tenaga kerja	1,00	1
	Menyerap 5 – <10 tenaga kerja		2
	Menyerap 10 - < 15 tenaga kerja		3
	Menyerap ≥ 15 tenaga kerja		4
Keuntungan usaha	Keuntungan < Rp. 100 juta per tahun	1,00	1
	Keuntungan Rp. 100 - < 250 juta per tahun		2
	Keuntungan Rp. 250 - < 500 juta per tahun		3
	Keuntungan ≥ Rp.500 juta per tahun		4
Legalitas teknologi	Bertentangan dengan > dua peraturan	0,50	1
	Bertentangan dengan dua peraturan		2
	Bertentangan dengan satu peraturan		3
	Tidak bertentangan aturan		4
Kaitan teknologi dan adat istiadat dan kearifan lokal	Sangat bertentangan adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	1
	Bertentangan adat istiadat dan kearifan lokal		2
	Sedikit bertentangan adat istiadat dan kearifan lokal		3
	Tidak bertentangan adat istiadat dan kearifan lokal		4

Keterangan:

Tingkat keberlanjutan atau keramahan lingkungan dihitung dengan persamaan :

$$\text{Keramahan Lingkungan} = \{(\text{bobot} \times \text{nilai perolehan}) / \text{nilai penuh}\} \times 100 \%$$

Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan teknologi penangkapan ikan yaitu :

Nilai perolehan 86 – 100 %, Tinggi atau sangat ramah lingkungan

Nilai perolehan 66 - 85%, Sedang atau ramah lingkungan

Nilai perolehan 50 – 65%, Rendah atau kurang ramah lingkungan

Nilai perolehan <50 %, Sangat rendah atau tidak ramah lingkungan

Analisis keberlanjutan teknologi penangkapan ikan cakalang menggunakan 14 kriteria yaitu struktur ukuran ikan yang tertangkap, persentase ikan layak tangkap, dampak teknologi terhadap habitat, kualitas ikan hasil tangkapan, dampak teknologi terhadap nelayan, dampak teknologi terhadap keanekaragaman hayati, dampak hasil tangkapan terhadap konsumen, penggunaan bahan bakar minyak, nilai investasi, penyerapan tenaga kerja, jumlah keuntungan, legalitas teknologi, dan teknologi kaitannya dengan adat istiadat dan kearifan lokal. Struktur ukuran ikan cakalang hasil tangkapan nelayan menurut teknologi penangkapan dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui ukuran ikan terkecil, terbesar dan dominan berdasarkan teknologi penangkapan ikan cakalang. Persentase ikan cakalang layak tangkap dalam hasil tangkapan nelayan masing-masing teknologi penangkapan ikan cakalang dihitung menggunakan metode Mallawa (2013) sebagai berikut :

$$\text{Ikan Layak Tangkap (\%)} = \left( \frac{\sum \text{ikan layak tangkap}}{\sum \text{Hasil Tangkapan}} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Ikan layak tangkap (%) dalam hasil tangkapan nelayan masing-masing teknologi penangkapan ikan cakalang dihitung menurut metode yang dikemukakan Mallawa (2013), Ikan layak tangkap adalah ukuran ikan yang sudah pernah melakukan pemijahan.

Ikan layak tangkap didasarkan pada Tingkat Kematangan Gonad (TKG) secara morfologi adalah pada fase TKG 5 atau secara histologi pada fase vitelligenetik (*late vitelligenetic*). Analisis tingkat kematangan gonad menggunakan

metode Ashida *et al.* (2009) dan Itano (2011). Untuk membedakan tingkat keberlanjutan antar teknologi penangkapan ikan, setiap kriteria diberi bobot. Dimana nilai bobot total adalah 10 dan dibagi menjadi empat sub kriteria dengan nilai 1-4 sehingga nilai penuh adalah 40. Selanjutnya ke 14 kriteria disatukan dalam "Tabel Analisis Keberlanjutan/Keramahan Lingkungan Teknologi Penangkapan (Arimoto modifikasi Mallawa 2013) seperti disajikan pada Tabel 3.

## HASIL PENELITIAN

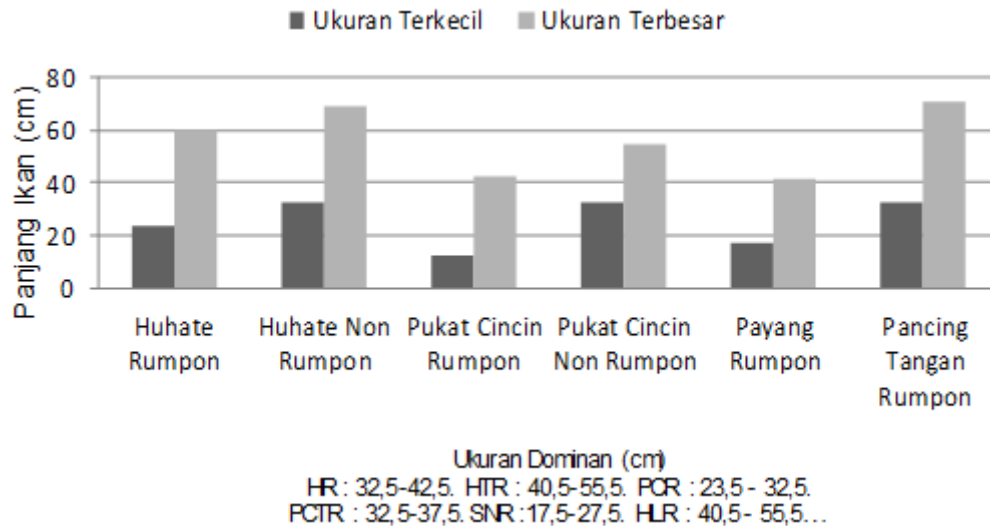
### Struktur ukuran dan persentase ikan layak tangkap.

Hasil pengamatan terhadap hasil tangkapan semua teknologi penangkapan ikan cakalang (Gambar 2) di perairan Teluk Bone didapatkan bahwa ukuran ikan cakalang terkecil, terbesar dan ukuran dominan dan persentase ikan layak tangkap dalam hasil tangkapan menurut jenis teknologi penangkapan ikan yang dipergunakan nelayan seperti disajikan pada Gambar 3 dan 4.

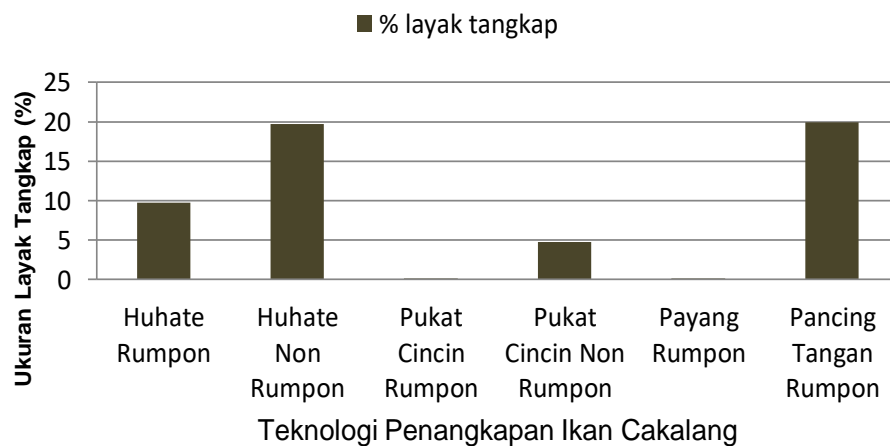
Gambar 3 dan 4 menjelaskan bahwa ikan yang tertangkap pada daerah rumpon atau teknologi penangkapan yang dikombinasikan dengan rumpon, hasil tangkapannya relatif lebih kecil dibanding hasil tangkapan di luar rumpon. Demikian pula ikan layak tangkap persentasenya lebih kecil pada alat tangkap yang dioperasikan di rumpon kecuali pancing tangan.



Gambar 2 Ikan Cakalang hasil tangkapan nelayan perairan Teluk Bone



Gambar 3 Ukuran terkecil, terbesar dan ukuran dominan ikan cakalang hasil tangkapan berdasarkan teknologi penangkapan yang digunakan di perairan Teluk Bone.



Gambar 4 Persentase ukuran layak tangkap berdasarkan teknologi penangkapan ikan cakalang yang digunakan di perairan Teluk Bone

Hasil analisis deskriptif dampak teknologi penangkapan ikan terhadap habitat, keanekaragaman hayati dan ke manusia, hasil tangkapan sampingan (*by catch*), kualitas hasil tangkapan dan dampak hasil tangkapan ke konsumen masing-masing teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa teknologi penangkapan ikan yang menggunakan alat bantu penangkapan ikan dapat menyebabkan kerusakan habitat dalam wilayah sempit, sebatas pergeseran pemberat rumpon dan terbunganya bahan rumpon yang tidak dapat terurai ke dalam perairan. Pada prakteknya pada pukat cincin dan payang sebelum dilakukan pe-

lingkaran rumpon, seorang nelayan harus menyelam untuk mengecek apakah sudah banyak ikan di area rumpon dan hal ini dapat membahayakan kesehatan bagi nelayan dan menyebabkan kematian. Dampak lain penggunaan rumpon pada pukat cincin dan payang adalah sering tertangkapnya biota laut yang dilindungi seperti penyu, lumba-lumba dan ikan hiu

Hasil pengamatan dan perhitungan penggunaan bahan bakar minyak, biaya investasi, keuntungan, penyerapan tenaga kerja, aspek legalitas, dan kaitan dengan adat istiadat dan kearifan lokal masing-masing teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone disajikan pada Tabel 5.

Tabel 4 Dampak teknologi ke lingkungan, biota, dan manusia

Uraian	Teknologi Penangkapan Ikan					
	HR	HTR	PCR	PCTR	SNR	HLR
Kerusakan habitat	Sebagian dan sempit	Aman bagi habitat	Sebagian dan sempit	Aman bagi habitat	Sebagian dan sempit	Aman bagi habitat
Biota dilindungi	Aman	Aman	Sering tertangkap	Pernah menangkap	Sering tertangkap	Pernah menangkap
Ke nelayan	Aman	Aman	Dapat mengganggu kesehatan	Aman	Dapat menyebabkan kematian	Aman bagi nelayan
<i>By catch</i>	< 3 sp dan bernilai tinggi	< 3 sp dan bernilai tinggi	Beberapa spesies dan ada laku terjual	Beberapa spesies dan ada laku dijual	Beberapa hasil tangkapan tdk laku terjual	<2 spesies bernilai tinggi
Kualitas ikan hasil tangkapan	Mati, segar	Mati, segar	Mati, Segar	Mati, Segar	Mati, Segar	Mati, Segar
Hasil tangkapan ke manusia	Relatif aman	Relatif aman	Relatif aman	Relatif aman	Dapat mengganggu kesehatan	Relatif aman

Keterangan HR = huhate rumpon, HTR = huhate tanpa rumpon, PCR = pukak cincin rumpon, PCTR = pukak cincin tanpa rumpon, SNR = payang rumpon, HLR = pancing tangan rumpon.

Tabel 5 Aspek ekonomi, sosial dan hukum teknologi peangkapan ikan

Uraian	Teknologi Penangkapan Ikan					
	HR	HTR	PCR	PCTR	SNR	HLR
Penggunaan BBM (Rp juta) per trip	2,0-2,5		0,5-1,0	0,5-1,0	0,1-0,2	0,1-0,3
Nilai investasi (Rp juta)	750-1.000	750-1.000	300-500	300-500	< 100	< 100
Penyerapan tenaga kerja (orang)	10-15	10-14	5-9	5-9	2-3	1-2
Keuntungan (Rp juta)	>500	>500	200-490	200-490	< 100	< 100
Legalitas (bertentangan peraturan)	Satu aturan	Tidak ada	Dua aturan	Satu aturan	tiga aturan	Satu aturan
Bertentangan adat istiadat dan kearifan lokal	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

Keterangan: HR = huhate rumpon, HTR = huhate tanpa rumpon, PCR = pukak cincin rumpon, PCTR= pukak cincin tanpa rumpon, SNR = payang rumpon, HLR = pancing tangan rumpon.

Tabel 5 memperlihatkan bahwa aspek negatif huhate dan pukak cincin adalah tingginya nilai investasi yang diperlukan nelayan untuk memiliki unit penangkapan dan biaya operasional untuk menjalankan usaha. Dari segi sosial kedua alat tangkap ini memiliki keunggulan karena dapat menyerap banyak tenaga kerja. Dari segi peraturan dan perundang-undangan, huhate dan pancing tangan tidak bertentangan dengan satu aturan pun. Payang termasuk alat tangkap yang dilarang dan pukak cincin bermasalah dalam zona pengoperasiannya dan seringnya menangkap biota laut yang dilindungi.

Data dan informasi (nilai kriteria berdasarkan sub kriteria capaian) yang tersaji pada Gambar 3 dan 4 dan Tabel 4-5 di atas selanjut-

nya digunakan untuk menganalisis keberlanjutan atau keramahan lingkungan masing-masing teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone. Analisis dan hasil analisis tingkat keberlanjutan atau keramahan lingkungan teknologi huhate, huhate plus rumpon, pukak cincin, pukak cincin plus rumpon, payang dan pancing tangan disajikan pada Tabel 6 – 11.

Berdasarkan hasil analisis (Tabel 6 - 11) dapat dijelaskan bahwa di perairan Teluk Bone, huhate (*pole and line*) yang di dalam metode pengoperasiannya melakukan perburuan gerombolan ikan, memiliki tingkat keberlanjutan yang tinggi atau ramah lingkungan. Namun tingkat keberlanjutannya akan menurun apabila melakukan penangkapan ikan cakalang di area



rumpon. Hal yang sama terjadi pada pukat cincin (*purse seine*) di mana pukat cincin yang menangkap ikan cakalang melalui perburuan gerombolan memiliki tingkat keberlanjutan sedang atau cukup ramah lingkungan dan menjadi tidak berkelanjutan atau tidak ramah lingkungan apabila melakukan penangkapan ikan di area rumpon. Payang (*traditional seine net*)

berdasarkan hasil analisis tidak berkelanjutan atau tidak ramah lingkungan, di mana alat tangkap ini selain memiliki penampilan biologi, teknis dan sosial ekonomi yang rendah juga termasuk alat tangkap yang dilarang pengoperasiannya oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.

Tabel 6 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan huhate plus rumpon

Kategori/Sub Kategori	Bobot	Nilai	Bobotx Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	3	3,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	1	1,00
Dampak terhadap habitat	0,75	3	2,25
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	4	0,50
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	3	1,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	3	2,25
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	4	3,00
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	1	0,75
Nilai biaya investasi usaha	1,00	1	1,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00	3	3,00
Keuntungan unit usaha	0,50	4	2,00
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	3	1,50
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Jumlah nilai perolehan			23,00
Persentase keberlanjutan/keramahan lingkungan			57,50 %
Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan			Cukup Ramah Lingkungan

Tabel 7 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan huhate

Kriteria	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	3	3,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	3	3,00
Dampak terhadap habitat	0,75	4	3,00
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	4	2,00
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	3	1,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	4	3,00
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	4	3,00
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	1	0,75
Nilai biaya investasi usaha	1,00	1	1,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00	3	3,00
Keuntungan unit usaha	0,50	4	2,00
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	4	2,00
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Jumlah nilai perolehan			30,75
Persentase keberlanjutan/keramahan lingkungan			76,88
Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan			Ramah Lingkungan

Tabel 8 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan pukat cincin

Kategori/Sub Kategori	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	2	2,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	1	1,00
Dampak terhadap habitat	0,75	4	3,00
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	3	1,50
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	3	1,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	2	1,50
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	3	2,25
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	3	2,25
Nilai biaya investasi usaha	1,00	1	1,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00	2	2,00
Keuntungan unit usaha	0,50	3	1,50
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	3	1,50
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Jumlah nilai perolehan			20,50
Persentase keberlanjutan/keramahan lingkungan			51,25 %
Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan			Cukup ramah lingkungan

Tabel 9 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan pukat cincin rumpon

Kategori/Sub Kategori	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	1	1,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	1	1,00
Dampak terhadap habitat	0,75	2	1,50
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	2	1,00
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	3	1,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	1	0,75
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	2	1,50
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	3	2,25
Nilai biaya investasi usaha	1,00	1	1,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00	2	2,00
Keuntungan unit usaha	0,50	2	1,50
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	2	1,00
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Nilai perolehan			19,50
Persentase keberlanjutan/keramahan lingkungan			48,75 %
Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan			Tidak ramah lingkungan

Tabel 10 Analisis keberlanjutan/keramahan lingkungan pancing tangan

Kategori/Sub Kategori	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	3	3,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	2	2,00
Dampak terhadap habitat	0,75	4	3,00
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	4	2,00
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	3	1,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	4	3,00
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	3	2,25
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	4	3,00
Nilai biaya investasi usaha	1,00	4	4,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00	1	1,00
Keuntungan unit usaha	0,50	1	0,50
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	3	1,50
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Nilai perolehan			27,25
Persentase keberlanjutan/keramahan lingkungan			68,13 %
Kategori keberlanjutan/keramahan lingkungan			Ramah Lingkungan

Tabel 11 Analisis Keberlanjutan/Keramahan Lingkungan Payang

Kategori/Sub Kategori	Bobot	Nilai	Bobot x Nilai
Struktur ukuran ikan cakalang tertangkap	1,00	1	1,00
Persentase ikan layak tangkap	1,00	1	1,00
Dampak terhadap habitat	0,75	3	2,25
Kualitas hasil tangkapan	0,50	3	1,50
Dampak teknologi terhadap nelayan	0,50	1	0,50
Dampak hasil tangkapan ke konsumen	0,50	1	0,50
Hasil tangkapan sampingan ( <i>by catch</i> )	0,75	1	0,75
Dampak terhadap keanekaragaman hayati	0,75	1	0,75
Penggunaan bahan bakar minyak	0,75	4	3,00
Nilai biaya investasi usaha	1,00	4	4,00
Penyerapan tenaga kerja	1,00		1,00
Keuntungan unit usaha	0,50	1	0,50
Legalitas teknologi penangkapan ikan	0,50	1	0,50
Adat istiadat dan kearifan lokal	0,50	4	2,00
Nilai Perolehan			19,25
Persentase Keberlanjutan/Keramahan Lingkungan			48,13 %
Kategori Keberlanjutan/Keramahan Lingkungan			Tidak ramah lingkungan

## PEMBAHASAN

Salah satu hal yang menyebabkan menurunnya tingkat keberlanjutan atau keramahan lingkungan teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone adalah dominannya ikan berukuran kecil dalam hasil tangkapan sebagai akibat penggunaan rumpon. Mallawa *et al.* (2012) menguraikan bahwa struktur ukuran ikan cakalang tangkapan nelayan bervariasi menurut musim, daerah dan teknologi penangkapan dan didominasi oleh ikan berukuran kecil. Mallawa *et al.* (2017) menjelaskan bahwa kondisi stok ikan cakalang di perairan Teluk Bone mengalami penurunan yang ditandai dominannya ikan berukuran kecil dalam hasil tangkapan nelayan. Hal yang sama dikemukakan Alamsyah *et al.* (2014) bahwa ikan cakalang yang tertangkap *pole and line* di perairan Teluk Bone pada area rumpon dan luar rumpon memiliki perbedaan ukuran namun keduanya didominasi oleh ikan ukuran kecil yang belum layak tangkap. Mallawa (2016b) melaporkan bahwa kisaran panjang dan panjang rata-rata ikan cakalang yang tertangkap hutate di perairan Teluk Bone pada bulan Januari-Juni masing-masing adalah 26,0-40,2 cm dan 34,1 cm pada area rumpon, dan 49,3 cm - 67,3 cm dan 55,9 cm pada area di luar rumpon. Selanjutnya Mallawa (2016a), bahwa persentase ikan cakalang layak tangkap di perairan Teluk Bone sangat rendah pada semua jenis teknologi penangkapan ikan. Jamal *et al.* (2014) melaporkan bahwa ukuran ikan kecil yang tertangkap oleh *pole and line* dan belum layak tangkap di perairan Teluk Bone dijumpai pada bulan Januari sampai Maret untuk Zona Utara, bulan Januari di Zona Tengah dan bulan Januari sampai Februari di Zona Selatan. Fenomena

tertangkapnya ikan cakalang berukuran kecil pada area rumpon juga terjadi di perairan WPP RI 713 lainnya. Kondisi ini didukung hasil penelitian dari Mallawa *et al.* (2014b) yang menyatakan bahwa struktur ikan cakalang yang tertangkap di perairan laut Flores berbeda menurut daerah penangkapan dan teknologi penangkapan di mana ikan cakalang tersebut tertangkap. Ikan cakalang yang tertangkap di area rumpon berukuran lebih kecil dan belum masuk kategori ikan layak tangkap. Mallawa (2017) menyatakan pula bahwa ikan cakalang yang tertangkap pukat cincin di perairan Laut Flores memiliki kisaran panjang 19,5-52,5 cm, panjang rata-rata 32,5 cm dan panjang dominan 31,5-34,5 cm pada area rumpon dan kisaran panjang 26,6-63,5 cm, panjang rata-rata 36,5 cm dan panjang dominan 34,5-40,0 cm pada area di luar rumpon dan mayoritas tidak layak tangkap. Wang *et al.* (2012) menjelaskan bahwa terdapat perbedaan struktur ukuran gerombolan ikan cakalang yang berada di area alat bantu penangkapan ikan (FADs) dan gerombolan ikan di luar area rumpon di mana gerombolan ikan di luar rumpon terbentuk berdasarkan ukuran ikan, sedangkan gerombolan ikan di rumpon terbentuk tidak berdasarkan ukuran. Peningkatan penggunaan rumpon juga dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi alat tangkap yang menangkap di luar area rumpon. Penurunan produksi dapat mempengaruhi tingkat pendapatan unit usaha. Fonteneau (2015) melaporkan terjadinya penurunan produktivitas pukat cincin yang menangkap di luar area rumpon yang diduga diakibatkan karena keberadaan alat bantu pengumpul ikan (FADs) dalam jumlah banyak di Samudera Atlantic dan Samudera Hindia. Prayitno *et al.* (2017) menjelaskan

bahwa ikan cakalang yang tertangkap di sekitar rumpon laut dalam perairan Pacitan Samudera Hindia memiliki panjang cagak rata-rata 43 cm pada pukot cincin dan 62 cm pada pancing ulur dengan tingkat kematangan gonad masing-masing I – III dan III.

Tertangkapnya ikan cakalang berukuran kecil di area rumpon disebabkan oleh dua hal yaitu: pertama, ikan cakalang terutama yang berukuran kecil mempunyai kebiasaan berkumpul dan merasa nyaman pada benda-benda terapung di tengah laut dan berusaha mendapatkan makanan di area rumpon (Govinden *et al.* 2012); kedua, rumpon umumnya dipasang di perairan dangkal di mana salinitas relatif rendah sedang ikan cakalang berukuran besar membutuhkan salinitas yang lebih tinggi, suhu dan kedalaman perairan yang sesuai. Schaefer dan Fuller (2013) menguraikan bahwa ikan cakalang berukuran relatif besar memiliki kebiasaan menjauhi rumpon atau menyelam ke kolom perairan lebih dalam pada siang hari. Kantun *et al.* (2014a dan 2014b) menjelaskan bahwa kedalaman lokasi rumpon berpengaruh terhadap struktur ukuran ikan tuna madidihang yang tertangkap dimana ukuran ikan yang tertangkap pada rumpon laut dalam relatif lebih besar dibanding rumpon laut dangkal. Hal lain yang menyebabkan menurunnya tingkat keberlanjutan teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone adalah tertangkapnya biota laut dilindungi. Lopez *et al.* (2016) menjelaskan bahwa selain ikan cakalang sangat banyak jenis ikan yang berasosiasi dengan rumpon. Mallawa (2016a) bahwa selain ikan cakalang, ikan tuna sirip kuning, tongkol, ikan hiu dapat tertangkap di area rumpon. Gaertner *et al.* (2015) menjelaskan bahwa penggunaan alat bantu pengumpul ikan (FADs) meningkatkan jumlah tangkapan sampingan (*by catch*) pada pukot cincin tuna.

Koya *et al.* (2012) melaporkan bahwa ikan cakalang tertangkap di perairan Samudera Hindia, terdiri atas tiga kelompok umur dan didominasi oleh ikan berukuran kecil atau ikan muda. Chassot *et al.* (2014) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah alat bantu penangkapan ikan (rumpon) yang mengikuti peningkatan jumlah pukot cincin di Samudera Hindia menimbulkan banyak permasalahan dan perlu pengelolaannya. Permasalahan berkaitan dengan penangkapan ikan menggunakan alat bantu pengumpul ikan (FADs) antara lain rumpon dapat menjadi perangkap ekologi bagi ikan tuna cakalang (Hallier dan Gaertner 2015), kelebihan tangkap (*over fishing*), ikan muda dominan dalam hasil tangkapan (*recruitment over fishing*), meningkatnya jumlah hasil tangkapan

sampingan (*by catch*), tertangkapnya ikan dilindungi seperti penyu, ikan hiu dan juvenile (Morgan 2011), selanjutnya dilaporkan bahwa persentase spesies non target pada penangkapan ikan cakalang di daerah rumpon (1,64%) lebih tinggi dibanding di luar rumpon (0,14%). Govinden *et al.* (2013) menjelaskan bahwa ikan cakalang/tuna memiliki kebiasaan mengelilingi benda terapung di laut termasuk rumpon yang dipasang oleh manusia. sehingga pengelolaan rumpon perlu dilakukan. Harley *et al.* (2009) menjelaskan bahwa untuk mengurangi intensifnya penangkapan ikan dapat dilakukan melalui pelarangan pemasangan baru dan atau pengembangan model baru alat pengumpul ikan yang lebih ramah lingkungan, sedangkan Fonteneau *et al.* (2015) menjelaskan bahwa salah satu cara pengelolaan FAD adalah mengurangi jumlah terpasang di perairan. Strategis pengelolaan rumpon antara lain pelarangan, penyesuaian kedalaman, penyesuaian jumlah dan sebagainya. Penggunaan rumpon selain aspek negatif seperti yang diuraikan di atas juga namun memberi manfaat bagi nelayan. Gigentika *et al.* (2014) menjelaskan bahwa penggunaan rumpon dapat menghemat penggunaan bahan bakar minyak oleh nelayan. Cabral *et al.* (2014) menjelaskan bahwa penggunaan alat bantu pengumpul ikan (FADs) dapat meningkatkan jumlah hasil tangkapan tetapi dapat menyebabkan kegiatan perikanan terpuruk apabila pemakaiannya tinggi sehingga perlu dimbangi melalui upaya pengayaan stok.

## KESIMPULAN

Teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone yang memiliki tingkat keberlanjutan/keramahan lingkungan tinggi atau ramah lingkungan terhadap populasi ikan cakalang yaitu huate dan pancing tangan yang melakukan penangkapan melalui perburuan gerombolan ikan. Teknologi penangkapan ikan cakalang memiliki tingkat keberlanjutan sedang atau cukup ramah lingkungan yaitu huate yang melakukan penangkapan di area rumpon dan pukot cincin yang melakukan penangkapan melalui perburuan gerombolan ikan. Teknologi penangkapan ikan cakalang yang memiliki tingkat keberlanjutan rendah atau tidak ramah lingkungan yaitu pukot cincin yang melakukan penangkapan di area rumpon dan pancing yang juga melakukan penangkapan cakalang di area rumpon.

## SARAN

Untuk meningkatkan tingkat keberlanjutan/keramahan lingkungan teknologi penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone sebaiknya menghindari penggunaan rumpon dalam pengoperasian alat tangkap atau melakukan pengaturan penggunaan rumpon seperti pembatasan jumlah rumpon dan pemasangan rumpon di perairan yang lebih dalam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kemenristek Dikti atas pembiayaan penelitian dan Dinas Perikanan serta nelayan penangkap ikan cakalang se WPP RI 713 atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian ini dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah R, Musbir, Faisal A. 2014. Struktur Ukuran dan Ukuran Layak Tangkap Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) di Perairan Teluk Bone. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 14(1): 95-100.
- Ashida H, Tanabe T, Suzuki N. 2009. Recent Progress on Reproductive Biology of Skipjack Tuna in Tropical Region of the Western and Central Pacific Ocean. Scientific Comittee Fifth Regular Session, Port Vila, Vanuatu.
- Cabral RB, Alino PM, Lim MT. 2014. Modelling the Impact of Fish Aggregation Device (FADs) and Fish Enhancing Devices (FEDs) and Their Application for Managing Small Scale Fishery. *ICES Journal of Marine Sciences*. 71(7): 1750-1759.
- Chassot E, Goujon M, Maufroy A, Cauquil P, Fonteneau A, Gaertner D. 2015. The use of Artificial Fish Aggregation Device By French Tropical Tuna Purse Seine Fleet. Historical Perspective and Current Practice in Indian Ocean. IOTC–2014–WPTT16–20 Rev-1.
- Davies TK, Mess CC, Gulland, EJM. 2014. The Past, Present and The Future use of Drifting Fish Aggregation Device in The Indian Ocean. Elsevier : *Marine Policy*. 45(2): 163-170.
- Fonteneau A. 2015. On The Recent Steady Decline ff Skipjack Caught By Purse Seiner in Free Schools in The Eastern Atlantic and Western Indian Oceans. *Collect. Vol,Sci.Pap. ICCAT*. 71(1): 417-425.
- Fonteneau A, Chassot E, Gaertner D. 2015. Managing Tropical Tuna Purse Seine Through Limiting the Number of Drifting Fish Aggregation Device in the Atlantic : Food for Thought. *Collect.Vol.Sci.Pap. ICCAT*. 71(1): 460-475.
- Gaertner D, Azis J, Bez N, Clermidy S, Mpreno G, Marua H, Soto M. 2015. Catch, Effport, Ecosystem Impacts of FAD-Fishing. *Collect.vol.Sci.Pap.ICCAT*. 71(1): 525-539.
- Garbin T, Castello JP. 2014. Changes in Population Structure and Growth of Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*, During 30 Years of Exploitation in the Southwestern Atlantic. *Lat.Am. J. Aquatic Res*. 42(3): 534-546.
- Gigentika S, Wisudo SH, Mustaruddin. 2014. Strategi Pengembangan Perikanan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) di Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Marine Fisheries*. 5(1): 27-40.
- Govinden R, Jauhari R, Filmalter J, Forget F, Soja M, Adam S, Dagorn L. 2013. Movement Behavior of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*) and Yellowfin (*Thunnus albacores*) Tuna at Anchored Fish Aggregation Devices (FADs) Investigated by Acoustic Telemetry. *Aquat. Living Resou*. 26: 69 – 77.
- Harley S, William P, Hampton J. 2009. Analysis of Purse Seine Set Times for Different School Association. A Futher Tools to Assist in Compliance with FAD Closure. Fifth Regular Session of the WCPFC Scientific Committee Aug 10 - 21, 2009. Port Villa, Vanuatu.
- Hallier JP, Gaertner D. 2008. Drifting Fish Aggregation Devices Could Act as Ecological Trap for Tropical Tuna Species. *Marine Ecology Progress Series*. 353: 255-264.
- Itano DG. 2011. The Reproductive Biology ff Yellowfin Tuna (*Thunnus albacore*) in Hawaiian Waters and the Western Tropical Pacific Ocean : Project Summary. Joint Institute for Marine and Atmospheric Research and NOAA. USA.
- Jamal M, Sondita FA, Wiryawan B, Haluan J. 2014. Konsep Pengelolaan Perikanan Tangkap Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Kawasan Teluk Bone Perpektif Berkelanjutan. *Jurnal IPTEKS Peman-*

- faatan Sumberdaya Perikanan*. 1(2): 196 – 207.
- Kantun W, Mallawa A, Rapi NL. 2014a. Perbandingan Struktur Ukuran Tuna Mandidihang (*Thunnus albacores*) yang Tertangkap pada Rumpon Laut Dalam dan Laut Dangkal di Perairan Selat Makassar. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. 1(2): 112-128.
- Kantun W, Mallawa A, Rapi NL. 2014b. Struktur Ukuran dan Jumlah Tangkapan Tuna Mandidihang (*Thunnus Albacores*) Menurut Waktu Penangkapan dan Kedalaman di Perairan Majene Selat Makassar. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(2): 39-48.
- Koya KPS, Joshi KK, Abdussamad EM, Rohit P, Sebastine M. 2012. Fishery, Biology and Stock Structure of Skipjack Tuna, *Katsuwonus pelamis*, Exploited from Indian Waters. *Indian J.Fish*. 59(2): 39-47.
- Lopez A, Martin E, Maria C. 2016. A Model Based on Data from Echosounder Buoys for Estimate of Fish Species Associated with Fish Aggregation Device. *Fishery Bulletin*. 14(2): 166-178.
- Mallawa A, Musbir, Amir F, Marimba AA. 2012. Analisis Struktur Ukuran Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Menurut Musim, Daerah Penangkapan, dan Teknologi Penangkapan di Perairan Luwu, Teluk Bone Sulawesi Selatan. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3(2): 29-38
- Mallawa A. 2013. *Dinamika Populasi dan Pendugaan Stok*. Bagian I : Dinamika Populasi Biota Perairan. Buku Ajar, LKPP – UnHas. Makassar.
- Mallawa A, Amir F, Zainuddin M. 2014. Kera-gaan Biologi Populasi Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) yang Tertangkap dengan Purse Seine pada Musim Timur di Perairan Laut Flores. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. 1(2): 129-145.
- Mallawa A. 2016a. Persentase Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Layak Tangkap Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan WPP RI 713. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan. 3: 547-554.
- Mallawa A. 2016b. Size Structure of Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*) Captured By Pole and Line Fishermen Inside and Outside of Fish Aggregation Devices at Gulf of Bone Waters, South Sulawesi. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 05(09): 159-163.
- Mallawa A, Musbir, Sitepu F, Amir F. 2016. Beberapa Aspek Perikanan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Perairan Barru, Selat Makassar, Sulawesi Selatan. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. 3: 392-405.
- Mallawa A. 2017. Perbandingan Hasil Tangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) Purse Seine yang Dioperasikan di Dalam dan di Luar Area Rumpon. *Jurnal Agrokompleks*. 16(1): 1-6.
- Mallawa A, Amir F, Sitepu FG. 2017. Kajian Kondisi Stok Ikan Cakalang (*Katsuwonus Pelamis*) di Perairan Teluk Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*. 4(2): 572-588.
- Morgan AC. 2011. Fish Aggregation Device and Tuna, Impact and Management Option. Ocean Sciences Division, Pew Environment Group, Washington.D.C.
- Prayitno MRE, Simbolon D, Yusfiandayani R, Wiryawan B. 2017. Produktivitas Alat Tangkap yang Dioperasikan di Sekitar Rumpon Laut Dalam. *Jurnal Marine Fisheries*. 8(1): 101-112.
- Schaefer KM, Fuller DW. 2013. Simultaneous Behavior of Skipjack (*Katsuwonus pelamis*), Bigeye (*Thunnus obesus*), and Yellowfin (*T. albacares*) Tunas, Within Large Multi Species Aggregations Associated with Drifting Fish Aggregation Device (FADs) in The Equatorial Eastern Pacific Ocean. *Mar.Biol*. 160(1): 3005-3014.
- Wang X, Xu L, Chen Y, Zhu G, Tian S, Zhu J. 2012. Impact of Fish Aggregation Device-son Size Structures of Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*). *J. Aquat. Ecol*. 46(2): 343-352.