

Karakteristik Suara Gelembung Air Laut yang dikeluarkan Ikan Layang (*Decapterus Sp*) dapat dijadikan Atraktor Berbasis Suara Pada Areal Rumpon

Characteristics of the Sound of Sea Water Bubbles Issued by Mackerel scad (*Decapterus Sp*) Can Be Used As A Sound-Based Attractor In FADs Area

Arham Rumpa^{1✉}, Najamuddin², Safruddin², M. Abduh Ibnu Hajar²

¹⁾Dosen Teknik Penangkapan Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Kabupaten Bone, 92718, Sulawesi Selatan, Indonesia

²⁾Dosen Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245, Sulawesi Selatan, Indonesia

✉Corresponding author: arhamrumpa@gmail.com

ABSTRAK

Rumpon mampu menarik spesies ikan untuk berasosiasi dengannya. Banyak pertanyaan terkait kinerja rumpon itu sendiri, salah satunya adalah karakteristik suara yang ada dibawah rumpon tersebut. Spesies ikan pelagis yang umumnya tertangkap pada areal rumpon adalah Ikan Layang (*Decapterus sp*). Umumnya memproduksi suara gelembung air laut. Pertanyaannya apakah gelembung air laut tersebut sebagai bentuk komunikasi dilaut. untuk saling berinteraksi, mempertahankan diri atau menghindari dari predator? Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi karakteristik suara dikeluarkan oleh *schooling* ikan yang berasosiasi pada areal rumpon, mekanisme produksi suara gelembung air laut dan hubungan antara karakteristik suara dengan terkonsentrasinya *schooling* ikan yang kemungkinan bisa dijadikan atraktor berbasis gelombang bunyi untuk menarik *schooling* ikan mendekati areal rumpon. Parameter yang diamati adalah bentuk karakteristik dan mekanisme produksi suara dibawah rumpon, mekanisme produksi suara, bentuk karakteristik frekuensi gelembung air laut dan pengaruhnya terhadap *schooling* ikan khususnya *schooling* layang. Jenis penelitian metode observasi dengan pendekatan akustik pasif (PAM). Hasil menunjukkan bahwa ikan layang teridentifikasi mengeluarkan gelembung air laut saat terkonsentrasi penuh dibawah rumpon pada dini hari, kondisi kaget dan kondisi ada ikan predator datang menyerang, peak frekuensi suara gelembung air laut rata-rata pada kisaran 583,90 Hz sedangkan tekanan suara yaitu rata-rata pada kisaran 86 dB. Temuan tersebut sesuai dengan sensitivitas maksimum dan minimum pendengaran ikan pada umumnya, sehingga karakteristik suara gelembung air laut memungkinkan pengembangan atraktor berbasis gelombang suara untuk menarik dan mengkonsentrasikan spesies ikan tertentu pada areal rumpon.

Kata kunci: Karakteristik suara, gelembung air laut, layang (*Decapterus sp*), rumpon, atraktor.

Pendahuluan

Secara umum keberadaannya *schooling* ikan dengan agregasinya, karena pengaruh faktor fisika dan kimia khususnya kondisi oseanografi suatu wilayah (Arrizabalaga *et al.*, 2015; Seloi *et al.*, 2019; Ghufron *et al.*, 2019). Ditinjau dari aspek biologi keberadaan spesies ikan pada areal rumpon tersebut memang ada hubungannya (Bubun *et al.*, 2015; Irawati *et al.*, 2021), yang dapat mempengaruhi agresi dan tingkah laku ikannya (Capello *et al.*, 2016; Lopez *et al.*, 2017; Orue *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian terdahulu juga ditinjau dari aspek biologi, berasosiasinya spesies ikan pada rumpon antara lain karna keberadaan rumpon sebagai penyedia sumber makanan khususnya pengaruh material dari konstruksi rumpon itu sendiri yang ditumbuhi spesies alga, hidrozoa dan krustasea (Yusfiandayani *et al.*, 2015; Hasaruddin *et al.*, 2021; Rumpa *et al.*, 2022a)

terutama aroma atau bau dari konstruksi tersebut (Atema *et al.*, 1980; Doving & Stabell, 2003).

Study lainnya pada areal rumpon, suara di rumpon kemungkinan mempengaruhi daya tarik ikan, sebagaimana temuan (Dempster & Kingsford, 2003; Dempster & Taquet, 2004), bahwa suara sebagai titik referensi untuk bernavigasi bagi spesies ikan ke arah rumpon, hal tersebut disebabkan adanya suara dari komponen konstruksi rumpon muncul akibat adanya arus dan gelombang laut yang mempengaruhinya (Popper *et al.*, 2003; Babaran, 2008).

Suara bawah air sebagai sumbernya dapat merambat secara merata ke segala arah (Rogers & Cox, 1988) sehingga keberadaan sinyal suara dapat dideteksi hingga beberapa kilometer dari sumbernya.

Fenomena suara yang dihasilkan oleh rumpon merupakan isyarat potensial untuk dijadikan atraktor pemanggil ikan, namun disatu sisi muncul pertanyaan, apakah ikan memiliki kemampuan untuk mendeteksi lokasi sumber suara dengan sensitivitas yang cukup untuk bernavigasi tentulah sesuatu hal yang menarik untuk dikaji secara berkelanjutan

Disatu sisi (Ghazali *et al.*, 2013), menemukan bahwa terjadi perbedaan tekanan suara secara signifikan pada areal rumpon berdasarkan waktu yaitu waktu siang, sore, malam dan dini hari, perbedaan tekanan tersebut kemungkinan karena adanya aktivitas spesies fauna yang menghuninya.

Jika dihubungkan dengan berasosiasinya dan terkonsentrasinya *schooling* ikan dibawah rumpon kemungkinan ada hubungannya dengan pengaruh tekanan suara berdasarkan waktu, dimana temuan terbaru (Rumpa *et al.*, 2022b) menemukan bahwa *schooling* spesies ikan dibawah rakit rumpon lebih terkonsentrasi pada sore dan dini hari jika dibandingkan pada siang dan malam hari

Selain komponen konstruksi dari rumpon itu sendiri dapat mengeluarkan suara sebagai daya tarik bagi ikan kearah rumpon, namun ada kemungkinan suara dari spesies penghuni rumpon itu sendiri seperti keberadaan *schooling* ikan pelagis kecil yang sedang berasosiasi dibawah rumpon.

Study awal kami ketika mengamati tingkah laku ikan khususnya spesies ikan layang (*Decapterus Sp*), Selar (*Big eye scad*) dan Tongkol deho (*Auxis thazard*) yang dominan berasosiasi dibawah rumpon, menemukan adanya beberapa kondisi pada saat terkonsentrasi dibawah rumpon terkadang mengeluarkan gelembung air laut yang dapat didengar suaranya oleh manusia, begitupun halnya pada saat terperangkap pada bagian kantong jaring alat tangkap *purse seine*.

Yang jadi pertanyaan apakah gelembung air laut tersebut sebagai bentuk komunikasi atau panggilan untuk saling berasosiasi, peminangan, mempertahankan diri atau menghindari dari predator, tentu hal ini perlu dikaji lebih mendalam. Study terkait suara yang diproduksi oleh spesies ikan seperti (Picciulin *et al.*, 2013; Casaretto *et al.*, 2014; Tang *et al.*, 2017), mengungkapkan bahwa produksi suara oleh spesies ikan dengan maksud untuk saling berinteraksi, berhubungan secara seksual/kawin mempertahankan diri dan menghindari dari predator.

Hal tersebut juga menarik untuk dikaji lebih mendalam karena suara yang diproduksi oleh spesies ikan dapat dideteksi serta dapat diukur (Lillis et al., 2014; Vieira et al., 2015), baik amplitude, frekuensi dominan, jumlah pulsa maupun periode pulsa (Sisneros. 2016; Picciulin et al., 2018). Dimana disarankan oleh Manna et al., (2021), bahwa pengukuran pengaruh suara terhadap spesies ikan lainnya sangat penting dilakukan untuk kajian dimasa depan.

Salah satu alternatif dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian guna memahami dan mengamati hubungan gelombang bunyi terhadap tingkah laku ikan dibawah permukaan laut adalah dengan menggunakan metode pendekatan akustik pasif (PAM) yang seperti model pengamatan karakteristik suara dibawah rumpon (Ghazali et al., 2013), model perekaman video dan analisis akustik (Carico et al., 2019) serta model pengukuran jarak agregasi *schooling* ikan terhadap titik pusat rumpon (Rumpa et al., 2022b). Penelitian ini kami coba menggabungkan antara teknik echosounding, vidio bawah air dan experimental fishing di lapangan.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Bone. Pada posisi S4°30'00", E 120°30'00". Pengumpulan data lapangan dilakukan di kapal dan di rumpon dari Januari 2022 hingga Juni 2022. Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan penangkapan ikan dengan pendekatan akustik turun langsung kekapal dan rumpon dengan mengikuti operasi penangkapan.

Alat dan Bahan Penelitian

Perekaman tekanan suara menggunakan aplikasi *sound level* meter yang sudah dikalibrasi dengan alat sound level meter db ut 353 sound Noise (A Weighting): Range: 30~130 dB Resolution: 0.1 dB Accuary: 1.5 dB yang dimasukan kedalam plastic kedap air dan dipasang kedalam perairan 2-5 meter selama periode perekaman.

Perekaman video dan frekuensi suara menggunakan Kamera/Vidio SONY FDR-X1000VR, dengan kualitas rekam video true 4K HD resolusi hingga 3840 x 2160. Jarak *schooling* ikan pada titik pusat rumpon diamati menggunakan dua unit *fish finder type* garmin map 585 frekuwensi 50 – 200 khz maximum depth : 1,500ft dengan memasang tranduser dibawah laut yang dapat di arahkan secara vertikal dan horizontal.

Prosedur dan Analisa Penelitian

Perekaman Suara dan video pergerakan *schooling* ikan pada areal rumpon dilakukan sebanyak empat kali dalam 24 jam yaitu siang hari pukul 10:00 – 14:00, sore hari pukul 17:30-18:00, malam hari pukul 04:00-05:00 (sebelum dilakukan penurunan alat tangkap *purse seine*) dan menjelang dini hari akan dimulai *setting* alat tangkap pukul 05:30-06:00.

Untuk mewakili suara dilaut tanpa danya rumpon dilakukan uji perekaman control dan pengukuran dilakukan hanya pada siang hari dan sore hari tanpa adanya variasi arus dan gelombang, dilakukan tiga interval jarak yaitu pada jarak 0-5 [m] dibawah rakit rumpon (dalam areal rumpon), 40-50 [m] dan pengukuran pada jarak ≥ 100 [m] (diluar areal rumpon) dengan durasi 10 menit/masing-masing jarak. Tujuannya untuk memahami apakah ada perbedaan tekanan suara ataupun frekuensi suara berdasarkan jarak dari titik pusat rakit rumpon.

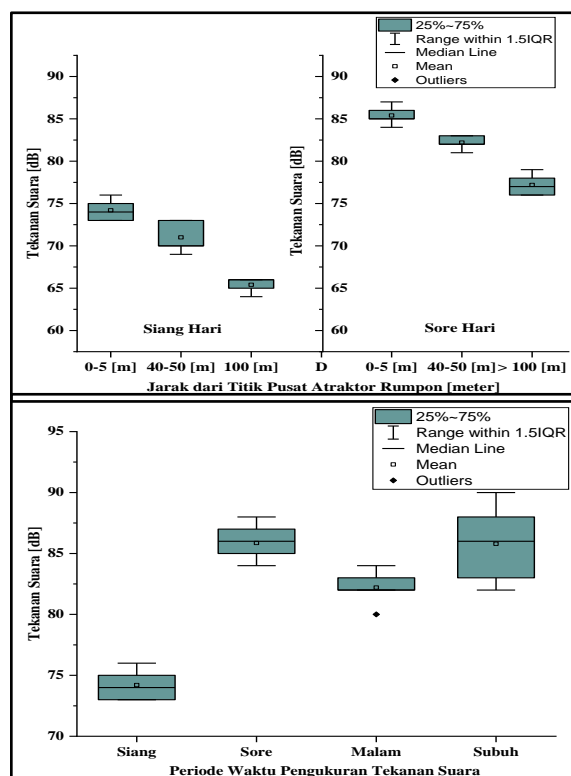
Data terkait mekanisme produksi suara gelembung air laut, terlebih dahulu dilakukan Perekaman Suara dan video pergerakan *schooling* ikan dilakukan saat ikan terkonsentrasi dibawah rumpon dan mengeluarkan gelembung air laut yaitu pada dini hari pukul 04:30-06:00 dan siang hari pada pkl; 10.00-13.00, selanjutnya dilakukan juga perekaman pada ketika ada *schooling* ikan mengeluarkan gelembung air laut pada saat terperangkap didalam jaring (saat *hauling* alat tangkap). Hasil rekaman kemudian diolah dan dianalisa bentuk sinyal dan frekwensi suara menggunakan beberapa aplikasi pengukur frekuensi dan tekanan suara

Untuk menganalisa bentuk sinyal dan frekwensi suara menggunakan Aplikasi Sonic Visualizer dimana sebelumnya hasil rekaman vidio diubah terlebih dahulu kedalam bentuk file MP3 maupun file WAP menggunakan online-audio-converter.com, selanjutnya untuk menghilangkan noise menggunakan aplikasi gratisan yang open source yaitu audacity, penggambaran bentuk sinyal dan frekwensi suara menggunakan aplikasi sonic Visualizer. Sedangkan Perangkat lunak OriginPro 2018 digunakan untuk membuat diagram kotak. Hubungan antara jarak *schooling* ikan pada titik pusat rumpon dengan tekanan suara (dB) diamati berdasarkan rata-rata jarak pada setiap perlakuan dengan rata-rata tekanan suara (dB) selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Bentuk karakteristik tekanan suara berdasarkan jarak dan durasi waktu dari titik pusat rakit rumpon

Untuk memahami karakteristik bentuk tekanan suara dibawah rakit rumpon dan diluar rakit rumpon, dilakukan pengukuran pada tiga interval jarak yaitu pada jarak 0-5 [m] dibawah rakit rumpon (dalam areal rumpon), 40-50 [m] dan pengukuran pada jarak ≥ 100 [m] (diluar areal rumpon) dengan durasi 5 detik/jarak. Lihat Gambar 1.



Gambar 1. Rata-rata bentuk $n=5$. (a) Tekanan suara berdasarkan jarak dari rumpon dan (b). Rata-rata tekanan suara (dB) pada Siang hari, Sore hari, Malam hari, dan dini hari

Terjadi perbedaan tekanan suara berdasarkan jarak dari titik pusat rumpon, dimana rata-rata tekanan suara pada jarak 0-5 [m] lebih besar jika dibandingkan dengan tekanan suara pada jarak Jarak 40-50 [m] dan jarak ≥ 100 [m] dari titik pusat rumpon.

Sedangkan pengukuran tekanan suara (dB) berdasarkan waktu dapat dilihat pada gambar 1, menunjukkan bahwa tekanan suara rata-rata pada siang hari berada pada 73 dB, dan mengalami kenaikan tekanan suara yang cukup signifikan pada sore hari yaitu rata-rata kisaran 85 dB dan pada malam hari mengalami penurunan pada kisaran rata-rata 81 dB, namun pada dini hari dibawah rakit rumpon mengalami kenaikan sedikit tekanan suara yang berkisar 83 dB.

Tekanan suara dibawah rakit rumpon lebih besar jika dibandingkan dengan tekanan suara yang berada diluar rakit rumpon, khususnya pada jarak ≥ 100 [m]. Fenomena tekanan suara yang lebih besar tersebut yang pertama kemungkinan pada konstruksi penyusun rumpon selain dihuni spesies ikan yang kecil juga banyak ditumbuhi spesies alga, hidrozoa dan krustasea yang merupakan salah satu faktor yang dapat menimbulkan tekanan bunyi suara yang lebih tinggi.

Yang kedua karna dibawah rakit rumpon terutama tali jangkar dan atraktor rumpon sedikit menimbulkan suara tambahan akibat terkena arus atau gelombang laut di atasnya yang menyebabkan naik turunnya rakit dan atraktor rumpon, hal

tersebut diperkuat temuan Ghazali *et al.*, (2013) bahwa suara yang dihasilkan oleh hewan penghuni rumpon lainnya atau suara pada komponen penahan pada rakit rumpon akibat yang ditimbulkan adanya arus dan gelombang laut menyebabkan terjadinya tekanan suara yang lebih besar jika dibandingkan tekanan suara diluar dari areal rakit rumpon.

Begitupun halnya study Babaran. (2008) terkait karakteristik suara bawah rumpon mengungkapkan bahwa FADs menghasilkan frekuensi suara dominan akibat adanya getaran tali jangkar akibat kekuatan arus dan mengalami peningkatan amplitude seiring bertambahnya kecepatan arus.

Walaupun dibawah rakit rumpon banyak beragam suara yang menimbulkan frekuensi dan amplitude suara yang berbeda juga, namun study Kasumyan. (2008) mengungkapkan kalau ikan dapat membedakan jenis bunyi suara yang berbeda-beda walaupun dengan tekanan, frekuensi karakteristik akustik lainnya yang sama.

Dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa intensitas suara bawah rakit rumpon bervariasi pada waktu yang berbeda dalam sehari. Hal tersebut juga sesuai dengan temuan (Ghazali *et al.*, 2013), bahwa pola suara harian menunjukkan sinyal paling keras pada areal rumpon yaitu saat senja, diikuti oleh malam hari, fajar dan secara signifikan terendah pada siang hari.

Perbedaan tekanan suara pada areal rumpon sebanding dengan temuan (Radford *et al.*, 2008) bahwa pada saat senja dan dini hari tekanan suara lebih tinggi hal tersebut berkorelasi dengan tingkat keberadaan spesies habitat larva ikan dan krustasea selama waktu tersebut pada daerah terumbu karang

Disatu sisi pada rakit rumpon, bukan hanya spesies ikan terkonsentrasi dibawahnya namun ada juga binatang lainnya yang ikut berasosiasi didalamnya sehingga menimbulkan frekuensi dan amplitude suara yang beragam didalamnya. Study Rumpa *et al.*, (2022b) bahwa pada konstruksi rumpon yang terendam didalam laut terdapat spesies alga, hidrozoa dan krustasea. Hal tersebut kemungkinan juga berkontribusi terhadap bunyi suara khususnya spesies krustasea (Babaran, 2008; Radford *et al.*, 2008).

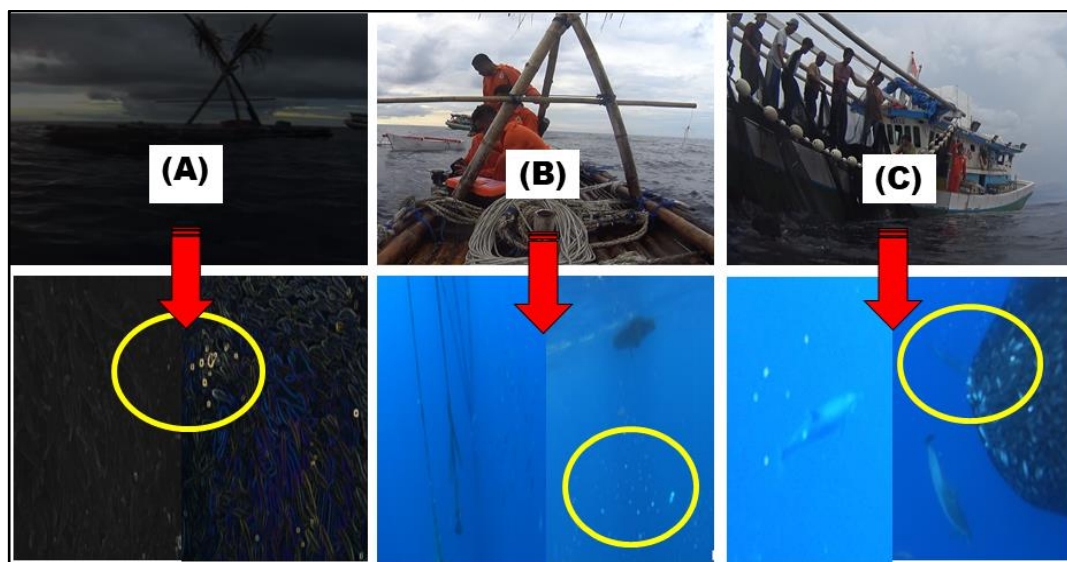
Hubungan frekuensi dan tekanan suara yang berasal dari rumpon memiliki potensi untuk menarik ikan dan memberikan isyarat orientasi jarak jauh, hal tersebut kemungkinan benar adanya sebagaimana temuan peneliti lainnya mengungkapkan bahwa spesies ikan dapat kembali kerumpon di luar jangkauan visual ikan, seperti eksperimen pergerakan spesies ikan pada areal rumpon telah menunjukkan bahwa pada siang hari, ikan dapat kembali ke rumpon pada jarak 180 [m] (Ibrahim *et al.*, 1990) dan 275 m (Dempster & Kingsford, 2003).

Study Ghazali *et al.*, (2013) menemukan bahwa pada siang hari sinyal rumpon dapat dideteksi oleh ikan dari 100 hingga 400 [m] jauhnya. Saat senja, sinyal berpotensi terdeteksi oleh ikan dari jarak lebih dari 1000 [m]. Begitupun halnya, temuan (Dagorn *et al.*, 2007) mengamati spesies tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) di sekitar Oahu, Hawaii menggunakan pendekatan akustik

dan diamati berulang-ulang, spesies tersebut bergerak beberapa kilometer jauhnya dan kembali lagi mengunjungi rumpon

Karakteristik suara dikeluarkan oleh schooling ikan yang berasosiasi pada areal rumpon.

Hasil eksperimen mengamati bagaimana situasi dan kondisi *schooling* ikan layang tersebut mengeluarkan gelembung air laut yaitu pada saat terkonsentrasi penuh dibawah rumpon pada dini hari, kondisi kaget dan kondisi ada ikan predator seperti ikan lumba lumba datang menyerang.



Gambar 2 .Kondisi Ikan layang memproduksi gelembung air laut pada (A) Dini hari (n=10) Ketika terkonsentrasi dibawah rakit rumpon, (B). Dikagetkan dengan bunyi suara keras (n=6) dan (C). Ketika ada predator (lumba-lumba) mengelilingi *schooling* ikan terjat di dalam jarring *purse seine* (n=3).

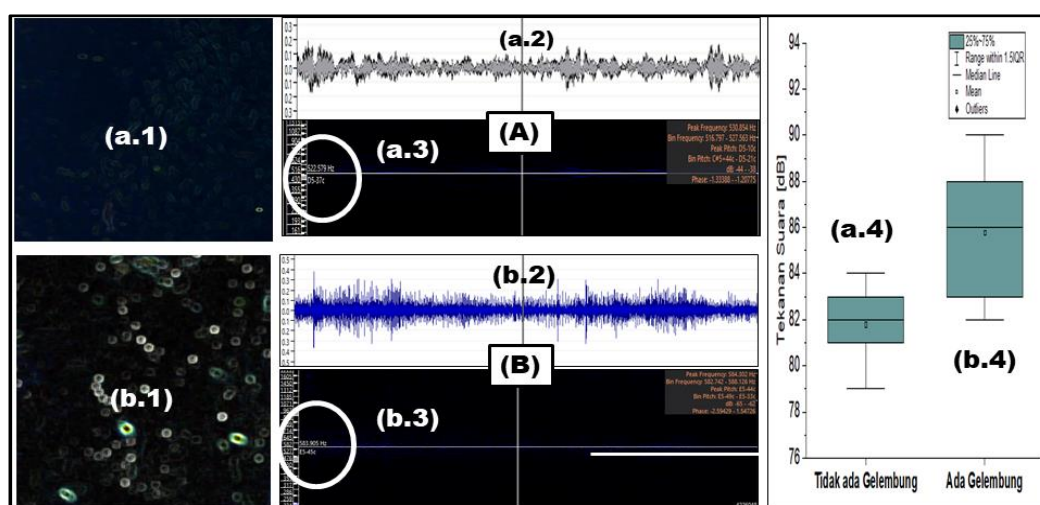
Pada gambar.2 (A), hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada dini hari menjelang terbit fajar, umumnya *schooling* ikan akan terkonsentrasi penuh dibawah rakit rumpon, hal tersebut dapat diketahui dan terpantau dari penampakan gelembung air yang dikeluarkan. Pengamatan selanjutnya pada (gambar.2.B), ketika *schooling* ikan dikagetkan dengan suara benda yang lebih keras, terjadi pergerakan yang cepat dan juga selalu mengeluarkan gelembung air laut. Produksi suara ketiga yang teramati saat *schooling* ikan terperangkap pada kantong jaring *purse seine* (gambar.2.C) dan ada spesies ikan pemangsa seperti lumba-lumba, *Schooling* ikan tersebut bahkan lebih banyak memproduksi secara berulang-ulang suara gelembung air laut yang dikeluarkan.

Fenomena yang kedua dan ketiga spesies ikan layang mengeluarkan gelembung air laut dari kantong renangnya kemungkinan akibat mengalami kondisi ketakutan, mengalami stress akibat bertumpuknya didalam kantong jaring atau sebagai reaksi terhadap pemangsa yang ada di sekelilingnya.

Hal yang menarik dini hari ketika *schooling* ikan terkonsentrasi dibawah rumpon dan mengeluarkan gelembung air laut terjadi peningkatan tekanan suara rata-rata kisaran 85-87 dB. Dengan tekanan 85 dB pada sore hari serta tekanan 83 dB pada dini hari dan semakin meningkat sampai tekanan suara menjadi 87 dB, dapat diasumsikan bahwa semakin tinggi tekanan suara sampai batas pendengaran spesies ikan menunjukkan bahwa *schooling* ikan lebih terkonsentrasi dan menuju kearah bawah rakit rumpon

Bentuk karakteristik frekuensi Gelembung air laut dan Pengaruhnya terhadap Schooling Ikan Layang

Pengukuran frekuensi dan tekanan suara berdasarkan ada tidaknya gelembung air laut dibawah rumpon dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3. Rata-rata bentuk karakter frekuensi suara (Hz) dimana (A.a.1)= Sebelum *Schooling* ikan mengeluarkan suara gelembung air laut, (a.2= Bentuk Waveform, a.3= Rata-rata Peak Frekuensi (Hz), a.4= Tekanan Suara [dB]. (B.b.1)= Setelah *Schooling* ikan mengeluarkan suara gelembung air laut, (b.2= Bentuk Waveform, b.3= Rata-rata Peak Frekuensi (Hz), b.4= Tekanan suara.

Pada gambar 3., memperlihatkan adanya perbedaan baik bentuk gelombang suara (*waveform*) maupun bentuk sebaran frekuensi (*spectrogram*) pada waktu *schooling* ikan mengeluarkan suara gelembung air laut dibawah rakit rumpon.

Dimana nilai Peak Frekuensi sebelum *schooling* ikan memproduksi gelembung air laut rata-rata nilainya 522,57 Hz dengan sebaran gelombang suara agak kecil, dan setelah *schooling* ikan mengeluarkan/ memproduksi suara gelembung air laut, mengalami kenaikan peak frekuensi dengan rata-rata kisaran 583,90 Hz dengan bentuk gelombang suara lebih besar dan menyebar serta bentuk gelombang suara lebih lurus dan terarah.

Hasil pengukuran terkait tekanan suara (gambar.3.a4 dan b4), menunjukkan bahwa sebelum *schooling* ikan mengeluarkan suara gelembung air laut, tekanan suara rata-rata berada pada 82 dB dan mengalami kenaikan tekanan suara setelah

ada produksi suara pada gelembung yaitu rata-rata kisaran 86 dB, hal tersebut dapat diasumsikan bahwa semakin tinggi tekanan suara sampai batas pendengaran spesies ikan, dalam hal ini *schooling* ikan lebih terkonsentrasi dan menuju kearah bawah rakit rumpun.

Pengaruh frekuensi dan tekanan suara (dB) terhadap pergerakan schooling ikan yang berasosiasi pada areal rumpun.

Pengamatan secara visual munculnya suara gelembung air laut juga ikut berkontribusi terhadap terkonsentrasinya *schooling* ikan dibawah rumpun, demikian benar adanya karena spesies ikan layang memproduksi gelembung air laut sebagai isyarat atau komunikasi terhadap spesies ikan lainnya bahkan suara yang diproduksi kemungkinan sebagai tanda panggilan untuk spesies *schooling* ikan lainnya agar bergerak menuju ke sumber suara sehingga lebih terkonsentrasi dibawah rakit rumpun.

Fenomena tersebut dibuktikan dengan hasil pengamatan kami bahwa dengan muncul produksi suara gelembung air laut menyebabkan *schooling* ikan lebih terkonsentrasinya pada areal rumpun.

Untuk membuktikan hal tersebut bagaimana pengaruh karakteristik suara gelembung air laut terhadap ketertarikan dan kedatangan *schooling* ikan selanjutnya dilakukan pengamatan pada saat *schooling* ikan layang yang umumnya terjaring didalam kantong alat tangkap *purse seine* mengeluarkan gelembung air laut. Gambar..

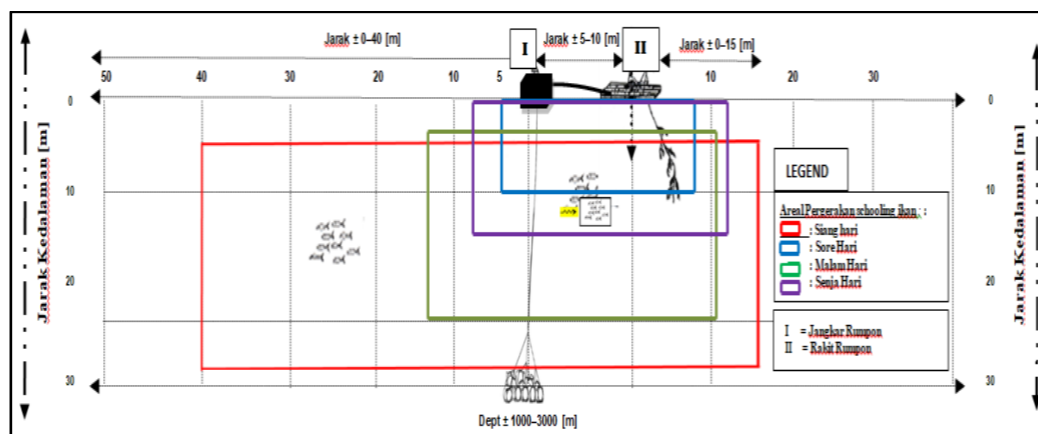


Gambar 4. Tingkah laku ikan layang akibat adanya suara gelembung air laut pada saat *hauling* alat tangkap *purse seine*, (a).Terjaring didalam kantong *purse seine*, (b). Kondisi memproduksi suara gelembung air laut dan (c). *Schooling* ikan lainnya datang mendekati kearah gelembung air laut.

Hasil pengamatan kami pada gambar 4, menunjukkan bahwa ketika *schooling* ikan yang terjerat didalam kantong jaring mengeluarkan suara

gelembung air laut, fenomena *schooling* ikan lainnya datang mendekati kearah gelembung air laut.

Perlu dicatat kami tidak mengukur frekuensi suara akibat adanya variasi kecepatan arus dan gelombang air laut namun kami hanya mengukur posisi pergerakan *schooling* ikan selanjutnya dihubungkan dengan tekanan suara pada saat pengukuran berdasarkan waktu.



Gambar 5. Posisi dan jarak rata-rata pergerakan *schooling* ikan akibat adanya variasi tekanan suara (db) dan frekuensi suara(hz) pada titik pusat rumpon berdasarkan waktu

Pada gambar.5, secara umum memperlihatkan adanya perbedaan jarak rata-rata pergerakan *schooling* ikan berdasarkan waktu jika dihubungkan dengan gambar 1. akibat adanya variasi tekanan suara berdasarkan waktu, dimana khususnya pada siang hari (list merah) dengan tekanan rata-rata 73 dB, pergerakan *schooling* ikan lebih menyebar dan lebih jauh dari titik pusat rumpon jika dibandingkan dengan sore hari dan dini hari dimana dengan tekanan suara rata-rata 83 – 87 dB *schooling* ikan lebih terkonsentrasi dan mendekat dibawah rakit rumpon.

Ikan layang memiliki kesamaan dengan ikan herring (*Clupea harengus*) dimana temuan Wahlberg & Westerberg, (2003), mengungkapkan bahwa ikan tersebut dalam tingkah lakunya sering menghasilkan produksi suara dari gelembung air laut yang dikeluarkan pada bagian kantung renang seperti banyak ikan lainnya. Dan dapat diamati diatas permukaan laut (Thorne & Thomas, 1990; Nøttestad, 1998)

Studi kami menunjukkan bahwa frekuensi suara yang dikeluarkan oleh *schooling* ikan layang pada areal rumpon sesuai dengan frekuensi sensitive pendengaran ikan pelagis pada umumnya dimana menurut (Kasumyan, 2008; Au & Hastings, 2009) bahwa rentang frekuensi sensitivitas untuk pendengaran maksimum sebagian besar spesies ikan yaitu berkisar antara 100 sampai 1000 Hz dengan frekuensi atas pada batas 2000 Hz.

Memang tidak bisa dipungkiri bahwa kondisi terkonsentrasinya *schooling* ikan pada umumnya menjelang dini hari, hal tersebut sesuai dengan temuan terbaru Rumpa *et al.*, (2022b) terkait agregasi *schooling* ikan bahwa pada areal rumpon pukul 05:30 menjelang dini hari, rata-rata *schooling* ikan selalu muncul kelapisan permukaan dibawah atraktor rumpon.

Disatu sisi hal semacam ini juga tidak terlepas dari sifat tingkah laku ikan itu sendiri, sebagaimana temuan Nurdin *et al.*, 2019, mengungkapkan bahwa pada kondisi menjelang dini hari, spesies ikan pelagis selain mencari makan juga tertarik pada kondisi cahaya dibawah permukaan laut yang kurang terang. Selain itu fenomena terkonsentrasinya *schooling* ikan dibawah rumpon karena adanya peran substansi kimia dan biologi dari rumpon itu sendiri (Capello *et al.*, 2012).

Fenomena tersebut kemungkinan bagian dari sifat dan tingkah laku *schooling* ikan secara umum pada saat makan dan bergerak membentuk *schooling*. Hal tersebut sesuai pendapat Larsson, (2012), dimana dengan peningkatan kepadatan *schooling* ikan akan terjadi respon persaingan makanan. Hal tersebut kemungkinan yang menyebabkan ikan tersebut mengeluarkan gelembung air laut

Temuan tersebut diatas sangat jelas memperlihatkan bahwa nada suara gelembung air laut yang dikeluarkan oleh *schooling* ikan layang merupakan bagian dari tingkah laku ikan pada saat berkomunikasi terhadap spesies *schooling* ikan lainnya untuk mendekat padanya. Dimana pendapat (Manna *et al.*, 2021), bahwa ikan dapat mengeluarkan beragam amplitude suara untuk melakukan komunikasi dalam pertukaran informasi

Dengan diketahuinya karakteristik, khususnya frekuensi dan tekanan suara yang ideal dengan menyesuaikan waktu terkonsentrasinya *schooling* ikan pada areal rumpon, memungkinkan pengembangan atraktor rumpon berbasis gelombang suara dengan sistem kerja memancarkan suara dengan frekuensi berkisar 530 – 734 Hz dan tekanan suara berkisar 83 – 87 dB yang diharapkan bisa memikat *schooling* ikan mendekati areal rumpon, sehingga lebih mengefisienkan dalam hal strategi penangkapan ikan (Rumpa & Isman, 2018; Cody *et al.*, 2018)

Temuan saat ini dapat membantu dalam memahami dinamika asosiasi ikan di sekitar rumpon yang pada gilirannya akan berimplikasi pada penggunaannya dalam perikanan, khususnya dalam pengembangan alat bantu penangkapan ikan seperti atraktor berbasis gelombang suara, sebagaimana temuan Rosana *et al.*, (2018). Bahwa ikan merespon bunyi dengan mendekat ke alat tangkap ikan pada kisaran gelombang frekuensi antara 500-1.000 Hz.

Kesimpulan

Tekanan suara dibawah rakit rumpon rata-rata pada siang hari berada pada 73 dB, kondisi *schooling* ikan lebih menyebar dan lebih jauh dari titik pusat rumpon. Pada sore hari berkisar 85 dB *schooling* ikan lebih terkonsentrasi dibawah rumpon. Malam hari mengalami penurunan tekanan suara rata-rata 81 dB sedangkan waktu dini hari mengalami tekanan suara berkisar 83 dB. Spesies ikan

layang (*Decapterus sp*), berdasarkan hasil identifikasi mengeluarkan gelembung air laut saat pada saat kondisi terkonsentrasi penuh dibawah rumpon pada dini hari, kondisi saat kaget dan kondisi saat ada ikan predator menyerang. Hasil analysis karakter suara gelembung air laut memiliki peak frekuensi rata-rata berada pada 583,90 Hz sedangkan tekanan suara rata-rata berada pada kisaran 86 dB. Karakteristik suara gelembung air laut yang dikeluarkan oleh *schooling* ikan layang merupakan bagian dari tingkah laku ikan pada saat berkomunikasi terhadap spesies ikan lainnya agar mendekat padanya. Temuan tersebut sesuai dengan sensitivitas maksimum dan minimum pendengaran ikan pada umumnya, sehingga karakteristik suara gelembung air laut memungkinkan pengembangan atraktor berbasis gelombang suara untuk menarik dan mengkonsentrasikan spesies ikan tertentu pada areal rumpon.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada RISTEK-BRIN dan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bantuan Hibah Penelitian Desertasi Doktor, Crew KMN. Karya Agung dan Terima kasih juga kepada teman-teman di Program Doktor Ilmu Perikanan Unhas yang telah memberikan motivasi selama penelitian, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik

Daftar Pustaka

- Albert JA, Beare D, Schwarz A, Albert S, Warren R, Teri J, Andrew NL. 2014. The contribution of nearshore Fish Aggregating Devices (FADs) to food security and livelihoods in solomon islands. *Plos One* 9 (12): 1-19 . DOI: 10.1371/journal.pone.0115386
- Arrizabalaga H, Dufour F, Kell L, Merino G, Ibaibarriaga L, Chust G, Irigoien X, Santiago J, Murua H, Fraile I, Chifflet M, Goikoetxea N, Sagarminaga, Yolanda, Olivier A, Laurent B, Miguel H, Fromentin JM, Bonhomeau, Sylvain. 2015. Global habitat preferences of commercially valuable tuna. *Deep Sea-Res Part II* 113: 102-112. DOI: 10.1016/j.dsr2.2014.07.001
- Atema J, Holland K, Ikehara W. 1980. Olfactory responses of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) to prey odors: chemical search image. *J Chem Ecol* 6:457–465 DOI: 10.1007/BF01402922
- Au, WWL, Hastings, MC, 2009. Emission of Social Sounds by Marine Animals. *Principles of Marine Bioacoustics*. Springer, New York, pp. 401–499
- Babaran, R.P., Anraku, K., Ishizaki, M., Watanabe, K., Matsuoka, T., Shirai, H., 2008. Sound generated by a payao and comparison with auditory sensitivity of jack mackerel *Trachurus japonicus*. *Fisheries Science* 74, 1207–1214. DOI:10.1002/9780813810966.ch3
- Bubun RL, Domu S, Wiji NT, Wisudo H. 2015. Terbentunya daerah penangkapan dengan Pencahayaan. *Jurnal Airaha* 4(1),27–36. DOI: 10.29244/jmf.5.1.57-76 [Indonesia]
- Capello. M, Soria.M, Cotel.P, Potin.G, Dagorn.L, Preon.P. 2012. “The Heterogeneous Spatial And Temporal Patterns Of Behavior Of Small Pelagic Fish In An Array Of Fish Aggregating Devices (FADs). *J Exp Mar Biol. Ecol* 430–431: 56–62. DOI: 10.1016/j.jembe.2012.06.022
- Capello M, Deneubourg JL, Robert M, Holland KN, Schaefer KM, Dagorn L. 2016. Population assessment of tropical tuna based on their associative behavior around floating objects. *Sci Rep* 6 (1): 36415. DOI: 10.1038/srep36415

- Carriço R, Silva MA, Menezes GM, Fonseca PJ, Amorim MCP. 2019. Characterization of the acoustic community of vocal fishes in the Azores. *PeerJ* 7(8):e7772 DOI:10.7717/peerj.7772
- Cody CEL, Moreno G, Restrepo V, Roman MH, Maunder MN. 2018. Recent purse-seine FAD fishing strategies in the eastern Pacific Ocean: What is the appropriate number of FADs at sea? *ICES J Mar Sci* 75 (5): 1748-1757. DOI: 10.1093/icesjms/fsy046
- Dagorn, L., Holland, K., Itano, D., 2007. Behavior of yellowfin (*Thunnus albacares*) and bigeye (*T. obesus*) tuna in a network of fish aggregating devices (FADs). *Marine Biology* 151, 595–606
- Dagorn L, Bez N, Fauvel T, Walker E. 2013. How much do fish aggregating devices (FADs) modify the floating object environment in the ocean? *Fish Oceanogr* 22 (3): 147-153. DOI: 10.1111/fog.12014
- Dempster T, Kingsford M. 2003. Homing of pelagic fish to fish aggregation devices (FADs): The role of sensory cues. *Marine Ecology Progress Series* 258:213-222. DOI:10.3354/meps258213
- Dempster T, Taquet M. 2004. Reviews In Fish Biology And Fisheries Fish Aggregation Device (FADs) Research: Gaps In Current Knowledge And Future Directions For Ecological Studies. DOI: 10.1007/s11160-004-3151-x
- Doving K, Stabell OB. 2003. Trails in open water: sensory cues in salmon migration. In: Collin SP, Marshall NJ (eds) *Sensory processing in aquatic environments*. Springer-Verlag, New York, p 39–52. DOI: 10.1007/978-0-387-22628-6_2
- Ghazali SM, Montgomery JC, Jeffs AG, Ibrahim Z, Radford CA. 2013. The diel variation and spatial extent of the underwater sound around a fish aggregation device (FAD). *Fisheries Research* 148 (2013) 9– 17. DOI: 10.1016/j.fishres.2013.07.015
- Ghufron, M. Z., Triarso, I., & Kunarso, K. 2019. Analysis of the Relationship of Sea Surface Temperature and Chlorophyll-a The Suomi NPP VIIRS Satellite Image Against the Catch of the Seine Purse in PPN Pengambangan, Bali). *Indonesian Journal Of Fisheries Science And Technology*, 14(2), 128-135. DOI: <https://doi.org/10.14710/ijfst.14.2.128-135>
- Irawati A, Baso A, Najamuddin. 2021. Bioeconomic analysis of Indian Scad (*Decapterus ruselli*) in the Bone bay Waters of South Sulawesi. *Intl J Environ Agric Biotechnol* 6 (1). DOI:10.22161/ijeab.61.15
- Kasumyan, A., 2008. Sounds and sound production in fishes. *Journal of Ichthyology* 48, 981–1030. DOI:10.1134/S0032945208110039
- Lezama ON, Murua, H, Chust, G, Ruiz J, Chavance P, De Molina AD. 2015. Biodiversity in the by-catch communities of the pelagic ecosystem in the Western Indian Ocean. *Biodivers. Conserv.* 24, 2647–2671. DOI: 10.1007/s10531-015-0951-3
- Lopez J, Moreno G, Lennert-Cody C, Maunder M., Sancristobal I, Caballero A *et al*, 2017. Environmental preferences of tuna and non-tuna species associated with drifting fish aggregating devices (DFADs) in the Atlantic Ocean, ascertained through fishers' echo-sounder buoys. *Deep Sea Res. II Top. Stud. Oceanogr.*140,127–138. DOI: 10.1016/j.dsr2.2017.02.007
- Manna G, Picciulin M, Crobu A, Perretti F, Ronchetti F, Manghi M, Ruiu A, Ceccherelli G. 2021. Marine soundscape and fish biophony of a Mediterranean marine protected area. *PeerJ* 9:e12551 DOI 10.7717/peerj.12551
- Nuridin.E, Mamun.A, Alfi.MF, Baskoro.MS. 2019. “Schooling Of yellowfin Tuna (*Thunnus Albacares*) Around Fads Erfind.” *Indonesian Fisheries Research Journal* 25(1): 35. <https://www.academia.edu/40089320>
- Orue B, Lopez J, Moreno G, Santiago J, Soto M, Murua H. 2019. Aggregation process of drifting fish Aggregating Devices (DFADs) in the western Indian Ocean: Who arrives first, tuna or non-tuna species? *Plos One* 14 (1): 1-24. DOI: 10.1371/journal.pone.0210435

- Popper AN, Fay RR, Platt C, Sand O. 2003. Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes. In: Collin SP, Marshall NJ (eds) Sensory processing in aquatic environments. Springer-Verlag, New York, p 3–38. DOI: 10.1007/978-0-387-22628-61
- Radford, CA, Jeffs, AG, Tindle, CT, Montgomery, JC, 2008. Temporal patterns in ambient noise of biological origin from a shallow water temperate reef. *Oecologia* 156, 921–929
- Rogers, PH, Cox, M., 1988. Underwater sounds as a biological stimulus. In: Atema, J., Fay, RR, Popper, AN, Tavolga, WNS (Eds.), *Sensory Biology of Aquatic Animals*. Springer, New York, pp. 131–149.
- Rosana, Suryadhi, S Rifandi, MA Sofijanto (2018). Rancang Bangun Dan Uji Coba Alat Pemanggil Ikan “Piknet” Untuk Alat Tangkap Jaring Insang. *Marine Fisheries* 9(2)
- Rumpa A, Isman K. 2018. Desain *purse seine* yang ideal Berdasarkan tingkah laku ikan layang (*Decapterus macarellus*) dan ikan tongkol deho (*Auxis thazard*) di Rumpon. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan V. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rumpa A, Najamuddin, Safruddin, Hajar MAI. 2022a. Studying the relationship of immersion duration and characteristics of natural materials fad to fish aggregation in the sea, *Biodiversitas*. 23(10): 5481-5490. DOI: 10.13057/biodiv/d231060
- Rumpa A, Najamuddin, Safruddin, Hajar MAI. 2022b. Fish behavior based on the effect of variations in oceanographic condition variations in FADs Area of Bone Bay Waters, Sulawesi, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(4). DOI: 10.13057/biodiv/d230421
- Seloi, A, Malik, F.I. Yani, Mallawa, A, Safruddin. 2019. Remote Chlorophyll-a and SST to Determination of Fish Potential Area in Makassar Strait Waters Using MODIS Satellite Data. *IOP Conference Series : earth and environmental science*. Volume 270. Hal. 1-13. DOI:10.1088/1755-1315/270/1/012047
- Taquet M, Sancho G, Dagorn L, Gaertner JC, Itano D, Aumeeruddy R, Wendling B, Peignon C. 2007. Characterizing fish communities associated with drifting fish aggregating devices (FADs) in the Western Indian Ocean using underwater visual surveys. *Aquatic Living Resources*, 20(4): 331–41. DOI: 10.1051/alr:2008007
- Wudianto, Widodo AN, Mahiswara. 2019. Kajian pengelolaan rumpon laut dalam sebagai alat bantu Penangkapan tuna di perairan indonesia. *Journal Of Indonesian Fisheries Policy*, 11(1), 23–37. DOI: 10.15578/jkpi.1.1.2019.23-37 [Indonesia]
- Yusfiandayani R, Baskoro MS, Monintja D. 2015. Impact of fish aggregating device on sustainable capture fisheries. *The 1st International Symposium on Aquatic Product Processing*. DOI:10.18502/ks.v1i0.107