

HUBUNGAN HAMBUR BALIK AKUSTIK KELOMPOK IKAN DAN KEPADATAN IKAN PELAGIS DI PERAIRAN PULAU BAAI KOTA BENGKULU

Relationship of acoustic volume backscattering of fish aggregations and density of pelagic fish in the waters of Pulau Baai Bengkulu City

Fingki Septiyani¹⁾, Deddy Bakhtiar^{1*)}, Ari Anggoro¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman
Kandang Limun Bengkulu, Indonesia

^{*)}Korespondensi: deddybakhtiar@unib.ac.id

Diterima: 1 Juli 2022; Disetujui: 5 November 2022

ABSTRAK

Perairan Pulau Baai merupakan perairan yang unik bersifat tertutup atau terlindung yang memiliki sumberdaya ikan pelagis kecil, dimanfaatkan sebagai area penangkapan ikan pelagis bagi nelayan lokal sehingga dapat membantu perekonomian masyarakat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui gambaran distribusi kepadatan ikan pelagis adalah dengan pemanfaatan teknologi hidroakustik. Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai hambur balik akustik (*volume backscattering strength*, SV) dari ikan pelagis dan dihubungkan dengan pendugaan kepadatan ikan pelagis di perairan Pulau Baai Kota Bengkulu, melalui pengukuran akustik secara *in-situ*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di perairan Pulau Baai diperoleh nilai rata-rata SV tertinggi yaitu -50.47 dB diduga memiliki kepadatan ikan sebesar 2.57 ind/m³ sedangkan untuk rata-rata SV yang rendah dengan nilai -57.48 dB diduga memiliki kepadatan sebesar 0.04 ind/m³. Kepadatan ikan pelagis diduga secara akustik sebesar 26.47 ind/m³ di kolom perairan Pulau Baai. Nilai SV mempengaruhi dugaan kepadatan ikan sebesar 69% dan dikategorikan memiliki korelasi tinggi dan arah korelasi yang positif.

Kata Kunci: kepadatan ikan, akustik, kawanan ikan

ABSTRACT

The waters of Pulau Baai are unique waters that are closed or protected which have small pelagic fish resources, used as pelagic fishing areas for local fishermen so that they can help the community's economy. One method that can be used to describe the distribution of pelagic fish density is the use of hydroacoustic technology. This study aims to analyze the value of acoustic backscattering (volume backscattering strength, SV) of pelagic fish and associated with the estimation of the density of pelagic fish in the waters of Pulau Baai, Bengkulu City, through in-situ acoustic measurements. The results showed that in the waters of Pulau Baai the highest average SV value was -50.47 dB, which was thought to have a fish density of 2.57 ind/m³ while for a low average SV with a value of -57.48 dB, it was assumed to have a density of 0.04 ind/m³. The density of pelagic fish is acoustically estimated at 26.47 ind/m³ in the water column of Pulau Baai. The SV value affects the estimated fish density by 69% and is categorized as having a high correlation and a positive correlation direction.

Keywords: fish density, acoustics, school of fish

PENDAHULUAN

Perairan Pulau Baai merupakan perairan yang dimanfaatkan sebagai kawasan pelabuhan umum yang digunakan sebagai satu-satunya jalur pengangkutan laut beberapa komoditi dan barang kebutuhan pokok baik yang masuk Bengkulu maupun yang keluar (Supiyati *et al.* 2009). Secara umum, aktivitas di daerah Pulau Baai tidak sebatas hanya sebagai pelabuhan jalur pengangkutan laut beberapa komoditi dan barang kebutuhan pokok, namun Perairan Pulau Baai juga memiliki pelabuhan pendaratan ikan (PPI) atau armada kapal perikanan dan juga tempat pelelangan ikan. Perairan Pulau Baai mempunyai bentuk perairan yang tertutup/laguna, kondisi ini membuat jumlah arus air yang masuk ke dalam perairan Pulau Baai tidak terlalu besar dan kecepatan arus yang keluar juga sangat kecil.

Perairan Pulau Baai merupakan perairan yang unik bersifat tertutup atau terlindung dan mempunyai ekosistem mangrove disekitarnya. Ekosistem mangrove merupakan ekosistem yang dipengaruhi oleh kondisi perairan yang berubah setiap saat. Ekosistem mangrove dapat memberikan pengaruh terhadap biota perairan yang hidup berasosiasi dengan ekosistem tersebut. Rahman *et al.* (2014) mengatakan ketersediaan berbagai jenis makanan yang terdapat pada ekosistem ini telah membuatnya sangat penting karena berguna sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) bagi berbagai jenis biota seperti kerang, ikan, udang, kepiting, dan jenis biota lainnya, daerah memijah (*spawning ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*).

Perairan Pulau Baai memiliki sumberdaya ikan diantaranya ikan pelagis kecil yang merupakan kelompok ikan yang membentuk *schooling* di dalam kehidupannya dan mempunyai sifat berenang bebas seperti melakukan migrasi atau perpindahan secara horizontal

mendekati permukaan maupun vertikal dengan tubuh relatif kecil (Transition 2015).

Perairan Pulau Baai dijadikan salah satu area penangkapan ikan oleh nelayan tradisional di sekitar wilayah Pulau Baai. Nelayan tradisional di perairan Pulau Baai memperoleh hasil tangkapan yang sangat sedikit dikarenakan mengandalkan pengalaman untuk menentukan area penangkapan ikan, dan belum memanfaatkan teknologi untuk menduga kepadatan ikan, sehingga pemanfaatan sumberdaya ikan di perairan Pulau Baai belum maksimal. Menurut Arkham *et al.* (2020) penangkapan menggunakan teknologi unggul dan berbasis sumberdaya diharapkan mampu menunjang aktivitas perikanan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia, menjaga keberadaan sumberdaya dari mampu meningkatkan keterampilan manusia dalam penerapan teknologi.

Upaya memperoleh informasi dan data yang akurat diperlukan kombinasi antara ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai dasar dalam mempertimbangkan metode yang baik. Salah satu metode yang dapat diandalkan dalam mendeteksi ikan adalah melalui pendekatan hidroakustik untuk mengetahui kepadatan ikan pelagis (Manik *et al.*, 2016). Kemudian, Fauziyah dan Jaya (2010) menyebutkan bahwa metode hidroakustik dapat menjamin akurasi dalam memperkirakan potensi sumberdaya ikan serta referensi untuk kesesuaian akurasi dengan data tangkapan.

Pengukuran secara akustik akan menghasilkan nilai hambur balik (*volume backscattering strength*) dari kelompok ikan pelagis. Nilai hambur balik kelompok ikan ini diduga memiliki hubungan dengan dugaan kepadatan ikan sehingga dapat dijadikan informasi keberadaan ikan di suatu perairan. Penentuan area penangkapan ikan secara hidroakustik belum pernah dilakukan di perairan Pulau Baai, informasi ini sangat diperlukan bagi

nelayan tradisional, yang mana untuk mengetahui area penangkapan ikan yang dapat mengoptimalkan hasil tangkapan nelayan, selain itu dapat mengetahui fungsi dari ekologi perairan Pulau Baai. Penelitian ini bertujuan menganalisis nilai hambur balik akustik (*volume backscattering strength*) dari ikan pelagis dan dihubungkan dengan pendugaan kepadatan ikan pelagis di perairan Pulau Baai Kota Bengkulu, melalui pengukuran akustik secara *in-situ*.

METODE PENELITIAN

Pengambilan data akustik dilakukan pada bulan September 2020 di perairan Pelabuhan Pulau Baai. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian yaitu *Single beam echosounder simrad EK-15*, Laptop, GPS, Kapal nelayan, Genset, *Thermometer*, *Refraktometer*, pH meter, Kamera, *Tissue*, Alat tulis, Ikan, *Software echoview 8.0*, dan *Microsoft Excel*.

Sebelum dilakukan pengambilan data terlebih dilakukan kalibrasi terhadap alat hidroakustik. Kalibrasi *echosounder* dilakukan dengan metode target standar (Foote *et al.*, 1987) menggunakan bola *tungsten carbide* ukuran 38.1 mm untuk frekuensi 200 kHz yang ditempatkan pada sumbu akustik dari *transduser*.



Gambar 1. Transek pengambilan data akustik di perairan Pulau Baai

Pengambilan data dilakukan melalui *tracking* berbentuk transek paralel (Gambar 1), setiap transek terdiri atas beberapa ESBU dengan jarak setiap ESBU

adalah 300 meter. Diantara 2 titik ESBU akan dilakukan pengukuran parameter perairan. Pengambilan sampel ikan pelagis bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis ikan dan ukuran ikan yang ada di perairan Pulau Baai. Sampel ikan yang diambil adalah semua jenis ikan pelagis yang ditangkap nelayan di perairan Pulau Baai tiap spesies sebanyak 30 ekor ikan.

Data akustik diperoleh dari instrumen *echosounder Simrad EK-15 single beam* dalam bentuk data mentah (*raw data*) selanjutnya diolah dengan menggunakan *software echoview 4.1*. Pengolahan data pada kolom perairan dimulai dari permukaan sampai kedalaman 0,5 m dari dasar perairan. Menurut White *et al.* (2013) rentang kedalaman ini merupakan rentang kedalaman dimana sering ditemukannya kelompok ikan pelagis.

Pengolahan data nilai Sv dilakukan dengan menggunakan *software ER 60* (Simrad Kongsberg Maritime 2013) dan *software Echoview 4.1 Raw data* yang diperoleh dari hasil perekaman melalui *software ER 60* lalu dianalisis melalui *software Echoview* dengan *minimum threshold -60 dB* untuk mendapatkan nilai *volume backscattering strength* (Sv) tiap ping. Nilai Sv yang diperoleh tiap ping diubah dalam bentuk linier menjadi *volume backscattering coefficient* (sv) dan dihitung nilai rata-rata *volume backscattering coefficient* (<sv>) sebagai berikut:

$$sv_i = 10^{(Sv_i/10)} \dots\dots\dots(1)$$

$$<sv> = (\sum_{i=1}^n(sv_i)/n) \dots\dots\dots(2)$$

$$<Sv> = 10 \log <sv> \text{ (dB)} \dots\dots\dots(3)$$

dimana sv adalah nilai *volume backscattering coefficient* untuk ping ke-i; Sv_i adalah nilai *volume backscattering strength* untuk ping ke-i; n adalah jumlah ping; kemudian <sv> adalah rata-rata *volume backscattering coefficient* tiap kelompok kepadatan ikan dan <Sv> adalah rata-rata *volume backscattering strength* untuk tiap kelompok kepadatan kan (Bakhtiar *et al.*, 2019).

Analisis kepadatan ikan ini akan dilakukan perbandingan antara kepadatan ikan yang diukur dengan kepadatan ikan hasil pendugaan secara akustik. Nilai kepadatan secara akustik diperoleh dengan perhitungan berikut:

$$\rho = \frac{sv}{\langle \sigma_{bs} \rangle} \quad (\text{ind}/\text{m}^3) \dots \dots \dots (4)$$

$$sv = 10^{Sv/10} \quad (\text{m}^1) \dots \dots \dots (5)$$

$$\langle \sigma_{bsi} \rangle = 10^{\langle TSi \rangle / 10} \quad (\text{m}^2) \dots \dots \dots (6)$$

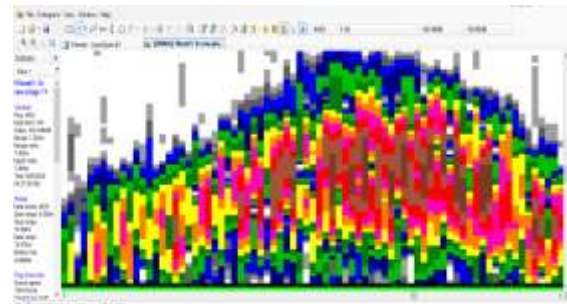
dimana ρ adalah kepadatan ikan secara akustik, sv adalah koefesien *volume backscattering* dan $\langle \sigma_{bsi} \rangle$ adalah rata-rata *backscattering cross section* untuk ikan ke-i. Nilai $\langle TSi \rangle$ adalah rata-rata TS yang diperoleh dari persamaan dan Sv diperoleh dari hasil analisis dengan *Echoview* (Bakhtiar *et al.*, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis SV dari data akustik dengan cara mengintegrasikan *echo* yang berasal dari kelompok-kelompok ikan yang terdeteksi kemudian dianalisis. Pengambilan data seluruhnya berupa data jejak perekaman (*echogram*) yang diperoleh dari integrasi data akustik yang didapatkan. Secara akustik data (*echogram*) dapat memberikan berbagai informasi, gema (*echo*) yang dipancarkan dan dipantulkan oleh target mengandung berbagai informasi yang mana masing-masing pantulan akan memberikan informasi yang berbeda sesuai dengan bentuk gerombolan ikan yang terekam. Pada *echogram*, sebaran nilai pantulan balik akustik target ditunjukkan dengan skala warna. MacLennan *et al.* (2005) mengatakan tampilan karakteristik warna-warna pada *echogram* memiliki arti yang berbeda. Warna merah hingga merah tua menggambarkan sinyal yang kuat sedangkan warna biru hingga abu-abu menggambarkan sinyal yang lemah.

Gambar 2 menampilkan data (*echogram*) yang diperoleh dari alat *echosounder* dan diolah menggunakan aplikasi *echoview*. Proses akhir dalam

pengolahan data akustik yang bertujuan untuk memperoleh nilai *volume backscattering strength* yang diinginkan. Berdasarkan penelitian Rudstam *et al.* (2009) pendugaan densitas dan kelimpahan ikan secara akustik dapat dilakukan dengan menganalisis *volume backscattering strength* (SV).



Gambar 2. Data *echogram* pada aplikasi *echoview*

Pengolahan data, menggunakan ambang batas (*threshold*) objek yang ingin dideteksi, dimana *Threshold minimum* -60 dB dan *Threshold range* 20 dB, hal ini dikarenakan ikan mempunyai kisaran *target strength* antara nilai tersebut sesuai yang disebutkan dalam (Lurton, 2002). Integrasi yang digunakan adalah metode integrasi kumulatif atau menjumlahkan secara keseluruhan semua sinyal yang ada di dalam selang *threshold*.

Tabel 1 memperlihatkan nilai *Volume backscattering strength* (SV) ikan pelagis di perairan Pulau Baai yang didapat dari proses integrasi sel setiap ESDU. Hasil integrasi didapatkan nilai rata-rata SV -54,60 dB dengan rincian nilai rata-rata SV tertinggi yaitu -50,47 dB pada ESDU 27 dengan rentang SV sebesar -48,37 s/d -52,7 dB sedangkan untuk rata-rata SV terendah terdapat pada ESDU 30 dengan nilai -57,48 dB untuk rentang nilai SV sebesar -56,04 s/d -58,47 dB. Aisyah *et al.* (2015) menyatakan nilai SV menunjukkan nilai hamburan dari suatu kelompok ikan yang terdeteksi, semakin besar nilai SV, maka pengelompokan target semakin besar. Semakin kecil nilai SV yang diperoleh maka pengelompokan target

yang terdeteksi semakin sedikit. Nilai SV yang didapatkan dengan rata-rata ikan pelagis di perairan Pulau Baai tergolong ikan kecil. Berdasarkan penelitian Lawson (2001) kisaran nilai SV untuk ikan pelagis kecil adalah (-65dB) - (-60dB). Metode yang sama dan lokasi yang berbeda yang dilakukan Pujiyati *et al.* (2020) menyebutkan bahwa distribusi nilai SV secara horizontal berkisar dari -42,79 dB s/d -59,97 dB dengan rata-rata yaitu -54,96 dB.

Volume backscattering strength (SV) menunjukkan nilai hamburan sekelompok ikan yang terdeteksi dalam proses perekaman data akustik, dimana semakin kecil nilai SV yang didapatkan maka pengelompokan target yang terdeteksi semakin kecil sedangkan semakin besar nilai SV yang didapatkan maka semakin besar pengelompokan target yang terdeteksi (Widodo, 2002).

Tabel 1. Nilai SV, TS dan dugaan kepadatan ikan secara akustik pada tiap ESDU

TRANSEK	SV	TS	KEPADATAN (ind/m ³)
	MEAN (dB)	Mean (dB)	
ESDU 1	-56,25	-58,03	0,15
ESDU 2	-54,11	-57,19	0,21
ESDU 3	-51,57	-51,93	2,16
ESDU 4	-54,13	-51,93	0,62
ESDU 5	-54,06	-52,38	0,70
ESDU 6	-54,01	-49,88	0,39
ESDU 7	-54,39	-45,20	0,13
ESDU 8	-55,37	-47,18	0,15
ESDU 9	-53,65	-52,09	0,78
ESDU 10	-53,66	-56,37	1,89
ESDU 11	-52,55	-51,38	2,24
ESDU 12	-54,60	-49,20	0,29
ESDU 13	-54,22	-48,44	0,27
ESDU 14	-51,76	-54,14	2,73
ESDU 15	-52,74	-53,95	1,33
ESDU 16	-54,55	-52,72	0,66
ESDU 17	-54,72	-48,78	0,26
ESDU 18	-55,19	-50,30	0,33
ESDU 19	-54,83	-54,19	0,88

ESDU 20	-53,80	-50,49	0,47
ESDU 21	-54,03	-48,43	0,32
ESDU 22	-53,11	-52,43	1,03
ESDU 23	-56,23	-51,24	0,32
ESDU 24	-55,47	-53,77	0,72
ESDU 25	-56,01	-51,36	0,34
ESDU 26	-52,84	-53,17	1,19
ESDU 27	-50,47	-52,33	2,57
ESDU 28	-55,85	-50,95	0,35
ESDU 29	-57,21	-45,36	0,07
ESDU 30	-57,48	-43,65	0,04
ESDU 31	-56,40	-44,89	0,07
ESDU 32	-56,85	-43,01	0,04
ESDU 33	-57,36	-43,31	0,04
ESDU 34	-51,99	-46,13	1,35
ESDU 35	-54,51	-45,77	0,65
ESDU 36	-55,55	-46,33	0,13
ESDU 37	-55,35	-43,50	0,07
ESDU 38	-55,76	-43,45	0,06
ESDU 39	-55,95	-48,98	0,20
ESDU 40	-55,44	-49,38	0,25

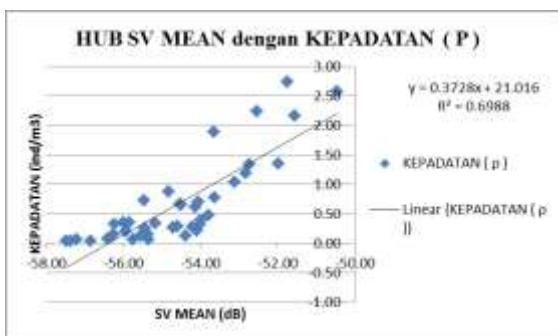
Berdasarkan pengolahan data akustik setiap ESDU diketahui nilai SV termasuk ke kategori sedang dengan rata-rata SV - 57,48 s/d -50,73 dB. Agussalim *et al.* (2010), mengatakan kepadatan ikan dapat dihitung dari nilai rata-rata SV dan rata-rata nilai *target strength* (TS). Parker-Stetter *et al.* dalam Manik *et al.* (2018) menyebutkan bahwa metode ini terkadang mengacu kepada skala SV/TS dengan catatan bahwa estimasi densitas ini tergantung kepada nilai integrasi *echo* dan estimasi dari σ_{bs} ikan pelagis. Nilai TS ikan pelagis di perairan Pulau Baai mempunyai nilai yang kecil dengan nilai rata-rata TS -49,83. Hal ini menjadikan sebaran rata-rata ikan pelagis di perairan Pulau Baai tergolong jenis ikan kecil. Pada penelitian Manik (2010) menjelaskan untuk pendugaan kepadatan akan semakin baik dengan bertambahnya jumlah ikan yang diduga karena pada jumlah tersebut ikan mulai melakukan kegiatan berenang secara bergerombol sehingga nilai hamburanbaliknya jauh lebih besar.

Kategori ukuran ikan berdasarkan kisaran nilai Ts dikemukakan oleh Fauziyah dan Jaya (2010) pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori ukuran ikan berdasarkan kisaran nilai TS

Sebaran TS	Jenis
-50 - -41	Kecil
-41 - -32	Sedang
-32 - -26	Cukup Besar
-26 - -20	Besar

Hasil perhitungan kepadatan ikan pelagis di perairan Pulau Baai dari 40 data ESDU yang diolah berdasarkan nilai Sv dan obs ikan pelagis didapatkan nilai sebaran kepadatan ikan pelagis tertinggi pada ESDU 27 dengan nilai kepadatan ρ sebesar 2,57 ind/ m³ dengan nilai rata-rata SV sebesar -50,47 dB dan nilai kepadatan ikan pelagis terendah terdapat pada ESDU 32 dengan nilai kepadatan sebesar 0,04 ind/ m³, dengan nilai SV -57,48 dB. Nilai *Volume backscattering strength* (SV) memiliki hubungan dengan nilai kepadatan ikan pelagis di perairan Pulau Baai, dengan skala SV/TS ini tergantung kepada nilai integrasi *echo* (SV) dan estimasi dari σ_{bs} . Keberadaan distribusi ikan pelagis kecil di perairan dekat permukaan berhubungan dengan keberadaan phytoplankton maupun zooplankton yang melimpah pada perairan dimana terjadi *up welling* yang merupakan sumber makanan bagi ikan pelagis kecil (Bakhtiar, 2011). Gambar memperlihatkan hubungan nilai SV dengan kepadatan.



Gambar 3. Hubungan nilai Sv dengan kepadatan ikan pelagis

Hubungan nilai Sv dengan kepadatan ikan pelagis di perairan Pulau Baai pada gambar 3 yang menghasilkan persamaan regresi yaitu $\rho = 0,3728x + 21,016$, dimana sumbu y merupakan nilai kepadatan ikan pelagis dalam satuan (ind/m³) sedangkan sumbu x merupakan nilai SV dalam satuan (dB). Hal ni dikaitkan dengan adanya hubungan korelasi yang positif antara kepadatan ikan pelagis dengan nilai SV yang diperoleh di perairan Pulau Baai. Manik (2010) juga mengungkapkan bahwa *Scattering Volume* dan kepadatan ikan memiliki hubungan yang sangat erat.

Gambar 3 menunjukkan model logaritmik antara *Volume backscattering strength* (SV) dengan kepadatan ikan pelagis, mana dengan nilai SV memiliki nilai $R^2 = 0,6988$. Hal ini diduga menunjukkan nilai SV mempengaruhi kepadatan sebesar 69 % dan 31% dapat dipengaruhi oleh kesalahan atau *noise* pada proses pengambilan data akustik. Pada penelitian Bakhtiar *et al.* (2019) mengenai Pengukuran kepadatan ikan terumbu secara *ex situ* dengan metode akustik di Pulau Tikus terhadap 3 jenis ikan terumbu karang yang menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat antara kepadatan ikan terumbu dan perubahan nilai SV, hal ini ditunjukkan dengan tingginya nilai koefisien korelasi (r) ketiga jenis ikan terumbu berkisar antara 0.94 sampai 0.99, oleh sebab itu Guilford (1956) mengatakan hal ini memiliki hubungan kepadatan ikan dan nilai Sv dapat dikategorikan memiliki korelasi sangat tinggi dan arah korelasi yang positif menunjukkan semakin tinggi kepadatan ikan akan semakin besar nilai Sv.

SIMPULAN

Nilai rata-rata SV di perairan Pulau Baai tertinggi yaitu -50.47 dB pada ESDU 27 dengan rentang Sv sebesar -48.37 s/d -52.7 dB sedangkan untuk rata-rata SV yang rendah terdapat pada ESDU 30 dengan nilai -57.48 dB untuk rentang nilai SV

sebesar -56.04 s/d -58.47 dB. Kepadatan ikan pelagis diduga secara akustik sebesar 26.47 ind/m³ di kolom perairan Pulau Baai dengan nilai kepadatan tertinggi pada ESDU 27 dengan nilai kepadatan sebesar 2.57 ind/m³. Nilai kepadatan ikan pelagis terendah terdapat pada ESDU 32 dengan nilai kepadatan sebesar 0.04 ind/ m³, dengan nilai Sv -57.48 dB. Nilai SV mempengaruhi dugaan kepadatan ikan sebesar 69 % dan dikategorikan memiliki korelasi tinggi dan arah korelasi yang positif menunjukkan semakin tinggi kepadatan ikan akan semakin besar nilai Sv.

DAFTAR PUSTAKA

- Agussalim, A.H. 2010. Karakteristik Shoaling ikan Pelagis Menggunakan Data Akustik Split Beam Di Perairan Selat Bangka Pada Musim Timur. *Indonesia Journal Marine Science (IJMS)* 15(1):17–22.
- Aisyah., Hestirianoto, T., dan Pujiyati, S. 2015. Sebaran Spasial Volume Backscattering Strength ikan Pelagis Di Danau Ranau, Sumatera Selatan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 6(1): 11-20
- Arkham, Muhammad Nur, Fajar Miftakhul Rizqy, Elfianto, Diaz Anthera, Juniawan Preston Siahaan, skandar Musa, Roma Yuli F. Hutapea, Nirmala Efri, Muhammad Ali Rozaki, and Rizqi Imal Yaqin. 2020. “Pelatihan Penggunaan Fish Finder Untuk Peningkatan Produksi Perikanan Kelompok Nelayan Tuna Dumai.” 14(4):240–51.
- Bakhtiar, D. 2011. Aplikasi Teknologi Akustik Dalam Penentuan Distribusi dan Kelimpahan ikan Pelagis Pada Musim Barat Di Perairan Enggano Bengkulu. Prosiding Semirata Dekan Bidang Ilmu-ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat, Vol . Universitas Sriwijaya, Palembang 23-25 Mei 2011
- Bakhtiar, D., Jaya, ., Manik, H. M., & Madduppa, H. H. (2019). Pengukuran Kepadatan ikan Terumbu Secara Ex Situ Dengan Metode Akustik. *Jurnal Enggano Vol, 4*(1), 80-91.
- Bakhtiar, D., Nadia, L., Zamdial, Z., & Anggoro, A. (2020). Pengukuran Akustik Target Strength ikan Selar Bentong (*Selar boops*) Secara Terkontrol Di Perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano, 5*(2), 290–301.
- Fauziyah, F., & Jaya A, J. 2010. Densitas Ikan Pelagis Kecil Secara Akustik di Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Sains*. 13(1): 21–25
- Footo KG, Knudsen HP, Vestnes GD, MacLennan N, Simmonds EJ, 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. ICES Coop. Res. Rep. 144, 1–69
- Guilford, J.P. 1956. *Fundamental Statistic in Psychology and Education*. (p. 145). New York: McGraw Hill.
- Lawson, G. L., M. Barange dan P. Freon. 2001. Species identification of Pelagis Fish Schools on the South African Continental Shelf Using Acoustic Descriptors and Ancillary nformation. *CES Journal of Marine Science*, 58: 275-287.
- Lurton, X. 2002. *An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications*. Springer.
- MacLennan DN, S. E. (2005). *Fisheries Acoustics: Theory and Practice*, 2nd edn. *Fish and Fisheries*, 7(3): 227–228.
- Manik H.M, Tri Nur Sujatmiko , Asep Ma'mun , Asep Priatna .(2018). Penerapan Teknologi Hidroakustik Untuk Pengukuran Sebaran Spasial Dan Temporal ikan Pelagis Kecil. *Jurnal Marine Fisheries*. Vol.9 (1): 39-51.
- Manik, H.M. 2014. *Teknologi Akustik Bawah Air : Solusi Data Perikana*

- Laut Indonesia. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*. 1 (3) : 181-186.
- Manik, Henry M., & Nurkomala, I. (2016). Pengukuran Target Strength Dan Stok Ikan Di Perairan Pulau Pari Menggunakan Metode Single Echo Detector (Measurement of Target Strength and Fish Stock in Pari Islands Seawaters Using Single Echo Detector Method). *Marine Fisheries : Journal of Marine Fisheries Technology and Management*. 7(1) : 69–81.
- Manik, HM. 2010. Pengukuran Densitas ikan Dalam Kondisi Terkontrol Menggunakan Metode Hidroakustik. Di dalam : Syamsuddin S, Sipahutar YH, Saifurridjal, Basith A, Nurbani SZ, Suharto, Siregar AN, Rahardjo S, Hadi RS, Sanova V, editor. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia 2010*, 2-3 Desember 2010. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Sekolah Tinggi Perikanan, Jakarta.
- Pujiyati, S., Hamuna, B., Dimara, L., & Natih, N. M. N. 2020. Distribusi Target Strength Ikan Demersal Berdasarkan Deteksi Hidroakustik Di Perairan Teluk Youtefa, Kota Jayapura. *Jurnal Kelautan Nasional*. 15(3): 165–174.
- Rahman, R., Dewi Yanuarita, and Nadiarti Nurdin. 2014. “Mangrove Community Structure n District Muna.” *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan Dan Perikanan)* 24(2):29–36.
- Rudstam, Lars G., Sandra L. Parker-stetter, Patrick J. Sullivan, and David M. Warner. 2009. “Towards a Standard Operating Procedure for Fishery Acoustic Surveys n the Laurentian Great Lakes , North America.”
- Simrad Kongsberg Maritime. 2013. Simrad ER60 v2.4.3 for EK60 and EY60 sounders. Kongsberg Maritime AS.
- Supiyati, Suwarsono, and Ichsan Setiawan. 2009. “Angkutan Sedimen Penyebab Pendangkalan Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu Dengan Model Diskritisasi Dinamika Oseanografi.” *Dinamika Teknik Sipil* 172–80.
- Transition, East-west Monsoon. 2015. “Produktivitas Penangkapan ikan Pelagis Di Perairan Kabupaten Sinjai Pada Musim Peralihan Barat-Timur.” *Journal of Fisheries Sciences* 17(1):18–26.
- White, W. T., Last, P. R., Dharmadi, Faizah, R., S. J. Chodrijar, U., Prisantoso, B. ., Blaber, and M. 2013. *Market Fishes of ndonesia (Jenis-Jenis kan Di ndonesia)*. Canberra, Australia: Australian Centre for nternationalAgricultural Research.
- Widodo J. 2002. Pengantar Pengkajian Stok Ikan. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta.