

TAKTIK PENANGKAPAN TUNA MATA BESAR (*Thunnus obesus*) DI SAMUDERA HINDIA BERDASARKAN DATA HOOK TIMER DAN MINILOGGER FISHING TACTICS FOR BIGEYE TUNA (*Thunnus obesus*) IN INDIAN OCEAN BASED ON HOOK TIMER AND MINILOGGER DATA

Andi Bahtiar, Abram Barata dan Dian Novianto

Peneliti pada Loka Penelitian Perikanan Tuna, Benoa-Bali

Terregistrasi I tanggal: 6 Desember 2012; Diterima setelah perbaikan tanggal: 18 Maret 2013;

Disetujui terbit tanggal: 20 Maret 2013

e-mail: andibhati@yahoo.com

ABSTRAK

Penangkapan ikan tuna di Samudera Hindia semakin kompetitif, sehingga setiap Nahkoda atau *Fishing Master* kapal rawai tuna perlu memiliki taktik penangkapan ikan yang efektif dan efisien. Pengetahuan mengenai tingkah laku ikan tuna merupakan informasi penting untuk merumuskan taktik penangkapan ikan yang efektif dan efisien. Penelitian taktik penangkapan ikan tuna, khususnya tuna mata besar (*Thunnus obesus*) di Samudera Hindia berdasarkan data *hook timer* dan *minilogger* dilakukan mulai Juni 2007 sampai Januari 2010, dengan metode observasi langsung pada kapal rawai tuna yang berbasis di Pelabuhan Benoa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tuna mata besar aktif mencari makan mulai pukul 13:00-18:00, dan lebih banyak tertangkap pada kedalaman 194-470 m dengan suhu air antara 8,4-15,5°C. Oleh karena itu taktik penangkapan yang tepat untuk diterapkan adalah pengaturan waktu setting pada siang hari dan hauling pada malam hari dan memadukan antara konstruksi rawai tuna bersifat pertengahan (*halfway longline*) dan dalam (*deep longline*).

KATA KUNCI: Tuna mata besar, taktik penangkapan, *hook timer*, *minilogger*

ABSTRACT

Tuna fishing in Indian Ocean more competitive, so Fishermans or Fishing Masters of tuna longliner must have an effective and efficient of fishing tactics. Knowledge on tuna behavior is an important information to formulate the fishing tactics. A study on bigeye tuna fishing tactics based on hook timer and minilogger data of tuna longliner was conducted in Indian Ocean from June 2007 to January 2010. Onboard observation of tuna longliner has been done at Benoa Port. The results showed that the feeding periodicity of bigeye tunas started from 1pm to 6pm, and mostly caught at water depth of 194 to 470 m with the water temperature between 8.4 to 15.2 degree celcius so the set times during the day and the haul times at night and the combination of halfway tuna longline and deep tuna longline construction are the best fishing tactics to be applied.

KEYWORDS: Bigeye tuna, fishing tactics, *hook timer*, *minilogger*

PENDAHULUAN

Tuna mata besar (*Thunnus obesus* Lowe, 1839) merupakan salah satu komoditi ekspor ikan tuna yang utama di Indonesia. Sumber daya tuna mata besar tersebar di seluruh perairan tropis dan sub tropis Samudera Pasifik, Samudera Hindia dan Samudera Atlantik. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar, maka semakin tinggi pula eksploitasi terhadap tuna mata besar, khususnya di Samudera Hindia. Penangkapan tuna mata besar skala industri dilakukan dengan menggunakan alat tangkap rawai tuna (*tuna longline*). Rawai tuna bersifat pasif namun efektif dalam menangkap tuna karena konstruksinya mampu menjangkau kedalaman renang tuna.

Penangkapan ikan tuna di Samudera Hindia semakin kompetitif, sehingga setiap Nahkoda atau *Fishing Master* kapal rawai tuna perlu memiliki metode yang efektif dan efisien. Metode penangkapan ikan tuna khususnya dalam mengatur pelaksanaan *setting*, *hauling* dan mengelola daerah penangkapan disebut taktik penangkapan ikan tuna (Soepriyono, 2009). Taktik penangkapan yang efektif dan efisien memerlukan pengetahuan mengenai tingkah laku ikan tuna. Beberapa informasi tentang tingkah laku ikan tuna seperti sebaran ikan tuna berdasarkan suhu dan kedalaman perairan, waktu kebiasaan tuna aktif mencari makanan dalam periode 24 jam di suatu perairan merupakan informasi yang berguna untuk mendukung keberhasilan penangkapan ikan tuna. Keberhasilan penangkapan ikan tuna akan

Korespondensi penulis:

Loka Penelitian Perikanan Tuna Benoa

Komp. Pelabuhan Perikanan Tuna Benoa, Bali

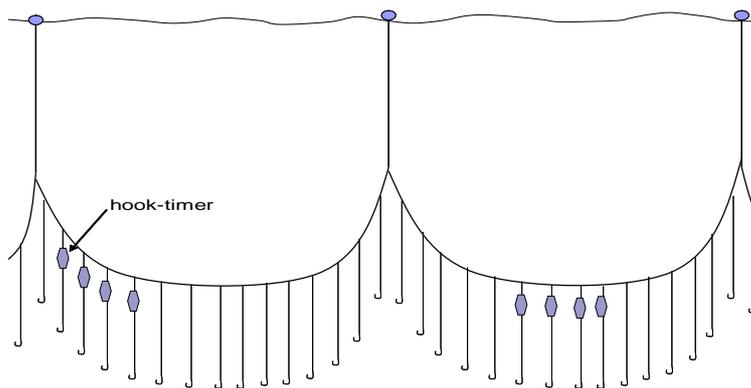
mempengaruhi kegiatan industri perikanan tuna, terutama dalam hal meningkatkan pemasaran produk ikan baik untuk tujuan ekspor dan lokal. Hal ini seiring dengan program utama Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk meningkatkan aktivitas industrialisasi perikanan dari hulu hingga hilir.

Hook timer adalah alat yang didesain untuk mengetahui kebiasaan waktu ikan makan, sedangkan *minilogger* merupakan alat yang dipakai untuk mengetahui suhu dan kedalaman perairan. Penelitian dengan menggunakan seperangkat alat *hook timer* masih jarang dilakukan, sedangkan penelitian menggunakan *minilogger* sudah pernah dilakukan namun masih terbatas data dan informasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *feeding periodicity*, menganalisis sebaran tuna mata besar berdasarkan suhu dan kedalaman penangkapan rawai tuna dan menentukan taktik penangkapan yang efektif dan efisien untuk rawai tuna (*tuna longline*). Data dan informasi yang diperoleh sangat berguna bagi pelaku

usaha penangkapan untuk meningkatkan produksi ikan tuna melalui penerapan taktik penangkapan yang efisien.

BAHAN DAN METODE

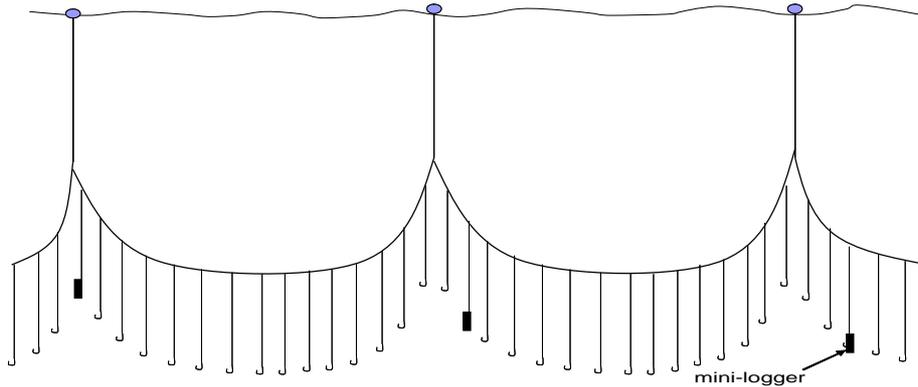
Bahan penelitian ini adalah tuna mata besar (*Thunnus obesus*). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapal rawai tuna, alat tangkap rawai tuna, GPS (*Global Positioning System*), 100 unit *hook timer*, 3 unit *minilogger*, meteran dan *handy tally counter*. Alat *hook timer* yang digunakan adalah tipe HT 600 merk *Lindgren Pitman*. Memiliki ketahanan sampai kedalaman 600 m, durasi waktu 24 jam, *display* lebar, aktif *switch magnet*, kerangka *Clear Polycarbonate* dan berat tiap unit mencapai 0,6 kg. *Hook timer* dipasang menjadi satu rangkaian dengan tali cabang (*branch line*) yang nantinya dikaitkan langsung pada tali utama (*main line*) dan ada juga yang dikaitkan pada tali penghubung antara *main line* dan *branch line* (Gambar 1).



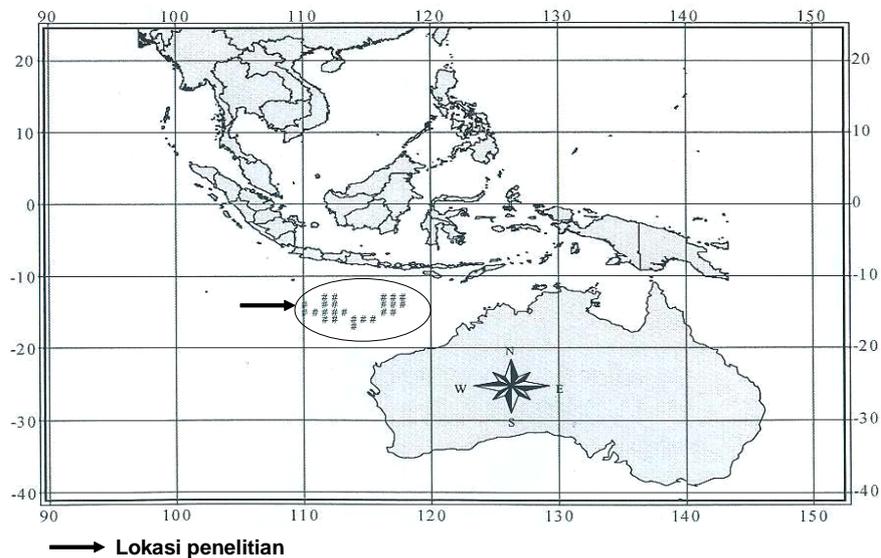
Gambar 1. Posisi *hook timer* di tali cabang rawai tuna
Figure 1. *Hook timer* position at branch line of tuna longline

Alat *minilogger* yang digunakan adalah tipe SP2T-1200 merk NKE Micrel. Tipe ini memiliki kemampuan merekam data antara kedalaman 0–1.200 m dengan akurasi ketelitian 3,6 m dan daya resolusi mencapai 36 cm. Sensor perekam suhu antara 5-35°C terbuat dari plastik dan titanium dengan berat di dalam air mendekati 80 gr. Perlengkapan yang diperlukan untuk mengoperasikan *minilogger* ini meliputi: 1 *radio data pencil* dan 1 PC computer yang dilengkapi dengan RS port. Pada selang waktu tertentu *minilogger* akan merekam data suhu perairan dan kedalaman mata pancing. *Minilogger* di pasang pada ujung tali cabang (*branch line*), menggantikan mata pancing (*hook*). Gambar 2 menunjukkan posisi *minilogger* yang dipasang pada *branch line* rawai tuna secara berurutan mulai dari pancing terendah sampai yang terdalam.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi langsung pada kegiatan operasi penangkapan kapal-kapal rawai tuna yang berbasis di Pelabuhan Benoa selama 9 trip mulai Juni 2007 sampai Januari 2010 di Samudera Hindia. Gambar 3 menunjukkan lokasi pengumpulan data selama kegiatan observasi di kapal-kapal rawai tuna. Data yang diperoleh dari informasi *hook timer* dicatat ke dalam program *Microsoft Excel* untuk kemudian di analisis menggunakan diagram. Untuk mendapatkan data suhu perairan dan kedalaman mata pancing rawai tuna dari *minilogger* dilakukan dengan cara memindahkan data dari *minilogger* menggunakan *radio data pencil* ke komputer dengan program *WinMemo*. Data dari program *WinMemo* kemudian dipindahkan ke dalam program *Microsoft Excel* untuk di analisis dan kemudian disajikan dalam bentuk grafik.



Gambar 2. Posisi *minilogger* pada tali cabang rawai tuna.
 Figure 2. *Minilogger* position at branch line of tuna longline.



Gambar 3. Lokasi pengumpulan data selama observasi
 Figure 3. *Map showing of data collection during observation*

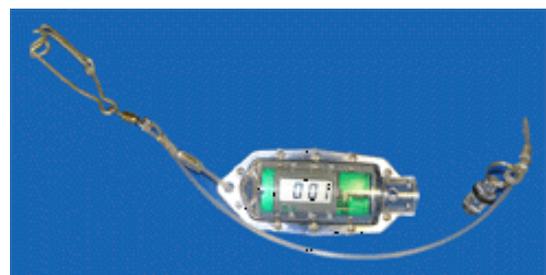
HASIL DAN BAHASAN

HASIL

Feeding Periodicity

Hook timer merupakan alat yang digunakan untuk mengetahui waktu tertangkapnya seekor ikan pada pancing dan memberikan informasi waktu makan ikan atau *feeding periodicity*. Cara kerja *hook timer* adalah pada saat ikan tertangkap, ikan tersebut akan berusaha melepaskan diri dari pancing sehingga penutup magnet *hook timer* akan terlepas dan waktu pada alat tersebut mulai terekam. Kemudian saat alat ditarik oleh *line hauler*, waktu terus terekam sampai ke dek kapal sehingga dapat diketahui informasi waktu makan ikan. Gambar 4 menunjukkan 1 unit

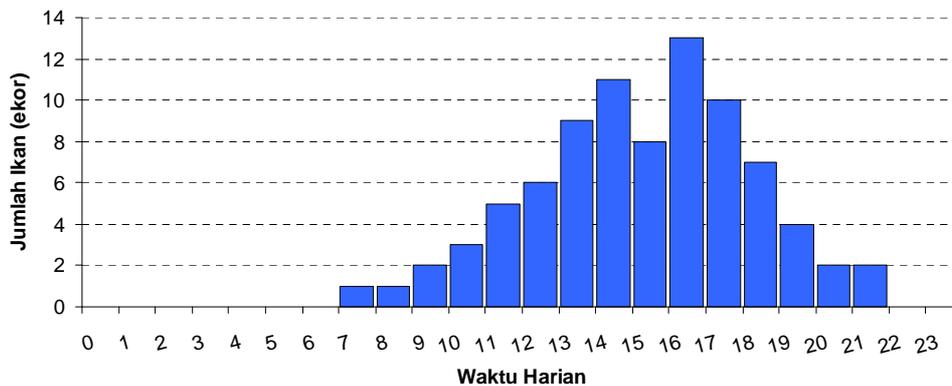
hook timer yang dipasang pada saat pengoperasian rawai tuna. Karakteristik alat *hook timer* dirancang dan dapat digunakan pada alat tangkap rawai tuna baik yang bertipe konvensional maupun otomatis.



Gambar 4. Satu unit *hook timer*.
 Figure 4. *One unit of hook timer.*

Selama kegiatan observasi, telah dilakukan sebanyak 204 kali *setting* menggunakan *hook timer*. Tuna mata besar yang tertangkap pada *hook timer* berjumlah 84 ekor, terdiri atas 31 ekor betina dan 53 ekor jantan. Ukuran panjang cagak rata-rata yang tertangkap adalah 119,9 cm. Kegiatan mulai *setting* dilakukan pada pagi hingga siang hari. Waktu jeda sebelum mulai *hauling* berkisar 3-4 jam. Gambar 5

menunjukkan kecenderungan tuna mata besar hanya memiliki kebiasaan mencari makanan yaitu 1 kali periodik dalam 24 jam. Intensitas kebiasaan mencari makanan dilakukan antara pukul 07:00 sampai pukul 22:00. Frekuensi tertinggi aktif mencari makanan yaitu pada pukul 16:00-17:00. Kisaran waktu rata-rata tuna mata besar aktif mencari makanan adalah pada pukul 13:00-18:00.

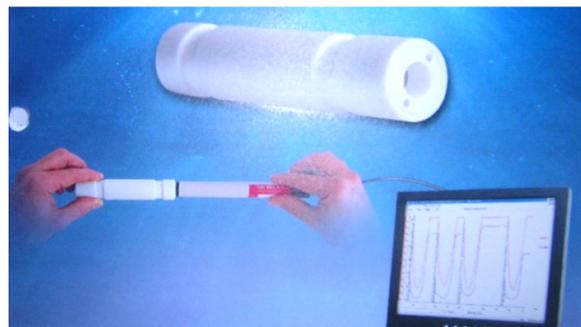


Gambar 5. Waktu makan tuna mata besar.
Figure 5. Feeding periodicity of Bigeye Tuna.

Sebaran Tuna Mata Besar

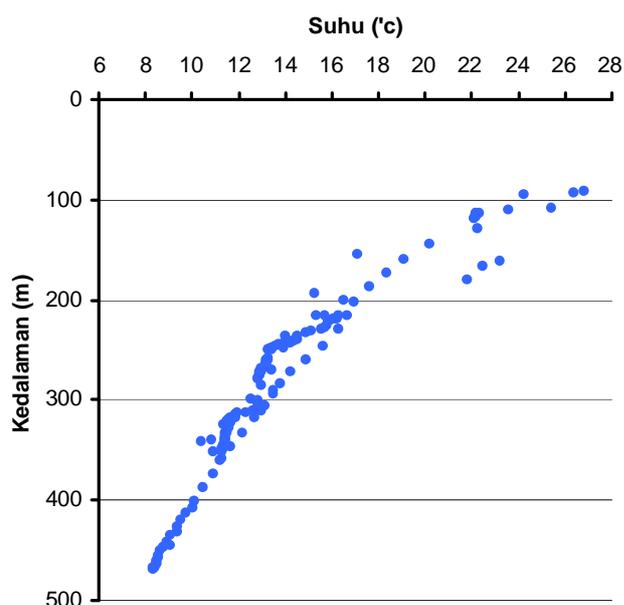
Data yang dikumpulkan dari alat *minilogger* berupa data suhu perairan dan kedalaman mata pancing terhadap semua hasil tangkapan tuna mata besar. Kedalaman mata pancing merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk mendapatkan hasil tangkapan maksimum, terutama pada perikanan rawai tuna. Selain kedalaman, suhu perairan juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penyebaran ikan tuna secara vertikal. Suhu pada setiap strata kedalaman juga mempengaruhi kelimpahan ikan tuna di suatu perairan. Informasi banyaknya tuna yang tertangkap berdasarkan posisi mata pancing sangat diperlukan untuk mengetahui sebaran tuna yang tertangkap berdasarkan suhu dan kedalaman mata pancing rawai tuna. Gambar 6 menunjukkan alat *minilogger* dan instrumen pemindahan data ke komputer.

tuna mata besar yang tertangkap pada kisaran kedalaman 92 – 470 m dengan suhu antara 8,4–26,8 °C. Berdasarkan suhu dan kedalaman penangkapan, tuna mata besar lebih banyak tertangkap pada kedalaman 194–470 m dengan suhu 8,4–15,5°C. Hasil penelitian Nugraha & Triharyuni (2009), tuna mata besar banyak tertangkap pada kedalaman 300-399,9 m dengan suhu 10-13,9 °C di Samudera Hindia. Perbedaan ini dikarenakan kegiatan penelitian tersebut hanya dilakukan pada kapal rawai tuna dengan tipe *deep longline*.



Gambar 6. *Minilogger* dan instrumen pemindahan data ke komputer.
Figure 6. *Minilogger* and the instrument of transfer data to a computer.

Observasi dilakukan pada semua tipe pengoperasian rawai tuna. Berdasarkan asal pembuatan kapal rawai tuna yang berbasis di pelabuhan Benoa, maka ada 3 jenis kapal yang sering disebut yaitu kapal *Eks Taiwan* dengan tipe *shallow longline* (rawai tuna dangkal), kapal Bagan dengan tipe *halfway longline* (rawai tuna pertengahan) dan kapal Samodra milik pemerintah dengan tipe *deep longline* (rawai tuna dalam). Gambar 7 menunjukkan



Gambar 7. Sebaran tuna mata besar yang tertangkap berdasarkan suhu dan kedalaman perairan.

Figure 7. The distribution of bigeye tuna caught based on waters temperature and depth

Selama observasi, sebagian besar kapal-kapal rawai tuna melakukan *setting* mulai pagi hari, tetapi ada juga yang melakukan *setting* mulai sore hari saat kondisi bulan terang.

BAHASAN

Hook timer dan Mini logger

Dalam biologi perikanan, dikenal adanya *feeding periodicity* atau waktu kebiasaan ikan aktif mencari makanan dalam 24 jam (Effendie, 2002). Tuna mata besar tergolong ikan diurnal atau ikan yang aktif mencari makan pada siang hari hingga menjelang matahari tenggelam. *Feeding periodicity* ini juga bergantung pada distribusi dan konsentrasi makanan serta kondisi lingkungan perairan sekitarnya. Kondisi lingkungan perairan yang tercemar dapat menyebabkan *feeding periodicity* berubah-ubah, bahkan dapat menyebabkan terhentinya pengambilan makanan (Effendie, 2002). Ikan tuna bermigrasi secara bergerombol dengan tujuan mencari makan ke suatu daerah perairan, apabila di perairan tersebut tampak terdapat sumber makanan. Akan tetapi, bila distribusi dan konsentrasi makanannya habis, ikan tuna akan berpindah ke tempat lain untuk mencari mangsanya.

Gunarso (1998), menyatakan bahwa tuna mata besar aktif makan sepanjang hari, pada siang hari

aktif mencari makanan di lapisan yang lebih dalam dan pada malam hari naik ke lapisan perairan yang lebih atas. Ikan tuna merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang dalam kelompok ruayanya akan muncul di atas lapisan termoklin menjelang matahari terbit dan saat matahari akan tenggelam pada sore hari (Soepriyono, 2009). Pada saat malam hari gerombolan tuna akan menyebar di antara lapisan permukaan dan termoklin. Pada kedalaman lebih dari 300 m, semua jenis tuna kecuali tuna mata besar tidak tertangkap (Barata *et al.*, 2011). Ikan tuna termasuk jenis ikan yang aktif mencari makanan dengan menggunakan mata atau mengandalkan ketajaman penglihatan di dalam perairan (Somiya *et al.*, 2000). Hasil penelitian Musyl *et al.* (2003), menunjukkan bahwa indera penglihatan tuna mata besar memiliki pigmen warna yang terbatas dibandingkan dengan ikan madidihang, sehingga kebiasaan mencari makanan terkonsentrasi pada lingkungan perairan yang jernih atau terang. Hal inilah yang mengindikasikan puncak aktif tuna mata besar mencari makanan antara siang hingga sore hari, yaitu antara pukul 13:00 sampai 18:00.

Faktor cahaya matahari pada waktu siang hari yang menembus lapisan perairan juga mempengaruhi kemampuan penglihatan ikan dalam mencari makanan. Ikan sebagaimana jenis ikan lainnya mempunyai kemampuan yang kuat untuk dapat melihat pada siang hari yang berkekuatan penerangan beberapa ribu lux hingga pada keadaan yang hampir gelap sekalipun (Barata, 2004). Dalam keadaan perairan yang keruh atau intensitas cahaya matahari yang masuk tidak banyak, kemampuan daya penglihatan ikan pada suatu objek yang terdapat di dalam air akan berkurang. Akan tetapi, pada tuna mata besar mempunyai kemampuan pergerakan secara vertikal untuk mencari makanan sekalipun dalam kondisi perairan keruh (Brill, 2005). Kondisi ini memperlihatkan bahwa tuna mata besar memiliki kemampuan dalam mencari makanan baik yang berada di perairan lapisan atas maupun di lapisan yang lebih dalam dengan mengandalkan ketajaman penglihatan. Aktifitas ikan diurnal mempunyai gerakan yang cepat, aktif dan bermigrasi dalam area yang luas. Ikan nokturnal lebih banyak menggunakan indera perasa dan penciuman dibandingkan indera penglihatannya sehingga cenderung mempunyai sifat lambat, diam dan bermigrasi pada area yang tidak luas. Dengan demikian *feeding periodicity* tuna mata besar aktif sepanjang siang hingga sore hari karena lebih mengandalkan fungsi bola matanya yang mempunyai ukuran retina yang lebar.

Tuna merupakan salah satu jenis ikan pelagis yang dalam kelompok ruayanya akan muncul di atas lapisan

termoklin menjelang matahari terbit dan saat matahari akan tenggelam pada sore hari (Soepriyono, 2009). Pada saat malam hari gerombolan tuna akan menyebar di antara lapisan permukaan dan termoklin. Pada kedalaman lebih 300 m, semua jenis tuna kecuali tuna mata besar tidak tertangkap. Hal ini menunjukkan tuna mata besar merupakan spesies tuna yang memiliki *swimming layer* terjauh dan mampu beradaptasi pada suhu rendah.

Sebaran suhu secara vertikal di perairan Indonesia terbagi atas tiga lapisan, yaitu lapisan hangat di bagian teratas atau lapisan epilimnion dimana pada lapisan ini gradien suhu berubah secara perlahan, lapisan termoklin yaitu lapisan dimana gradien suhu berubah secara cepat sesuai dengan pertambahan kedalaman, lapisan dingin di bawah lapisan termoklin yang disebut juga lapisan hipolimnion dimana suhu air laut konstan sebesar 4°C. Pada lapisan termoklin memiliki ciri gradien suhu yaitu perubahan suhu terhadap kedalaman sebesar 0.1°C untuk setiap pertambahan kedalaman satu meter (Nontji, 1993). Lapisan termoklin berdasarkan pengukuran minilogger berada pada kedalaman rata-rata 70–270 m. Lapisan termoklin akan semakin dalam di musim panas dan semakin dangkal di musim dingin. Tertangkapnya tuna mata besar sebagian besar berada di luar lapisan termoklin dan suhu tersebut akan turun secara pelan-pelan sampai pada kedalaman tertentu.

Taktik Penangkapan Tuna Mata Besar

Menurut Ayodhya (1981) dalam Sudirman & Mallawa (2004), suatu teknik penangkapan ikan haruslah dilandasi dengan pengetahuan yang mendalam tentang tingkah laku ikan, baik sebagai individu ikan maupun sebagai suatu kelompok dalam saat tertentu ataupun dalam suatu periode musim, dalam keadaan alamiah ataupun dalam keadaan diberikan perlakuan penangkapan.

Berdasarkan informasi data *hook timer* dan *minilogger*, maka dapat ditentukan 2 hal terkait taktik penangkapan tuna mata besar di Samudera Hindia melalui metode rawai tuna (*tuna longline*), yaitu taktik penangkapan melalui pengejaran tuna secara vertikal, dan taktik penangkapan melalui pengaturan waktu *setting* dan *hauling*.

Taktik penangkapan melalui pengejaran tuna secara vertikal didasarkan pada suhu dan kedalaman migrasi tuna mata besar. Hal ini menekankan bahwa setiap Nahkoda atau *Fishing Master* dalam melakukan operasi penangkapan berusaha merubah konstruksi rawai tuna, yang berarti merubah kedalaman mata

pancing dan menentukan jumlah pancing antar pelampung yang akan digunakan. Hasil pengukuran *minilogger*, diketahui dari segi kedalaman operasi (*fishing depth*). Rawai tuna yang dioperasikan oleh kapal-kapal rawai tuna berbasis di benoa dibagi tiga, yaitu yang bersifat dangkal (*shallow longline*), pertengahan (*halfway longline*) dan dalam (*deep longline*). Rawai tuna yang bersifat dangkal, kedalaman mata pancingnya berada pada kedalaman 90–185 m dengan kisaran suhu 21,8 -26,8 °C sedangkan yang bersifat pertengahan antara kedalaman 90 - 350 m dengan suhu 10,2 - 21,8 °C dan *deep longline* berada pada kedalaman 85 - 450 m dengan kisaran suhu 8,3 - 25,5 °C. Kedalaman letak mata pancing rawai tuna ditentukan oleh panjang tali pelampung, panjang tali cabang, panjang tali utama dan koefisien kelengkungan antar tali cabang. Untuk memburu tuna mata besar sesuai dengan habitatnya, maka perpaduan antara konstruksi rawai tuna bersifat pertengahan (*halfway longline*) dan dalam (*deep longline*) merupakan taktik penangkapan yang ideal.

Taktik penangkapan tuna melalui pengaturan waktu *setting* dan *hauling* didasarkan pada kebiasaan tuna mata besar memburu mangsa atau mencari makanan. Selama ini Nahkoda atau *Fishing Master* menentukan waktu *setting* berdasarkan siklus kehidupan binatang laut, fase gelap dan terang bulan, siklus gerakan pasang surut air laut dan evaluasi catatan harian *hauling*. Soepriyono (2009), menyatakan bahwa tuna mata besar lebih gemar memburu mangsa pada malam hari. Hal ini berbeda berdasarkan informasi *hook timer* bahwa tuna mata besar mempunyai kebiasaan mencari makanan pada pukul 13:00-18:00, dengan Frekuensi tertinggi aktif mencari makanan yaitu pada pukul 16:00-17:00. Rata-rata kapal rawai tuna melakukan kegiatan *setting* antara 5-6 jam dan jeda istirahat sebelum melakukan *hauling* antara 3-5 jam. Dengan demikian dapat ditentukan taktik penangkapan tuna melalui pengaturan waktu *setting* adalah dimulai pada siang hari dan untuk berburu tuna mata besar disarankan untuk melakukan mulai *hauling* pada sore hari.

KESIMPULAN

Tuna mata besar aktif mencari makan sepanjang siang hingga sore hari (pukul 13:00-18:00) dan banyak tertangkap pada kedalaman 194–470 m dengan suhu 8,5-15,5°C di Samudera Hindia. Taktik penangkapan tuna mata besar melalui pengejaran secara vertikal adalah perpaduan antara konstruksi rawai tuna bersifat pertengahan (*halfway longline*) dan dalam (*deep longline*) sedangkan waktu *setting* perlu dimulai pada siang hari dan melakukan *hauling* pada sore hari.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset program observer tuna Samudera Hindia pada kapal-kapal *tuna longline* di Pelabuhan Benoa, T.A. 2005-2009, kerjasama antara Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (P4KSI) dengan CSIRO Marine and Atmospheric Research, Australia. Penulis mengucapkan terima kasih kepada para observer di Loka Penelitian Perikanan Tuna Benoa, yang telah membantu dalam pengumpulan data dengan observasi langsung di kapal rawai tuna.

DAFTAR PUSTAKA

- Barata, A. 2004. Pengaruh jumlah lampu permukaan air terhadap hasil tangkap ikan pelagis pada alat tangkap mini purse seine di desa Tanjung Sari Pemalang Jawa Tengah. Laporan *Skripsi*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. 54 p.
- Barata, A., D. Novianto & A. Bahtiar. 2011. Sebaran ikan tuna berdasarkan suhu dan kedalaman di Samudera Hindia. *Jurnal Ilmu Kelautan Indonesia*. Universitas Diponegoro. Semarang. 16 (3): 165-170.
- Brill, R.W., K.A. Bigelow, M.K. Musyl, K.A. Fritshes & E.J. Warrant. 2005. *Bigeye tuna (Thunnus obesus) behaviour and physiology and their relevance to stock assessments and fishery biology*. Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT. 57 (2):142-161.
- Effendie, M.I. 2002. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 157 p.
- Gunarso, W. 1998. Tingkah laku ikan dan perikanan pancing. *Diktat Kuliah*. Laboratorium Tingkah Laku Ikan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 119 p.
- Musyl, M.K., R.W. Brill, C.H. Boggs, D.S. Curran, T.K. Kazama & M.P. Seki. 2003. *Vertical movements of bigeye tuna (Thunnus obesus) associated with islands, bouys and seamounts near the main Hawaiian Islands from archival tagging data*. Fisheries Oceanography. 12:152-169.
- Nontji, A. 1993. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta. 367 p.
- Nugraha, B. & S. Triharyuni. 2009. Pengaruh Suhu dan Kedalaman Mata Pancing Rawai Tuna (*Tuna Longline*) Terhadap Hasil Tangkapan Tuna Di Samudera Hindia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Balai Riset Perikanan Laut. Departemen Kelautan dan Perikanan. 15. (3) : 239-247.
- Somiya, H., S. Takei, S. & I. Mitani. 2000. *Guanine and its retinal distribution in the tapetum of the bigeye tuna, Thunnus obesus*. *Ichthyol. Res.* 47: 367-372.
- Soepriyono, Y. 2009. *Teknik dan manajemen penangkapan tuna melalui metode longline*. Penerbit Bilas Utama. Denpasar. 158 p.
- Sudirman H. & Mallawa A. 2004. *Teknik Penangkapan Ikan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. 168 p.