

Pengembangan Alat Tangkap Ikan Ramah Lingkungan Berbasis Eto-Ekofisiologi

ARISTI DIAN PURNAMA FITRI



**PENGEMBANGAN ALAT TANGKAP IKAN RAMAH
LINGKUNGAN BERBASIS ETO-EKOFISIOLOGI**

Oleh:

Aristi Dian Purnama Fitri

PENGEMBANGAN ALAT TANGKAP IKAN RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS ETO-EKOFISIOLOGI

Oleh :

Aristi Dian Purnama Fitri

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

Edisi Kedua Cetakan Pertama 2020

ISBN: 978-979-097-688-7

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah atas rahmat dan hidayah-Nya, buku pegangan yang berjudul **PENGEMBANGAN ALAT TANGKAP IKAN RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS ETO-EKOFISIOLOGI** dapat diselesaikan. Buku ini merupakan buku edisi ke-2 dari buku edisi ke-1 yang diterbitkan pada 4 Maret 2020. Buku ini berisi tentang kajian ilmu fisiologi ikan beserta tingkah lakunya saat beradaptasi terhadap faktor lingkungan. Kajian ini dapat digunakan untuk bidang perikanan tangkap ikan, terutama dalam pengembangan alat tangkap ikan dan alat bantu yang menunjang perikanan tangkap ramah lingkungan. Tulisan dalam buku ini tidak hanya membahas tentang penangkapan ikan, melainkan juga membahas tentang upaya konservasi terhadap biota ETP (*Endangered, Threatened and Protected*).

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Fajar Adiyanto, S.Pi yang telah membantu dalam mendesain sampul buku dan memberikan saran serta masukan untuk lebih melengkapi informasi yang akan disampaikan. Tidak lupa penyusun mengucapkan terima kasih

kepada seluruh pihak yang telah membiayai penelitian yang berasal dari dana penelitian hibah DIKTI dan dana riset Universitas Diponegoro.

Semoga buku ini dapat bermanfaat dalam bidang perikanan tangkap. Akhir kata, penulis menyadari bahwa buku ini tidak luput dari kekurangan dan kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran perbaikan dari para pembaca sangat dinantikan. Terima kasih dan selamat membaca buku ini.

Semarang, Mei 2020

Prof. Dr. Aristi Dian Purnama Fitri, S.Pi., M.Si.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
ABSTRAK	ix
Pendahuluan	1
Alat Tangkap Ikan di Indonesia.....	6
Eto-ekofisiologi Ikan	8
Pengembangan Alat Tangkap Ikan Ramah Lingkungan	17
PENUTUP.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	32
GLOSARIUM	48
BIOGRAFI SINGKAT PENULIS.....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Potensi sumberdaya ikan di perairan Indonesia.....	2
Gambar 2. Produksi perikanan tangkap (laut dan PUD).....	2
Gambar 3. Hubungan eto-ekofisiologi dan alat tangkap ikan....	6
Gambar 4. Susunan sel fotoreseptor pada ikan dan kepiting....	11
Gambar 5. Hubungan VA, jarak pandang, dan ukuran ikan....	11
Gambar 6. Jumlah ikan teri yang berkumpul dibawah LED....	13
Gambar 7. Sistem sensorik elektromagnetik ikan hiu.....	15
Gambar 8. Roadmap Penelitian.....	16
Gambar 9. Desain dan konstruksi <i>bottom mini trawl</i>	21
Gambar 10. Desain konstruksi payang <i>genuine</i> dan modifikasi. 24	
Gambar 11. Konstruksi modifikasi penjebak kepiting.....	26
Gambar 12. Grafik hasil tangkapan ikan dengan alat bantu.....	27
Gambar 12. Prototipe rumpon energi dari sinar matahari.....	28
Gambar 13. Prototipe rumpon energi dari air laut.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai efektivitas pukat harimau mini dasar.....	19
Tabel 2. Ukuran panjang total ikan dominan.....	23
Tabel 3. Lebar karapas kepiting yang tertangkap.....	25

ABSTRAK

Potensi sumberdaya ikan di Indonesia tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI). Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan di ZEEI tersebut sebesar 7,94 juta ton atau telah mencapai 80%. Tingkat pemanfaatan ini umumnya digunakan untuk pemenuhan kebutuhan pangan. Upaya pemanfaatan sumberdaya perikanan berkelanjutan perlu dilakukan melalui pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan yang ramah lingkungan.

Eto-ekofisiologi ikan adalah ilmu perilaku (tingkah laku) ikan saat merespon suatu obyek atau habitat tertentu yang berasal dari lingkungan ekologinya berdasarkan organ tubuh yang dimiliki. Konsep eto-ekofisiologi ikan dijadikan dasar dalam mendesain dan membuat konstruksi alat tangkap ikan maupun alat bantu tangkap ikan, metode penangkapan ikan dan pengembangan alat tangkap ikan yang ramah lingkungan. Hal tersebut bertujuan agar dalam pengembangan alat tangkap ikan dan alat bantu tangkap ikan berorientasi terhadap sifat dan karakteristik biota yang menjadi target tangkapan. Modifikasi alat tangkap pukat harimau mini dasar dan payang telah dilakukan dan hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi tersebut secara efektif, efisien dan selektif mampu menangkap ikan sesuai target tangkapan. Eto-ekofisiologi ikan juga digunakan dalam pengembangan alat bantu tangkap ikan seperti penggunaan cahaya dan frekuensi suara pada rumpon yang telah secara efektif dan efisien meningkatkan jumlah hasil tangkapan sesuai target. Alat bantu tangkap ikan dengan cahaya dan

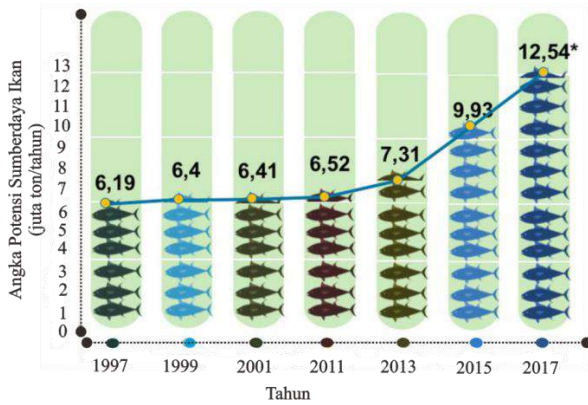
frekuensi suara termasuk ramah lingkungan karena menggunakan sumber energi dari alam, yaitu sinar matahari (solar cell) (HKI paten sederhana No. IDS000001831) dan sumber energi dari air laut (HKI paten sederhana No. SID201905736).

Tidak hanya bertujuan untuk efektivitas dan efisiensi penangkapan, ilmu eto-ekofisiologi berguna untuk menjaga konservasi sumberdaya ikan kelompok ETP (*Endangered, Threatened and Protected*) sebagai biota tangkapan sampingan (*by-catch*) atau biota tangkapan tidak terduga (*incidental catch*). ESS (*Electro Shield System*) sebagai alat bantu pengusir biota ETP dengan menggunakan getaran gelombang elektromagnetik

Modifikasi desain dan konstruksi alat tangkap ikan dan alat bantu tangkap ikan berdasarkan kajian eto-ekofisiologi ikan diperlukan untuk mengurangi kontak fisik antara alat tangkap dengan habitat bentik, habitat terumbu karang, dan lamun yang sangat rentan terhadap kerusakan serta perhatian terhadap konservasi sumberdaya ikan . Dalam hal ini, ilmu eto-ekofisiologi ikan berperan penting untuk memberikan informasi keterkaitan sumberdaya ikan dan kerentanan dari ekosistem tersebut. Melalui upaya modifikasi konstruksi alat tangkap ikan dan alat bantu tangkap ikan, maka dampak negatif dari pengoperasian alat tangkap ikan terhadap habitat/lingkungan perairan dapat dikurangi atau dihindarkan.

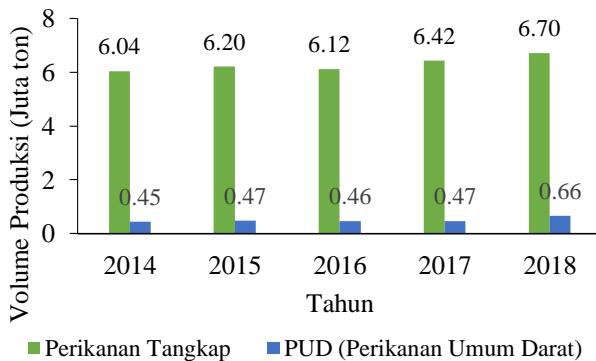
PENGEMBANGAN ALAT TANGKAP IKAN RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS ETO-EKOFISIOLOGI

Laut Indonesia memiliki luas lebih kurang 5,8 juta km² dengan garis pantai sepanjang 81.000 km, dengan potensi sumberdaya ikan diperkirakan sebesar 12,5 juta ton per tahun seperti tersaji pada Gambar 1. Potensi sumberdaya ikan ini tersebar di perairan wilayah Indonesia dan perairan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia (ZEEI). Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan di ZEEI tersebut sebesar 7,94 juta ton, yang artinya bahwa pemanfaatannya telah mencapai 80% dari ketentuan pemerintah untuk memanfaatkan dan mengelolanya secara maksimum. Hal tersebut mengindikasikan bahwa potensi sumberdaya perikanan tangkap di laut masih memenuhi kriteria pemanfaatan sumberdaya untuk pemenuhan kebutuhan pangan. Produksi perikanan tangkap laut memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan perikanan tangkap pada perairan umum daratan (PUD) sebesar 93% (Gambar 2). Nilai 93% dari produksi perikanan tangkap dari laut menunjukkan bahwa potensi pemanfaatan sumberdaya ikan di laut masih memiliki peluang untuk digunakan.



Gambar 1. Potensi Sumberdaya Ikan di Wilayah Perairan Indonesia

Sumber: Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan RI. Kepmen-KP RI No 50/ KEPMEN-KP/2017



Gambar 2. Produksi Perikanan Tangkap (LAut dan PUD)

Sumber: Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2019. Angka dan validasi nasional

Pemanfaatan sumberdaya ikan khususnya penangkapan ikan memerlukan alat tangkap ikan yang diizinkan digunakan oleh pemerintah, termasuk yang dianggap efektif, efisien dan tetap memperhatikan keberlanjutan sumberdaya ikan tersebut. Peraturan Menteri Kelautan Perikanan RI nomor 71 tahun 2016 mengatur tentang jenis dan pengaturan alat penangkapan ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPPRI) terdiri dari sepuluh kelompok, yaitu jaring lingkaran (*surrounding nets*); pukat tarik (*seine nets*); pukat hela (*trawls*); penggaruk (*dredges*); jaring angkat (*lift nets*); alat yang dijatuhkan (*falling gears*); jaring insang (*gillnets and entangling nets*); perangkap (*traps*); pancing (*hooks and lines*), serta alat penjepit dan melukai (*grappling and wounding*).

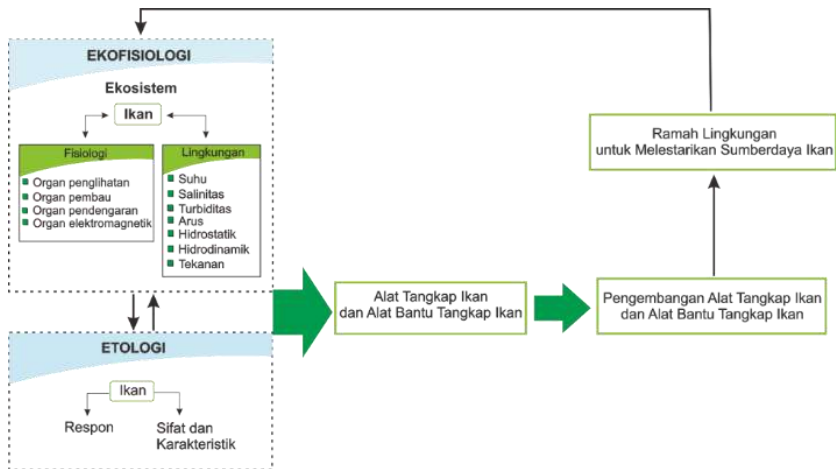
Kebutuhan hidup dan tuntutan ekonomi manusia yang terus meningkat dapat memberikan dampak pada peningkatan kegiatan pemanfaatan sumberdaya ikan di perairan umum dan perairan laut. Berbagai jenis alat tangkap dengan teknologi yang digunakan, baik teknologi sederhana (tradisional) hingga teknologi modern digunakan hampir di seluruh perairan Indonesia. Penggunaan teknologi penangkapan ikan modern yang efektif seperti pukat hela/harimau (*trawl*) dengan satu dan dua kapal penarik dan jaring lingkaran bertali kerut (*purse seine*)

berukuran besar, dapat mengancam ketersediaan stok sumberdaya ikan dan lingkungan perairan apabila digunakan secara sembarang dan tidak terkontrol.

Eto-ekofisiologi adalah suatu ilmu yang mempelajari tentang perilaku atau tingkah laku hewan terhadap lingkungan atau obyek tertentu berdasarkan adaptasi organ tubuh hewan tersebut. Organ tubuh pada ikan yang dimaksud meliputi organ penglihatan (*vision*), pembau (*olfactory*), pendengaran (*acoustic*) dan elektromagnetik. Konsep eto-ekofisiologi ikan sebagai acuan untuk dapat mengetahui pola tingkah laku dan kebiasaan hidup ikan dalam melakukan akitivitasnya, baik kelompok ikan yang tinggal di permukaan perairan (*pelagis*) maupun ikan yang tinggal di dasar perairan (*demersal*). Disisi yang lain, konsep dasar tentang eto-ekofisiologi terutama perannya pada kegiatan penangkapan ikan adalah sebagai dasar untuk membuat desain dan konstruksi alat tangkap dan alat bantu tangkap ikan, termasuk metode menangkap ikan serta pengembangan alat tangkap ikan dengan tujuan melestarikan sumberdaya ikan.

Ada beberapa hal terkait dengan penangkapan ikan sebagai dampak kondisi sumberdaya perikanan di Indonesia yang tinggi keanekaragamannya, antara lain persoalan tertangkapnya biota hasil tangkapan non target (*by-catch*), hasil

tangkapan tidak terduga (*incidental catch*) termasuk biota yang masih anakan (*juvenile*) atau biota yang dilindungi. Persoalan tersebut berpeluang menjadikan alat tangkap ikan tidak memenuhi kriteria alat tangkap yang ramah lingkungan. Maksud dari alat tangkap ikan ramah lingkungan adalah tidak merusak ekosistem dan habitat ikan, mempertahankan ketersediaan sumberdaya ikan, selektif dengan tidak menangkap ikan-ikan yang masih anakan dan induk ikan yang bertelur, serta efektif menangkap ikan target penangkapan. Keberhasilan dalam menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan diperlukan pemahaman pengembangan modifikasi alat tangkap ikan melalui pendekatan eto-ekofisiologi ikan. Gambar 3 mengilustrasikan hubungan antara eto-ekofisiologi dengan pengembangan modifikasi alat tangkap ikan.



Gambar 3. Ilustrasi hubungan antara eto-ekofisiologi ikan dan alat tangkap ikan

Alat Tangkap Ikan di Indonesia

Alat tangkap ikan berdasarkan metode operasi penangkapan terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu alat tangkap bersifat pasif, alat tangkap bersifat aktif, dan alat tangkap bersifat statis. Klasifikasi alat tangkap ikan di Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Perikanan dan Kelautan RI nomor 2 tahun 2016 terbagi menjadi 10 kelompok, meliputi :

1. Kelompok alat tangkap aktif, jaring lingkar (*surrounding nets*); pukat tarik (*seine nets*); pukat hela (*trawls*);

-
- penggaruk (*dredges*); jaring angkat (*lift nets*); alat yang dijatuhkan (*falling gears*);
2. Kelompok alat tangkap pasif, jaring insang (*gillnets and entangling nets*); pancing (*hooks and lines*), alat penjepit dan melukai (*grappling and wounding*) serta;
 3. Kelompok alat tangkap statis, perangkap (*traps*).

Ketiga kelompok alat tangkap ikan tersebut dapat digunakan untuk penangkapan jenis ikan *pelagis* maupun ikan *demersal*.

Kecenderungan alat tangkap aktif berpeluang untuk menangkap ikan dengan jenis dan ukuran ikan yang bervariasi, terlebih lagi kondisi keanekaragaman sumberdaya ikan di Indonesia sangat tinggi sehingga disaat melakukan penangkapan ikan akan menangkap beberapa jenis ikan dengan ukuran yang bervariasi termasuk menangkap ikan ukuran anakan (Fitri *et al*, 2019). Kondisi tersebut apabila dibiarkan akan memberikan dampak terhadap ketersediaan sumberdaya ikan di lingkungannya, dan alat tangkap dapat dikategorikan sebagai alat tangkap ikan yang tidak ramah lingkungan.

Alat bantu tangkap ikan adalah alat bantu yang digunakan saat alat tangkap ikan digunakan, bertujuan agar saat melakukan penangkapan ikan menjadi lebih efektif dan

efisien waktu. Jenis alat bantu tangkap ikan yang umum digunakan antara lain cahaya/lampu dan rumpon/*fish aggregation devise* (FAD). Alat bantu juga digunakan untuk mengusir ikan kelompok ETP (*Endangered, Threatened and Protected*) yang umumnya tertangkap sebagai *by-catch* dan atau *incidental catch*.

Eto-ekofisiologi Ikan

Etologi (perilaku) adalah cabang ilmu yang mempelajari perilaku atau tingkah laku hewan/ikan, mekanisme dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Perilaku ikan timbul dari faktor lingkungan, yang merupakan bagian dari proses adaptasi pada bagian tubuhnya. Terdapat perbedaan perilaku ikan tergantung dari jenis ikan dan stadia umur ikan (Sajdlová *et al.*, 2015; Fitri, 2012).

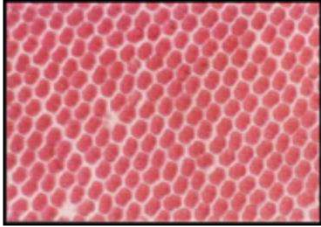
Ekofisiologi ikan mempelajari efek ekologis dari ciri organ tubuhnya, dan sebaliknya. Ekofisiologi lebih menekankan pada fungsi organ tubuh ikan untuk bertahan hidup atau beradaptasi dalam melakukan aktivitasnya. Organ tubuh ikan yang dimaksud adalah penglihatan/*mata (vision organ)*; pembau (*olfactory organ*); pendengaran (*acoustic organ*); dan elektromagnetik (*electromagnetic organ*) (Fitri *et al.*, 2019;

Sabet *et al.*, 2016; O'Connor *et al.*, 2015; Lecchini *et al.*, 2014; Fitri, 2012; Purbayanto *et al.*, 2010). Dasar kajian eto-ekofisiologi ikan dijadikan acuan untuk untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan dalam bentuk pengembangan modifikasi alat tangkap maupun alat bantu tangkap ikan agar efektif dan efisien waktu namun tetap ramah lingkungan (Fitri *et al.*, 2019a; Fitri, 2012; Rakowitz *et al.*, 2012; Kubeřcka *et al.*, 2009).

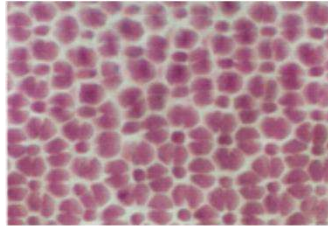
Organ penglihatan/mata ikan di air untuk mendeteksi obyek disekitarnya menggunakan retina, karena mata ikan tidak memiliki pupil yang biasa digunakan untuk pengaturan cahaya yang datang ke mata. Kemampuan ikan untuk mendeteksi suatu obyek benda, warna serta adaptasi terhadap intensitas cahaya dilingkungannya terletak pada sel fotoreseptor yang terdapat pada bagian retina (Douglas and Crawford, 2019; Salem, 2016; Fitri, 2012; Purbayanto *et al.*, 2010). Tidak hanya jenis ikan, kelompok kepiting (*crab*) juga memiliki sel fotoreseptor (Susanto *et al.*, 2017; Fitri *et al.*, 2017b; Insausti *et al.*, 2012; Phelan and Grubert, 2007; Zeil and Hemmi, 2006). Susunan sel fotoreseptor pada ikan dan kepiting tetap selama hidupnya, namun jumlah dari sel tersebut akan berubah seiring dengan penambahan usia dan pertumbuhan panjang tubuh. Semakin

panjang tubuh ikan (*body length*/BL) maka jumlah sel fotoreseptor akan semakin berkurang karena sel tersebut mengalami perubahan ukuran (Fitri, 2012; Purbayanto *et al.*, 2010; Fitri dan Purbayanto, 2008a; Fitri *et al.*, 2002). Susunan sel fotoreseptor retina ikan dan kepiting dapat dilihat pada Gambar 4.

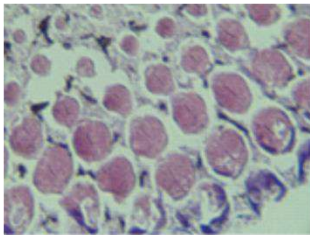
Informasi tentang jumlah sel fotoreseptor retina sebagai dasar untuk menganalisis kemampuan ikan dalam melihat suatu obyek benda. Analisis tersebut dengan menggunakan rumus *visual acuity*/VA (ketajaman penglihatan) sebagai acuan untuk menghitung dan menentukan kemampuan ikan dalam melihat suatu obyek benda secara jelas pada jarak tertentu (Gagnon *et al.*, 2015). Kemampuan ikan melihat benda pada stadia dewasa akan lebih baik dibandingkan pada stadia anakan. Informasi tersebut digunakan untuk menentukan ukuran alat tangkap ikan agar ikan stadia anakan memiliki kemampuan melihat celah untuk meloloskan diri dari alat tangkap tersebut (Fitri *et al.*, 2019; Fitri, 2012; Arimoto *et al.*, 2010; Purbayanto *et al.*, 2010; Martin and Bateson; 2010). Ilustrasi hubungan antara kemampuan ikan melihat dan ukuran panjang tubuh ikan digambarkan pada Gambar 5.



(a) Ikan Layang (*Decapterus sp*)

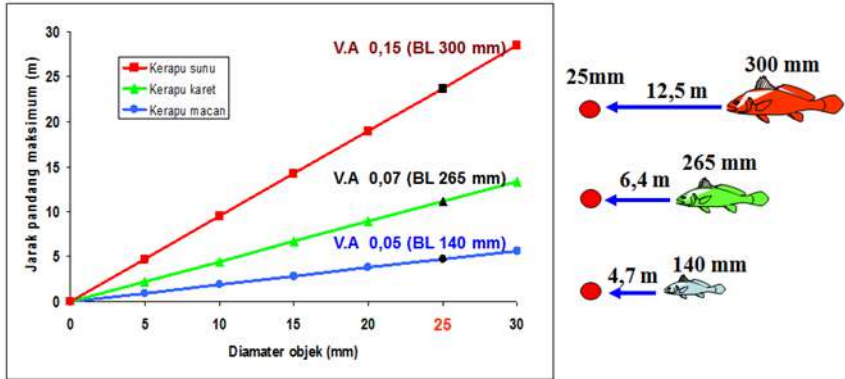


(b) Ikan kakap (*Lutjanus sp*)



(b) Kepiting bakau (*Scylla serrata*)

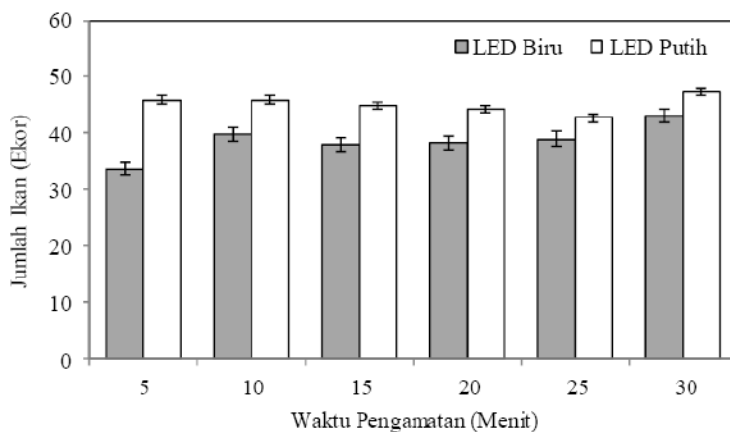
Gambar 4. Susunan sel fotoreseptor pada retina mata ikan dan kepiting



Gambar 5. Visualisasi hubungan antara VA, jarak pandang maksimal dan ukuran panjang tubuh ikan

Ikan memiliki kemampuan untuk beradaptasi terhadap cahaya yang masuk pada retinanya. Kemampuan tersebut meliputi kemampuan untuk membedakan warna atau panjang gelombang yang diterima. Masing-masing jenis ikan memiliki sensitivitas terhadap cahaya yang berbeda, berkaitan dengan proses adaptasi terhadap cahaya (Fitri *et al.*, 2018b; Susanto *et al.*, 2017; Newport *et al.*, 2017; Salem, 2016; Jeong *et al.*, 2013; Insausti *et al.*, 2012; Kondrashev *et al.*, 2012). Seperti contoh untuk kelompok ikan teri (*Stolephorus* sp) mempunyai kemampuan 3,4 kali lebih cepat dalam merespon lampu LED (*Light Emitting Diode*) putih (42-96 lux) dibandingkan terhadap lampu LED biru, namun ikan teri bertahan 1,8 kali lebih lama di area pencahayaan warna biru (Susanto *et al.*, 2017). Ilustrasi

terkait jumlah ikan *Stolephorus* sp saat merespons lampu LED warna biru dan putih dapat dilihat pada Gambar 6.



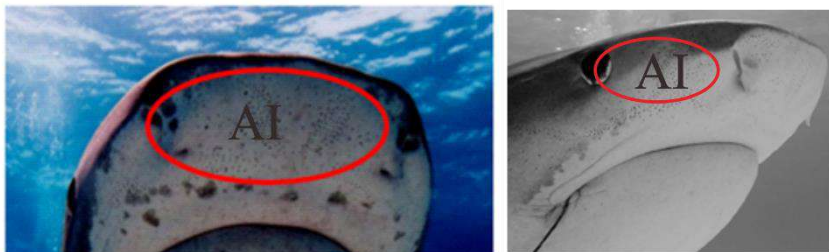
Gambar 6. Jumlah ikan teri yang berkumpul di bawah masing-masing warna lampu LED

Kelompok ikan yang menyenangkan atau tertarik pada cahaya disebut sebagai ikan bersifat *phototaxis positif*. Peran cahaya mampu merangsang (*stimuli*) dan menarik (*attract*) ikan untuk berkumpul pada sumber cahaya tersebut, lalu ikan memberikan responnya. Peristiwa tersebut dimanfaatkan dalam penangkapan ikan menggunakan cahaya/lampu (*light fishing*) sebagai alat bantu tangkap ikan.

Ikan memiliki kemampuan dalam mendeteksi frekuensi suara disekelilingnya melalui organ pendengaran (*acoustic*). Organ tubuh ikan untuk mendengar adalah sistem sensor telinga

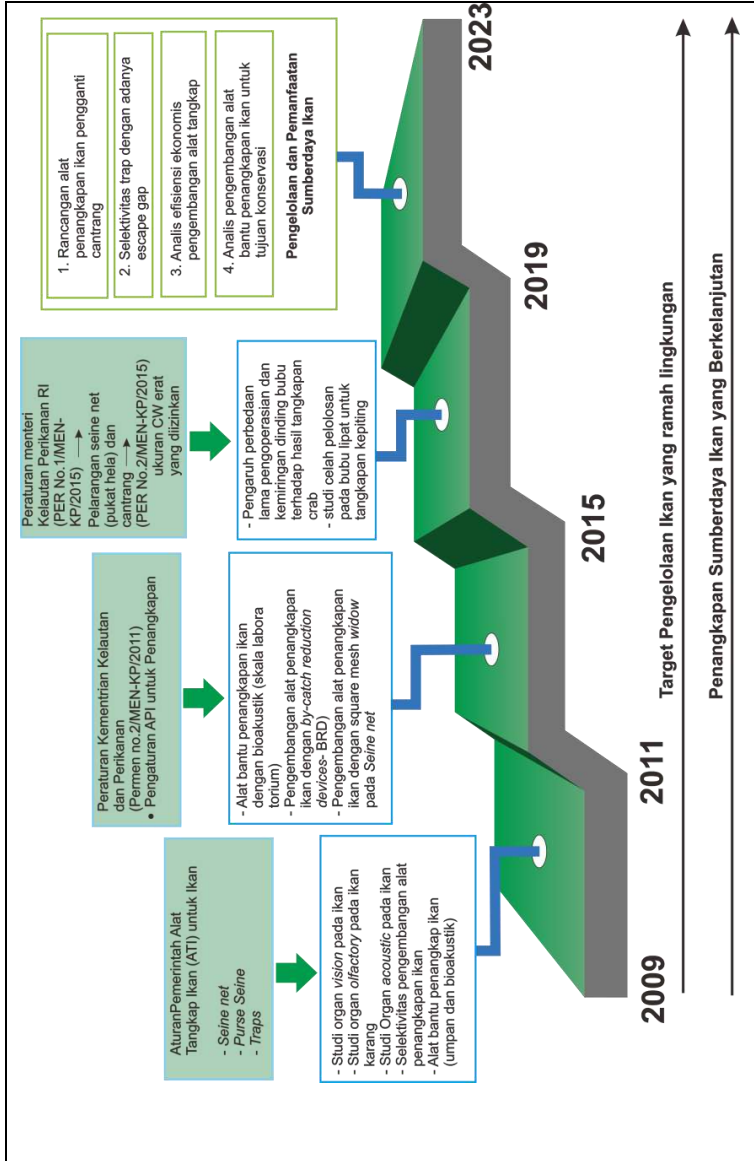
dalam (*inner ear*) dan gurat sisi, yang diistilahkan sebagai organ *oktavolateralis* (Popper, 2019; Hastings, 2017; Zeddies *et al.*, 2011; Purbayanto *et al.*, 2010; Fujaya, 2002). Suara yang diterima ikan berupa getaran yang berfungsi antara lain untuk menjaga jarak antar ikan dalam suatu kawanan ikan, mengetahui keberadaan predator atau mangsa, perkawinan, mencari makanan dan penandaan kekuasaan wilayah terutama dalam komunitas ikan karang (Purbayanto *et al.*, 2010). Umumnya frekuensi suara dideteksi ikan dari frekuensi suara jenis ikan yang sama. Ikan kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*) merespon positif frekuensi sumber suara dari spesies yang sama ketika melakukan aktivitas makan sebesar 193,8 Hz (64,5 dB) (Fitri *et al.*, 2010; Fitri *et al.*, 2009). Informasi tentang organ pendengaran ikan dapat diaplikasikan pada metode penangkapan ikan dalam bentuk alat bantu tangkap ikan. Hal tersebut bertujuan agar saat melakukan penangkapan ikan lebih efektif dan efisien waktu untuk mengumpulkan ikan, serta lebih ramah lingkungan karena alat bantu tangkap ikan tersebut dapat mengatur rentang frekuensi suara dengan tujuan menangkap jenis ikan tertentu sebagai target tangkapan. Terlebih diperuntukkan pula untuk menangkap ikan karang yang memiliki kebiasaan bersembunyi pada terumbu karang. Respon terhadap gelombang

elektromagnetik ikan hanya dimiliki oleh kelas Elasmobranch (ikan hiu, pari dan cucut) (O'Connell *et al.*, 2014; O'Connell *et al.*, 2011; Ballantyne and Robinson, 2011). Organ yang digunakan untuk sensor tersebut adalah *Ampullae lorenzini*, yang mampu mendeteksi gelombang listrik dan magnet. Sistem sensorik ini terdiri dari pori-pori berbentuk *jelly* dan yang paling dikenal untuk mendeteksi medan bioelektrik. Letak dari sistem sensorik berupa sel *Ampullae of Lorenzini* tersebut berada disekitar mulut dari Elasmobranch (Jørgensen, 2011). Organ *Ampullae of Lorenzini* pada ikan hiu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Sistem sensorik elektromagnetik pada ikan hiu (AI – Ampullae of lorenzini)

Rekam jejak (*road map*) penelitian terkait dengan ilmu eto-ekofisiologi dan aplikasinya untuk pengembangan alat tangkap ikan bertujuan untuk pemanfaatan sumberdaya ikan yang ramah lingkungan, dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Roadmap Penelitian

Pengembangan Alat Tangkap Ikan Ramah Lingkungan

Pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan melalui teknologi penangkapan ikan dilakukan dengan beberapa alasan, diantaranya kebutuhan ekonomi untuk peningkatan produktivitas penangkapan. Peningkatan konsumsi ikan dari penduduk mendorong kegiatan eksploitasi sumberdaya ikan, namun sementara ini sumber daya ikan pada beberapa perairan dunia telah menunjukkan kondisi lebih tangkap (FAO, 2005). Disisi yang lain, adanya tuntutan dunia dan pasar internasional untuk mewujudkan kegiatan penangkapan ikan yang ramah lingkungan yang bertujuan menjamin keberlanjutan kegiatan perikanan.

Pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan yang ramah lingkungan pada kelompok ikan dasar perairan (*demersal*), adalah modifikasi pukat harimau mini dasar (*bottom mini trawl*). Seperti diketahui bahwa pukat harimau mini dasar dapat menangkap semua jenis ikan di dasar perairan dengan berbagai ukuran, termasuk anakan ikan. Hal tersebut dapat memberikan hasil tangkapan tidak hanya ikan target tangkapan, namun juga menangkap ikan bukan target termasuk hasil tangkapan tidak terduga. Tujuan dilakukannya modifikasi pukat harimau mini dasar adalah meloloskan ikan dasar yang masih

anakan melalui dua filter, yaitu *selector* yang terdapat dibagian badan pukot harimau mini dasar dan mata jaring yang berbentuk segiempat di bagian kantong (*square mesh cod end*). Pengembangan atau modifikasi tersebut berdasarkan eto-ekofisiologi ikan terutama pada organ penglihatan.

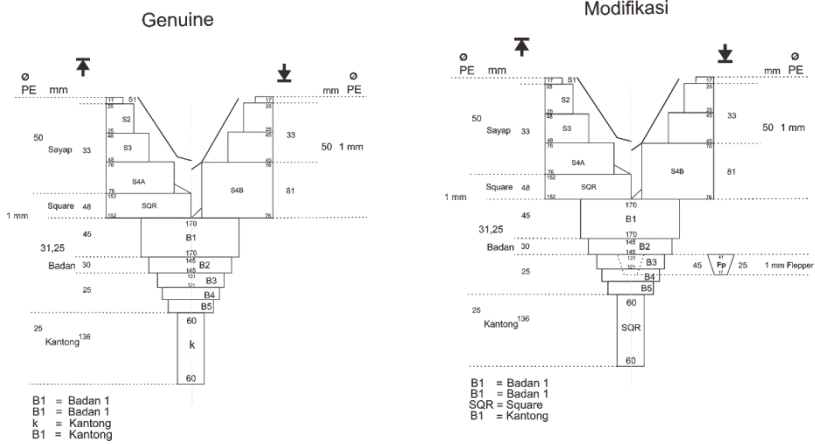
Analisis selektivitas dan efektivitas dari suatu pengembangan atau modifikasi alat tangkap dijadikan dasar untuk menilai apakah pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan dapat diterapkan pada nelayan sebagai pengguna alat tangkap. Perhitungan selektivitas dilakukan sebagai indikator bahwa pengembangan atau modifikasi alat tangkap memenuhi kriteria dalam meloloskan ikan tangkapan dengan yang ukuran anakan dan dapat menangkap ikan dengan ukuran dewasa sebesar 50%. Perhitungan nilai efektivitas bertujuan untuk menganalisis apakah pengembangan atau modifikasi alat tangkap mampu menangkap ikan target tangkapan. Perhitungan nilai selektivitas modifikasi pukot harimau mini dasar lebih banyak dibandingkan pukot harimau mini dasar *genuine* yaitu sebesar 35%. Nilai efektivitas penangkapan dengan modifikasi pukot harimau mini dasar (16,85%) lebih tinggi dibandingkan dengan pukot harimau mini dasar *genuine* (13,64%) (Fitri *et al.*, 2013a). Tabel 1 memperlihatkan nilai efektivitas penangkapan

pada modifikasi pukat harimau mini dasar dan pukat harimau mini dasar *genuine*. Desain dan konstruksi pukat harimau mini dasar baik *genuine* maupun modifikasi, dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 1. Nilai efektivitas pukat harimau mini dasar (*genuine* dan modifikasi)

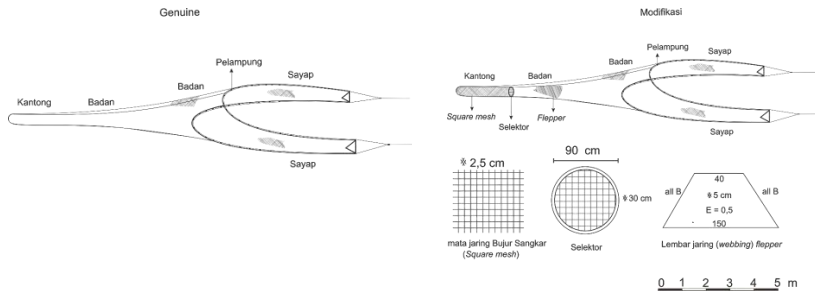
Jenis Ikan	<i>Genuine</i>	Modifikasi
Tigawaja (<i>Johnius sp.</i>)	3.27	3
Ikan Sebelah (<i>Psettodes erumei</i>)	3.37	3.11
Ikan Lidah (<i>Cynoglossus lingua</i>)	3.18	3.62
Petek (<i>Leiognathus equulus</i>)	3.48	3.47
Baronang (<i>Siganus canaliculatus</i>)	1.31	1.54
Kuniran (<i>Upeneus sp.</i>)	1.32	2.34
Ikan Jenaha (<i>Lutjanus russeli</i>)	1.49	1.24
Keting (<i>Arius caelatus</i>)	1.26	2.34
Layur (<i>Trichiurus sp</i>)	1.77	1.26
Bawal hitam (<i>Parastromateus Niger</i>)	0.8	1.1
Kembung (<i>Rastrelliger neglectus</i>)	2.24	1.99
Lemuru (<i>Sardinella fimbriata</i>)	0.63	0.77

Selar Pari (<i>Selaroides leptolepis</i>)	0.62	1.02
Pari (<i>Dasyatis</i> sp)	0.44	0.58
Remang (<i>Muraenasox talabon</i>)	0.1	0
Ikan Kerong-kerong (<i>Muraenasox talabon</i>)	1.7	1.86
Kerapu (<i>Epinephelus</i> sp.)	1.43	0.39
Sidat (<i>Anguila bicolor</i>)	0.88	0.63
Total tangkapan ikan	29.29	30.26
Total tangkapan crustacean, crab, sotong, cumi dan gurita	185.50	150.85
Total tangkapan keseluruhan	214.79	181.11
Efektivitas Ikan	13.64	16.85



(a) Desain Bottom mini trawl genuine

(b) Desain Bottom mini trawl modifikasi



(c) Konstruksi Bottom mini trawl genuine

(d) Konstruksi Bottom mini trawl modifikasi

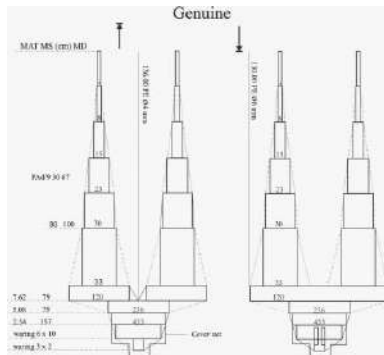
Gambar 9. Desain dan konstruksi Bottom mini trawl genuine dan modifikasi

Pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan untuk kelompok ikan permukaan perairan (*pelagis*) adalah alat tangkap payang (*seine net*). Modifikasi tersebut dilakukan karena bagian badan payang umumnya terbuat dari bahan jaring waring dengan bentuk mata jaring belah ketupat (*diamond*). Hal tersebut menimbulkan dampak komposisi hasil tangkapan ikan bervariasi, baik jenis maupun ukuran panjang tubuh termasuk stadia anakan ikan. Modifikasi payang yang dimaksud adalah dengan mendesain sebagian bagian badan dari alat tangkap payang bagian samping dengan bentuk mata jaring segi empat dengan istilah *window*. Selain bentuk mata jaring, modifikasi juga dilakukan dengan membedakan ukuran mata jaring *window* sebesar 2,5 cm. Tujuan desain *window* tersebut untuk meloloskan ikan ukuran anakan. Penempatan *window* disamping bagian kantong payang berdasarkan hasil kajian eto-ekofisiologi organ penglihatan. Kebiasaan ikan permukaan apabila berenang adalah menghindari suatu obyek dihadapannya melalui pendeteksian organ penglihatan dengan cara berenang ke samping dan ke bawah (Hapsari dan Fitri, 2016; Simeon *et al.*, 2013; Fitri, 2012). Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan payang mampu menangkap ikan dengan ukuran

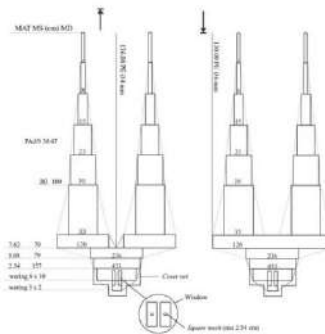
yang lebih besar dibandingkan dengan alat tangkap payang *genuine*. Hal tersebut menunjukkan bahwa modifikasi alat tangkap payang dengan *window* mampu meloloskan ikan ukuran anakan (Fitri *et al.*, 2013b). Tabel 2 menunjukkan data terkait dengan ukuran panjang total ikan dari ikan dominan yang tertangkap. Modifikasi payang baik desain *genuine* maupun dengan menambahkan *window* dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 2. Ukuran panjang total ikan dominan yang tertangkap

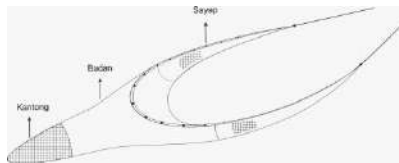
No	Jenis Ikan	Ukuran Panjang Total Tubuh Ikan/TL (cm)			
		Payang Genuine		Payang Window samping	
		Terkecil	Terbesar	Terkecil	Terbesar
1	Selar (<i>Selaroides leptolepis</i>)	1	19	14	22
2	Tenggiri (<i>Scomberomorus commerson</i>)	10	49	29	50
3	Manyar (<i>Rastrelliger brachysoma</i>)	5	20,5	17,5	21,5
4	Juwi (<i>Sardinella melanostica</i>)	7,5	20	15	21
5	Parang-parang (<i>Chirocentrus dorab</i>)	8	17	13	17
6	Daun Bambu (<i>Chorinemus sp.</i>)	6	19	16	19



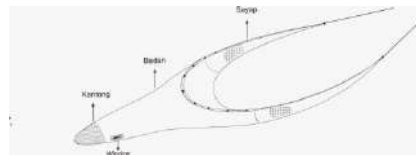
(a) Desain payang *genuine*



(b) Desain payang modifikasi



(c) Konstruksi payang *genuine*



(c) Konstruksi payang modifikasi

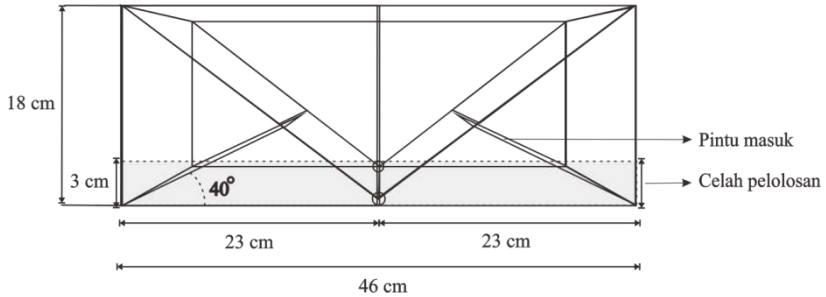
Gambar 10. Desain dan konstruksi payang *genuine* dan modifikasi

Pengembangan atau modifikasi alat tangkap dilakukan juga pada tangkapan kepiting. Hal ini dimaksudkan agar modifikasi alat tangkap mampu menangkap kepiting stadia dewasa dan meloloskan kepiting stadia anakan untuk menjaga kelestarian lingkungan. Modifikasi yang dimaksud adalah alat tangkap penjebak (*trap*) dengan sudut kemiringan pintu masuk

40 derajat dan celah pelolosan setinggi 3 cm. Ukuran lebar karapas kepiting yang tertangkap dengan alat tangkap modifikasi lebih besar dibandingkan dengan menggunakan alat tangkap *genuine* (Tabel 3). Konstruksi modifikasi penjebak kepiting yang digunakan untuk tujuan selektivitas tangkapan (HKI Paten Sederhana No. IDS000002607) dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 3. Lebar karapas kepiting yang tertangkap pada konstruksi alat tangkap penjebak kepiting (*genuine* dan modifikasi)

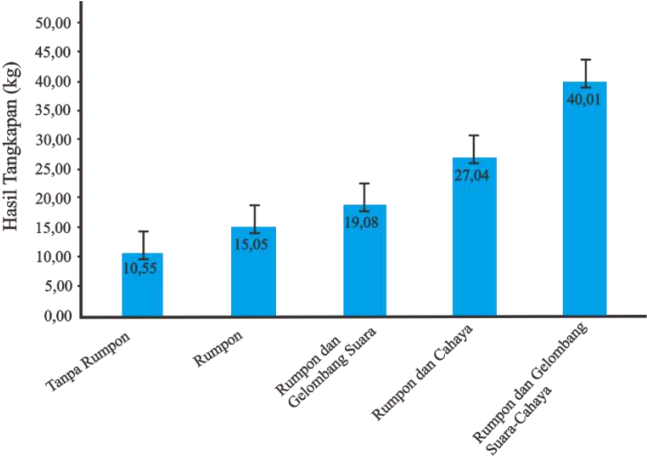
Penjebak Bercelah (Modifikasi)		Penjebak Tanpa Celah (<i>Genuine</i>)	
Lebar Karapas Minimal (cm)	Jumlah (ekor)	Lebar Karapas Minimal (cm)	Jumlah (ekor)
7	5	3	9
6,5	2	3	5
5,4	10	3,4	7
5,2	6	2,5	2
5,2	2	2	5
4,4	1	2,5	2
Jumlah	26	Jumlah	30



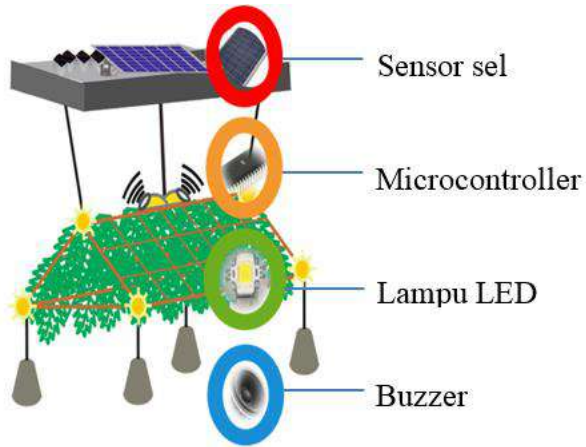
Gambar 11. Konstruksi modifikasi penjebak kepiting

Dasar eto-ekofisiologi tidak hanya dapat diaplikasikan pada alat tangkap ikan, namun juga pada alat bantu tangkap ikan. Hal tersebut bertujuan agar kegiatan penangkapan ikan yang dilakukan lebih efektif dan efisien waktu saat proses penangkapan. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa aplikasi alat bantu tangkap ikan dengan cahaya dikombinasikan dengan frekuensi suara (*acoustic*) dalam bentuk konstruksi rumpon (*fish aggregation devices/FAD*) telah menghasilkan waktu penangkapan lebih efisien (Chairunnisa *et al.*, 2018a dan Chairunnisa *et al.*, 2018b; Ekawati *et al.*, 2018; Fitri *et al.*, 2018a; Fitri *et al.*, 2018b; Fitri *et al.*, 2010). Penerapan alat bantu tersebut juga telah diaplikasikan pada alat tangkap bagan tancap (*stationary lift net*), dan menunjukkan bahwa hasil tangkapan terbanyak diperoleh dengan penggunaan kombinasi rumpon – cahaya dan frekuensi suara (Gambar 12).

Pengembangan atau modifikasi alat bantu tangkap ikan pada rumpon telah menghasilkan 2 paten. Prototipe rumpon dengan kombinasi cahaya dan frekuensi suara menggunakan sumber energi dari sinar matahari (*solar cell*) (HKI Paten Sederhana No. IDS000001831) (Gambar 13) dan sumber energi dari air laut (HKI Paten Sederhana No. SID201905736) (Gambar 14).



Gambar 12. Grafik hasil tangkapan ikan dengan alat bantu tangkap ikan dengan dengan cahaya dan frekuensi suara



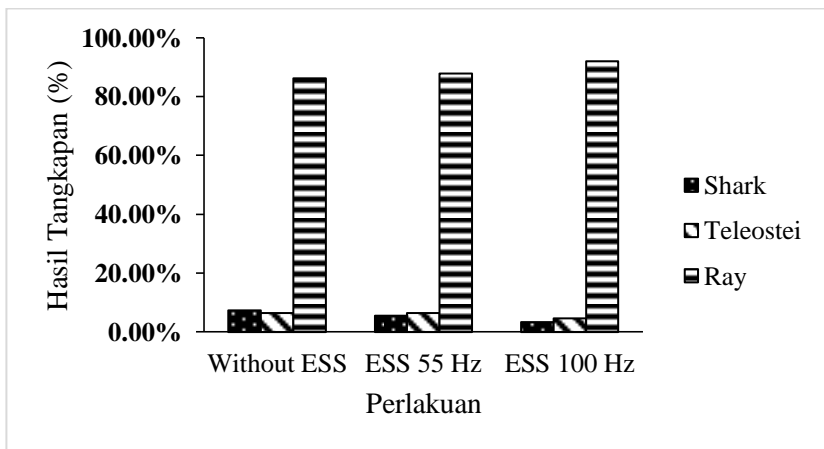
Gambar 13. Prototipe rumpon dengan kombinasi cahaya dan gelombang suara menggunakan sumber energi dari sinar matahari/solar cell



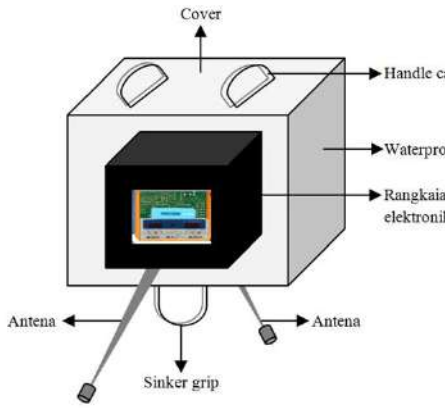
Gambar 14. Prototipe rumpon dengan kombinasi cahaya dan gelombang suara menggunakan sumber energi dari air laut

Kajian ilmu eto-ekofisiologi ikan pada kelompok Elasmobranchi sebagai salah satu biota ETP, diterapkan pada

alat bantu pengusir hiu yaitu ESS (*Electro Shield System*). Penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa nilai frekuensi listrik yang mampu dideteksi ikan hiu secara optimal adalah 100 Hz (Fitri *et al.*, 2019a; Fitri *et al.*, 2019b; Fitri *et al.*, 2018a; Fitri *et al.*, 2018c). Hasil tangkapan *elasmobranch* pada *bottom gill net* dengan menggunakan ESS 100 Hz lebih sedikit dibandingkan dengan frekuensi 55 Hz (Gambar 15). Desain ESS yang diaplikasikan saat operasi penangkapan pada alat tangkap jaring insang dasar, dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 15. Hasil tangkapan *elasmobranch* pada *bottom gill net*, tanpa alat ESS, dengan menggunakan ESS 55 Hz, dan dengan menggunakan ESS 100 Hz



Gambar 16. Desain *Electro Shield System* (ESS)

PENUTUP

Dalam rangka mewujudkan pemanfaatan sumberdaya ikan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pangan manusia, diperlukan alat tangkap ikan yang ramah lingkungan. Hal tersebut bertujuan agar dalam pemanfaatannya dapat dilakukan

secara lestari agar ketersediaan sumberdaya ikan dapat terjaga. Penggunaan alat tangkap ikan untuk tujuan efektivitas dan efisiensi waktu menjadi hal yang penting, mengingat efektivitas penangkapan menjadi tolak ukur keberhasilan suatu alat tangkap ikan saat digunakan. Efisiensi berdasarkan waktu operasi penangkapan yang relatif cepat sehingga peluang untuk melakukan penangkapan ikan dalam setiap kali trip operasi penangkapan lebih banyak.

Eto-ekofisiologi ikan adalah ilmu perilaku (tingkah laku) ikan saat merespon suatu obyek atau habitat tertentu yang berasal dari lingkungan ekologinya berdasarkan organ tubuh yang dimiliki. Kajian eto-ekofisiologi ikan tersebut digunakan sebagai dasar pengembangan alat tangkap ikan melalui modifikasi desain dan konstruksi untuk tujuan pelestarian sumberdaya ikan. Pengembangan tersebut tidak hanya berlaku untuk alat tangkap ikan saja namun juga pada alat bantu tangkap ikan agar penangkapan ikan lebih efektif dan efisien serta ramah lingkungan. Di sisi yang lain alat bantu juga bertujuan menghindari kelompok biota berbahaya, dilindungi dan hampir punah agar tidak menjadi hasil tangkapan sampingan atau hasil tangkapan tak terduga.

Pengembangan atau modifikasi alat tangkap ikan dan alat bantu tangkap ikan serta alat bantu usir ikan berbasis eto-ekofisiologi diharapkan tidak hanya diperuntukkan untuk nelayan tradisional, nelayan skala industri baik kecil, sedang dan besar memiliki tanggung jawab yang sama dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan untuk pemenuhan kebutuhan pangan manusia. Di sisi yang lain dampak negatif dari pengoperasian alat tangkap ikan terhadap habitat/lingkungan perairan dapat dikurangi atau dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimoto, T., Glass, C.W. and Zhang, X. 2010. Fish Vision and Its Role in Fish Capture dalam Behavior of Marine Fishes: Capture Processes and Conservation Challenges. He P, editor. Iowa (USA): Blackwell Scientific. p. 25-44.
- Badan Pusat Statistik. 2017. Produktifitas Perikanan Indonesia.

-
- Ballantyne, J. S. and Robinson, J. W. 2011. “Physiological Specializations of Different Fish Groups (Chondrichthyes): Physiology of Sharks, Skates and Rays”. *Elsevier Inc. of Guelph Canada*. p. 1807-1818
- Cabello, C. R. and F. Sánchez. 2017. “Catch And Post-Release Mortalities Of Deep-Water Sharks Caught By Bottom Longlines In The Cantabrian Sea (Ne Atlantic)”. *Journal of Sea Research*. 130 : 248-255
- Chairunnisa, S., Setiawan N., Irkham, Ekawati, K., Anwar A., and Fitri, A.D.P. 2018a. “Study of AUTO-LION (Automatic Lighting *Rumpon*) on Fisheries of Stationary Lift Net in Semarang, Central Java”. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 116 (2018) 012052. DOI 10.1088/1755-1315/116/1/012052
- Chairunnisa, S., Setiawan, N; Irkham, Ekawati, K.,Anwar, A, Fitri, A.D.P. 2018b. “Studi Tingkah Laku Ikan Terhadap Prototype Auto-Lion (Skala Laboratorium)”. *Jurnal marine fisheries*. Vol.9(1) :53-62
- Douglas, R. H. and Crawford L. M. 2019. “Fish Vision. Reference Module in Earth Systems and Environmental

Sciences : *Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition)*. 2: 246-261

Eddy, C., R. Brill, and D. Bernal. 2016. "Rates Of At-Vessel Mortality And Post-Release Survival Of Pelagic Sharkscaptured With Tuna Purse Seines Around Drifting Fish Aggregatingdevices (Fads) In The Equatorial Eastern Pacific Ocean". *Fisheries Research*. 174: 109–117

Effendie, M.I. 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama: Yogyakarta. 163 hal

Ekawati, K., Fitri, A.D.P., and Jayanto, B.B. 2018. "Effect Of Automatic Lighting Fads (Fish Aggregating Devices) On Stationary Lift Net In Kepulauan Seribu, Indonesia". *International Journal of Innovative research in Advanced Engineering (IJIRAE)*. Issue 10. Vol. 5: 305-311

Fitri, A.D.P., Purbayanto, A., Baskoro, M.S., dan Monintja, D.R. 2002. Ketajaman Penglihatan Ikan Juwi (*Anodontostoma chachunda*). Buletin PSP Vol. XI No. 1 April 2002. Hal. 43-47

-
- Fitri, A.D.P., A. Purbayanto, M.S. Baskoro, dan D.R. Monintja. 2007a. Tingkah Laku Ikan Kerapu terhadap Umpan. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol. 12 (3): 133-138.
- Fitri, A.D.P., dan Purbayanto, A. 2007b. “Respons Makan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dengan Perbedaan Jenis dan Lama Waktu Perendaman Umpan”. Prosiding Seminar Nasional Tahunan IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan UGM Tahun 2007. ISBN: 978-979-99781-4-1
- Fitri, A.D.P,dan Purbayanto A.. 2008a. “Rasio Area Otak dan Organ Penglihatan Kerapu Macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*) Hubungannya Dengan Pola Makan”. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 4(14): 345-351
- Fitri, A.D.P., A. Purbayanto, M.S. Baskoro dan D.R. Monintja. 2008b. “Respons Penciuman Kerapu Sunu (*Plectropomus maculatus*) Terhadap Formulasi Umpan Buatan. Prosiding Seminar Nasional Tahunan V Jilid 1 (Budidaya Perikanan) ISBN 978-979-99781-4-1.UGM
- Fitri, A.D.P. 2008. Respon Penglihatan dan Penciuman Ikan Kerapu Terhadap Umpan Terkait Dengan Efektivitas

-
- Penangkapan. Disertasi [tidak dipublikasikan]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 216 hal.
- Fitri, A.D.P., Asriyanto dan Sutanto, H. 2009. “Tingkah laku Akustik (*Acoustic Behaviour*) Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*)”. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol. 14 (3) bulan September. Hal: 160-163
- Fitri, A.D.P. dan A. Purbayanto. 2009. “Pengaruh Perbedaan Umpan Terhadap Pola Tingkah Laku Makan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*)”. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia (Indonesian Journal of Aquatic Science and Fisheries)*. Edisi Juni 2009. Vol.16 (1) : 25-31
- Fitri, A.D.P., Asriyanto, H. Sutanto, Widatini. 2010. “Study of Sound Frequency of Red Snapper (*Lutjanus argentimaculatus*) as An Attractor (Laboratory Scale)”. *Journal of Coastal Development*. Vol. 13(3) :205-214
- Fitri, A.D.P. 2011. “Respons Makan Ikan Kerapu Macan (*E. Fuscoguttatus*) Terhadap Perbedaan Jenis dan Lama Waktu Perendaman Umpan”. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol 16 (3) : 159-164

-
- Fitri, A.D.P. dan Asriyanto. 2011. “Respons Penglihatan Ikan Beronang dan Kakap Merah Terhadap Perbedaan Warna Jaring (Skala Laboratorium)”. Prosiding Seminar Nasional Tahunan VIII. Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan Tahun 2011 (Jilid II-Management Sumberdaya Perikanan). No ISBN : 978-602-9221-0-0. Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan UGM.
- Fitri, A.D.P. 2012. *Tingkah Laku Ikan*. UPT UNDIP Press. Semarang.
- Fitri, A.D.P., Asriyanto, Boesono, H., Mudzakir, A.K., Hapsari T.D. dan Setiarto, I. 2013a. “Analisis Hasil Tangkapan Payang Penggunaan *Window* Pada Alat Tangkap Payang Ampera di Kabupaten Kendal”. Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-3. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro. ISBN : 2339-0883
- Fitri, A.D.P., Asriyanto, dan Riyanto, M.. 2013b. “Modifikasi Pukat Hela (*Mini Trawl*) Dengan BRD (*By Catch Reduction Device*) Untuk Peningkatan Efektivitas Penangkapan Ikan Demersal”. Prosiding Seminar Nasional Tahunan X (Hasil Penelitian Perikanan). Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian. UGM. ISBN : 978-602-9221-26-8

-
- Fitri, A.D.P., Boesono, H., Sabdono, A. dan Adlina, N. 2017a. “Resources Management Strategy For Mud Crabs (*Scylla* spp.) In Pematang Regency”. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 55 (2017) 012008 : 1-6
- Fitri, A. D. P., Boesono, H., Sabdono, A., Supadminingsih, F. N., Adlina, N., 2017b. “The mud crab (*Scylla serrata*) behavior in different inclination angles of funnel and escape vent for trap net”. *AAFL Bioflux*. 10(2):182-190
- Fitri, A.D.P., F. Kurohman, B.B. Jayanto, T.D. Hapsari, I.A. Husni, dan K.E. Prihantoko. 2017c. “Modifikasi Bubu (Trap) Bercelah Pelolosan Dalam Upaya Penangkapan Kepiting Bakau (*Scylla serrate*) Ramah Lingkungan”. *J. Saintek Perikanan*. Vol. 13 (1): 7-11
- Fitri, A.D.P., Ramadanita, I.A., Hapsari, T. D., Susanto, A. 2018a. “*Stolephorus* sp behavior in different led (light emitting Diode) color and light Intensities”. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 116 (2018) 012067. DOI : 10.1088/1755-1315/116/1/012067
- Fitri, A.D.P., Boesono, H., Sabdono, A. dan Nugraheni, F. 2018b. Different Eye Physiology of Mud Crab (*Scylla*

-
- Serrata) in Different Life Stage Found in Semarang Territorial Waters. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. Vol. 13 (1): 27-35. DOI. 10.3844/ajavsp.2018.27.35
- Fitri, A.D.P., Boesono, H., Prihantoko, K.E., Gautama, D.Y. 2018c. Electro shield system applications on set gill net as efforts to preserve shark resources. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1025, conference 1.
- Fitri, A.D.P., H. Boesono, K.E. Prihantoko, Y. Gautama, D.E. Dewi, dan F. Adiyanto. 2019a. pengaruh *Electro Shield System* (Ees) Pada *Bottom Set Gill Net* Terhadap Hasil Tangkapan *Elasmobranchii* Di Perairan Tanjung Pandan, Kepulauan Bangka Belitung. *J. Saintek Perikanan*. 15(1): 26-31
- Fitri, A.D.P., M. Riyanto dan F. Adiyanto. 2019b. Perikanan Mini Trawl (Pukat Hela) (Analisi Pengembangan Teknologi dan Fisiologi Tingkah Laku Ikan untuk Kepentingan Pengelolaannya). CV. Tigamedia Pratama Press. No. 978-602-5669-40-8 (2019). 83 hal.
- Fujaya, Y. 2004. Fisiologi Ikan: Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. Rineka Cipta. Jakarta. 179 hal.

-
- Gagnon, Y. L., Sutton, T. T., Johnsen S. 2015. Corrigendum to “Visual Acuity in Pelagic Fishes and Mollusks”. *Vision Research* . 115: 155–156.
- Hamdani, E.H, and Døving K.B. 2007. “The Functional Organization of The Fish Olfactory System”. *Progress in Neurobiology*. 82: 80–86
- Hapsari, T.D dan Fitri, A.D.P. 2016. “Technical and Economic Analysis of Modified Payang Fishing Gear in The Fishing Port of Tawang Beach in Kendal District, Indonesia”. *Aquatic Procedia*. 7 : 254-264
- Hara, T.J. 2011. “Smell, Taste, And Chemical Sensing | Morphology of the Olfactory (Smell) System in Fishes. Encyclopedia of Fish Physiology (Reference Module in Life Sciences)”. From Genome to Environment. p. 194-207
- Hastings, M. C. 2017. Biomechanics of the Inner Ear in Fishes. Reference Module in Life Sciences. p. 270-275
- Insausti, T.C., J. Defrize, C.R. Lazzari and J. Casas. 2012. “Visual fields and eye morphology support color vision in a color-changing crab-spider”. *Arthropod Struct. Dev.* 41: 155-163. DOI: 10.1016/j.asd.2011.11.003

Jørgensen, J.M. 2011. DETECTION AND GENERATION OF ELECTRIC SIGNALS : Morphology of Electroreceptive Sensory Organs. Reference Module in Life Sciences. Encyclopedia of Fish Physiology From Genome to Environment. p. 350-358

Jeong, H., Yoo, S., Lee, J., An, Y.I. 2013. “The Retinular Responses of Common Squid *Todarodes pacificus* for Energy Efficient Fishing Lamp Using LED”. *RenewableEnergy*. 54:101-104. DOI: 10.1016/j.renene.2012.08.051

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2017. Laporan Kinerja Dirjen Perikanan Tangkap.

_____. 2017. Angka dan Validasi nasional.

Kondrashev, S.L., Gnyubkina V.P., Zueva L.V. 2012. “Structure and Spectral Sensitivity of Photoreceptors of Two Anchovy Species: *Engraulis japonicus* and *Engraulis encrasicolus*”. *Vision Research*. 68: 19-27. DOI: 10.1016/j.visres.2012.07.005.

Lecchini, D., K. Peyrusse, R. G. Lanyon and G. Lecellier. 2014. “Importance Of Visual Cues Of Conspecifics And

-
- Predators During The Habitat Selection Of Coral Reef Fish Larvae”. *C. R. Biologies*. 337: 345–351
- Lisney, T.J., and Collin, S.P. 2006. “Brain Morphology In Large Pelagic Fishes: A Comparison Between Sharks And Teleosts”. *Journal of Fish Biology*. 68 : 532–554. DOI:10.1111/j.1095-8649.2006.00940
- Martin, P. and P. Bateson. 2010. *Measuring Behaviour (An Introduction Guide)*. Cambridge University Press. Fifth printing. p. 175
- Matsumoto T., Satoh K., and Toyonaga M.. 2014. Behavior Of Skipjack Tuna (*Katsuwonus Pelamis*) Associated With Adrifting Fad Monitored With Ultrasonic Transmitters In The Equatorialcentral Pacific Ocean. *Fisheries Research* 157:78–85
- Newport, C., Green, N.F., Mc Clure, E.C., Osorio, D.C., Vorobyev, M., Marshall, N.J., Cheney, K.L. 2017. Fish Use Colour to Learn Compound Visual Signals. *Animal behaviour*. 125: 93-100
- O’Connor, C. M., A. R. Reddon, A. Odetunde, and S. J.,S. Balshine. 2015. “Social Cichlid Fish Change Behaviour In Response To A Visual Predatorstimulus, But Not The
-
- 42 | Pengembangan Alat Tangkap Ikan – Ramah Lingkungan

-
- Odour Of Damaged Conspecifics”. *Behavioural Processes*. 121: 21–29
- O’Connell, C. P., D. C. Abel, S. H. Gruber, E. M. Stroud, and P. H. Rice. 2011. “Response Of Juvenile Lemon Sharks, *Negaprion brevirostris*, To A Magnetic Barrier Simulating A Beach Net”. *Ocean and Coastal Management*. 54: 225-230
- O’Connell, C. P., Eric M Stroud and P. He .2014. “The emerging field of electrosensory and semiochemical shark repellents: Mechanisms of detection, overview of past studies, and future directions”. *Ocean and Coastal Management*. 97: 2-11
- Phelan, M., and M. Grubert. 2007. The Life Cycle of the Mud Crab. Fishnote No: 11. Coastal Research Unit, Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. Northern Territory Government of Australia. Darwin.
- Popper, A. N. 2019. “Fish: Hearing, Lateral Lines (Mechanisms, Role in Behavior, Adaptations to Life Underwater)”. *Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition)*. 2 : 270-276

-
- Porsmoguer, S. B., D. B̃anaru, C. F. Boudouresque, I. Dekeyser, and C. Almarcha. 2015. Hooks Equipped With Magnets Can Increase Catches Of Blue Shark (*Prionace Glauca*) By Longline Fishery”. *Fisheries Research*. 172: 345–351
- Purbayanto, A., Riyanto, M., Fitri, A.D.P. 2010. Fisiologi dan Tingkah Laku Ikan Pada Perikanan Tangkap. PT. Penerbit IPB Press. Bogor. No 9789794932568.
- Razak, A. 2005. Adaptasi Ekologi Mata Ikan Kepe-Kepe (Chaetodontidae) dan Responnya Terhadap Racun Potas (KCN). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Richards, R.J., Raoult, V., Powter, D.M., and Gaston T.F. 2018. “Permanent Magnets Reduce Bycatch of Benthic Sharks in An Ocean Trap Fishery”. *Fisheries Research*. 208: 16–21
- Riyanto, M. 2008. Respon Penciuman Ikan Keapu Macan (*Ephinephelus fuscoguttatus*) terhadap Umpan Buatan. Tesis [tidak dipublikasikan]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor 117 hal
- Sabet, S.S., K. Wesdorp, J. Campbell, P. Nelderwaard, and H. Slabbekoorn. 2016. “Behavioural Responses To Sound

-
- Exposure In Captivity By Two Fish Species With Different Hearing Ability”. *Animal Behaviour*. 116: 1-11
- Sajdlová, Z., V. Drastik, T. Juza, M. Riha, J. Frouzova, M. Vasek, M. Muska, P. Blaboli, M. Tuser, M. Kratochvil, J. Peterka, T. Mrkvicka, H. Balk, J. Kubecka, 2015. Fish Behaviour and Response to A Midwater Trawl Footrope in Temperate Reservoir. *Fish. Research*. 172: 105-113
- Salem, M.A. 2016. “Structure and function of the retinal pigment epithelium, photoreceptors and cornea in the eye of *Sardinella aurita* (Clupeidae, Teleostei)”. *The Journal of Basic & Applied Zoology*. 75: 1–12
- Simeon, B.M., A.D.P. Fitri, dan Asriyanto . 2013. “Respons Tingkah Laku Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Pada jaring Arad (*Bottom Small Trawl*) Modifikasi Pada Uji Flume Tank (Skala Laboratorium)”. *Journal of Fisheries Resources Utilization management and Technology*. Vol. 12 (1): 114-122
- Susanto, A., A.D.P. Fitri, Y. Putra, H. Sutanto dan T. Alawiyah. 2017. “Respons dan Adaptasi Ikan Teri (*Stolephorus sp.*) Terhadap Lampu LED”. *Jurnal MARINE FISHERIES*. Vol.8 (1) : 39-49.

-
- O’Connell, C. P., D. C. Abel, S. H. Gruber, E. M. Stroud, and P. H. Rice. 2011. “Response Of Juvenile Lemon Sharks, *Negaprion brevirostris*, To A Magnetic Barrier Simulating A Beach Net”. *Ocean and Coastal Management*. 54: 225-230
- O’Connell, C. P., Eric M Stroud and P. He .2014. “The emerging field of electrosensory and semichemical shark repellents: Mechanisms of detection, overview of past studies, and future directions”. *Ocean and Coastal Management*. 97: 2-11
- Weltersbacha, M.S., Lewina, W.C., Grögerb, J.P., Strehlowa, H.V. 2019. “Effect Of Lure And Bait Type On Catch, Size, Hooking Location, Injury And Bycatch In The Western Baltic Sea Recreational Cod Fishery”. *Fisheries Research*. 210: 121–130
- Westlake, E.L., William, M. and Rawlinson, N. 2018. “Behavioural Responses Of Draughtboard Sharks (*Cephaloscyllium laticeps*) To Rare Earth Magnets: Implications For Shark Bycatch Management Within The Tasmanian Southern Rock Lobster Fishery”. *Fisheries Research*. 200: 84–92

Zeddies, D.G., Fay, R.R., and Sisneros, J.A. 2011. “Hearing And Lateral Line | Sound Source Localization and Directional Hearing in Fishes. Reference Module in Life Sciences”. *Encyclopedia of Fish Physiology, From Genome to Environment*. p. 298-303

Zeil, J. and J.M. Hemmi. 2006. The Visual Ecology of Fiddler Crabs. *J. Comparative Physiol.* 192 : 1-25. DOI: 10.1007/s00359-005-0048-7

GLOSARIUM

- Acaustic organ* (organ pendengar) = Sistem yang bekerja sebagai reseptor hidrodinamik sebagaimana telinga dalam atau detektor pergerakan frekuensi rendah sebagai pendengaran dalam air
- Alat tangkap ikan = Sarana dan perlengkapan atau benda lainnya yang digunakan untuk menangkap ikan
- Alat Bantu tangkap ikan = Alat bantu untuk memikat atau menarik perhatian ikan sehingga mendekati objek pemikat
- Alat tangkap aktif = Alat penangkap ikan yang saat dioperasikan bergerak dengan aktif memburu, mengurung, atau memprovokasi ikan
- Alat tangkap pasif = Alat tangkap yang pada saat dioperasikan tidak bergerak (menunggu ikan tertangkap)
- Alat tangkap statis = Alat tangkap jenis perangkap yang umumnya berbentuk kurungan, berupa jebakan, dimana ikan akan mudah masuk tanpa adanya paksaan dan sulit untuk keluar.
- Bagan tancap (*stationary lift net*) = Alat tangkap yang prinsip kerjanya menjebak ikan untuk masuk ke dalam bagian perangkap dari alat tangkap tersebut (umumnya menggunakan pikatan seperti

	umpan atau cahaya)
<i>By-catch</i>	= Hasil tangkapan non target (sampingan) yang tertangkap pada kegiatan penangkapan ikan
<i>Cod end</i>	= Bagian kantong pukat hela (trawls) termasuk pukat udang dan sejenisnya yang berfungsi sebagai tempat terkumpulnya ikan dan biota lainnya selama proses penangkapan.
<i>Diamond mesh</i>	= Mata jaring berbentuk jaring belah ketupat
Ekofisiologi	= Ilmu yang mempelajari efek ekologis dari ciri organ tubuh ikan, dan sebaliknya
Etologi (perilaku)	= Cabang ilmu yang mempelajari perilaku atau tingkah laku hewan/ikan, mekanisme dan faktor-faktor yang mempengaruhinya
<i>Elasmobranchi</i>	= Kelompok ikan yang bertulang rawan
<i>ESS (Electro Shield System)</i>	= Alat bantu pengusir ikan hiu dengan sinyal elektromagnetik magnet
<i>Fish Aggregation devices (FAD)/ rumpon</i>	= Salah satu jenis alat bantu penangkapan ikan yang dipasang dilaut, baik laut dangkal maupun laut dalam. Pemasangan tersebut dimaksudkan untuk menarik gerombolan ikan agar berkumpul disekitar rumpon, sehingga ikan mudah untuk ditangkap.
Fototaksis positif	= Sifat ikan yang tertarik cahaya

<i>Genuine</i>	= Asli atau belum dilakukan perubahan
Ikan demersal	= Ikan yang hidup didasar perairan laut
Ikan Pelagis	= Ikan yang hidup dipermukaan laut sampai kolom perairan laut
<i>Incidental catch</i>	= Hasil tangkapan ikan yang tidak terduga pada saat pengoperasian alat tangkap ikan
<i>Inner ear</i> (sistem telinga bagian dalam)	= Bagian telinga ini disebut dengan rongga labirin yang berfungsi membantu keseimbangan dan menyalurkan suara ke sistem saraf pusat
<i>Juvenile</i>	= Ikan-ikan muda berukuran kecil yang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan dan pengaruh penangkapan
Karapas	= Cangkang keras yang melindungi organ dalam pada tubuh crustacea
<i>Linea lateralis</i> (gurat sisi)	= Alat indra yang dapat ditemukan pada hewan-hewan vertebrata akuatik, terutama pada ikan. Indra ini khususnya digunakan untuk mengetahui perubahan getaran dan pergerakan pada kolom air di sekitarnya
<i>Olfactory organ</i> (organ pembau)	= Sistem reseptor kimia yang beradaptasi terhadap substansi kimia spesifik lingkungan baik berupa bahan organik maupun nonorganik

Payang	= Pukat kantong lingkar yang secara garis besar terdiri dari bagian kantong (bag), badan/perut (body/belly) dan kaki/sayap (leg/wing)
Produktivitas penangkapan	= Ukuran kemampuan produksi dari suatu jenis alat tangkap
Sel fotoreseptor	= Jenis khusus dari saraf yang ditemukan di retina yang memiliki kemampuan foto transduksi
<i>Selector</i>	= Anyaman benang jaring dengan bentuk bujur sangkar (square mesh) yang berfungsi memisahkan ikan hasil tangkapan berdasarkan ukuran agar tidak tercampur di mata jaring.
Selektivitas	= Fungsi dari alat tangkap dalam menangkap organisme dengan jumlah spesies dan selang ukuran yang terbatas.
<i>Square mesh</i>	= Mata jaring berbentuk bujur sangkar
<i>Trawl net</i> (pukat hela)	= Alat tangkap berbentuk kantong dan memiliki sepasang sayap yang dilengkapi alat pembuka mulut jaring (otter board), dioperasikan dengan diseret/ dihela oleh kapal untuk menangkap udang dan ikan demersal. Dalam Standard Nasional

	Indonesia (SNI) alat tangkap ikan diberi nama “Pukat hela”
<i>Vision organ</i> (organ penglihatan)	= Organ fotosensitif yang kompleks dan berkembang yang memungkinkan analisis cermat tentang bentuk, intensitas cahaya, dan warna yang dipantulkan objek
<i>Visual acuity</i>	= Kemampuan ikan untuk melihat benda secara jelas pada jarak tertentu
<i>Window</i>	= Modifikasi payang pada bagian samping badan jaring berupa mata jaring berbentuk segi empat berukuran mata jaring 2,5 cm

BIOGRAFI SINGKAT PENULIS



Prof. Dr. Aristi Dian Purnama Fitri, S.Si., M.Si lahir di Semarang, 02 Oktober 1973. Pendidikan S1 ditempuh di Jurusan Perikanan, Fakultas Peternakan dan Perikanan-UNDIP (1991-1995), dilanjutkan studi S2 (2000-2002) dan S3 (2005-2008) di Program Studi Teknologi Kelautan IPB. Sejak tahun 1998 penulis menjadi tenaga dosen dan peneliti di Departemen Perikanan Tangkap Universitas Diponegoro Semarang. Berbagai hasil penelitian terkait bidang eto-ekofisiologi ikan telah banyak diaplikasi untuk pengembangan alat tangkap ikan yang ramah lingkungan, yang sudah banyak diterbitkan dalam tulisan jurnal nasional hingga jurnal internasional terindeks. Beberapa hasil penelitian tentang etok-ekofisiologi dalam pengembangan alat tangkap ikan telah granted dan terdaftar Paten No. IDS000001831, IDS000002607, dan SID201905736. Beberapa buku telah dihasilkan penulis, yaitu Fisiologi dan Tingkah Laku Ikan Pada Perikanan Tangkap (2010), Tingkah Laku Ikan (2012), Perikanan Mini Trawl (Pukat Hela) (Analisi Pengembangan Teknologi dan Fisiologi Tingkah Laku Ikan untuk Kepentingan Pengelolaannya) (2019), Modifikasi Bubu Pralon untuk Penangkapan Ikan Sidat (*Anguilla*

bicolor) di Perairan Segara Anakan, Kabupaten Cilacap (2020), Pengembangan Alat Tangkap Ikan Ramah Lingkungan Berbasis Eto-Ekofisiologi (edisi ke-1) (2020). Saat ini penulis sedang melakukan penelitian terkait dengan pengembangan alat bantu untuk mencegah biota ETP menjadi hasil tangkapan sampingan dan hasil tangkapan tak terduga sebagai upaya untuk konservasi sumberdaya ikan dan lingkungannya.