

LIGHT EMITTING DIODE (LED) HIJAU DAN PENGARUHNYA TERHADAP PENGURANGAN BYCATCH PENYU PADA PERIKANAN GILLNET DI PERAIRAN PALOH

*Green Light Emitting Diode (LED) and its Effect on Sea Turtle Bycatch Reduction of
Gillnet Fisheries in Paloh Waters*

Oleh:

Ganang Dwi Prasetyo^{1*}, Ronny Irawan Wahju², Roza Yusfiandayani², Mochammad
Riyanto²

¹ Program Studi Teknologi Perikanan Laut, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

* Korespondensi: ganangdwip@gmail.com

Diterima: 24 Agustus 2016; Disetujui: 15 November 2016

ABSTRACT

*Bycatch problem is a global issue and can be a driver of marine megafauna declines in the world, such as sea turtle, where is the animal's status as endangered species. Green Light Emitting Diode (LED) is known as an innovative technology to reduce sea turtle bycatch without reduce target catch effectively. The use of green LED in order to reduce sea turtle bycatch in gillnet fisheries was carried out in Paloh Coast, West Borneo during August to October 2015. Experiment performed a total of 20 settings with gillnet fleets operate two units simultaneously, ie gillnet control (without LED lights) and gillnet experiment (with LED lights). Turtles caught predominantly were in the juvenile phase as 57.14% and the potential location of capture sea turtle bycatch in station 2 (1°52' - 1°56' LU and 109°14' - 109°18' BT). The results, showed that the green turtle (*Chelonia mydas*) were caught of 7 turtles, were captured by control gillnet 6 turtles with an CPUE 0.29 ± 0.03 Turtle/E, while by experimental gillnet 1 turtle with an CPUE by $0,04 \pm 0,009$ Turtle/E. The used of green LED light was significantly reduce sea turtle bycatch of 85% without decreasing target catch.*

Keywords: CPUE, green LED light, sea turtle bycatch

ABSTRAK

Permasalahan terkait *bycatch* merupakan isu utama global yang dapat mengancam penurunan populasi megafauna laut seperti penyu yang telah berstatus *endangered species*. Lampu LED merupakan inovasi teknologi untuk mengurangi *bycatch* penyu tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan utama secara efektif. Penggunaan lampu *Light Emmitting Diode* (LED) hijau untuk mengurangi *bycatch* penyu pada perikanan jaring insang (*gillnet*) dilakukan di perairan Paloh, Kalimantan Barat selama bulan Agustus hingga Oktober 2015. Uji coba dilakukan dengan menggunakan 2 unit kapal *gillnet* yang dioperasikan di setiap stasiun pengamatan secara bersamaan dengan jumlah ulangan sebanyak 20 kali, diantaranya *gillnet* kontrol (tanpa lampu LED) dan *gillnet* eksperimen (dengan lampu LED). Penyu yang tertangkap cenderung didominasi oleh fase juvenile sebesar 57,14% dan lokasi potensi tertangkapnya *bycatch* penyu pada stasiun 2 (1°52' - 1°56' LU dan 109°14' - 109°18' BT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyu yang tertangkap merupakan penyu hijau (*Chelonia mydas*) berjumlah 7 ekor, terdiri dari 6 ekor tertangkap pada *gillnet* kontrol dengan CPUE $0,29 \pm 0,03$ ekor/E, dan 1 ekor pada *gillnet*

eksperimen dengan CPUE $0,04 \pm 0,009$ ekor/E. Penggunaan lampu LED hijau memberikan pengaruh secara *significant* untuk mengurangi *bycatch* penyu dengan persentase pengurangan sebesar 85% tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan utama.

Kata kunci: CPUE, lampu LED hijau, *bycatch* penyu

PENDAHULUAN

Bycatch adalah hasil tangkapan sampingan atau *non-target catch* dari aktivitas penangkapan ikan (Hall 1996; Davies *et al.* 2009) yang saat ini merupakan isu utama pada perikanan global (Soykan *et al.* 2008; Crowder dan Murawski 1998; Hall *et al.* 2000; Casale 2011; Davis 2002) dan menjadi ancaman serius terhadap penurunan populasi megafauna laut di dunia seperti penyu (Lewison *et al.* 2004; McClellan dan Read 2009; Wallace *et al.* 2010; Lewison dan Crowder 2007; Finkbeiner *et al.* 2011; Norse dan Watling 1999; Moore *et al.* 2009), dimana berstatus sebagai hewan *endangered species* (dalam kondisi genting) (IUCN 2016). Penyu merupakan reptil yang hidup di laut, memiliki siklus hidup yang panjang dan kemampuan reproduksi yang rendah (Frazer 1992; Limpus dan Chaloupka 1997; Buskirk dan Crowder 1994), serta mampu bermigrasi dalam jarak yang jauh (Wallace *et al.* 2011; Hamann *et al.* 2010; Lohmann dan Lohmann 1996; Mortimer dan Carr 1987).

Salah satu wilayah yang memiliki permasalahan terkait *bycatch* penyu adalah Paloh yang terletak di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Wilayah tersebut memiliki pantai peneluran penyu terpanjang di Indonesia (Suprpti 2012) dan terdapat aktivitas perikanan tangkap yang didominasi armada penangkapan jaring insang (*gillnet*) dengan jumlah 426 dari total unit penangkapan keseluruhan berjumlah 643 unit (UPT PPI Paloh 2015). Jaring insang (*gillnet*) merupakan alat penangkap ikan yang terbuat dari bahan jaring monofilamen atau multifilamen yang dibentuk menjadi persegi panjang, pada bagian atasnya dilengkapi dengan beberapa pelampung (*floats*) dan pada bagian bawahnya dilengkapi dengan beberapa pemberat (*sinkers*). Dominasi penangkapan *gillnet* di perairan Paloh diduga sebagai penyebab tingginya *bycatch* penyu yang tertangkap, karena kegiatan penangkapan dioperasikan di sekitar habitat penyu (Wallace *et al.* 2008). Hasil survei pada tahun 2013 diestimasi terdapat 500 ekor penyu yang tertangkap pada alat tangkap tersebut di perairan Paloh (Ernawati 2013).

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan inovasi teknologi alat bantu untuk

mengurangi *bycatch* penyu pada perikanan *gillnet*. Penggunaan alat bantu tersebut berdasarkan pada pengetahuan tentang kemampuan penglihatan dan tingkah laku penyu pada aktivitas penangkapan ikan (Southwood *et al.* 2008; Bartol *et al.* 2002; Swimmer *et al.* 2005; Lohmann *et al.* 2008; Schuyler *et al.* 2014). Beberapa penelitian dalam upaya mengurangi *bycatch* penyu pada alat tangkap *gillnet* dengan memanfaatkan kemampuan penglihatan penyu telah banyak dilakukan, seperti penggunaan lampu tanda (*marker light*) cahaya putih (*broader spectrum white*) (Gilman *et al.* 2010), penggunaan hiu buatan (*shark shape*) (Wang *et al.* 2010), penggunaan *lightstick* dan lampu (Wang *et al.*, 2010; 2013; Ortiz *et al.* 2016), namun hanya teknik penggunaan lampu pada jaring (*net illumination*) yang dapat mengurangi *bycatch* penyu tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan *target catch* (Gilman *et al.* 2010). Uji coba penggunaan lampu LED hijau telah dilakukan di beberapa negara seperti, Meksiko, Peru, dan Chile yang menunjukkan bahwa terjadinya penurunan hasil tangkapan penyu sebesar 40 – 64% tanpa menurunkan hasil tangkapan ikan *target catch* (Wang *et al.* 2010; Ortiz *et al.* 2016). Namun demikian, informasi tentang penggunaan lampu LED hijau pada perikanan *gillnet* di Indonesia masih sangat terbatas. Karakteristik perikanan *gillnet* di perairan Paloh, merupakan *gillnet* yang didesain khusus untuk menangkap jenis ikan bawal. Pengoperasian *gillnet* tersebut dilakukan di wilayah migrasi penyu, sehingga menyebabkan tertangkapnya penyu. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan uji coba penggunaan lampu LED hijau pada perikanan *gillnet* di perairan Paloh untuk mengurangi *bycatch* penyu dengan tanpa mengurangi hasil tangkapan utama. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis distribusi lokasi tertangkapnya *bycatch* penyu dan pengaruh penggunaan lampu LED hijau dalam mengurangi *bycatch* penyu pada perikanan *gillnet* di perairan Paloh, Kalimantan Barat.

METODE

Uji coba penggunaan lampu LED hijau pada perikanan *gillnet* dilakukan pada bulan Agustus hingga Oktober 2015 di perairan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat. Secara geografis terletak antara 1°35' - 2°05'

Lintang Utara (LU) dan 109°5'-109°38' Bujur Timur (BT). Jenis data pada penelitian ini merupakan data primer, dimana pengumpulan data dibagi menjadi 6 stasiun pengamatan yang dianggap mewakili perairan Paloh (Gambar 1). Penentuan stasiun pengamatan menggunakan metode *purposive sampling*, berdasarkan informasi dari nelayan bahwa lokasi tersebut merupakan daerah penangkapan yang biasa digunakan oleh nelayan untuk beroperasi, sehingga diharapkan dapat mewakili keseluruhan populasi. Karakteristik oseanografi setiap stasiun diukur untuk mengetahui kondisi perairan antara lain: kedalaman perairan diukur menggunakan *depth sounder (Japanese Make)*, suhu perairan diukur menggunakan *fishfinder (Garmin Echo-200)*, salinitas perairan diukur menggunakan *refraktometer (ATC tipe Brix Wort SG)*, kecerahan perairan diukur menggunakan *secchi disk*, serta letak koordinat diketahui menggunakan *Global Positioning System (GPS) (Magellan Triton 2000)*.

Adapun karakteristik setiap stasiun pengamatan adalah.

1. Stasiun 1 berlokasi di perairan Temajak dengan koordinat 2°01'-2°05' LU dan 109°32'-109°36' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 29,1 °C, kedalaman perairan 14,6 m, salinitas perairan 37 ‰, dan kecerahan perairan 182 cm (12,4%).
2. Stasiun 2 berlokasi di perairan Sungai Belacan dengan koordinat 1°57'-2°01' LU dan 109°23'-109°27' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 29,3 °C, kedalaman perairan 12,4 m, salinitas perairan 36 ‰, dan kecerahan perairan 206 cm (16,6%).
3. Stasiun 3 berlokasi di perairan Mutusan dengan koordinat 1°52'-1°56' LU dan 109°14'-109°18' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 29,8 °C, kedalaman perairan 10,6 m, salinitas perairan 36 ‰, dan kecerahan perairan 231 cm (21,8%).
4. Stasiun 4 berlokasi di perairan Kemuning dengan koordinat 1°47'-1°51' LU dan 109°13'-109°17' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 30 °C, kedalaman perairan 10 m, salinitas perairan 36 ‰, dan kecerahan perairan 217,5 cm (21,7%).
5. Stasiun 5 berlokasi di perairan Malek dengan koordinat 1°42'-1°46' LU dan 109°8'-109°12' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 29,6 °C, kedalaman perairan 10,6 m, salinitas perairan 35 ‰, dan kecerahan perairan 195 cm (18,4%).
6. Stasiun 6 berlokasi di perairan Kalimantan dengan koordinat 1°37'-1°41' LU dan 109°6'-109°10' BT, memiliki rata-rata suhu permukaan air 29,2 °C, kedalaman perairan 8 m, salinitas perairan 36 ‰, dan

kecerahan perairan 227,5 cm (29,8%). Adapun karakteristik setiap stasiun sebagai berikut:

Uji coba penggunaan lampu LED hijau dilakukan dengan pengoperasian secara bersamaan antara *gillnet* kontrol (tanpa lampu LED) dan *gillnet* eksperimen (dengan lampu LED) sebanyak 20 kali ulangan pada setiap stasiun. Pengoperasian alat tangkap menggunakan 2 unit kapal. Kapal *gillnet* kontrol memiliki ukuran 5 *gross tonnage* (GT) dengan panjang total adalah 12,5 m, lebar maksimal adalah 2,7 m, dan dalam kapal adalah 1,5 m. Kapal *gillnet* eksperimen memiliki ukuran 6 *gross tonnage* (GT) dengan panjang total 13 m, lebar maksimal 3,5 m, dan dalam kapal adalah 1,7 m. Masing-masing kapal memiliki kekuatan mesin 24 PK merk Tianli dan juga dioperasikan oleh 2 nelayan (1 sebagai nahkoda dan 1 sebagai ABK). Alat tangkap *gillnet* yang digunakan selama penelitian masuk dalam klasifikasi *drift-gillnet*. *Drift-gillnet* merupakan jaring insang yang cara pengoperasiannya dibiarkan hanyut di perairan, dimana posisi jaring ini tidak ditentukan oleh adanya jangkar, tetapi bergerak hanyut bebas mengikuti arah gerakan arus. Ukuran dan spesifikasi alat tangkap *gillnet* kontrol dan eksperimen sama, dimana dalam 1 *piece* memiliki panjang 23 m (391 mata) dan tinggi jaring terpasang ± 8 m dengan kondisi *stretch mesh* 10 m (57 mata). Adapun spesifikasinya antara lain, pada badan jaring (*webbing*) terbuat dari bahan *polyamide* (PA) *monofilament* nomor 0,4 berwarna bening dengan *mesh size* 8 inci atau 203,2 mm, *hanging ratio* sebesar 0,29 dengan dilengkapi tali ris atas berbahan *polyethylene* (PE) tempat melekatnya pelampung kecil (berbahan *polyvinile chloride* (PVC) dan pelampung besar (berbahan plastik), serta pada bagian tali ris bawah berbahan PE dilengkapi pemberat berbahan timah hitam (Pb) dengan total berat 127,57 gr setiap penggunaan dalam 1 *piece*. Secara keseluruhan, digunakan 52 *piece* dengan panjang 1196 m setiap pengoperasian *gillnet* kontrol dan *gillnet* eksperimen (Gambar 2).

Lampu LED hijau yang digunakan pada *gillnet* eksperimen merupakan tipe *Electrolume green-single colour* (LP), merupakan modifikasi lampu LED yang diproduksi dari program *Smartgear* yang telah diinternalisasikan oleh *World Wild Fund* (WWF-US) dan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Spesifikasinya, antara lain warna cahaya adalah hijau, diameter *chasing* berukuran 4,5 cm, tinggi *chasing* berukuran 11 cm, bahan *chasing* adalah *acrylic* sehingga mampu digunakan pada kedalaman hingga 30 m, panjang gantungan lampu berukuran 15 cm,

tegangan listrik sebesar 3,7 volt. Pengoperasian lampu LED dengan menggunakan baterai alkaline AA 1,5 volt sebanyak 2 buah, dimana ketahanan penggunaan 2 buah baterai pada 1 lampu LED dapat bertahan selama 168 jam. Konstruksi lampu LED hijau yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3. Pengukuran iluminasi dan intensitas cahaya lampu LED hijau diudara menggunakan alat *lightmeter* (ILT 5000 *research radiometer*), didapat nilai iluminasi tertinggi sebesar 2470 lux, sedangkan nilai intensitas cahaya tertinggi sebesar 0,00124 watt/cm², dengan sebaran cahaya cenderung horizontal. Lampu LED pada *gillnet* eksperimen ditempatkan di bagian tali ris atas *gillnet*, dengan jarak satu lampu LED dengan lainnya yaitu 10 m (Gambar 2). Total lampu LED hijau yang digunakan sebanyak 104 lampu, karena *gillnet* yang digunakan terdiri dari 52 *piece*, dimana dalam 1 *piece gillnet* digunakan 2 lampu LED hijau.

Analisis Distribusi Tangkapan *Bycatch* Penyu

Hasil tangkapan penyu terlebih dahulu dianalisis dengan pengamatan fase pertumbuhannya melalui ukuran penyu yang tertangkap dan sebaran lokasi tertangkapnya *bycatch* penyu. Penyu yang tertangkap diidentifikasi berdasarkan jenis dan ukuran *Curve Carapace Length* (CCL) (Gambar 4), variasi ukuran penyu (CCL) dikaitkan dengan fase pertumbuhannya sesuai spesies penyu hijau (*Chelonia mydas*) antara lain fase dewasa berukuran > 86,7 cm, remaja (*sub-adult*) berukuran > 60,7 - < 86,7 cm, dan juvenil berukuran < 60,7 cm (Velez-Zuaz *et al.* 2014). Jumlah penyu yang tertangkap pada setiap stasiun kemudian di persentasikan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$x_{ij} (\%) = \frac{C_{ij}}{\sum_{i=j}^n C_j} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- $x_{ij} (\%)$: persentase tertangkap penyu pada ulangan ke-*i* di stasiun ke-*j*
- C_{ij} : hasil tangkapan penyu (ekor) pada ulangan ke-*i* di stasiun ke-*j*
- C_j : total hasil tangkapan penyu (ekor) di seluruh stasiun

Nilai persentase penyu yang tertangkap pada setiap stasiun kemudian diinterpretasikan dalam peta dengan diolah menggunakan *software ArcGis 10*. *ArcGis* adalah salah satu *software* yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam *software* Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk mengolah data

spasial. Tahapan pertama pada pengolahan peta informasi *bycatch* penyu, yaitu dibuat peta *isodepth*, merupakan peta yang menunjukkan relief dasar laut atau garis kontur kedalaman perairan yang berasal dari data *sounding*. Data *sounding* tersebut merupakan data primer yang diambil selama pengoperasian penangkapan, terdiri dari kedalaman perairan di setiap posisi (koordinat). Kemudian data yang tersedia diinterpolasi menjadi data spasial dengan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) di *software ArcGis 10*. Setelah peta *isodepth* terbentuk, kemudian data posisi dari setiap stasiun di plot untuk menampilkan informasi terkait persentase *bycatch* penyu yang tertangkap.

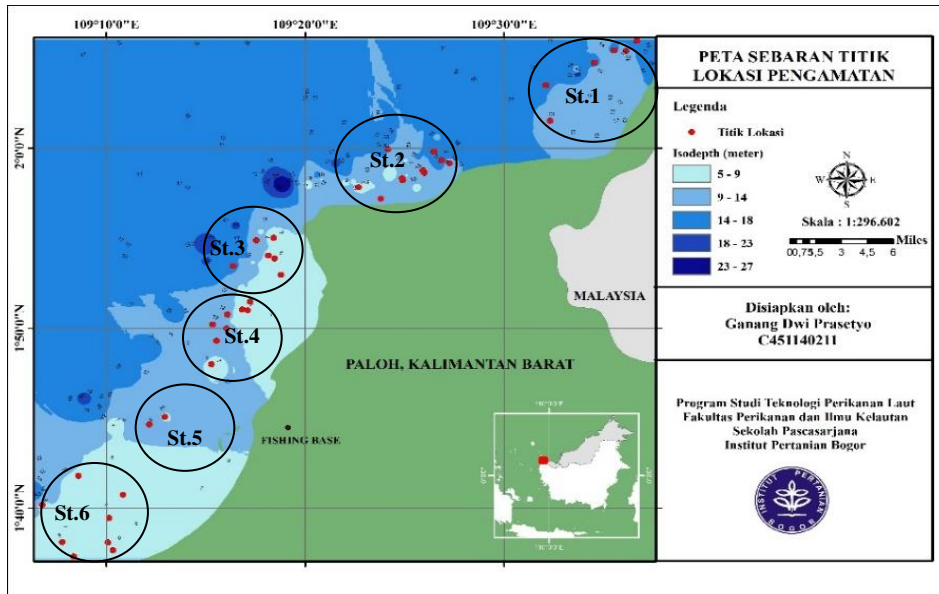
Analisis Pengaruh Penggunaan Lampu LED Hijau Terhadap *Bycatch* Penyu

Pengaruh penggunaan lampu LED hijau terhadap *bycatch* penyu dianalisis melalui perbedaan hasil tangkapan *bycatch* penyu antara *gillnet* kontrol dan eksperimen, serta disandingkan dengan data hasil tangkapan utama (HTU) pada penelitian ini yaitu ikan bawal. Perbandingan hasil tangkapan *bycatch* penyu dan tangkapan HTU dihitung berdasarkan *catch per unit effort* (CPUE). CPUE merupakan nilai estimasi laju tangkapan setiap ulangan dibagi dengan tingkat upaya yang telah distandarisasi, setiap panjang jaring 1 km dan waktu perendaman 12 jam atau (km x 12 jam)⁻¹ (Wang *et al.* 2013). Hal ini digunakan agar perbandingan antara *gillnet* kontrol dan *gillnet* eksperimen dalam upaya yang sama. Penentuan upaya standar berdasarkan pertimbangan, dengan peningkatan waktu perendaman dan panjang jaring yang digunakan pada *gillnet* dapat meningkatkan proporsi penyu yang tertangkap bahkan menimbulkan kematian (Gilman *et al.* 2010). Adapun persamaan CPUE sebagai berikut:

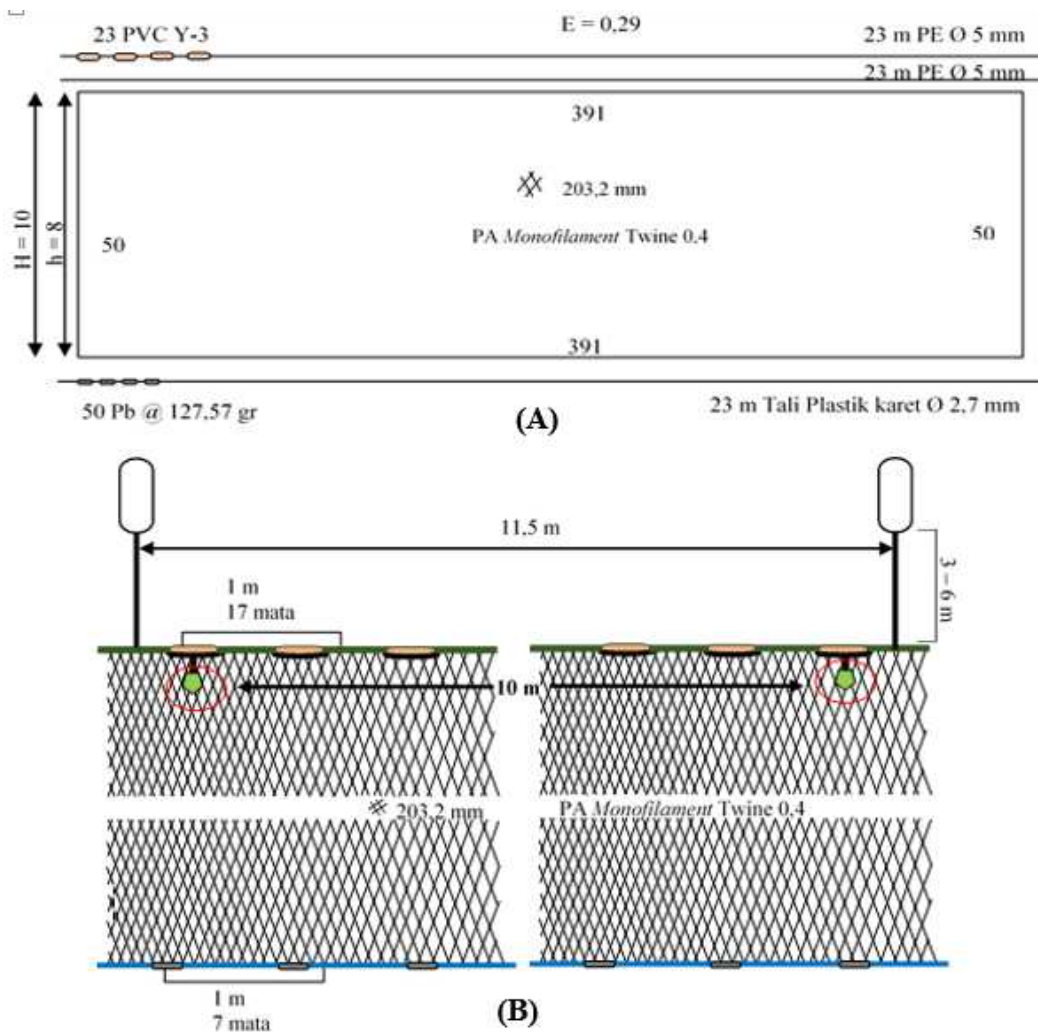
$$x_i = \frac{C_i}{t_i \times L_s} \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

- x_i : CPUE pada ulangan ke-*i*
- C_i : jumlah (ekor) tangkapan penyu/tangkapan HTU (kg) pada ulangan ke -*i*
- t_i : waktu perendaman pada ulangan ke-*i* (jam)
- t_s : waktu perendaman standar (12 jam)
- L_s : panjang jaring *gillnet* standar (1 km)



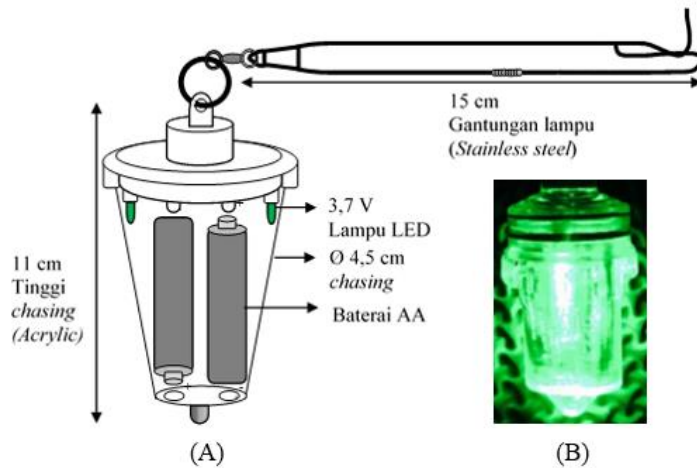
Gambar 1 Peta lokasi penelitian



Keterangan:

1. Lingkaran merah = posisi pemasangan lampu LED hijau

Gambar 2 (A) Desain dan (B) konstruksi alat tangkap *drift-gillnet* beserta posisi lampu LED hijau dipasang



Gambar 3 (A) Konstruksi lampu LED hijau dan (B) Lampu LED yang dihidupkan



Gambar 4 Teknik pengukuran *curve carapace length (CCL)* (Sumber: Bolten 1999)

Analisis statistik terhadap nilai CPUE tangkapan *bycatch* penyu dan hasil tangkapan ikan utama (HTU) dengan uji *Mann-Whitney* dengan nilai α 95% (0,05) menggunakan *software* SPSS 16.0. Perubahan persentase nilai CPUE tangkapan *bycatch* penyu dan tangkapan HTU menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta (\%) = \left(\frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\bar{x}_1} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

dengan:

- $\Delta (\%)$: perubahan nilai persentase CPUE rata-rata
- \bar{x}_1 : rata-rata CPUE *gillnet* kontrol
- \bar{x}_2 : rata-rata CPUE *gillnet* eksperimen

HASIL

Analisis Distribusi Tangkapan Bycatch Penyu

Penyu yang tertangkap selama penelitian merupakan penyu hijau (*Chelonia mydas*) berjumlah 7 ekor, dimana pada *gillnet* kontrol

tertangkap 6 ekor dan pada *gillnet* eksperimen tertangkap 1 ekor. Ukuran dan distribusi penyu yang tertangkap selama penelitian disajikan pada Tabel 1. Fase pertumbuhan melalui ukuran penyu yang tertangkap, relatif sama meskipun cenderung fase *juvenile* yang tertangkap. Penyu yang merupakan fase *juvenile* tertangkap sebanyak 4 ekor (57,14%), dengan kisaran 41,5–55,5 cm, sedangkan penyu dewasa tertangkap sebanyak 3 ekor (42,86%) berukuran lebih dari 100 cm. Penyu tertangkap didominasi pada lokasi stasiun 2 sebanyak 4 ekor (57%). Lokasi stasiun lainnya dimana penyu tertangkap yaitu pada stasiun 4 sebanyak 2 ekor (29%) dan stasiun 3 sebanyak 1 ekor (14%), sedangkan pada stasiun 1, 5, dan 6 tidak tertangkap penyu (Gambar 5).

Posisi koordinat penyu yang tertangkap pada stasiun 2 antara lain, 1°57'51" LU/ 109°22'41" BT (tertangkap 1 ekor penyu dewasa), 1°58'39" LU/ 109°26'00" BT (tertangkap 2 ekor penyu fase *juvenile*, dan 1°59'11" LU/ 109°27'16" BT (tertangkap 1 ekor penyu dewasa). Posisi koordinat penyu yang tertangkap pada stasiun 4 antara lain, 1°49'19" LU/ 109°15'33" BT (tertangkap 1 ekor penyu fase *juvenile*) dan 1°50'47" LU/ 109°16'05" BT (tertangkap 1 ekor penyu fase *juvenile*), se-

lanjutnya pada stasiun 3 yaitu diposisi koordinat 1°54'03" LU/ 109°18'09" BT (tertangkap 1 ekor penyu dewasa).

Analisis Pengaruh Penggunaan Lampu LED Hijau Terhadap *Bycatch* Penyu

Perbandingan antara *gillnet* kontrol dan *gillnet* eksperimen terhadap tangkapan *bycatch* penyu dan hasil tangkapan utama (HTU) yaitu ikan bawal dilakukan selama 20 kali ulangan, dihitung berdasarkan CPUE (12 jam x 1000 m)¹, disajikan pada Gambar 6 dan 7.

Nilai CPUE (rerata ± SE) terhadap *bycatch* penyu pada *gillnet* kontrol sebesar 0,29 ± 0,03 lebih besar dibandingkan dengan *gillnet* eksperimen sebesar 0,04 ± 0,009, sedangkan CPUE terhadap tangkapan HTU yaitu 10,47 ± 0,92 pada *gillnet* kontrol dan 11,78 ± 0,66 pada *gillnet* eksperimen. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan lampu LED hijau pada *gillnet* eksperimen memberikan pengaruh *significant* terhadap pengurangan *bycatch* penyu dengan persentase pengurangan sebesar 85%, tanpa mengurangi hasil tangkapan utama (HTU). Perbandingan pengurangan *bycatch* dalam upaya pengurangan *bycatch* penyu pada perikanan *gillnet* di Perairan Paloh dan lokasi lainnya disajikan pada Tabel 2. Pengaruh penggunaan lampu LED hijau pada *gillnet* di penelitian ini, selanjutnya dibandingkan pada hasil beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dalam upaya mengurangi *bycatch* penyu pada alat tangkap *gillnet* dengan menggunakan lampu hijau, disajikan pada Tabel 2. Lampu LED hijau yang digunakan pada penelitian ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2010) dan Wahyu *et al.* (2014), sedangkan lampu LED hijau yang digunakan pada penelitian Ortiz *et al.* (2014) berbeda. Meskipun demikian, perbandingan penelitian dirujuk berdasarkan penggunaan lampu yang menghasilkan cahaya berwarna hijau pada alat tangkap *gillnet* dan secara keseluruhan dapat mengurangi tangkapan penyu antara 40–85%.

PEMBAHASAN

Penyu yang tertangkap selama penelitian merupakan spesies penyu hijau (*Chelonia mydas*), hal ini menunjukkan bahwa Paloh merupakan salah satu habitat bagi penyu hijau dalam melakukan siklus hidupnya. Pantai Paloh merupakan salah satu lokasi peneluran penyu yang didominasi oleh penyu hijau (*Chelonia mydas*) (98,31%), sedangkan penyu sisik (*Eretmochelys imbricate*) hanya sebesar 1,69% (Suprapti 2012). Ukuran penyu yang tertangkap

selama penelitian dalam fase juvenile dan dewasa hampir sama, meskipun cenderung fase juvenile yang tertangkap, hasil ini berbeda dengan penelitian Ernawati (2013), menunjukkan bahwa penyu yang tertangkap pada *drift-gillnet* di perairan Paloh didominasi fase dewasa (75%) dibandingkan fase juvenile (25%). Perbedaan tersebut disebabkan pada penelitian Ernawati (2013) dilakukan pada musim puncak peneluran penyu yaitu bulan Juli hingga September (Suprapti 2012), dibandingkan pada penelitian ini yang dilakukan ketika musim puncak peneluran penyu (bulan September) dan tidak musim puncak peneluran penyu (bulan Oktober). Penelitian lainnya terkait *bycatch* penyu hijau yang tertangkap pada alat tangkap *gillnet* antara lain di perairan estuaria Carolina Utara dan Mediterania Timur, didominasi fase juvenile dengan rata-rata berukuran < 40 cm (McClellan dan Read 2009) dan di perairan barat laut Maroko didominasi dengan penyu dalam fase juvenil dan remaja (kisaran 50 – 70 cm) (Benhardouze *et al.* 2012).

Dominasi *juvenile* penyu yang tertangkap selama penelitian diduga disebabkan pengoperasian alat tangkap *gillnet* berada pada wilayah perairan dangkal yang merupakan lokasi aktivitas penyu mencari makan, sedangkan pada penyu dewasa bermigrasi ke pantai untuk bertelur (Lutz dan Musick 1996). Permasalahan tertangkapnya penyu pada alat penangkap ikan, seperti *gillnet* disebabkan pengoperasian di wilayah jalur migrasi penyu (Lewison *et al.* 2004; Crowder dan Murawski 1998). Ikan yang terjebak pada *gillnet* selama pengoperasian juga dapat menarik perhatian penyu mendekati alat tangkap untuk memakan ikan tersebut, sehingga penyu terjebak bersama ikan pada alat tangkap tersebut (Witzell 1999; Swimmer *et al.* 2005).

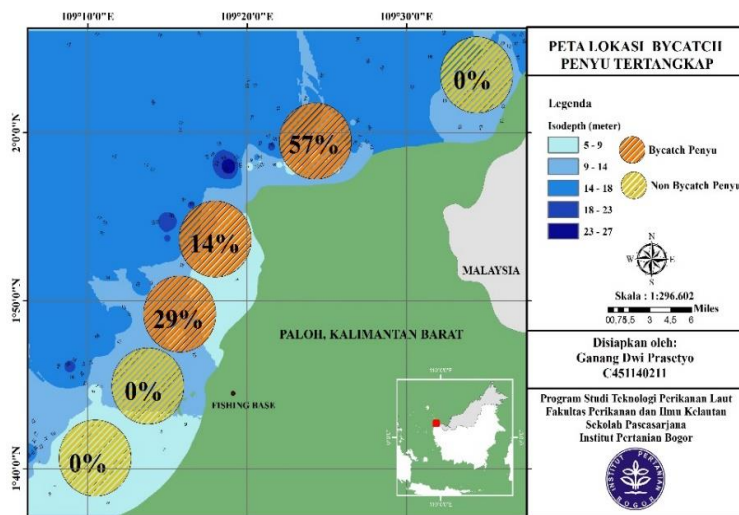
Lokasi tertangkapnya penyu selama penelitian pada stasiun 2, 3 dan 4, dengan stasiun 2 merupakan lokasi terbanyak tertangkapnya penyu. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ernawati (2013) dan Wahyu *et al.* (2014), lokasi tertangkapnya penyu yang menjadi *bycatch* pada *drift-gillnet* di perairan Paloh dominan di lokasi Tanjung Kemuning (stasiun 3) dan Sungai Belacan (stasiun 2). Lokasi stasiun tempat penyu tertangkap, diduga terdapat hubungannya dengan lintas jalur penyu untuk bertelur di pantai dan wilayah *feeding ground*nya. Hasil penelitian Suprapti (2012), stasiun 2, 3, dan 4 merupakan tempat peneluran penyu hijau, dengan persentase sebesar 94% (tahun 2009), sebesar 77% (tahun 2010), sebesar 96,9% (tahun 2011) dan sebesar 89,42% (tahun 2012). Stasiun pengamatan 1, 5, dan 6 selama penelitian tidak terdapat penyu yang tertang-

Tabel 1 Penyu yang tertangkap selama uji coba

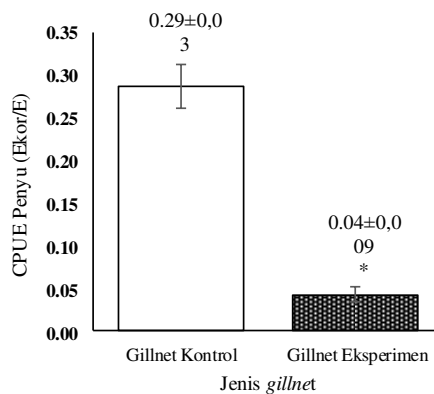
Fase Pertumbuhan	Jumlah (ekor)	Stasiun pengamatan						Gillnet	
		1	2	3	4	5	6	Kontrol	Eksperimen
Dewasa	3	0	2	1	0	0	0	2	1
Remaja	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juvenil	4	0	2	0	2	0	0	4	0
Jumlah	7	0	4	1	2	0	0	6	1

Tabel 2 Hasil penelitian sebelumnya terkait pengaruh penggunaan cahaya hijau terhadap CPUE *bycatch* penyu

Alat Tangkap	Perubahan persentase (%)		n	Lokasi	Penelitian
	LED	Lightstick			
<i>Bottom-set gillnet</i>	-40*	-60*	15	Baja California, Meksiko	Wang <i>et al.</i> (2010)
<i>Drift-gillnet</i>	-50	-	26	Paloh, Indonesia	Wahju <i>et al.</i> (2014)
<i>Bottom-gillnet</i>	-64*	-	114	Teluk Serchura, Peru	Ortiz <i>et al.</i> (2016)
<i>Drift-gillnet</i>	-85*	-	20	Paloh, Indonesia	Hasil penelitian

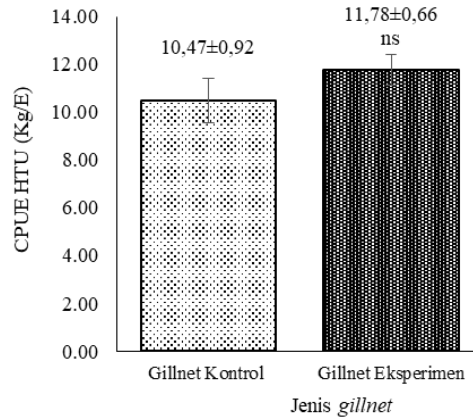


Gambar 5 Peta distribusi *bycatch* penyu yang tertangkap setiap stasiun



Keterangan: *= significant ($p < 0,05(\alpha)$)

Gambar 6 Perbandingan CPUE *bycatch* penyu antara *gillnet* kontrol dan eksperimen



Keterangan: ns= non-significant ($p > 0,05(\alpha)$)

Gambar 7 Perbandingan CPUE tangkapan HTU antara *gillnet* kontrol dan eksperimen

kap, hal ini disebabkan bahwa pada stasiun 5 (Malek) dan 6 (Kalimantan) bukan merupakan lokasi penyu bertelur, sedangkan pada stasiun 1 (Temajuk) merupakan salah satu lokasi penelururan, namun tercatat bahwa sarang telur di stasiun 1 lebih sedikit ditemukan dibandingkan dengan stasiun 2, 3, dan 4 (Suprapti 2012). Rendahnya aktifitas peneluran disebabkan bahwa pada stasiun 1, 5, dan 6 di pantainya terdapat ramainya aktifitas manusia. Pantai dapat dikatakan berpotensi sebagai tempat peneluran dengan ketentuan apabila pantai peneluran mudah dijangkau dari lautan lepas, garis pasang tertinggi tidak menyebabkan sarang penyu tergenang air, pantai mempunyai tekstur pasir yang cukup sehingga konstruksi pasir memungkinkan terjadinya pertukaran gas, pertukaran temperatur dan sesuai untuk perkembangan embrio telur (Mortimer 1990).

Penggunaan lampu LED hijau memberikan pengaruh terhadap pengurangan *bycatch* penyu hijau, dengan tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan (Gambar 6 dan 7). Pengurangan *bycatch* penyu hijau (*Chelonia mydas*) dengan menggunakan lampu LED hijau juga ditunjukkan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 40% (kontrol 117 ekor dan eksperimen 70 ekor) (Wang *et al.* 2010), serta pada penelitian Ortiz *et al.* (2016), pengurangan tangkapan penyu hijau sebesar 50,4% (kontrol tertangkap 125 ekor dan eksperimen 62 ekor), namun pada penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*) tidak mengalami pengurangan (kontrol tertangkap 3 ekor dan eksperimen 3 ekor). Penelitian Wahyu *et al.* (2014), menunjukkan pengurangan terhadap spesies penyu hijau sebesar 37,5% (kontrol tertangkap 8 ekor dan eksperimen tertangkap 5 ekor), spesies penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*) sebesar 50% (kontrol tertangkap 2 ekor dan eksperimen tertangkap 1 ekor), serta penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*) sebesar 75% (kontrol

tertangkap 4 ekor dan eksperimen tertangkap 1 ekor). Berdasarkan hal tersebut, penggunaan lampu LED hijau dapat mengurangi *bycatch* penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*), dan penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), namun bagi penyu belimbing (*Dermodochelys coriacea*), penyu tempayan (*Caretta caretta*), dan penyu pipih (*Natator depressus*), belum diketahui.

Hasil tangkapan penyu hijau yang berkurang dengan menggunakan lampu LED hijau, disebabkan cahaya hijau yang dihasilkan lampu LED memberikan "sinyal peringatan" pada penyu untuk menghindari. Menurut Wang *et al.* (2010); (2013); Gilman *et al.* (2010); Ortiz *et al.* (2016), penggunaan lampu atau cahaya pada alat tangkap merupakan upaya mitigasi untuk mengurangi *bycatch* penyu, dimana memberikan seperti sinyal peringatan untuk menghindari alat tangkap. Lampu LED hijau dipasang pada tali ris atas *gillnet* (bagian atas jaring *gillnet*), sedangkan profil cahayanya diketahui cenderung memancar ke arah horizontal yang membuat bagian atas jaring lebih terlihat, tetapi bagian tengah atau bawah jaring *gillnet* relatif tidak terlihat, sehingga penyu yang mengetahui keberadaan cahaya tersebut memberikan respons menghindari. Hal ini serupa dengan penelitian Melvin *et al.* (2001) untuk mengurangi *bycatch* burung laut, dengan penempatan lampu LED pada tali ris atas menyebabkan jaring lebih terang dibagian atas, sedangkan bagian bawah relatif tidak terdeteksi sehingga dapat mengurangi *bycatch* tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan. Cahaya dari lampu LED hijau yang memancar tidak relatif pada bagian tengah dan bawah jaring, menyebabkan hasil tangkapan ikan utama (HTU) yaitu ikan bawal pada *gillnet* kontrol dan eksperimen tidak berbeda secara *significant* meskipun pada *gillnet* eksperimen, terjadi peningkatan tangkapan HTU.

Lebih lanjut, penghindaran penyu hijau dapat dilihat dari analisa tingkah laku penyu skala laboratorium yang telah dilakukan oleh beberapa penelitian, dimana sampel yang digunakan merupakan tukik penyu hijau. Sampel tukik dianggap untuk merepresentasikan penyu diberbagai usia (Wang *et al.* 2007; Gless *et al.* 2008; Young *et al.* 2012; Witherington dan Bjorndal 1991; Granda dan O'shea 1972). Lampu hijau yang digunakan pada analisa tersebut, menyebabkan peningkatan respons tukik menjadi lebih aktif dan tampak mengalami disorientasi arah (Witherington dan Bjorndal 1992). Peningkatan respons keaktifan tukik ketika berenang diduga terjadinya *vigorous swimming* (berenang secara cepat). *Vigorous swimming* terjadi ketika tukik hendak menghindari sesuatu yang mengganggu, dengan menghasilkan kecepatan 10 hingga 50 cm/s. Hal ini juga terlihat dari peningkatan pergerakan *flipper* secara cepat hingga hampir membentuk sudut 90° (Davenport *et al.* 1984).

Penyu menghindari cahaya disebabkan kemampuan penglihatan penyu dalam menerima spectral cahaya tertentu. Retina pada organ penglihatan penyu hijau berkembang sangat baik dimana sel kon fotoreseptor pada organ penglihatan penyu hijau mengandung *oil droplets*, tidak seperti ikan pada umumnya (Southwood *et al.* 2008). *Oil droplets* yang terkandung didalam fotoreseptor berfungsi sebagai filter yang dapat berperan dalam pergerakan sensitivitas sel kon terhadap panjang gelombang pendek maupun yang terpanjang (Liebman dan Granda 1975; Crognale *et al.* 2008; Mathger *et al.* 2007). *Oil droplets* pada penyu hijau mengandung beberapa warna dengan sensitivitas puncak pada cahaya biru (440 nm), cahaya hijau (502 nm), dan cahaya kuning (562 nm). Warna pada *oil droplets* tersebut diduga disebabkan terdapatnya berbagai jenis *carotenoid* yang khas, dimana spektral cahaya puncak tersebut dapat diserap dalam bentuk ekstrak pelarut organik (*organic solvent extracts*) dari retina (Liebman dan Granda 1975). Oleh sebab itu, terdapatnya *oil droplets* pada sel kon reseptor, memperluas penglihatan pada gelombang cahaya pendek maupun tinggi pada penyu hijau (Levenson *et al.* 2004; Granda dan O'shea 1972; Ventura *et al.* 2001). Penglihatan penyu hijau responsif pada gelombang cahaya yang berkisar antara 400 – 700 nm, dengan puncaknya pada gelombang cahaya dikisaran 500 - 580 nm, namun pada gelombang cahaya diatas 650 nm dan dibawah 500 nm, terjadi penurunan sensitivitas penglihatan. (Levenson *et al.* 2004; Witherington dan Bjorndal 1991; Granda dan O'Shea 1972). Panjang gelombang cahaya lampu LED hijau berada pada kisaran

530 nm (Gless *et al.* 2008; Wang dan Swimmer 2014), sehingga pemanfaatan cahaya berwarna hijau memberikan dampak terhadap penyu untuk menghindari cahaya dari lampu LED yang dipasang pada alat tangkap *gillnet*.

KESIMPULAN

Distribusi lokasi tertangkapnya penyu yang berpontensi merupakan stasiun pengamatan 2 (1°52' - 1°56' LU dan 109°14' - 109°18' BT), dengan penyu yang tertangkap didominasi pada fase juvenile.

Penggunaan lampu LED hijau pada *gillnet* berpengaruh secara *significant* terhadap pengurangan tangkapan *bycatch* penyu sebesar 85%, tanpa mengurangi hasil tangkapan utama.

SARAN

1. Diperlukan kajian lebih lanjut untuk mengetahui tingkah laku penyu hijau (*Chelonia mydas*) terhadap lampu LED hijau skala laboratorium.
2. Diperlukan pengkajian lebih lanjut terkait distribusi tertangkapnya penyu pada bagian jaring *gillnet* dan pengukuran distribusi cahaya lampu LED secara vertikal.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut penggunaan lampu LED hijau di musim yang berbeda, khususnya ketika musim peneluran penyu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan kepada Dwi Ariyogagautama selaku koordinator *Bycatch and Shark Conservation* WWF-Indonesia dan Yayasan TAKA yang telah memberikan dukungan dan fasilitas demi terlaksananya penelitian ini. Terimakasih juga diucapkan kepada Bapak Pendi dan Wardi selaku nelayan *gillnet* Paloh serta observer WWF-Indonesia bagian Paloh yaitu Zulfian, yang telah banyak membantu selama pengumpulan data dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartol SM, Musick JA, Ochs AL. 2002. Visual Acuity Thresholds of Juvenile Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*): An Electrophysiological Approach. *Journal of Comparative Physiology*. 187:953 – 960.

- Benhardouze W, Mustapha A, Tiwari M. 2012. Incidental Captures of Sea Turtles in the Drifnet and Longline Fisheries in Northwestern Morocco. *Journal Fisheries Bycatch*. 127 – 128: 125 – 132.
- Bolten AB. 1999. Techniques for Measuring Sea Turtles. *IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication*. 4:1 – 5.
- Buskirk JV, Crowder LB. 1994. Life-History Variation in Marine Turtles. *Journal Copeia*. 1:66 – 81.
- Casale P. 2011. Sea Turtle Bycatch in The Mediterranean. *Journal of Fish and Fisheries*. 12:299 – 316.
- Crognale MA, Eckert SA, Levenson DH, Harms CA. 2008. Leatherback Sea Turtle *Drmochelys coriacea* Visual Capacities and Potential Reduction of Bycatch by Pelagic Longline Fisheries. *Journal Endangered Species Research*. 5:249 – 256.
- Crowder LB, Murawski SA. 1998. Fisheries Bycatch: Implications for Management. *Journal Fisheries*. 23:8 – 17.
- Davenport J, Munks SA, Oxford PJ. 1984. A Comparison of the Swimming of Marine and Freshwater Turtles. *Proceedings of the Royal Society of London: Biological Sciences*. 220: 447 – 475.
- Davis MW. 2002. Key Principles for Understanding Fish Bycatch Discard Mortality. *Journal Fisheries and Aquatic Science*. 59:1834 – 1843.
- Davies RWD, Cripps SJ, Nickson A, Porter G. 2009. Defining and Estimating Global Marine Fisheries Bycatch. *Journal Marine Policy*. 33: 661 – 672.
- Ernawati T. 2013. *Laporan Awal Bycatch Biota Dilindungi dan Terancam Punah di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas Kalimantan Barat*. WWF-Indonesia.
- Finkbeiner EM, Wallace BP, Moore JE, Lewison RL, Crowder LB, Read AJ. 2011. Cumulative Estimates of Sea Turtles Bycatch and Mortality in USA Fisheries between 1990 and 2007. *Journal of Biological Conservation*. 144:2719 – 2727.
- Frazer NB. 1992. Sea Turtle Conservation and Halfway Technology. *Journal of Conservation Biology*. 6:179 – 184.
- Gilman E, Gearhart J, Price B, Eckert S, Milliken H, Wang JH, Swimmer Y, Shiode D, Abe O, Peckham SH, Chaloupka M, Hall MA, Mangel J, Alfaro-Shigueto J, Dalzell P, Ishizaki A. 2010. Mitigating Sea Turtle Bycatch in Coastal Passive Net Fisheries. *Journal of Fish and Fisheries*. 11:57 – 88.
- Gless JM, Salmon M, Wyneken J. 2008. Behavioral Responses of Juvenile Leatherbacks *Dermochelys coriacea* to Lights Used in the Longline Fishery. *Journal Endangered Species Research*. 5:239 – 247.
- Granda AM, O'Shea PJ. 1972. Spectral Sensitivity of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) Determined by Electrical Responses to Heterochromatic Light. *Journal of Brain, Behaviour and Evolution*. 5: 143 – 154.
- Hall MA. 1996. On Bycatches. *Journal Fish Biology and Fisheries*. 6:319 – 352.
- Hall MA, Alverson DL, Metzuzals KI. 2000. Bycatch: Problem and Solutions. *Marine Pollution Bulletin*. 41:204 – 219.
- Hamann M, Godfrey MH, Seminoff JA, Arthur K, Barata PCR, Bjorndal KA, Bolten AB, Broderick AC, Campbell LM, Carreras C, Casale P, Chaloupka M, Chan SKF, Coyne MS, Crowder LB, Diez CE, Dutton PH, Epperly SP, FitzSimmons NN, Formia A, Girondot M, Hays GC, Cheng IJ, Kaska Y, Lewison RL, Mortimer JA, Nichols WJ, Reina RD, Shanker K, Spotila JR, Tomas J, Wallace BP, Work TM, Zbinden J, Godley BJ. 2010. Global Research Priorities for Sea Turtles: Informing Management and Conservation in the 21st Century. *Journal of Endangered Species Research*. 11:245 – 269.
- [IUCN] International Union for Conservation of Nature. 2016. Red List of Threatened Species. [diunduh 2016 Juni 5]. Tersedia pada: <http://www.iucnredlist.org/details/4615/0>.
- Levenson DH, Eckert SA, Crognale MA, Deegan JF, Jacobs GH. 2004. Photopic Spectral Sensitivity of Green and Loggerhead Sea Turtles. *Journal Copeia*. 4:908 – 914.
- Lewison RL, Crowder LB. 2007. Putting Longline Bycatch of Sea Turtle into Perspective. *Journal of Conservation Biology*. 21:79 – 86.
- Lewison RL, Crowder LB, Read AJ, Freeman SA. 2004. Understanding Impacts of Fisheries Bycatch on Marine Megafauna.

- TRENDS in Ecology and Evolution*. 19:598 – 604.
- Liebman PA, Granda AM. 1975. Super Dense Carotenoid Spectra Resolved In Single Cone Oil Droplets. *Journal Nature*. 253:370–372.
- Limpus C, Chaloupka M. 1997. Nonparametric Regression Modelling of Green Sea Turtle Growth Rates (Southern Great Barrier Reef). *Journal of Marine Ecology Progress Series*. 149:23 – 34.
- Lohmann KJ, Lohmann CMF. 1996. Orientation and Open-Sea Navigation in Sea Turtles. *Journal of Experimental Biology*. 199: 71 – 81.
- Lohmann KJ, Lohmann CMF, Endres CS. 2008. The Sensory Ecology of Ocean Navigation. *The Journal of Experimental*. 211:1719 – 1728.
- Lutz PL, Musick JA. 1996. *The Biology of Sea Turtles Volume 1*. Boca Raton: CRC Press.
- Mathger LM, Litherland L, Fritches KA. 2007. An Anatomical Study of the Visual Capabilities of the Green Turtle, *Chelonia mydas*. *Journal Copeia*. 2007: 169 – 179.
- McClellan, CM, Read AJ. 2009. Confronting the Gauntlet: Understanding Incidental Capture of Green Turtles Through Fine-Scale Movement Studies. *Journal of Endangered Species Research*. 10:165 – 179.
- Melvin EF, Parrish, JK, Conquest LL. 2001. Novel Tools to Reduce Seabird Bycatch in Coastal Gillnet Fisheries. Dalam *Seabird Bycatch: Trends, Roadblocks, and Solutions* (Edited by: Melvin EF, Parrish JK). Fairbanks: University of Alaska Sea Grant.
- Moore JE, Wallace BP, Lewison RL, Zydalis R, Cox TM, Crowder LB. 2009. A Review of Marine Mammal, Sea Turtle and Seabird Bycatch in USA Fisheries and the Role of Policy in Shaping Management. *Journal Marine Policy*. 33: 435 – 451.
- Mortimer JA. 1990. The Influence of Beach Sand Characteristics the Nesting Behaviour and Clutch Survival of Green Turtles (*Chelonia mydas*). *Journal Copeia*. 1990: 802 – 817.
- Mortimer JA, Carr A. 1987. Reproduction and Migrations of the Ascension Island Green Turtle (*Chelonia mydas*). *Journal Copeia*. 1987: 103 – 113.
- Norse EA, Watling L. 1999. Impacts of Mobile Fishing Gear: The Biodiversity Perspective. *American Fisheries Society*. 22:31 – 40.
- Ortiz N, Mangel JC, Wang JH, Alfaro-Shigueto J, Pingo S, Jimenez A, Suarez T, Swimmer Y, Carvalho F, Godley BJ. 2016. Reducing Green Turtle Bycatch in Small-Scale Fisheries Using Illuminated Gillnets: the Cost of Saving a Sea Turtle. *Journal of Marine Ecology Progress Series*. 542:251 – 259.
- Rao KS. 1994. Food and Feeding Habits of Fishes From Trawl Catches in the Bay of Bengal with Observations on Diurnal Variation in the Nature of the Feed. *Indian Journal Fisheries*. 11: 277 – 314.
- Schuyler QA, Wilcox C, Townsend K, Hardesty BD, Marshall NJ. 2014. Mistaken Identity? Visual Similarities of Marine Debrids to Natural Prey Items of Sea Turtles. *Journal of Biomedcentral (BMC) Ecology*. 14:1 – 7.
- Southwood AL, Fritches KA, Brill R, Swimmer Y. 2008. Sound, Chemical, and Light Detection in Sea Turtle and Pelagic Fishes: Sensory Based Approaches to Bycatch Reduction in Longline Fisheries. *Journal of Endangered Species Research*. 5:225 – 238.
- Soykan CU, Moore JE, Zydalis R, Crowder LB, Safina C, Lewison RL. 2008. Why Study Bycatch? An Introduction to the Theme Section on Fisheries Bycatch. *Journal of Endangered Species Research*. 5:91 – 102.
- Suprapti D. 2012. *Status Populasi Penyu di Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat*. World Wild Fund-Indonesia Report.
- Swimmer Y, Arauz R, Higgins B, McNaughton L, McCracken M, Ballesterio J, Brill R. 2005. Food Color and Marine Turtle Feeding Behaviour: Can Blue Bait Reduce Turtle Bycatch in Commercial Fisheries. *Journal of Marine Ecology Progress Series*. 295:273 – 278.
- UPT Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Paloh. 2015. *Data Statistik Perikanan Tangkap Paloh, Kecamatan Paloh, Kabupaten Sambas, Kalimantan*.
- Velez-Zuazo X, Quinones J, Pacheco AS, Klinge L, Paredes E, Quispe S, Kelez S. 2014. Fast Growing, Healthy and Resident Green Turtles (*Chelonia Mydas*) at Two Neritic Sites in the Central

- and Northern Coast of Peru: Implication for Conservation. *Journal of PLOS one*. 9:1 – 12.
- Ventura DF, Zana Y, De Souza JM, Devoe RD. 2001. Ultraviolet Colour Opponency in the Turtle Retina. *The Journal of Experimental Biology*.
- Wahju RI, Ariyogautama D, Nugroho MPA, Armalinsyah F. 2014. *Laporan Awal Analisa Ujicoba Lampu LED Hijau pada Alat Tangkap Jaring Insang di Perairan Paloh, Kabupaten Sambas*. WWF Indonesia.
- Wallace BP, Dimatteo AD, Bolten AB, Chaloupka MY, Hutchinson BJ, Abreu-Grobois FA, Mortimer JA, Semirnof AJ, Amorocho D, Bjorndal KA, Bourjea J, Bowen BW, Duenas RB, Casale P, Choudhury BC, Costa A, Dutton PH, Fallabrino A, Finkbeiner EM, Girard A, Giron-dot M, Hamann M, Hurley BJ, Lopez-Mendilaharsu M, Marcovaldi MA, Musick JA, Nel R, Pilcher NJ, Troeng S, Witherington B, Mast RB. 2011. Global Conservation Priorities for Marine Turtles. *Journal PloS ONE*. 6: 1 – 14.
- Wallace BP, Lewison RL, McDonald SL, McDonald RK, Kot CY, Kelez S, Bjorkland RK, Finkbeiner EM, Helmbrecht S, Crowder LB. 2010. Global Patterns of Marine Turtle Bycatch. *Journal of Conservation Letters*. 3:131 – 142.
- Wallace BP, Heppell SS, Lewison RL, Kelez S, Crowder LB. 2008. Impacts of Fisheries Bycatch on Loggerhead Turtles Worldwide Inferred From Reproductive Value Analyses. *Journal of Applied Ecology*. 45: 1076 – 1085.
- Witherington BE, Bjorndal KA. 1991. Influences of Wavelength and Intensity on Hatchling Sea Turtle Phototaxis: Implications for Sea-Finding Behaviour. *Journal Copeia*. 1991:1060 – 1069.
- Witzell WN. 1999. Distribution and Relative Abundance of Sea Turtles Caught Incidentally by the U.S. Pelagic Longline Fleet in the Western North Atlantic Ocean, 1992 – 1995. *Fisheries Bulletin*. 97:200 – 211.
- Wang JH, Barkan J, Fisler S, Godinez-Reyes C, Swimmer Y. 2013. Developing Ultraviolet Illumination of Gillnets as a Method to Reduce Sea Turtle Bycatch. *Biology Letters: Royal Society Publishing*. 9:1 – 4.
- Wang JH, Fisler S, Swimmer Y. 2010. Developing Visual Deterrents to Reduce Sea Turtle Bycatch in Gillnet Fisheries. *Journal of Marine Ecology Progress Series*. 408:241 – 250.
- Wang JH, Swimmer Y. 2014. *Developing a Turtle Safe Lightstick*. Hawaii Fisheries Disaster Relief Program Final Report. 3 hal.
- Young M, Salmon M, Richard F. 2012. Visual Wavelength Discrimination by the Loggerhead Turtle, *Caretta caretta*. *Journal of Marine Biological Laboratory*. 222: 46–55.