

**BEBERAPA ASPEK BIOLOGI UDANG KELONG (*Penaeus merguensis* DAN *Penaeus indicus*)  
DI PERAIRAN ACEH TIMUR, NANGGROE ACEH DARUSSALAM**

***BIOLOGICAL ASPECTS OF BANANA PRAWN (*Penaeus merguensis* AND *Penaeus indicus*)  
IN THE EAST ACEH WATERS, NANGGROE ACEH DARUSSALAM***

**Andina Ramadhani Putri Pane dan Heri Widiyastuti**

Balai Penelitian Perikanan Laut

Jl. Muara Baru Ujung Kompleks Pelabuhan Perikanan Samudera Nizam Zahman, Jakarta Utara 14440

E-mail: *andina1984@gmail.com*

**ABSTRAK**

Penurunan hasil tangkapan udang di perairan Aceh Timur merupakan indikasi *overfishing* sehingga diperlukan upaya pengelolaan. Penelitian aspek biologi udang penaeid tahun 2014-2016 di perairan Aceh Timur dengan metode survai merupakan salah satu informasi penting untuk dasar pengelolaan. Hasil penelitian menunjukkan struktur ukuran udang *P. merguensis* adalah 16-42 mm dan 14-42 mm untuk *Indicus*. Nisbah kelamin *P. merguensis* tidak seimbang namun seimbang pada *P. indicus*. Sifat pertumbuhan udang penaeid ini bersifat *allometrik negatif*. Udang tersebut lebih dahulu tertangkap sebelum mengalami matang gonad ( $L_c < L_m$ ) sehingga menyebabkan terganggunya pembaruan populasi. Pemerintah Aceh Timur harus melakukan kegiatan pelestarian lingkungan untuk menjaga populasi udang.

**KATA KUNCI:** aspek biologi; udang kelong; perairan Aceh Timur; WPP 571

**ABSTRACT**

*Declining catches of banana prawn in East Aceh waters is an indication of overfishing so required management efforts. Research biological aspects of penaeid 2014-2016 in East Aceh waters with survey methods is one of the important information for the basic management. The results showed the structure of banana prawn size *P. merguensis* is 16-42 mm and 14-42 mm to *Indicus*. Odds gender *P. merguensis* unbalanced but balanced on *P. indicus*. The nature of penaeid is allometrik negative. The banana prawn first caught before experiencing mature gonad ( $L_c < L_m$ ) to cause disruption of the population updates. The government of East Aceh must perform environmental conservation activities to keep banana prawn populations.*

**KEYWORDS:** biological aspects; banana prawn; East Aceh waters; FMA 571

**PENDAHULUAN**

Perairan Aceh Timur merupakan salah satu daerah pesisir yang menghasilkan berbagai komoditas perikanan. Komoditas perikanan yang dihasilkan di daerah ini bukan hanya berbagai jenis ikan namun juga tertangkap komoditas udang. Produksi udang di perairan Aceh Timur, salah satunya didominasi oleh udang kelong dengan produksi pada tahun 2015 sebesar 2.474 kg. Produksi ini mengalami penurunan sekitar 82,28% bila dibandingkan dengan produksi tahun 2014 yang mencapai 13.964 kg.

Penurunan produksi udang kelong hasil tangkapan nelayan di wilayah Aceh Timur ini merupakan salah satu gambaran kondisi pemanfaatan sumber daya udang. Hal ini mengindikasikan terjadinya gangguan stok udang di perairan ini dan apabila dibiarkan dalam jangka panjang akan dapat menyebabkan degradasi stok. Walaupun sumber daya udang merupakan sumber daya yang dapat pulih kembali (*renewable resources*), namun jika penangkapan yang terus meningkat tanpa adanya pembatasan akan menyebabkan penurunan sumber daya udang tersebut (Ramadhani, 2013). Menurut Wedjatmiko (2012), bahwa udang penaeid di Indonesia sudah mengalami *overfishing* di semua wilayah pengelolaan perikanan (WPP) kecuali laut Banda (tidak ada data).

Untuk mencegah hal tersebut, maka perlu dilakukan upaya-upaya pengelolaan yang lebih baik, sehingga stok yang ada memiliki kemampuan berkembang biak dan dimanfaatkan. Populasi udang yang dimanfaatkan dengan bertanggung jawab akan mendukung kegiatan penangkapan (Purwanto, 2011). Penelitian beberapa aspek biologi udang kelong sangat diperlukan untuk mendasari pengelolaan sumber daya udang kelong di perairan Aceh Timur dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji beberapa aspek biologi udang kelong di perairan Aceh Timur dan sekitarnya, serta diharapkan dapat digunakan untuk tujuan pengelolaan dan dasar bagi pengkajian selanjutnya. Penelitian ini juga merupakan pembaruan informasi dari penelitian Pane & Duranta (2015); Pane (2016), untuk menghasilkan informasi terkini bagi keperluan pengelolaan sumber daya udang kelong di perairan Aceh Timur dan sekitarnya.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan Aceh Timur, Nanggroe Aceh Darussalam pada bulan Januari sampai dengan November 2016. Sampel udang kelong diperoleh dari hasil tangkapan nelayan di pendaratan ikan di Pulau Telaga Tujuh/Pusong dengan bantuan tenaga enumerator yang melakukan pengukuran sampel setiap bulan. Parameter biologi yang diamati dalam penelitian ini adalah panjang karapas sampel 3.866 ekor *P. merguensis* dan 3.098 ekor *P. indicus*, bobot tubuh dan tingkat kematangan gonad udang. Bobot tubuh diukur dengan timbangan digital dengan skala ketelitian 0,1 g. Pengukuran panjang karapas dilakukan dengan menggunakan jangka sorong Krisbrow berskala 0,1 mm. Kegiatan pengamatan biologi ini dilakukan secara harian dalam setiap bulan.

Uji chi-kuadrat digunakan untuk menganalisis nisbah kelamin udang *P. merguensis* dan *P. indicus* pada tingkat kepercayaan 95%. Hal ini untuk memastikan apakah nisbah kelamin tersebut berbeda nyata dari 1:1 (Steel, 1993). Analisis struktur udang kelong ditabulasi dengan kisaran panjang karapas 2 mm. Hubungan panjang karapas dan bobot tubuh mengikuti persamaan  $W = a L^b$  (Bal & Rao, 1984), di mana  $W$  adalah bobot tubuh udang (gram),  $L$  adalah panjang karapas udang (mm),  $a$  adalah konstanta, dan  $b$  adalah nilai eksponensial. Nilai koefisien pertumbuhan ( $b$ ) adalah merupakan nilai regresi panjang bobot udang. Jika nilai  $b = 3$ , maka sifat pertumbuhan ikan bersifat isometrik yaitu pertumbuhan panjang dan bobot tubuh seimbang. Jika nilai  $b \neq 3$  maka sifat pertumbuhan allometrik. Allometrik negatif jika nilai  $b < 3$ , jika pertumbuhan panjang tubuh lebih cepat daripada bobot tubuh dan  $b > 3$ , jika penambahan bobot tubuh lebih cepat daripada panjang tubuh.

Tingkat kematangan gonad sesuai kriteria Naamin (1984) yaitu (1) dara (*quiescent/undeveloped*), (2) berkembang (*developed*), (3) hampir matang (*early mature*), (4) matang (*ripe*), dan (5) salin (*spent*). Untuk tingkat kematangan gonad 1 dan 2 dikelompokkan dalam golongan belum matang dan tingkat kematangan gonad 3 dan 4 sebagai golongan matang.

Rata-rata ukuran panjang pertama kali udang tertangkap (*length at first capture/ Lc*) dengan alat tangkap *trammel net* diperoleh dengan memplotkan frekuensi kumulatif udang tertangkap dengan panjang karapas udang, sehingga akan diperoleh kurva logistik baku dan titik potong antara kurva 50% frekuensi kumulatif adalah panjang saat 50% udang tertangkap (Saputra *et al.*, 2005). Nilai (*length at first/ maturity/Lm*) dan nilai (*length at first capture/Lc*) dibandingkan untuk mengetahui udang *P. merguensis* dan *P. indicus* mengalami kematangan gonad terlebih dahulu atau tertangkap terlebih dahulu.

## HASIL

### Sebaran Struktur Ukuran

Sebaran struktur ukuran udang di perairan Aceh Timur dari 3.866 ekor sampel udang *P. merguensis* adalah 16-42 mm dengan jenis jantan pada ukuran 16-42 mm dan betina pada ukuran 22-42 mm. Udang *P. indicus* dengan jumlah sampel 3.098 ekor mempunyai struktur ukuran 14-42 mm dengan jantan dan betina ditemukan pada ukuran yang sama. Sebaran struktur ukuran disajikan pada Tabel 1 dan 2, serta pada Gambar 1.

Tabel 1. Kisaran panjang karapas *P. merguensis* Aceh Timur, 2016  
 Table 1. Range of carapace length *P. merguensis* in East Aceh, 2016

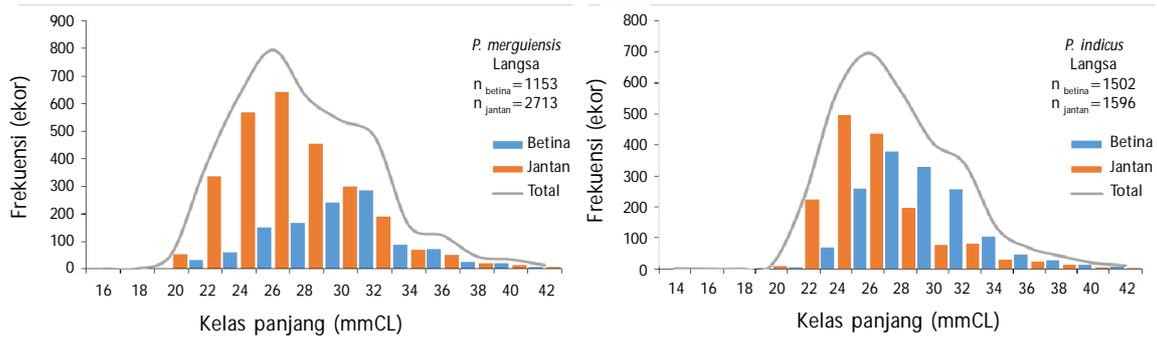
Bulan	<i>P. merguensis</i>					
	Betina			Jantan		
	N	Kisaran (mmCL)	Standar deviasi	N	Kisaran (mmCL)	Standar deviasi
Januari	89	23-41	29,6 ± 3,7	181	16-31	24,3 ± 1,9
Februari	206	23-42	31,3 ± 3,8	309	21-35	25 ± 2,0
Maret	134	23-41	29,3 ± 3,6	207	20-35	24 ± 2,3
April	117	22-33	28,4 ± 2,5	183	20-27	23,3 ± 1,5
Mei	128	23,6-39,6	29,1 ± 2,9	232	20,1-30,1	24,1 ± 1,5
Juni	89	23,2-32,3	29,2 ± 1,9	174	17,9-28,6	21,2 ± 1,9
Juli	87	24,6-35,8	29,8 ± 2,5	236	19,8-28,5	23,5 ± 1,8
Agustus	80	23,1-35,7	28,6 ± 2,4	306	14,5-30,2	23,6 ± 2,1
September	96	24,2-41,2	29,8 ± 3,3	233	19,8-29,1	24,0 ± 2,0
Oktober	53	26,1-40,2	30,7 ± 3,0	306	20-32,3	24,4 ± 2,2
November	74	23,4-39,8	31,3 ± 3,7	346	23,4-39,8	31,3 ± 3,7

Tabel 2. Kisaran panjang karapas *P. indicus* Aceh Timur, 2016  
 Tabel 2. Range of carapace length *P. indicus* in East Aceh, 2016

Bulan	<i>P. indicus</i>					
	Betina			Jantan		
	N	Kisaran (mmCL)	Standar deviasi	N	Kisaran (mmCL)	Standar deviasi
Januari	136	20-40	29,2 ± 3,6	164	13-40	24,2 ± 2,5
Februari	221	23-42	30,8 ± 3,7	204	20-35	25,1 ± 2,1
Maret	169	23-41	28,7 ± 3,6	174	21-35	24,5 ± 2,3
April	166	22-37	27,8 ± 2,5	134	20-28	23,6 ± 1,6
Mei	113	24,1-39,1	28,6 ± 2,9	127	20,1-27,6	24,2 ± 1,7
Juni	177	22,1-34,3	27,5 ± 2,6	152	19,3-27,5	23,2 ± 1,6
Juli	132	21,1-36,4	27,8 ± 3,0	130	18,5-28,1	23,4 ± 1,7
Agustus	92	21,6-33,4	27,6 ± 2,4	118	19,8-27,2	22,7 ± 1,4
September	121	22,7-41,2	29,0 ± 3,6	147	20,1-29,9	23,4 ± 1,9
Oktober	102	19,8-27,2	28,1 ± 2,8	139	19,8-27,2	22,7 ± 1,4
November	73	22,7-41,2	30,4 ± 3,6	107	20,1-35,4	25,2 ± 2,0

### Nisbah Kelamin

Kegiatan reproduksi udang berkaitan erat dengan nisbah kelamin populasi udang itu sendiri. Keseimbangan antara jenis jantan dan betina memberikan dampak pada kemampuan reproduksi udang dalam menghasilkan individu untuk mempertahankan populasi di lingkungan perairan. Nisbah kelamin udang *P. merguensis* di perairan Aceh Timur adalah 2.713 ekor udang jantan dan udang betina 1.153 ekor, serta hasil uji chi-kuadrat menunjukkan keadaan tidak seimbang. Hasil uji chi-kuadrat udang *P. indicus* menunjukkan nisbah kelamin jantan dan betina seimbang dengan udang jantan tertangkap 1.596 ekor dan 1.502 ekor betina. Hasil perhitungan nisbah kelamin disajikan pada Tabel 3.



Gambar 1. Sebaran struktur ukuran udang *P. merguensis* dan *P. indicus* di perairan Aceh Timur

Figure 1. Distribution of shrimp size *P. merguensis* and *P. indicus* in East Aceh Waters

Tabel 3. Rasio kelamin udang penaeid di perairan Aceh Timur

Tabel 3. Sex Ratio of penaeidae shrimp in East Aceh Waters

Jenis udang	Lokasi	Betina	Jantan	Rasio	Hasil uji
<i>P. merguensis</i>	Langsa	1.153	2.713	1:2,3	Tidak seimbang
<i>P. indicus</i>	Langsa	1.502	1.596	1:01	Seimbang

### Hubungan Panjang Berat

Hasil analisis terhadap hubungan panjang berat udang kelong di perairan Aceh Timur menunjukkan bahwa koefisien pertumbuhan (b) sebesar 1,7. Berdasarkan hasil uji t terhadap koefisien pertumbuhan diperoleh bahwa udang kelong di perairan ini memiliki sifat pertumbuhan allometrik negatif (Tabel 4). Hal ini berarti bahwa penambahan panjang karapas lebih cepat daripada penambahan bobot tubuh untuk udang.

Tabel 4. Hubungan panjang berat udang

Tabel 4. Length-weight relationship of shrimp

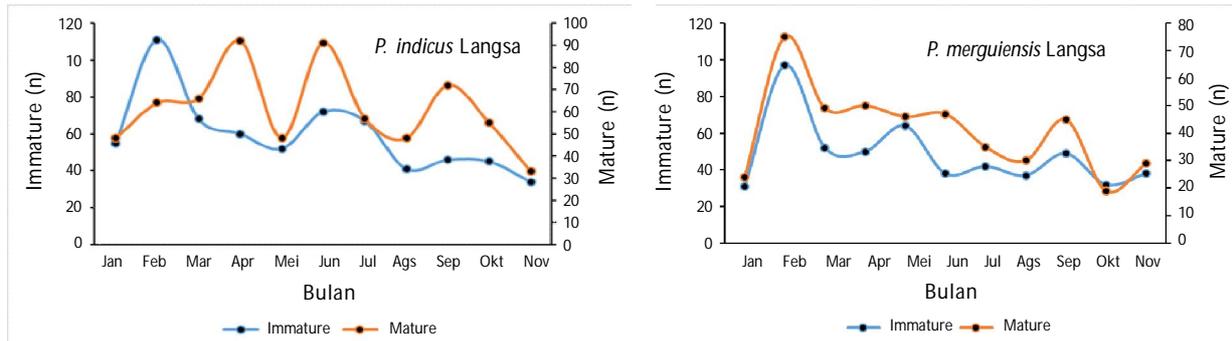
Jenis udang	Lokasi	N (ekor)	A	B	r <sup>2</sup>	Sifat pertumbuhan
<i>P. merguensis</i>	Langsa	3.866	0,0555	1,7842	0,762	Allometrik negatif
<i>P. indicus</i>	Langsa	3.098	0,0705	1,7256	0,7	Allometrik negatif

### Sebaran Kematangan Gonad

Sebaran kematangan gonad udang merupakan salah satu indikasi untuk musim pemijahan udang. Hal tersebut diindikasikan oleh tingkat kematangan gonad udang 3 dan 4. Kematangan gonad juga menunjukkan kemampuan udang untuk bereproduksi dan mempertahankan populasi di lingkungan. Kematangan gonad *P. merguensis* di perairan Aceh Timur untuk tahun 2016 tertinggi pada bulan Februari sedangkan untuk *P. indicus* tertinggi pada bulan April dan Juni (Gambar 2).

### Rata-Rata Ukuran Pertama Kali Tertangkap (Lc) dan Rata-Rata Ukuran Pertama Kali Matang Gonad (Lm)

Struktur ukuran udang menjadi dasar untuk mengetahui rata-rata ukuran pertama kali tertangkap (Lc) dan rata-rata ukuran pertama kali matang gonad (Lm) yang dinyatakan dalam proporsi 50% dari populasi udang. Nilai Lc dan Lm berkaitan dengan keberadaan populasi tersebut di lingkungan. Dari hasil analisis yang dilakukan untuk udang kelong di perairan Aceh Timur diketahui bahwa nilai Lc *P. merguensis* adalah 28,2 mm dan nilai Lm 28,3 mm (Gambar 3). Nilai Lc dan Lm udang *P. indicus* di

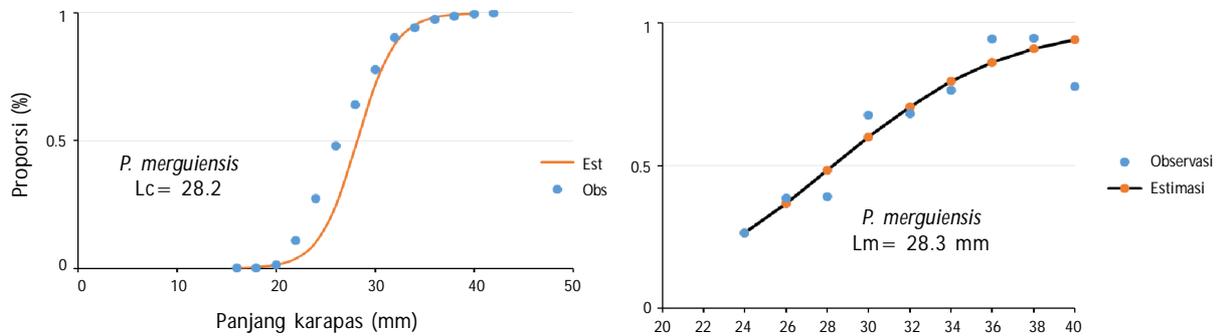


Gambar 2. Sebaran Kematangan Gonad *P. merguensis* dan *P. indicus* di Perairan Aceh Timur  
 Figure 2. Gonad maturity distribution of *P. merguensis* and *P. indicus* in East Aceh Waters

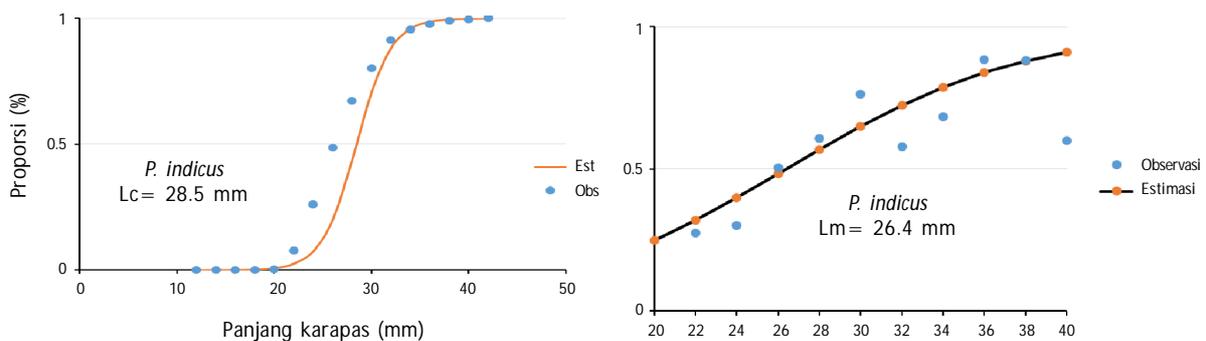
perairan Aceh Timur masing-masing sebesar 28,5 mm dan 26,4 mm (Gambar 4). Dari nilai tersebut maka diketahui bahwa udang kelong di perairan ini tertangkap sebelum melakukan pemijahan.

**BAHASAN**

Struktur ukuran udang peneaid yang tertangkap berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya di perairan yang sama. Hasil penelitian Kembaren *et al.* (2014) menemukan bahwa hasil tangkapan kelong pinggir (*P. indicus*) pada tahun 2014 di Langsa memiliki ukuran panjang karapas berkisar antara 10-54 mm, udang jantan didominasi oleh ukuran 26-28 mm dan udang betina 30-34 mm. Sementara itu, Pane (2016) pada tahun 2015 mendapatkan kisaran ukuran udang *P. indicus* yang tertangkap antara 19-35 mm dengan jantan berukuran 19-35 mm dan betina berukuran 21-35 mm.



Gambar 3. Nilai Lc dan Lm *P. merguensis* di perairan Aceh Timur  
 Figure 3. Lc and Lm value of *P. merguensis* in East Aceh Waters



Gambar 4. Nilai Lc dan Lm *P. indicus* di perairan Aceh Timur  
 Figure 4. Lc and Lm value of *P. indicus* in East Aceh Waters

Udang *P. merguensis* di Sampit berukuran 18-58 mm (Nurdin & Kembaren, 2015) sehingga berukuran lebih panjang daripada yang tertangkap di Aceh Timur. Dari fenomena tersebut maka secara keseluruhan terjadi pergeseran ukuran udang yang tertangkap menjadi lebih kecil pada tahun 2016, namun struktur ukuran antara jantan dan betina relatif sama.

Hasil penelitian nisbah kelamin yang seimbang pada udang *P. indicus*, sama dengan yang ditemukan Kembaren *et al.* (2014) di perairan yang sama. Nisbah kelamin yang tidak seimbang pada udang *P. merguensis* sama dengan yang ditemukan di perairan Mayangan (1:2,09) (Wedjatmiko & Yulianti, 2003). Hal diduga disebabkan pengaruh lingkungan, terutama makin intensifnya tekanan penangkapan terhadap jenis ini. Ketidak seimbangan dapat dipengaruhi banyak hal terutama penangkapan dan menurut Naamin (1984), apabila di suatu perairan terjadi tekanan penangkapan yang tidak begitu tinggi maka selalu udang betina lebih banyak dari udang jantan.

Hubungan panjang berat udang bersifat *allometrik negatif* selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan di perairan Dolak (Hargiyanto *et al.*, 2013) dan hasil penelitian di perairan Langsa tahun 2014 (Pane, 2016). Kesamaan pola pertumbuhan bisa terjadi karena kesamaan daerah tangkapan, kesuburan perairan dan pengambilan sampel di lapangan. Sifat pertumbuhan udang juga dipengaruhi jumlah makanan yang tersedia dan lingkungan, hal tersebut dinyatakan oleh Kembaren & Sumiono (2012) bahwa perairan yang subur dan kaya fitoplankton sesuai keberlangsungan hidup larva udang penaeid. Ditambahkan oleh Widodo & Suadi *dalam* Nastiti (2012) bahwa suhu perairan akan memengaruhi perkembangbiakan individu dan akan memengaruhi jumlah gas terlarut, viskositas air laut, densitas, dan distribusi kehidupan laut.

Perkiraan musim pemijahan udang *P. merguensis* di perairan Aceh Timur pada bulan Februari dan udang *P. indicus* pada bulan April dan Juni harus menjadi perhatian dari pihak-pihak yang memanfaatkan sumber daya udang. Memberikan kesempatan udang untuk bereproduksi dan menghasilkan individu baru akan menambah jumlah populasi atau mempertahankan jumlah di lingkungan tersebut. Menurut Suman & Satria (2010), bahwa penutupan daerah dan musim penangkapan bertujuan untuk melindungi udang muda dan juwana, serta akan meningkatkan ukuran pertama kali udang matang kelamin dan akhirnya akan meningkatkan produksi. Ditambahkan bahwa penutupan daerah dan musim penangkapan dapat dilakukan ketika udang mengalami puncak musim pemijahan (Suman & Satria, 2014).

Hasil penelitian tahun 2015 juga menemukan bahwa rata-rata udang yang tertangkap belum matang gonad ( $L_c < L_m$ ). Rata-rata ukuran *P. merguensis* pertama kali tertangkap di perairan Aceh Timur tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian di Mayangan, Jawa Barat dengan nilai  $L_c$  28,9 mm dan  $L_m$  46,2 mm ( $L_c < L_m$ ) (Wedjatmiko & Yulianti, 2003). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian Hargiyanto *et al.* (2013) yang memperoleh nilai  $L_c$  udang *P. merguensis* sebesar 28,78 mm dan  $L_m$  sebagai 38,7 mm ( $L_c < L_m$ ). Apabila udang tertangkap telah lebih dahulu mencapai matang gonad maka udang tersebut mempunyai kesempatan untuk melakukan reproduksi sehingga jumlah populasi dapat dipertahankan. Namun apabila udang sudah lebih dahulu tertangkap sebelum matang gonad maka akan dapat menyebabkan penurunan populasi udang. Penetapan *length at first capture* dikaitkan dengan *length at first maturity* sebaiknya dirancang untuk meningkatkan rekrutmen, yaitu memberikan kesempatan kepada udang untuk tumbuh ke arah umur/panjang yang lebih dekat dengan puncak pertumbuhan biomassa (Badrudin *et al.*, 2002).

Penangkapan udang penaeid di perairan Aceh Timur harus dilandasi oleh prinsip penangkapan lestari dan berkelanjutan. Menurut Dahuri *dalam* Suman (2006), bahwa perikanan yang berkelanjutan itu memiliki tiga dimensi yaitu aspek ekologi, aspek ekonomi, dan aspek sosial. Penurunan hasil tangkapan udang yang didaratkan di Aceh Timur sudah merupakan indikator penurunan populasi udang.

Penurunan hasil tangkapan akan menurunkan hasil pendapatan nelayan udang dan akan menurunkan jumlah konsumsi udang khususnya di Aceh Timur. Koordinasi antara Pemerintah dan nelayan sebagai pelaku kegiatan diperlukan dalam menjaga populasi udang. Hasil penelitian di Cilacap (Putra *et al.*, 2014) menyatakan bahwa peran positif dari pemerintah, nelayan, dan swasta dalam pengelolaan perikanan udang skala kecil diperlukan dalam upaya mendukung perikanan udang.

Pemerintah Daerah Aceh Timur harus melakukan pengelolaan agar stok udang dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan. Menurut Buku I Lampiran Perpres Nomor 5 Tahun 2010 dalam Purwanto (2013), bahwa pengelolaan perikanan secara benar diharapkan akan memberikan kontribusi positif dalam kaitan pertumbuhan ekonomi (*pro-growth*), pendapatan per kapita (*pro-poor*), dan kesempatan kerja (*pro-job*) namun tetap dengan mempertahankan kelestarian sumber daya alam dan lingkungan (*pro-environment*). Melakukan penataan jumlah alat tangkap yang digunakan dan memperhatikan perkiraan musim pemijahan harus sudah dijadikan dasar oleh Pemerintah Daerah Aceh Timur melalui instansi terkait dan kerja sama dalam melakukan sosialisasi penangkapan udang.

## KESIMPULAN

Nisbah kelamin udang kelong jenis *P. merguensis* di perairan Aceh Timur adalah tidak seimbang dengan jenis jantan yang lebih dominan, sementara untuk jenis *P. indicus* didapatkan seimbang. Pola pertumbuhan udang penaeid di perairan Aceh Timur adalah bersifat allometrik negatif dengan penambahan panjang karapas lebih cepat dari penambahan bobot. Musim pemijahan berlangsung sepanjang tahun dengan puncaknya pada bulan Februari untuk *P. merguensis*, serta bulan April dan Juni untuk udang *P. indicus*. Rata-rata ukuran pertama kali tertangkap (Lc) udang penaeid di perairan Aceh Timur lebih kecil dari rata-rata ukuran pertama kali matang goand, dengan demikian akan memengaruhi kelestarian sumber daya

## PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan Penelitian Karakteristik Biologi Perikanan, Habitat Sumber daya, dan Potensi Produksi Sumber daya Ikan di WPP 571 Selat Malaka Tahun Anggaran 2016 di Balai Penelitian Perikanan Laut, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan Jakarta. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Suwarso, M.Si. sebagai Penanggung jawab kegiatan penelitian WPP 571 Tahun 2016.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badrudin, Sumiono, B., & Wirdaningsih, N. (2002). Laju tangkap, hasil tangkapan maksimum (MSY), dan upaya optimum perikanan udang di perairan Laut Arafura. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan*, (8)4, 23-29.
- Bal, D.V., & Rao. (1984). Marine fisheries. New Delhi/ : Tata Mc. Graw-Hill Publishing Company Limited, 5–24 pp.
- Hargiyanto, T.I., Sumiono, B., & Suharyanto. (2013). Laju tangkap, kepadatan stok dan beberapa aspek biologi udang jerbung (*Penaeus Merguensis*) di perairan Dolak, Laut Arafura. *Bawal*, 5(2), 123-129.
- Kembaren, D., & Sumiono, B. (2012). Kelimpahan dan sebaran larva udang penaeid di perairan Pemangkat dan sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, (18)2, 117-124.
- Kembaren, D. et al. (2014). Laporan akhir penelitian stok dan optimasi pemanfaatan sumberdaya udang penaeid dan krustasea lain dalam mendukung industrialisasi perikanan di WPP 571 Selat Malaka – Laut Andaman Dan WPP 711 Selat Karimata – Laut Natuna – Laut Cina Selatan, 191 hlm.
- Kembaren, D.D., & Ernawati, T. (2015). Dinamika populasi dan estimasi rasio potensi pemijahan udang jerbung (*Penaeus merguensis* de Hann, 1907) di perairan Teluk Cendrawasih dan sekitarnya, Papua. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 21(3), 201–10.
- Kembaren, D.D., & Nurdin, E. (2015). Parameter populasi udang putih (*Penaeus mergueinsis*) di perairan Sampit dan sekitarnya, Kalimantan Tengah. *Bawal*, 7(2), 103–6.
- Naamin, N. (1984). Dinamika populasi udang putih (*Penaeus merguensis* de Mann) di perairan Arafura dan alternatif pengelolaannya. Institut Pertanian Bogor.
- Nastiti, A.S., Sumiono, B., & Fitriyanto, A. (2012). Distribusi spasial dan temporal juvenil udang dalam kaitannya dengan lingkungan perairan di Teluk Jakarta. *Jurnal Peneltian Perikanan Indonesia*, 18(3), 157-166.
- Nurdin, E., & Kembaren, D.D. (2015). Parameter populasi udang putih (*Penaeus merguensis*) di perairan Sampit dan sekitarnya, Kalimantan Tengah. *Jurnal Bawal*, (7)2, 103-109.

- Pane, A.R.P., & Kembaren, D. (2016). Parameter biologi udang kelong (*Penaeus merguensis*) di perairan Langsa, Aceh. Status Pemanfaatan Sumber Daya Ikan Di Perairan Selat Malaka (WPP – NRI 571).” In *Ref Graphika*. Jakarta, hlm. 96–106.
- Pane, A.R.P. (2016). Aspek biologi udang kelong pinggir (*Penaeus indicus* H. Milne Edwards) di perairan Kota Langsa, NAD. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan ke-5 dan Expo “Pengelolaan Sumberdaya Perairan Berkelanjutan Menuju Masa Depan Bangsa Indonesia yang Sejahtera”. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau dengan Direktorat Konservasi dan Kenanekaragaman Hayati Laut, Direktorat Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Riau.
- Putra, D.P., Baskoro, M.S., Wiyono, E.S., Wisudo, S.H., & Wudianto. (2014). Peran stakeholder dalam pengelolaan perikanan udang skala kecil di Kabupaten Cilacap Propinsi Jawa Tengah. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Penelitian Pengembangan Kelautan dan Perikanan, 20(3), 161-168.
- Purwanto. (2011). Model optimasi dengan sasaran beragam untuk pengelolaan perikanan udang di Laut Arafura. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 3(1), 61-79.
- Purwanto. (2013). Angka acuan sasaran untuk pengelolaan perikanan udang Laut Arafura dengan tujuan beragam. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 5(2), 73-85.
- Ramadhani, R., & Ernawati, T. (2013). Optimasi pemanfaatan sumberdaya udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di perairan Demak dan sekitarnya. Status pemanfaatan sumberdaya ikan di perairan Laut Jawa. Balai Penelitian Perikan Laut. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta, hlm. 67-80.
- Saputra, S.W., Sukimin, S., Boer, M., Affandi, R., & Monintja, D. (2005). Aspek reproduksi dan daerah pemijahan udang jari. *Ilmu Kelautan*, 10(1), 41–49.
- Steel, R.D.G., & Torrie, J.H. (1993). Prinsip dan prosedur stastika suatu pendekatan biometrik. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Suman, A., Monintja, D.R., Haluan, J., & Boer, M. (2006). Pola pemanfaatan sumberdaya udang dogol (*Metapenaeus ensis* de Hann) secara berkelanjutan di perairan Cilacap dan Sekitarnya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 12(1), 47-56.
- Suman, A., & Satria, F. (2010). Sumberdaya udang laut - dalam di Indonesia dan kemungkinan pemanfaatannya secara berkelanjutan. *Jurnal Kebijakan Perikanan Inodnesia*, 2(2), 113-119.
- Suman, A., & Satria, F. (2014). Opsi pengelolaan sumberdaya udang di Laut Arafura (WPP 718). *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 6(2), 97-104.
- Wedjatmiko & Yuliati. (2003). Beberapa aspek biologi udang jerbung (*Penaeus merguensis*) di perairan Mayangan, Pantai Utara Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(3), 27-34.
- Wedjatmiko. (2012). Strategi pengelolaan sumberdaya udang di perairan Selat Makassar. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 4(1), 17-25.