

**KONDISI OSEANOGRAFI DAN KUALITAS AIR DI BEBERAPA PERAIRAN
KEPULAUAN SERIBU DAN KESESUAIANNYA UNTUK BUDIDAYA
UDANG VANAME *Litopenaeus vannamei***

***OCEANOGRAPHY AND WATER QUALITY CONDITION IN SEVERAL WATERS OF
THOUSAND ISLANDS AND ITS SUITABILITY FOR WHITE SHRIMP
Litopenaeus vannamei CULTURE***

**Irzal Effendi^{*1,2}, Muhammad Agus Suprayudi¹, I Wayan Nurjaya^{2,3}, Enang Harris
Surawidjaja¹, Eddy Supriyono¹, Muhammad Zairin Junior¹, dan Sukenda¹**

¹Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB, Bogor

²Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, LPPM-IPB, Bogor

³Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

*E-mail: irzalef@gmail.com

ABSTRACT

The purposes of this study were to determine oceanographic and water quality parameters and their suitability for white shrimp Litopenaeus vannamei culture. The measurements were carried out on dry season in Semak Daun Island, Karya Island, and Panggang Island waters of Thousand Islands, with areas of 315.0, 12.0, and 102.8 ha, water depth average of 4.6 m (0.5-28.1 m), 14.6 m (0.5-26.7 m), and 5.3 m (0.8-13.6 m), mean current water velocity of 12.9, 12.7, and 13.5 cm/second, respectively. In the study areas, we found a diurnal tidal pattern with high wave in January and July-August. Based on temperature, salinity, and water density in Semak Daun Island waters, there seemingly occurred a turn over indicating a good water circulation, while in Panggang Island and Karya Island waters tended to have a stratification. Generally, water qualities in the study areas were in the optimum range for white shrimp culture, i.e., temperature of 29.6-30.8°C, turbidity of 0.10-1.05 NTU, transparency of 5.8-9.7 m, total suspended solid of <8 mg/L, total dissolved solid of 20-164 mg/L, pH of 6.89-7.22, salinity of 32.2-32.3, dissolved oxygen of 5.8-10.8 mg/L, ammonia of 0.068-0.145 mg/L, nitrate 1.247-2.589 mg/L, and phosphate of 1.021-2.352 mg/L. Moreover, in Semak Daun Island waters, we found the highest suitability for white shrimp culture due to its better water circulation.

Keywords: mariculture, coral reef waters, strait, water current, turnover, stratification.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oseanografi dan kualitas air di beberapa perairan di Kepulauan Seribu, dan kemungkinannya untuk budidaya udang vaname *Litopenaeus vannamei* di laut. Pengamatan dilakukan pada saat musim kemarau. Perairan laut yang diamati adalah di sekitar Pulau Semak Daun, Pulau Pulau Karya dan Pulau Panggang yang memiliki luas masing-masing 315,0; 12,0; dan 102,8 ha, dengan kedalaman air rata-rata 4,6 m (berkisar 0,5-28,1 m); 14,6 m (0,5-26,7 m); dan 5,3 m (0,8-13,6 m), serta kecepatan arus 12,9; 12,7; dan 13,5 cm/detik. Di ketiga lokasi tersebut pasang surut bersifat diurnal dan gelombang tinggi terjadi pada Februari dan Juli-Agustus. Berdasarkan kondisi suhu, salinitas, dan densitas air laut pada saat pasang dan surut, perairan Pulau Semak Daun tampaknya cenderung terjadi *turnover* yang mengindikasikan sirkulasi air yang bagus, sedangkan di gosong Pulau Panggang dan Pulau Karya terjadi stratifikasi. Kualitas air di ketiga lokasi umumnya berada pada kisaran yang optimum untuk udang vaname, yakni suhu berkisar 29,6-30,8°C; kekeruhan 0,1-1,05 NTU; kecerahan 5,8-9,7 m; padatan tersuspensi < 8 mg/L; padatan terlarut total 20-164 mg/L; pH 6,89-7,22; salinitas 32,2-32,3; oksigen terlarut 5,8-10,8 mg/L; amonia 0,068-0,145 mg/L; nitrat 1,247-2,589 mg/L; dan fosfat 1,021-2,352 mg/L, namun demikian perairan Pulau Semak Daun memiliki kesesuaian yang paling tinggi karena memiliki sirkulasi air yang lebih bagus.

Kata kunci: marikultur, perairan terumbu karang, selat, arus air, pengadukan, stratifikasi

I. PENDAHULUAN

Untuk memenuhi kebutuhan udang dunia yang diperkirakan mencapai 5 juta ton per tahun dan baru dipenuhi sebanyak 3,6 juta ton, dengan 2,37 juta ton diantaranya adalah udang vaname *Litopenaeus vannamei* (FAO-GLOBEFISH, 2015), maka diperlukan upaya peningkatan produksi. Upaya tersebut dilakukan melalui intensifikasi dan ekstensifikasi budidaya udang di tambak. Di tengah upaya tersebut, ada potensi sumber daya alam yang sangat besar yang juga bisa dimanfaatkan untuk peningkatan produksi udang, yaitu laut. Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki laut seluas 5,8 juta km², 17 504 pulau dan garis pantai sepanjang 95 181 km tentu menyimpan potensi yang besar untuk pengembangan budidaya udang di laut. Dengan kandungan oksigen terlarut alami yang relatif tinggi, budidaya udang di laut tidak memerlukan kincir sehingga bisa menghemat biaya produksi. Udang yang dibudidayakan di laut, yang memiliki salinitas yang relatif tinggi dibandingkan dengan tambak, juga memiliki tekstur, rasa, warna dan bau produk yang lebih baik (Liang *et al.*, 2008, Maicá *et al.*, 2014). Dengan demikian, pengembangan budidaya udang di laut selain untuk peningkatan volume produksi juga dalam rangka menekan biaya produksi dan meningkatkan mutu produk.

Upaya membudidayakan udang di laut sudah dilakukan antara lain oleh Paquotte *et al.* (1998), Lombardi *et al.* (2006), Zarain-Herzberg *et al.* (2006), Zarain-Herzberg *et al.* (2010), namun kelangsungan hidup, pertumbuhan, konversi pakan (*feed conversion ratio*, FCR) dan produktivitas udang masih sangat bervariasi. Kinerja pertumbuhan berkisar antara 0,06-0,26 g/hari, kelangsungan hidup 19,7-100,0% dan FCR 0,72-5,44. Hal ini tampaknya mengindikasikan teknologi budidaya udang di laut ini belum mantap, termasuk belum diketahuinya kriteria lokasi yang cocok. Pemahaman secara komprehensif oseanografi dan kualitas air laut dan pemilihan lokasi yang cocok untuk

pengembangan budidaya laut (marikultur) merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan dan keberlanjutan usaha (Perez *et al.*, 2003a, Perez *et al.*, 2003b, Perez *et al.*, 2005, Dapueto *et al.*, 2015), termasuk pengembangan marikultur udang. Hal ini disebabkan oleh sistem produksi marikultur yang umumnya bersifat *water-based aquaculture*, yakni wadah produksi berada dalam badan air, yang berbeda dengan tambak yang bersifat *land-based aquaculture*. Pada *water-based aquaculture* faktor alami lingkungan suatu perairan sangat besar dan menentukan dan bahkan tidak bisa dikontrol (Bardach *et al.*, 1972, Edward, 2000, Effendi, 2010). Dinamika perairan laut, yang merupakan faktor eksternal pada sistem marikultur, langsung berdampak kepada biota kultur tanpa bisa dicegah, karena tidak ada batas penghalang sedikitpun antara sistem marikultur dengan ekosistem sekitarnya (*open access*). Aliran masa air di laut tidak akan pernah berhenti akibat adanya gaya Coriolis, yakni perputaran bumi pada porosnya, yang menjadi faktor penggerak masa air yang abadi (Hadi dan Radjawane, 2011). Lingkungan perairan demikian, yang berbeda dengan tambak, akan berdampak kepada fisiologi dan biokimia udang kultur secara langsung dan pada akhirnya akan mempengaruhi kinerja produksi marikultur (Dapueto *et al.*, 2015). Di alam, perubahan suhu perairan yang sangat kecil saja (sekitar 0,02°C) dapat menyebabkan perubahan kepadatan populasi ikan di laut (Laevastu dan Hayes, 1981).

Hampir tidak ada penelitian tentang keseuaian lokasi untuk budidaya udang di laut, tidak seperti untuk budidaya ikan (*fin fish*). Lokasi untuk membudidayakan udang di laut, untuk sementara, bisa mengacu kepada kriteria untuk marikultur pada umumnya, yakni perairan laut terlindung berupa berupa teluk, selat, dan perairan terumbu karang atau gosong (Effendi, 2010). Teluk adalah tubuh perairan yang menjorok ke daratan dan relatif terlindung oleh daratan pada ketiga sisinya, memiliki pergantian masa air yang relatif lama dibandingkan dengan gosong atau selat,

bahkan pada bagian yang paling menjorok ke daratan cenderung stagnan dengan kadar oksigen yang relatif rendah (Desa *et al.*, 2005). Selat adalah perairan berupa lorong sempit yang menghubungkan dua badan air yang lebih besar, umumnya memiliki arus air yang relatif lebih kuat akibat penyempitan masa air, sering terjadi pengadukan (*turnover*) yang menyebabkan jarang terjadi adanya stratifikasi suhu dan keragaman biota relatif rendah (Hop *et al.*, 2006). Perairan yang mengalami *turnover*, pada tingkat tertentu mengindikasikan adanya sirkulasi air yang baik untuk penyediaan oksigen terlarut dan penyebaran makanan alami melalui *upwelling* (Monteiro dan Largier, 1999, Behrenfeld *et al.*, 2006). Perairan terumbu karang relatif terlindung karena keberadaan karang yang berfungsi sebagai *barrier reefs* sehingga bisa meredam energi gelombang turbulensi dan mengubahnya menjadi arus laminar, sirkulasi air relatif bagus, habitat penting kebanyakan biota laut sehingga keragaman biota relatif tinggi (Odum dan Odum, 1995, Sutton, 1985).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi oseanografi dan kualitas air laut di perairan Pulau Semak Daun, Pulau Karya dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, Jakarta dan kesesuaiannya untuk budidaya udang vaname di dalam karamba jaring apung. Perairan Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang mewakili perairan gosong, sedangkan Pulau Karya mewakili perairan selat. Kedua jenis perairan terlindung tersebut yang umumnya terdapat di kepulauan ini. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh informasi awal kondisi lingkungan laut di ketiga lokasi terlindung tersebut dan kesesuaiannya untuk budidaya udang.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada saat musim kemarau dengan curah hujan bulanan berkisar antara 100-400 mm, suhu dan kelembaban udara masing-masing berkisar antara 26-

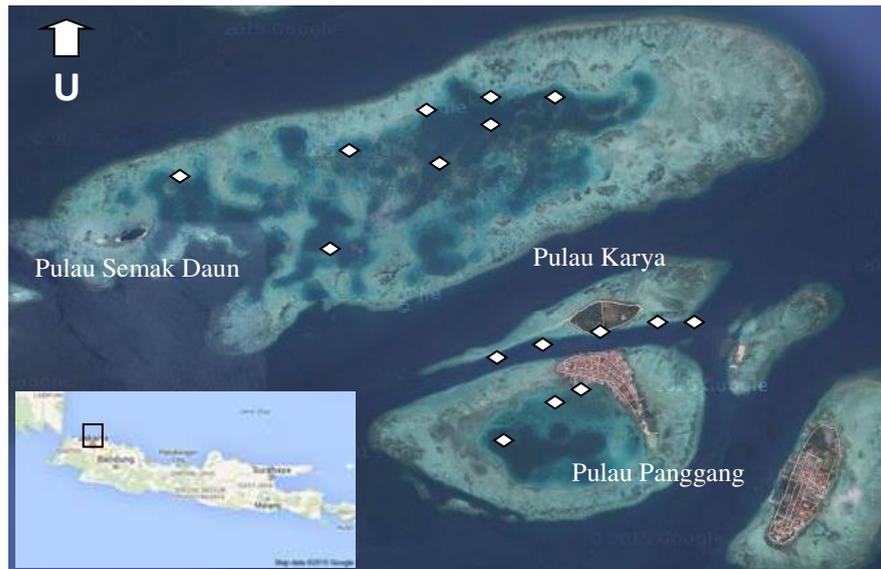
32°C dan 80-85%. Pengambilan data primer oseanografi dan kualitas air dilakukan pada saat laut pasang dan surut. Lokasi penelitian adalah perairan gosong Pulau Semak Daun, selat Pulau Karya, dan gosong Pulau Panggang (Gambar 1). Lokasi tersebut merupakan bagian dari Kelurahan Pulau Panggang, Kecamatan Kepulauan Seribu Utara, Kabupaten Administratif Kepulauan Seribu, Jakarta, Indonesia. Pulau Semak Daun, Pulau Karya dan Pulau Panggang memiliki luas daratan dan perairan masing-masing 0,5 dan 315,0 ha; 6,0 dan 12,0 ha; 9,0 dan 102,8 ha. Perairan gosong Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang sudah digunakan untuk budidaya ikan dalam karamba jaring apung (KJA) dan karamba jaring tancap (KJT), sedangkan selat Pulau Karya untuk KJA saja.

2.2. Parameter Pengamatan dan Pengumpulan Data

2.2.1. Oseanografi

Pengamatan oseanografi mencakup luas perairan, batimetri, arus (kecepatan dan arah), pasang surut (pasut), gelombang, suhu, salinitas dan densitas air laut. Pengamatan batimetri dilakukan dengan menggunakan *echosounder*, dan pada kedalaman yang sangat dangkal (<2 m) digunakan *stick* berskala. *Echosounder* dipasang di kapal dan kapal ini bergerak (*tracking*) di lokasi penelitian untuk mendeteksi dan mencatat setiap kedalaman laut yang dilintasinya. Pengukuran arus, suhu, salinitas dan densitas air laut dilakukan di 19 stasiun pengamatan di perairan Pulau Semak Daun, 14 stasiun di perairan Pulau Karya dan 8 stasiun di perairan Pulau Panggang.

Arus atau gerak air laut diukur dengan menggunakan *current meter* pada berbagai kedalaman, sejak permukaan hingga dasar perairan. Pengukuran di setiap stasiun pengamatan dilakukan di atas kapal. Pasang surut diukur dengan *tide meter* (*tide gauge*) yang mengukur perubahan muka laut dengan sensor yang dipasang di atas permukaan air laut, dan kemudian direkam ke dalam komputer. Alat ini dipasang di Balai Informasi



Gambar 1. Lokasi penelitian di Kepulauan Seribu, Jakarta. Wajik putih menunjukkan stasiun pengamatan arus dan kualitas air laut yang tersebar di setiap lokasi penelitian.

Sea Farming di gosong Pulau Semak Daun yang bersifat permanen, sehingga bisa mendeteksi perubahan ketinggian permukaan air laut. Ketinggian gelombang, yang diukur dari puncak hingga lembah amplitudo, di lokasi penelitian diturunkan dari data angin (data sekunder) yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi dan Geofisika Jakarta, sehingga bisa diperoleh gambaran tinggi gelombang selama setahun dalam 10 tahun terakhir. Suhu, Salinitas dan densitas air laut diukur dengan menggunakan CTD (*conductivity temperature depth*) pada berbagai kedalaman laut.

2.2.2. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati mencakup peubah suhu, kekeruhan, kecerahan, padatan tersuspensi total/*total suspended solid* (TSS), padatan terlarut total/*total dissolved solid* (TDS), pH, salinitas, oksigen terlarut/*dissolved oxygen* (DO), amonia (sebagai *total ammonia nitrogen*), nitrat, fosfat, fitoplankton dan zooplankton. Pengamatan kualitas air dan pengambilan contoh air dilakukan pada stasiun yang sama untuk pengamatan arus, suhu, salinitas dan densitas air laut.

Suhu, kecerahan, pH, salinitas dan DO diukur masing-masing dengan menggu-

nakan termometer, Secchi *disk*, pHmeter, refraktometer dan DOMeter secara *in situ*. Kekeruhan, TSS, TDS, amonia, nitrat dan fosfat diukur di Laboratorium Lingkungan Akuakultur Departemen Budidaya Perairan FPIK-IPB, Bogor pada sampel air yang diambil dari lokasi penelitian. Beberapa sampel air difiksasi terlebih dahulu sebelum dibawa ke laboratorium dengan menggunakan *cool box*. Kekeruhan diukur dengan metode nephelometri, TSS dan TDS dengan gravimetri, sedangkan amonia, nitrat dan fosfat dengan metode kalorimetrik. Fitoplankton dan zooplankton diamati di bawah mikroskop, di laboratorium tersebut di atas, dari sample air yang diambil di lokasi penelitian yang telah disaring menggunakan *plankton net*, kemudian dihitung jumlah taksa, kelimpahan, keragaman, keseragaman dan dominansi.

2.3. Analisis Data

Data oseanografi dan kualitas air laut dianalisis secara deskriptif, kemudian dibandingkan dengan standar mutu untuk biota laut dan tambak udang, guna memperoleh gambaran kesesuaiannya untuk budidaya udang di laut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Oseanografi

Perairan gosong Pulau Semak Daun memiliki kedalaman mulai dari 0,5 m hingga 28,1 m dengan rata-rata 4,6 m, sebagian besar (70,9%) berkedalaman <5 m, sebanyak 16,2% berkedalaman 5-10 m, dan sebagian kecil (12,9%) berkedalaman 10-28 m (Tabel 1). Perairan selat Pulau Karya memiliki kedalaman berkisar antara 0,5-26,7 dengan rata-rata 14,6 m, sebagian besar (80,4%) berkedalaman 10-27 m, sebanyak 7,5% berkedalaman 5-10, dan 22,1% berkedalaman <5 m. Gosong Pulau Panggang memiliki kedalaman laut berkisar antara 0,8-13,6 m dengan rata-rata 5,3 m, sebagian besar (66,6%) berkedalaman <5 m, sebagian kecil (13,4%) berkedalaman 5-10 m, dan sebanyak 20% berkedalaman 10-20 m. Perairan gosong umumnya lebih dangkal dibandingkan dengan selat.

Pada saat penelitian, arah arus air laut umumnya menuju timur-tenggara di perairan Pulau Semak Daun dengan kecepatan

berkisar antara 1,2-55,2 cm/detik dengan rata-rata 12,9 cm/detik (Tabel 2). Di selat Pulau Karya arus laut sebagian besar menuju tenggara-selatan berkecepatan rata-rata 12,7 dan berkisar antara 1,9-28,0 cm/detik. Di gosong Pulau Panggang arus laut sebagian besar menuju tenggara-selatan dengan kecepatan rata-rata mencapai 13,5 cm/detik dan berkisar antara 4,4-19,1 cm/detik. Kecepatan arus laut minimal di selat Pulau Karya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan di gosong Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang, meskipun kecepatan rata-ratanya masih lebih rendah dibandingkan dengan di gosong Pulau Panggang.

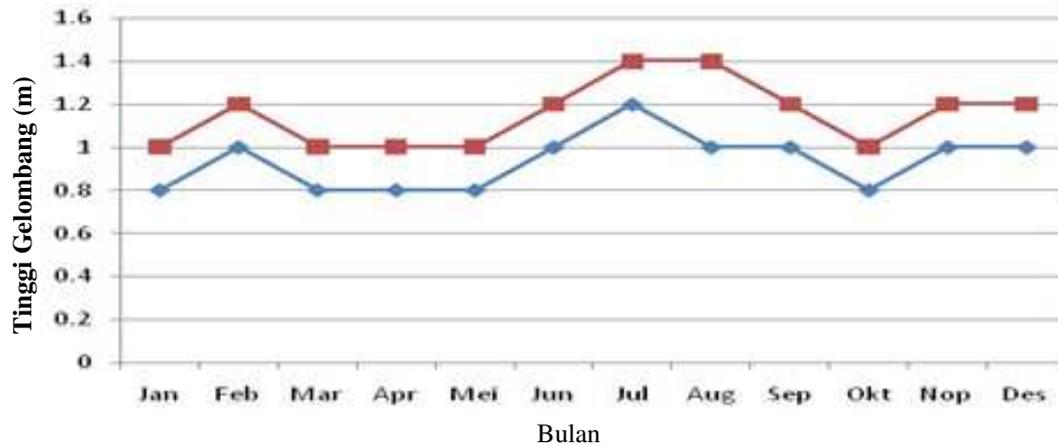
Pasang surut air laut di lokasi penelitian tampaknya bersifat *diurnal*, artinya pasang dan surut hanya terjadi sekali dalam 24 jam. Tinggi gelombang laut selama setahun dalam 10 tahun terakhir disajikan dalam Gambar 2, dan gelombang tinggi rata-rata terjadi pada Juli, Agustus dan Februari. Pada Juli-Agustus, gelombang laut mencapai ketinggian maksimum hingga 1,4 m dan minimum 1,2 m, sedangkan pada Januari menca-

Tabel 1. Persentasi kedalaman laut di perairan Pulau Semak Daun, Pulau Karya dan Pulau Panggang (%).

Kedalaman (m)	Pulau Semak Daun	Pulau Karya	Pulau Panggang
<2,5	45,5	22,1	66,6
2,5-5,0	25,4		
5,0-7,5	10,3	3,9	13,4
7,5-10	5,9	3,6	
10,0-15,0		8,5	
15,0-20,0	12,9	20,3	20,0
>20,0		41,6	

Tabel 2. Kecepatan dan arah arus pada kedalaman 0-2 m di di perairan Pulau Semak Daun, Pulau Karya dan Pulau Panggang.

Arus	Pulau Semak Daun	Pulau Karya	Pulau Panggang
Kecepatan (cm/detik)			
- Rata-rata	12,9	12,7	13,5
- Min.-maks.	1,2-55,2	1,9-28,0	4,4-19,1
Arah	Ke timur-tenggara (100°)	Ke tenggara-selatan (163°)	Ke tenggara-selatan (163°)



Gambar 2. Tinggi gelombang maksimum (garis merah) dan minimum (garis biru) rata-rata bulanan selama 10 tahun terakhir di lokasi penelitian.

pai nilai maksimum 1,2 m dan minimum 1,0 m. Dengan demikian terdapat dua kali gelombang tinggi selama setahun yakni pada Januari dan Juli/Agustus.

Suhu perairan di gosong Pulau Semak Daun berkisar antara 28,6-29,7°C relatif lebih rendah dibandingkan dengan di selat Pulau Karya yang berkisar antara 29,6-30,6°C atau gosong Pulau Panggang yang berkisar antara 29,2-30,9°C (Gambar 3). Suhu di gosong Pulau Semak Daun relatif bervariasi antar stasiun pengamatan dan merata dari permukaan hingga dasar perairan (kedalaman 13-14 m), baik pada saat pasang maupun surut, dan ini menunjukkan adanya *turnover*. Di selat Pulau Karya suhu hangat di permukaan dan menjadi relatif dingin dengan bertambahnya kedalaman, terutama pada saat pasang, yang menunjukkan adanya stratifikasi. Pola yang sama juga terjadi di gosong Pulau Panggang, pada saat pasang maupun surut.

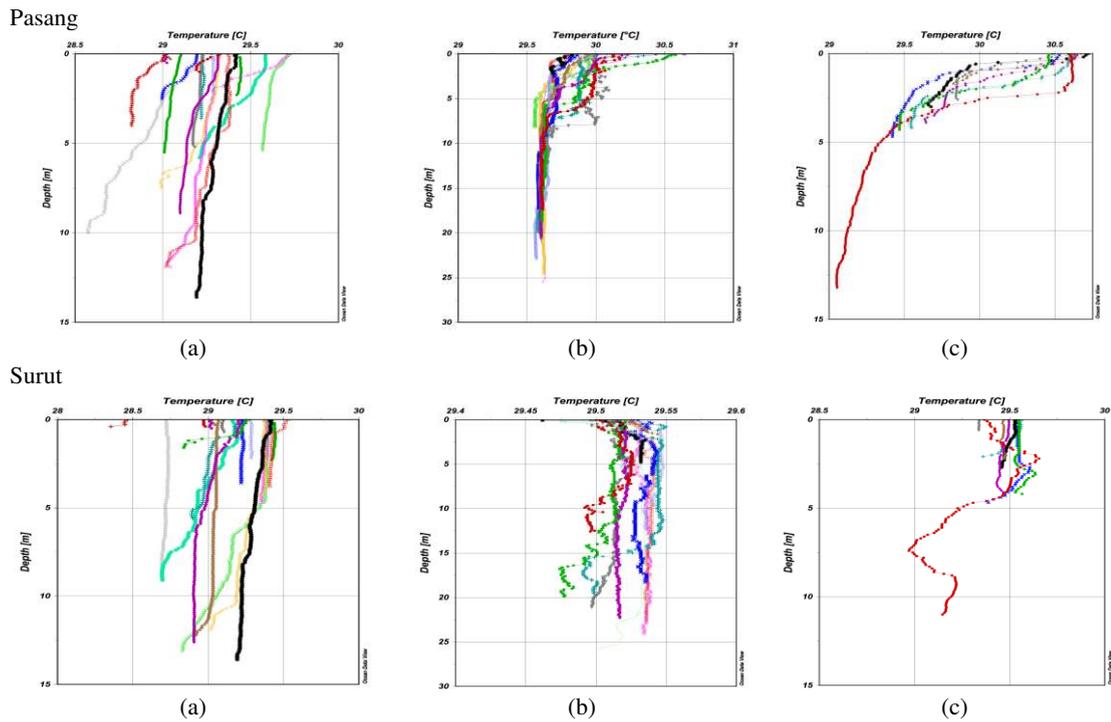
Salinitas air laut di gosong Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang relatif bervariasi (antara 30,90-31,47 psu) antar stasiun pengamatan, dibandingkan dengan selat Pulau Karya yang relatif konstan (sekitar 31,3 psu), baik pada saat pasang maupun surut. Di gosong Pulau Panggang, salinitas yang relatif tinggi terutama terjadi pada saat pasang (Gambar 4), dan rendah pada saat surut.

Densitas air laut di lokasi penelitian mengikuti dinamika suhu dan salinitas, yakni

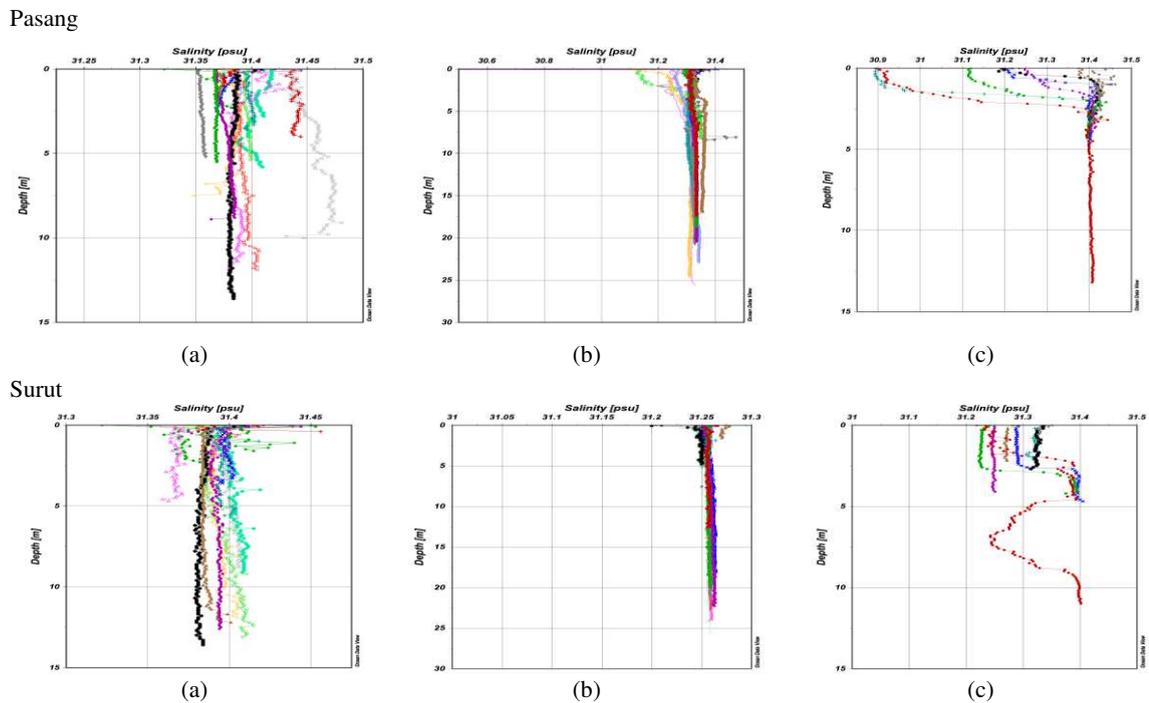
relatif bervariasi antar stasiun pengamatan di gosong Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang dan konstan di selat Pulau Karya (Gambar 5). Di gosong Pulau Panggang memperlihatkan pola stratifikasi densitas terutama pada saat pasang. Densitas air laut di lokasi kajian umumnya berkisar antara 1018-1020 kg/m³, relatif lebih rendah dibandingkan dengan densitas air laut pada umumnya yang biasanya mencapai 1025 kg/m³.

3.1.2. Fisika-kimia Air

Hasil pengamatan fisika-kimia air di ketiga lokasi yang dikaji umumnya berada pada kisaran yang optimum untuk udang vaname yang didasarkan kepada baku mutu untuk biota laut (Kepmen LH No 51 Tahun 2004) dan standar lingkungan budidaya udang di tambak suatu perusahaan swasta (Tabel 3). Air laut relatif jernih yang ditunjukkan oleh nilai kekeruhan dan padatan tersuspensi yang rendah masing-masing sebesar 0,10-1,05 NTU dan <8 mg/L jauh di bawah baku mutu untuk biota laut dan udang tambak masing-masing sebesar 5 NTU (*nephelometric turbidity units*) dan 20 mg/L. Salinitas (32,2-32,3 g/L) berada dalam kisaran yang bisa diterima oleh udang vaname sebagai organisme *euryhaline* yang bisa hidup pada kisaran salinitas 0,5-35,0 g/L, meskipun sedikit di bawah kisaran optimum untuk biota laut.

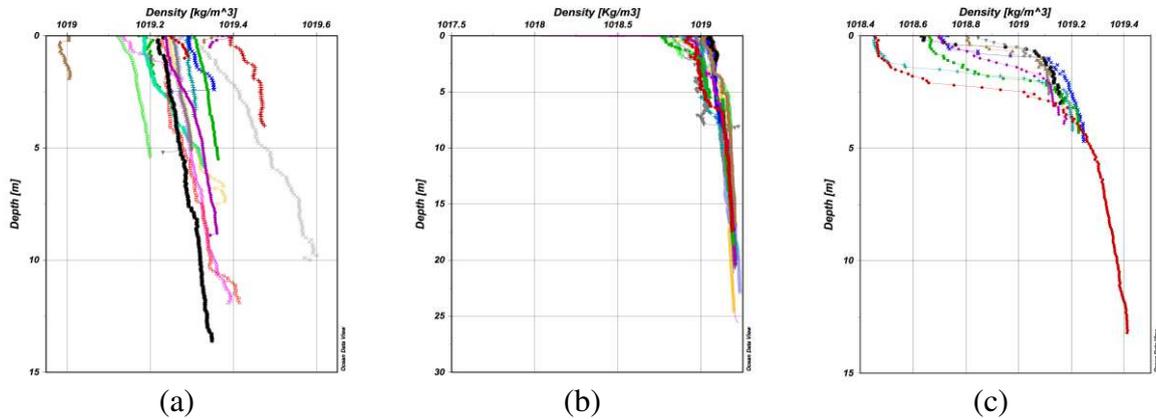


Gambar 3. Suhu air laut di gosong Pulau Semak Daun (a), selat Pulau Karya (b) dan gosong Pulau Panggang (c) masing-masing pada saat pasang dan surut di setiap stasiun pengamatan (yang ditunjukkan oleh berbagai warna kurva).

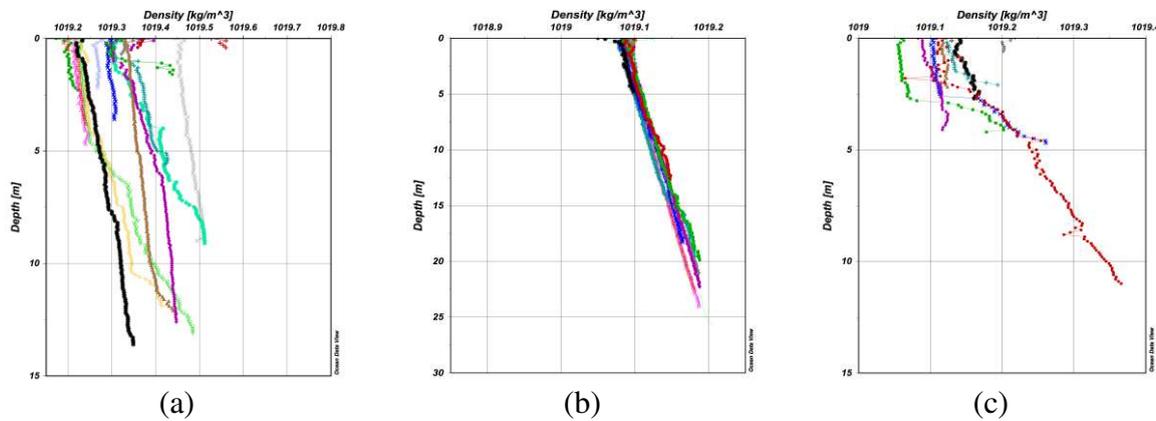


Gambar 4. Salinitas air laut di gosong Pulau Semak Daun (a), perairan selat Pulau Karya (b) dan gosong Pulau Panggang (c) masing-masing pada saat pasang dan surut di setiap stasiun pengamatan (yang ditunjukkan oleh berbagai warna kurva).

Pasang



Surut



Gambar 5. Densitas di perairan gosong Pulau Semak Daun (a), perairan selat Pulau Karya (b) dan gosong Pulau Panggang (c) masing-masing pada saat pasang dan surut di setiap stasiun pengamatan (yang ditunjukkan oleh berbagai warna kurva).

Kandungan oksigen terlarut pada perairan di lokasi yang dikaji berkisar antara 5,8-10,8 mg/L berada pada kisaran yang layak untuk kehidupan biota laut dan udang tambak yang masing-masing mensyaratkan > 5 mg/L dan 5-9 mg/L. Kandungan oksigen terlarut menurun dengan bertambahnya kedalaman, namun pada kedalaman 2 m, yakni kedalaman dasar wadah sistem KJA dimana biasanya udang berkumpul, peubah ini masih tetap optimal untuk udang.

Hasil pengamatan fitoplankton di perairan yang dikaji menunjukkan jumlah taksa paling banyak ditemukan di gosong Pulau Panggang, namun kelimpahan tertinggi terjadi di gosong Pulau Semak Daun (Tabel 4). Kondisi tersebut di atas menunjukkan bahwa

perairan gosong telah terjadi penyuburan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perairan selat. Fitoplankton di perairan gosong (Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang) relatif lebih beragam dibandingkan dengan perairan selat (Pulau Panggang-Pulau Karya), bahkan di perairan terakhir memiliki potensi dominansi fitoplankton tertentu yang ditunjukkan oleh indeks dominansi yang mencapai 0,33.

Jumlah taksa, kelimpahan dan indeks keragaman zooplankton selalu di bawah nilai untuk fitoplankton. Sebagaimana pada fitoplankton, keragaman zooplankton di perairan gosong (1,73 dan 1,91) lebih tinggi dibandingkan dengan selat (1,09), dan bahkan pada perairan terakhir memiliki poten-

Tabel 3. Fisika dan kimia air laut di perairan Pulau Semak Daun, Pulau Karya dan Pulau Panggang, dan baku mutu air laut untuk biota laut dan udang tambak *Litopeneus vannamei*.

No.	Parameter	Kedalaman (m)	Perairan			Baku Mutu	
			Pulau Semak Daun	Pulau Karya	Pulau Panggang	Biota Laut ¹⁾	Udang Tambak ²⁾
A Fisika							
1	Suhu (°C)	0 ³⁾	29,9	30,3	30,8	28-30	28-32
		1	29,7	30,3	30,8		
		2	29,6	30,3	30,8		
2	Kekeruhan (NTU)	0	0,10	0,95	0,72	5	
		1	0,62	1,05	0,65		
		2	0,63	0,31	0,86		
3	Kecerahan (m)	-	6,9	9,7	5,8	> 5	0,3-0,4
4	Padatan Tersuspensi (mg/L)	0	< 8	< 8	< 8	<20	
		1	< 8	< 8	< 8		
		2	< 8	< 8	< 8		
5	Padatan Terlarut (mg/L)	0	34	164	25		
		1	85	36	20		
		2	34	35	40		
B Kimia							
1	pH	0	6,93	6,89	7,09	7-8,5	7-8,3
		1	7,13	7,12	7,22		
		2	7,20	7,18	7,20		
2	Salinitas (ppt)	0	32,2	32,2	32,2	33-34	0,5-35,0
		1	32,2	32,2	32,3		
		2	32,2	32,3	32,3		
3	Oksigen Terlarut (mg/L)	0	9,4	8,7	10,8	>5	5 – 9
		1	7,6	6,5	9,1		
		2	7,4	5,8	7,8		
4	Amonia (mg/L)	0	0,145	0,091	0,068	< 0,3	<0,3
		1	0,122	0,118	0,088		
		2	0,127	0,140	0,113		
5	Nitrat (mg/L)	0	2,349	2,109	1,298	0,008	< 60
		1	1,738	2,586	1,247		
		2	1,209	1,325	2,323		
6	Fosfat (mg/L)	0	2,123	1,892	1,108	0,015	
		1	1,533	2,352	1,058		
		2	1,021	1,134	2,098		

1) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

2) SOP PT CPB

3) Pengukuran dilakukan beberapa cm di bawah permukaan air

Tabel 4. Jumlah taksa, kelimpahan, keragaman, keseragaman dan dominansi fitoplankton dan zooplankton.

No	Parameter	Pulau Semak Daun		Pulau Karya		Pulau Panggang	
		Fito-plankton	Zooplank-ton	Fito-plankton	Zooplank-ton	Fito-plankton	Zooplank-ton
1	Jumlah Taksa	21	12	28	5	33	10
2	Kelimpahan (ind./m ³)	264.775	43.225	198.625	5.250	198.275	18.725
3	Indeks Keragaman	1,84	1,73	1,68	1,09	2,10	1,91
4	Indeks Keseragaman	0,60	0,69	0,50	0,68	0,60	0,87
5	Indeks Dominansi	0,23	0,26	0,33	0,47	0,21	0,18

si dominansi oleh salah satu zooplankton yang ditunjukkan oleh nilai indeks dominansi yang paling tinggi (0,47). Secara umum, kondisi fitoplankton dan zooplankton di perairan yang dikaji masih layak untuk pengembangan budidaya udang di laut.

3.2. Pembahasan

Budidaya udang vaname di laut merupakan suatu terobosan baru dalam meningkatkan produksi, yang selama ini dilakukan di tambak. Masih sangat banyak aspek yang perlu diteliti untuk membangun teknologi budidaya udang di laut, termasuk teknik pemilihan lokasi. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kondisi oseanografi dan kualitas air gosong Pulau Semak Daun, selat Pulau Karya dan gosong Pulau Panggang. Ketiga lokasi tersebut sudah digunakan oleh masyarakat untuk budidaya ikan dalam KJA dan KJT, sehingga menjadi pertanyaan apakah juga bisa digunakan untuk budidaya udang, mengingat terdapat perbedaan fisiologis dan tingkah laku antara udang dengan ikan. Untuk itu penelitian ini dilakukan yakni mengamati kondisi oseanografi dan kualitas air, kemudian membandingkan kondisi tersebut dengan standar mutu untuk biota laut dan tambak udang yang ada guna menjawab pertanyaan tersebut. Dari penelitian ini diharapkan bisa diperoleh informasi

awal dalam penyusunan kriteria oseanografi dan kualitas air untuk keperluan pemilihan lokasi. Untuk keperluan pemilihan lokasi budidaya udang di laut masih belum ada kriteria baku yang khusus seperti pada budidaya di tambak.

Kondisi batimetri di ketiga lokasi tersebut bisa diklasifikasikan menjadi 3 kelompok, yakni <5 m, 5-10 m dan >10 m (lihat Tabel 1). Sesuai dengan persyaratan sistem budidaya yang akan dikembangkan, perairan yang berkedalaman <5 m bisa digunakan untuk budidaya udang dalam KJT dan *penculture*, sedangkan yang 5-10 m atau >10 m untuk budidaya udang dalam KJA (Beveridge, 1996). KJT dan *penculture* bersifat *fix* oleh patok yang ditancapkan ke dasar laut, sedangkan KJA mengikuti permukaan air laut oleh komponen pelampung. Berdasarkan deskripsi tersebut di atas, gosong Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang bisa digunakan untuk KJA dan KJT masing-masing dengan proporsi 29-33 dan 67-71%, sedangkan selat Pulau Karya sebagian besar bisa untuk KJA dan sebagian kecil saja untuk KJT. Batimetri laut di selat ini pada kedalaman <5 m relatif curam sehingga mungkin menyulitkan membangun KJT apalagi *penculture*.

Arus sebagai gerakan mengalirnya suatu masa air dapat disebabkan oleh tiupan

angin, atau karena perbedaan densitas air laut atau dapat juga disebabkan oleh tekanan air (Illahude, 1999). Arus air laut di gosong Pulau Semak Daun, selat Pulau Karya dan gosong Pulau Panggang yang bergerak dari barat menuju timur, tenggara atau selatan masing-masing dengan kecepatan rata-rata 12,9; 12,7 dan 13,5 cm/detik (Tabel 2). Arus air laut rata-rata tersebut tergolong dalam kisaran optimum untuk marikultur di pesisir (*coastal mariculture*) dalam KJA, KJT atau *penculture*. Menurut Effendi (2010), kecepatan arus air laut untuk budidaya ikan dalam KJA atau KJT pada sistem *coastal mariculture* berkisar antara 10-35 cm/detik. Arus laut merupakan peubah penting kriteria lokasi untuk marikultur yang menyatakan kondisi sirkulasi air laut terkait dengan ketersediaan oksigen terlarut bagi biota kultur.

Gelombang tinggi di perairan laut sekitar lokasi penelitian terjadi pada Juli, Agustus dan Februari (lihat Gambar 2). Pada saat tersebut diperkirakan akan berdampak terhadap udang kultur, dari kesulitan mengambil pakan hingga stres, terutama pada stadia larva hingga juvenil. Informasi ini bisa dimanfaatkan untuk penyusunan pola tebar udang yang dibudidayakan di laut. Siklus produksi disesuaikan dengan kondisi alam, yakni dengan mengatur waktu tanam di dalam pola tanam. Namun demikian, gelombang tinggi tersebut ketika memasuki kawasan perairan terumbu karang dan selat di antara pulau-pulau kecil Kepulauan Seribu akan mengalami reduksi sehingga mungkin menjadi tidak berbahaya bagi infrastruktur produksi marikultur termasuk KJA. Energi gelombang akan diredam oleh karang yang terdapat di perairan terumbu karang (*barrier reef*), sehingga seringkali berubah menjadi gelombang laminar (semilir) dengan kecepatan arus sekitar 10-35 cm/detik.

Secara umum suhu, kekeruhan, TSS, TDS, pH, salinitas, DO, amonia, nitrat, fosfat perairan di ketiga lokasi tergolong dalam kisaran optimum untuk budidaya udang vaname berdasarkan kepada standar mutu air

laut untuk biota laut dan tambak udang, sehingga ketiga lokasi tersebut bisa digunakan untuk budidaya udang. Kandungan oksigen terlarut di gosong Pulau Semak Daun, selat Pulau Karya dan gosong Pulau Panggang berkisar masing-masing antara 7,4-9,4; 5,8-8,7 dan 7,8-10,8 mg/L, bahkan di perairan terakhir mencapai nilai jenuh. Oksigen terlarut di perairan merupakan faktor pembatas (*limiting factor*) di dalam produksi akuakultur, ketiadaan bahkan ketidakcukupan oksigen berarti ketiadaan produksi (Rosas *et al.*, 1997, Rosas *et al.*, 1999). Tingginya kandungan oksigen terlarut di laut secara alami merupakan keunggulan budidaya udang di laut karena tidak memerlukan kincir (Paquotte *et al.*, 1998, Zarain-Herzberg *et al.*, 2010). Paramater kualitas air laut yang berbeda secara signifikan dengan perairan tambak adalah kecerahan. Nilai kecerahan air laut relatif tinggi dibandingkan dengan baku mutu udang tambak yang hanya 5 m, bahkan untuk tambak hanya sekitar 0,3-0,4 m. Berdasarkan pengamatan di laut, udang vaname pada siang hari berada di bagian bawah dan dasar kantong jaring KJA kemudian bergerak menyebar ke tengah dan permukaan air ketika malam tiba. Ketika udang bertumpuk di dasar, untuk menghindari cahaya yang terlalu kuat, berpotensi terjadinya persaingan ruang dan pakan dan bisa menyebabkan udang stress. Penggunaan peneduh di atas kantong jaring KJA atau shelter di dalam wadah budidaya guna mengurangi cahaya berdampak positif terhadap kinerja produksi udang yang dibudidayakan di laut (berdasarkan pengamatan di lapangan).

Meskipun secara umum kualitas air laut di lokasi penelitian berada dalam kisaran yang optimum untuk budidaya udang, namun dibayang-bayangi oleh dinamika air laut yang mungkin terjadi di ketiga lokasi tersebut yang bisa mempengaruhi kualitas air. Dinamika air laut salah satunya digambarkan oleh parameter suhu, salinitas dan densitas air laut. Suhu merupakan peubah penting dalam akuakultur dan merupakan faktor pengontrol metabolisme udang (Ponce-Palafox

et al., 1997). Suhu perairan di gosong Pulau Semak Daun mengalami *turnover*, baik pada saat pasang maupun surut, yang diperlihatkan oleh meratanya parameter ini dari permukaan hingga dasar perairan (kedalaman 13-14 m) pada setiap stasiun pengamatan, meskipun terdapat variasi antar stasiun. Sebaliknya pada di selat Pulau Karya suhu hangat di permukaan dan menjadi relatif dingin dengan bertambahnya kedalaman, terutama pada saat pasang, yang menunjukkan adanya stratifikasi suhu. Pola yang sama juga terjadi di gosong Pulau Panggang, baik pada saat pasang maupun surut. Dilihat dari kepentingan budidaya udang dalam KJA, perairan yang *turnover* itu lebih baik dibandingkan dengan yang mengalami stratifikasi (Monteiro dan Largier, 1999, Behrenfeld *et al.*, 2006). Perubahan suhu dalam KJA di perairan yang mengalami *turnover* biasanya relatif kecil, sehingga tidak menyebabkan cekaman bagi udang kultur. Sebaliknya pada perairan yang mengalami stratifikasi, apabila kolom produksi dalam wadah KJA (kedalaman sekitar 2-5 m) ini berada pada lapisan termoklin maka bisa membahayakan udang kultur. Pada lapisan ini terjadi penurunan suhu yang signifikan dengan bertambahnya kedalaman. Peristiwa ini bisa terjadi di dalam pada badan air di dalam karamba jaring apung. Dengan pergerakan udang yang relatif statis dibandingkan dengan golongan ikan, udang kesulitan menempatkan dirinya pada badan air dengan suhu yang lebih sesuai. Perairan yang *turnover* seperti di gosong Pulau Semak Daun tersebut biasanya memiliki sirkulasi yang baik yang menjamin ketersediaan oksigen terlarut bagi spesies kultur.

Salinitas air laut dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan dan aliran sungai (Ross, 1970; Nontji, 1987). Salinitas di perairan dangkal umumnya relatif homogen dari permukaan hingga dasar perairan. Salinitas mengalami stratifikasi di perairan goba Pulau Panggang, terutama pada saat air laut pasang, yakni tinggi di permukaan kemudian menu-

run dengan bertambahnya kedalaman (lihat Gambar 4). Di goba ini juga terdapat variasi salinitas pada saat pasang dan surut, salinitas yang relatif tinggi terutama terjadi pada saat pasang, dan rendah pada saat surut. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh penggunaan air tawar oleh masyarakat yang mendiami pulau ini untuk keperluan rumah tangga yang umumnya berasal dari hasil penyulingan air laut, dan buangan air ini seluruhnya menuju laut di sekitarnya. Pulau Panggang merupakan tempat pemukiman penduduk dengan tingkat kepadatan mencapai 43.389 orang/km² tertinggi di Indonesia. Variasi salinitas relatif besar pada perairan yang dekat dengan daratan akibat pengaruh *run off* daratan (Laevastu and Hayes, 1981). Perubahan salinitas akibat stratifikasi atau pasang dan surut air laut ini bisa merugikan udang kultur, dan perubahan yang tiba-tiba bisa berdampak kepada fisiologi udang kultur seperti yang dijelaskan di depan.

Suhu, salinitas, dan kedalaman/tekanan akan menentukan densitas air laut, yakni massa air laut per satu satuan volume. Oleh karena itu dinamika densitas air laut mengikuti pola dinamika suhu dan salinitas. Semakin tinggi salinitas dan tekanan atau kedalaman maka densitas akan meningkat. Densitas merupakan salah satu parameter terpenting dalam mempelajari dinamika laut. Perbedaan densitas yang kecil secara horisontal (misalnya akibat perbedaan pemanasan di permukaan) dapat menghasilkan arus laut yang sangat kuat, sehingga parameter ini merupakan hal yang sangat penting dalam oseanografi. Perairan goba Pulau Semak Daun memiliki variasi densitas yang tinggi antar stasiun pengamatan (lihat Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut memiliki dinamika (sirkulasi air) yang relatif lebih tinggi dibanding lokasi penelitian lainnya. Dinamika air laut yang relatif tinggi di perairan Pulau Semak Daun disebabkan oleh luas perairan yang relatif lebih tinggi (315,0 ha) dibandingkan dengan perairan gosong Pulau Panggang (102,8 ha) dan selat Pulau Karya (12,0 ha). Pada perairan yang

lebih luas energi angin bisa membangkitkan arus dan gelombang yang lebih tinggi dibandingkan dengan pada luasan yang sempit. Selain itu gosong Pulau Semak Daun memiliki enam pintu air dibandingkan dengan gosong Pulau Panggang yang hanya memiliki tiga pintu air, atau selat Pulau Karya yang hanya dua pintu. Pintu air ini adalah celah pada karang penghalang yang merupakan tempat masuk dan keluarnya air laut pada saat pasang dan surut. Gosong Pulau Semak Daun memiliki kesesuaian yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan dua lokasi kajian lainnya.

Hasil pengamatan fitoplankton di perairan yang dikaji menunjukkan jumlah taksa paling banyak ditemukan di gosong Pulau Panggang, namun kelimpahan tertinggi terjadi di gosong Pulau Semak Daun (lihat Tabel 4). Kondisi tersebut tampaknya menunjukkan bahwa perairan gosong telah terjadi penyuburan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan perairan selat yang mungkin disebabkan oleh limbah organik dari rumah tangga di Pulau Panggang dan aktivitas budidaya ikan masyarakat di gosong Pulau Semak Daun. Limbah tersebut terperangkap dalam laguna disebabkan oleh karakter gosong yang bersifat semi tertutup dimana tenaga pasang maupun surut tidak cukup memindahkan limbah tersebut ke luar kawasan gosong akibat adanya karang penghalang (*barrier reef*) di sekitar gosong. Di selat Pulau Karya, meskipun mendapat buangan limbah organik dari rumah tangga di Pulau Panggang namun penyuburan kurang berlangsung disebabkan oleh karakter perairan yang bersifat membuang limbah melalui tenaga arus pada saat pasang maupun surut. Fitoplankton di perairan gosong (Pulau Semak Daun dan Pulau Panggang) relatif lebih beragam dibandingkan dengan perairan selat (Pulau Karya), bahkan di perairan terakhir memiliki potensi dominansi fitoplankton tertentu yang ditunjukkan oleh indeks dominansi yang mencapai 0,33. Untuk pengembangan budidaya udang vaname di gosong Pulau Semak Daun perlu diatur jumlah

keramba yang dibolehkan sesuai dengan daya dukung kawasan ini, dan teknik pemberian pakan yang benar, serta penerapan cara budidaya udang yang baik (CBUB) untuk meneakan buangan limbah organik ke perairan.

IV. KESIMPULAN

Kondisi oseanografi dan kualitas air gosong Semak Daun, selat Pulau Karya dan gosong Pulau Panggang memiliki kesesuaian untuk budidaya udang vaname di laut. Berdasarkan fenomena *turnover* dan stratifikasi dari kajian dinamika suhu, salinitas dan densitas air laut, gosong Pulau Semak Daun relatif lebih baik untuk budidaya udang ini di laut karena memiliki sirkulasi air yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Dikti melalui proposal Penelitian Institusi (PI) PKSPL, LPPM-IPB tahun 2014-2015. Terima kasih disampaikan kepada Balai *Sea Farming*, PKSPL, LPPM-IPB di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta, Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada anonymous reviewer yang telah memberi masukan untuk perbaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bardach, J.E., J.H. Ryther, and W.O. McLarney. 1972. *Aquaculture, the farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. John Wiley & Sons, New York. 868hlm.
- Behrenfeld, M.J., R.T. O'Malley, D.A. Siegel, C.R. McClain, J.L. Sarmiento, G.C. Feldman, A.J. Milligan, P. G. Falkowski, R. M. Letelier, and E. S. Boss. 2006. Climate driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature*, 444:752-755.
- Beveridge, M.C.M. 1996. *Cage aquaculture*. Fishing News Book. Oxford. 346p.

- Dapueto, G., F. Massa, S. Costa, L. Cimoli, E. Olivari, M. Chiantore, B. Federici, P. Povero. 2015. A spatial multi-criteria evaluation for site selection of offshore marine fish farm in the Ligurian Sea, Italy. *Ocean & Coastal Management*, 116: 64-77.
- Desa, E., M. D. Zingde, P. Vethamony, M. T. Babu, S.N.D. Sousa, and X.N. Verlecar. 2005. Dissolved oxygen - a target indicator in determining use of the Gulf of Kachchh waters. *Marine Pollution Bulletin*, 50:73-79.
- Edward, P. 2000. Aquaculture, poverty impacts and livelihoods. *Natural Resource Perspectives*, 56:1-4.
- Effendi, I. 2010. Pengantar akuakultur. PT. Penebar Swadaya. Depok. 18 hlm.
- FAO GLOBEFISH. 2015. Shrimp. <http://www.globefish.org/shrimp-may-2015.html> [12 July 2015].
- Hadi, S., I. Radjawane. 2011. Arus laut. Institut Teknologi Bandung Press. Bandung. 184hlm.
- Hop, H., S. Falk-Petersen, H. Svendsen, S. Kwasniewski, V. Pavlov, O. Pavlova, and J. E. Søreide. 2006. Physical and biological characteristics of the pelagic system across Fram Strait to Kongsfjorden. *Progress in Oceanography*, 71:182-231.
- Illahude, A.G. 1999. Pengantar oseanografi fisika. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 240hlm.
- Laevastu, T. and M. L. Hayes. 1981. Fisheries oceanography and ecology. Fishing News Book, Ltd. London. 119p.
- Liang, M., S. Wang, J. Wang, Q. Chang, and K. Mai. 2008. Comparison of flavor components in shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water and low salinity water. *Fisheries Science*, 74:1173-1179.
- Lombardi, K.L., H.L.A. Marques, R.T.L. Pereira, O.J.S. Barreto, and E.J. DePaula. 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii*. *Aquaculture*, 258:412-415.
- Maicá, P.F., M.R. deBorba, T.G. Martins, and W.W. Junior. 2014. Effect of salinity on performance and body composition of Pacific white shrimp juveniles reared in a super intensive system. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 43(7):343-350.
- Monteiro, P.M.S. and J. L. Largier. 1999. Thermal stratification in Saldanha Bay (South Africa) and subtidal, density-driven exchange with the coastal waters of Benguela upwelling system. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 49:877-890.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta. 386hlm.
- Odum, H.T. and E.P. Odum. 1995. Trophic structure and productivity of a windward coral reef community on Eniwetok Atoll. *Ecological*, 25(3): 291-320.
- Paquotte, P., L. Chim, J.L.M. Martin, E. Lemos, M. Stern, and G. Tosta. 1998. Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects. *Aquaculture*, 164: 151-166.
- Perez, O.M., T.C. Telfer, and L.G. Ross. 2003a. On the calculation of wave climate for offshore cage culture site selection: a case study in Tenerife (Canary Islands). *Aquacultural Engineering*, 29:1-21.
- Perez, O. M., L.G. Ross, T.C. Telfer, and L.M.C Barquin. 2003b. Water quality requirements for marine fish cage site selection in Tenerife (Canary Islands): predictive modelling and analysis using GIS. *Aquaculture*, 224:51-68.
- Perez, O.M., T.C. Telfer, and L.G. Ross. 2005. Geographical information systems based models for offshore floating marine fish cage aquaculture

- site selection in Tenerife, Canary Islands. *Aquaculture Research*, 36: 946-961.
- Ponce-Palafox, J., C.A. Martinez-Palacios, and L.G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. *Aquaculture*, 157:107-115.
- Ross, D.A. 1970. Introduction to oceanography. Meredith Corporation. New York. USA. 384p.
- Rosas, C., A. Sanchez, Diaz-Iglesia, R. Brito, E. Martinez, and L.A. Soto. 1997. Critical dissolved oxygen level to *Penaeus setiferus* and *Penaeus schmitti* postlarvae (PL₁₀₋₁₈) exposed to salinity changes. *Aquaculture*, 152:259-272.
- Rosas, C., E. Martinez, G. Gaxiola, R. Brito, A. Sanchez, and L.A. Soto. 1999. The effect of dissolved oxygen and salinity on oxygen consumption, ammonia excretion and osmotic pressure of *Penaeus setiferus* (Linnaeus) juveniles. *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*, 234: 41-57.
- Sutton, M. 1985. Pattern of spacing in a coral reef fish in two habitats in the Great Barrier Reef. *Animal Behaviour*, 33:1322-1337.
- Zarain-Herzberg, M., A.I. Campa-Córdova, and R.O. Cavalli. 2006. Biological viability of producing white shrimp *Litopenaeus vannamei* in seawater floating cages. *Aquaculture*, 259: 283-289.
- Zarain-Herzberg, M., I. Fraga, and A. Hernandez-Llamas. 2010. Advances in intensifying the cultivation of the shrimp *Litopenaeus vannamei* in floating cages. *Aquaculture*, 300:87-92.
- Diterima* : 6 April 2016
Direview : 17 Juni 2016
Disetujui : 27 Juni 2016

