

## ESTIMASI BEBAN LIMBAH NUTRIEN PAKAN DAN DAYA DUKUNG KAWASAN PESISIR UNTUK TAMBAK UDANG VANAME SUPERINTENSIF

Rachman Syah, Makmur, dan Muhammad Chaidir Undu

Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau  
Jl. Makmur Dg. Sitakka No.129, Maros 90512, Sulawesi Selatan  
E-mail: rachman222000@yahoo.com

(Naskah diterima: 14 April 2014; Revisi final: 30 Oktober 2014;  
Disetujui publikasi: 30 November 2014)

### ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menduga beban limbah tambak udang vaname superintensif dengan padat penebaran berbeda. Wadah percobaan berupa tambak beton seluas 1.000 m<sup>2</sup> dengan kedalaman air antara 175-180 cm yang dilengkapi dengan kincir dan *blower* sebagai sumber oksigen. Padat penebaran benur vaname PL-10 adalah 500 ekor/m<sup>2</sup> (Petak A) dan 600 ekor/m<sup>2</sup> (Petak B). Pendugaan beban limbah didasarkan atas data hasil analisis proksimat pakan dan karkas udang, retensi nutrisi, jumlah pakan, rasio konversi pakan, dan produksi biomassa udang. Beban nutrisi yang bersumber dari pakan akan terbuang ke lingkungan perairan, untuk petak A masing-masing mencapai 50,12 gTN/kg udang; 15,73 gTP/kg udang dan 126,85 gC/kg udang; sedangkan petak B masing-masing 43,09 gTN/kg udang; 14,21 gTP/kg udang dan 112,85 gC/kg udang. Berdasarkan beban limbah tambak dan volume badan air penerima limbah budidaya, maka tambak superintensif yang dapat dioperasionalkan masing-masing adalah enam petak pada tingkat produktivitas 6 ton udang/1.000 m<sup>2</sup> atau lima petak pada tingkat produktivitas 8 ton udang/1.000 m<sup>2</sup>, agar tidak mengalami degradasi kualitas lingkungan perairan. Penerapan Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) dalam sistem tambak superintensif dapat menurunkan konsentrasi beban limbah tambak yang terbuang ke lingkungan perairan sehingga dapat meningkatkan daya dukung perairan bagi pengembangan tambak superintensif yang berkelanjutan.

**KATA KUNCI:** beban limbah, udang vaname, daya dukung, tambak superintensif

**ABSTRACT:** *The estimation of loading feed nutrient waste and carrying capacity of coastal area for superintensive shrimp vanamei pond aquaculture. By: Rachman Syah, Makmur, and Muhammad Chaidir Undu*

*This study was aimed to estimate nutrients loading originating from super intensive shrimp ponds stocked with difference stocking densities. This study was carried out by using two concrete ponds filled with 175 to 180 cm of water and facilitated with aeration systems: paddle wheels and air blowers. Pond A and B were stocked with 500 ind./m<sup>2</sup> and 600 ind./m<sup>2</sup> of 10 day post larvae. The estimation of nutrients loading was based on proximate analysis for artificial shrimp feed and shrimp carcass; nutrients retention by shrimp, total amount of applied shrimp feed, food conversion ratio, and shrimp biomass. Nutrient loadings originating from artificial shrimp feed in pond A to adjacent environments were 50.12; 15.73 and 126.85 g/kg of shrimp for TN, TP, and C, respectively. Whereas pond B discharged 43.09; 14.21, and 112.85 g/kg*

*of shrimp for TN, TP, and C, respectively. Based on nutrient loadings and the volume of receiving waters, the total amount of shrimp pond that can be operated in this study area either 5 or 6 ponds with productivity 8 or 6 ton/1000 m<sup>2</sup>, respectively; to avoid environmental degradation of adjacent waters. Wastewater treatment facilities could reduce the amount of nutrients discharged from super intensive shrimp ponds that may affect receiving waters, and eventually increase carrying capacity of receiving waters for the sustainability of super intensive shrimp pond aquaculture.*

**KEYWORDS:** *nutrients loading, vannamei, carrying capacity, super intensive shrimp pond*

## PENDAHULUAN

Eksplotasi tambak intensif untuk budidaya udang tidak hanya berdampak negatif terhadap kawasan pesisir, tetapi juga menghasilkan industri akuakultur yang tidak berkelanjutan (Dierberg & Kiattisimkul, 1996; Paez-Osuna, 2001). Salah satu penyebab penurunan kualitas lingkungan perairan pesisir adalah buangan limbah budidaya selama operasional yang mengandung konsentrasi tinggi bahan organik dan nutrisi sebagai konsekuensi dari masukan akuinput dalam budidaya yang menghasilkan sisa pakan dan feses yang terlarut ke dalam perairan sekitarnya (Boyd *et al.*, 1998; Horowitz & Horowitz, 2000; Montoya & Velasco, 2000). Dalam perikanan budidaya secara komersial sebanyak 30% dari total pakan yang diberikan tidak dikonsumsi oleh ikan dan sekitar 25%-30% dari pakan yang dikonsumsi tersebut akan diekskresikan (McDonald *et al.*, 1996). Jumlah nitrogen (N) dan fosfor (P) yang ada dalam pakan akan diretensikan dalam daging ikan antara 25%-30%, selebihnya terbuang ke lingkungan perairan (Avnimelech, 2000).

Budidaya udang vaname superintensif sepenuhnya mengandalkan masukan pakan berupa pelet yang mencapai kisaran 60%-70% dari biaya operasional dengan konversi pakan antara 1,3-1,6 (Atjo, 2013; Suwardi *et al.*, 2014), sekaligus diduga sebagai pemasok limbah nutrisi yang potensial. Pakan yang diberikan sebagian besar akan dimanfaatkan oleh udang. Melalui proses pencernaan akan diperoleh energi dan nutrisi yang tersimpan dalam jaringan udang sebagai biomassa. Sisanya akan terbuang sebagai hasil ekskresi baik dalam bentuk terlarut maupun feses yang terbuang ke dalam badan air dan mengalami proses pelarutan, sedimentasi, mineralisasi, dan dispersi. Sementara sisa pakan yang tidak termakan akan mengalami pelarutan dan sedimentasi di dasar tambak. Sisa pakan dan

fezes udang merupakan potensi sumber bahan organik, N, P yang dapat mempengaruhi tingkat kesuburan (eutrofikasi) dan kelayakan kualitas air bagi kehidupan udang, sekaligus sebagai salah satu aspek penentu daya dukung lingkungan perairan bagi upaya optimasi alokasi sumberdaya perikanan budidaya yang berkelanjutan.

Budidaya udang intensif telah terbukti berdampak terhadap penurunan kualitas perairan pesisir di beberapa negara misalnya Thailand (Hazarika *et al.*, 2000, Lorenzen *et al.*, 1997), Vietnam (Bui *et al.*, 2012) dan Mexico (Barraza-Guardado *et al.*, 2013). Untuk mengantisipasi penurunan kelayakan habitat dan dampaknya terhadap lingkungan perairan wilayah pesisir, maka pendugaan beban limbah nutrisi dari kegiatan perikanan budidaya penting dilakukan. Data beban limbah tambak superintensif dan karakteristik lingkungan perairan penerima beban limbah budidaya dapat dijadikan acuan dalam menentukan daya dukung lingkungan perairan bagi pengembangan budidaya udang vaname superintensif.

Daya dukung adalah hasil maksimum yang berkelanjutan dari suatu organisme budidaya yang dapat diproduksi di dalam suatu area (Byron & Costa-Pierce, 2013). Dalam tulisan ini, daya dukung didefinisikan sebagai biomassa maksimum udang yang dapat dibudidayakan di tambak tanpa melanggar dampak maksimum yang dapat diterima oleh stok udang budidaya dan lingkungannya. Dampak maksimum yang dapat diterima pada stok udang budidaya dan lingkungan disajikan dengan standar kualitas air tambak dan lingkungan sekitarnya (Stigebrandt, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi beban limbah nutrisi pakan yang berasal dari tambak superintensif dan karakteristik badan air penerima beban limbah sebagai acuan dalam mengestimasi daya dukung lingkungan perairan bagi pengembangan tambak superintensif.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Instalasi Tambak Percobaan Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau di Desa Punaga Kecamatan Mangarabombang Kabupaten Takalar dari bulan Mei-September 2013. Dua petak tambak masing-masing dengan luas 1.000 m<sup>2</sup> dan kedalaman air antara 175-180 cm, dilengkapi dengan sistem aerasi berupa kipas untuk aerasi permukaan dan *blower* sebagai aerasi dasar. Benur vaname PL-10 diperoleh dari hatcheri kemudian ditebar dengan padat pennebaran sebanyak 500 ekor/m<sup>2</sup> (Petak A) dan 600 ekor/m<sup>2</sup> (Petak B). Pemeliharaan berlangsung selama 105 hari. Pakan komersial diberikan sesuai *feeding program* yang ada dalam kemasan pakan. Perubahan dosis pakan disesuaikan dengan hasil *sampling* bobot udang yang dilakukan setiap lima hari. Pembuangan lumpur dasar tambak dilakukan melalui *central drain* sebanyak 5 cm dari kedalaman air tambak, dua kali sehari pada pagi dan sore (udang berumur atau DOC 30-60 hari), tiga kali sehari pada pagi, sore, dan malam hari (DOC 61-90 hari), dan empat kali sehari pada pagi, siang, sore, dan malam (DOC 91-105 hari). Sintasan produksi dan rasio konversi pakan (RKP) dihitung pada akhir penelitian mengacu pada Watanabe (1988).

Analisis proksimat dilakukan terhadap sampel pakan untuk semua tipe pakan, karkas benur dan udang hasil budidaya, meliputi kadar air (SNI 01-2354.2-2006), kadar abu (SNI 2354.1:2010), kadar lemak (SNI 01-2354.3-2006), kadar protein (SNI 01.2354.4-2006), serat kasar dengan metode ekstraksi dan gravimetri (Lovell, 1991). Data hasil proksimat pakan dan karkas udang digunakan untuk menghitung nilai retensi protein atau (TN), TP dan C organik. Retensi nutrisi dihitung dengan formula Watanabe (1988) sebagai berikut:

$$\text{Retensi nutrisi (\%)} = \frac{\text{NutWt} - \text{NutWo}}{\text{NutPkn}} \times 100$$

di mana:

NutWt = Nutrien (N,P,C) karkas udang akhir

NutWo = Nutrien (N,P,C) udang awal

NutPkn = Nutrien (N,P,C) pakan

Pendugaan kuantitatif limbah N, P, dan C didasarkan atas data kandungan N, P, dan C dalam pakan, rasio konversi pakan, kandungan N, P, dan C dalam karkas udang. Pendugaan beban TN, TP dan C mengacu pada metode

Ackefors & Enell (1990) dalam Barg (1992) yaitu dengan perhitungan persamaan untuk beban total nutrisi (N, P, dan C) adalah:

$$\text{kg nutrisi (N, P, C)} = (A \times \text{Cdp}) - (B \times \text{Cfp})$$

di mana:

A = Bobot basah pelet kering yang digunakan (normal kadar air dalam pelet kering adalah 8%-10%)

B = Bobot basah udang yang diproduksi

Cd = Kandungan P (Cdp) dan N (Cdn) dari pelet kering diekspresikan sebagai % bobot basah

Cf = Kandungan P (Cfp) dan N (Cfn) dari karkas ikan, diekspresikan sebagai % bobot basah

Data beban limbah tambak udang vaname superintensif digunakan sebagai acuan dalam menentukan daya dukung perairan pesisir bagi pengembangan tambak udang vaname superintensif. Pendugaan daya dukung tambak superintensif didasarkan atas data konsentrasi nutrisi akibat beban limbah tambak yang masuk ke dalam badan air penerima beban limbah, konsentrasi nutrisi saat ini, standar limbah tambak yang masih diperkenankan, serta beban limbah nutrisi per unit produksi udang. Penghitungan daya dukung mengacu pada formula Rachmansyah *et al.*, (2005); Tran & Nguyen (2006) dalam Nguyen *et al.* (2013) yang dimodifikasi:

$$DD = \frac{KL}{BL}$$

di mana:

DD = Daya dukung (ton udang per unit kawasan)

KL = Kapasitas lingkungan perairan menerima beban limbah (kg nutrisi)

KL = (Konsentrasi nutrisi yang diperkenankan - (konsentrasi nutrisi saat ini + konsentrasi nutrisi dari limbah tambak)) x volume badan air penerima beban limbah (kg nutrisi)

BL = Beban limbah per ton produksi udang (kg nutrisi /ton udang)

Daya dukung direpresentasikan dalam jumlah maksimum unit petak tambak superintensif yang diperkenankan beroperasi dari suatu kawasan pesisir yaitu:

$$JT = \frac{DD}{P}$$

di mana:

JT = Jumlah petak tambak superintensif (unit)

DD = Daya dukung (ton udang)

P = Produktivitas tambak (ton udang/unit)

## HASIL DAN BAHASAN

### Produksi dan Rasio Konversi Pakan

Padat penebaran 600 ekor/m<sup>2</sup> menghasilkan sintasan 92,4% dengan produksi 8.407 kg/1.000 m<sup>2</sup>, lebih tinggi dibandingkan padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup> dengan sintasan dan produksi masing-masing 85,6% dan 6.376 kg/1.000 m<sup>2</sup>. Tingkat produktivitas udang di petak A adalah 6,3 kg/m<sup>2</sup> atau 3,64 kg/m<sup>3</sup> dan petak B mencapai 8,4 kg/m<sup>2</sup> atau 4,80 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan air tambak di petak B masih kondusif menopang kehidupan udang meskipun udang dalam kondisi yang lebih padat. Berdasarkan keragaan sintasan dan produksi udang, maka padat penebaran udang diduga masih dapat ditingkatkan di atas 600 ekor/m<sup>2</sup>. Samocha *et al.* (2012), mendapatkan tingkat produktivitas udang vaname yang dipelihara di kolam *race way* pada padat penebaran 500 ekor/m<sup>3</sup> mencapai 9,58 kg/m<sup>3</sup>. Sementara Atjo (2013) melaporkan tingkat produktivitas 4,52 kg/m<sup>3</sup> pada padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup>.

Rasio konversi pakan (RKP) mengindikasikan tingkat kemampuan udang dalam memanfaatkan ransum pakan. RKP pada petak A sebesar 1,52 lebih tinggi dibandingkan pada petak B sebesar 1,39. Tingginya RKP pada petak A dapat disebabkan oleh: (1) estimasi populasi atau biomassa udang kurang akurat sehingga mengakibatkan pemberian jumlah pakan bisa

berlebih, terutama pada saat udang ganti kulit, dan (2) pemberian pakan kurang terdistribusi secara merata sehingga mengurangi peluang udang memperoleh pakan. Penggunaan *automatic feeder* pada budidaya udang vaname pola superintensif diduga lebih efisien karena dapat diatur sesuai jadwal, jumlah, dan frekuensi pemberian secara tepat sekaligus mengurangi kebutuhan tenaga manusia dalam pemberian pakan serta biaya tenaga kerja. Atjo (2013) mendapatkan nilai RKP udang vaname 1,34 pada padat penebaran 500 ekor/m<sup>2</sup>. Pengamatan pakan melalui anco menjadi alternatif dalam manajemen pemberian pakan.

### Beban Limbah N, P dan C yang Berasal dari Pakan Udang Vaname

Sisa pakan merupakan faktor kunci yang mempengaruhi penurunan kualitas air tambak, sementara udang yang mati di tambak memiliki pengaruh yang lebih kecil dibandingkan sisa pakan maupun feses terhadap penurunan kualitas air (Hangsheng *et al.*, 2008). Oleh karena itu, sisa pakan yang mengendap di dasar tambak harus segera dibuang untuk menjaga stabilitas kualitas air dalam kondisi yang baik bagi kehidupan dan pertumbuhan udang yang dipelihara.

Pakan merupakan pasokan utama nutrisi dalam sistem tambak udang superintensif. Jumlah pakan yang digunakan selama pemeliharaan udang adalah 9.667 kg di petak A dan

Tabel 1. Analisis proksimat (%) pakan dan karkas udang vaname

Table 1. Proximate analysis (%) of feed and vaname shrimp carcass

Parameter <i>Parameters</i>	Tipe pakan komersial <i>Commercial shrimp feed type</i>							Karkas udang <i>Shrimp carcass</i>
	0	1	2	2A	2P	3	3B	
Kadar air ( <i>Moisture</i> )	7.25	8.20	8.25	12.00	8.75	8.53	7.10	9.33
Abu ( <i>Ash</i> )	10.72	10.91	11.71	10.92	10.26	11.69	11.75	10.84
Lemak kasar <i>Crude lipid</i>	8.92	8.17	8.60	8.70	8.69	8.53	8.38	12.21
Protein kasar <i>Crude protein</i>	41.91	38.25	38.41	38.00	37.53	36.76	35.71	68.37
Serat kasar <i>Crude fibre</i>	4.52	4.41	5.19	5.39	5.52	5.93	5.54	5.20
TN	6.71	6.12	6.15	6.08	6.00	5.88	5.71	10.94
TP	1.26	1.23	1.23	1.24	1.27	1.42	1.45	0.92
C organik ( <i>C organic</i> )	11.75	12.56	11.02	11.76	12.29	11.73	11.94	12.90

11.656 kg di petak B. Berdasarkan hasil analisis proksimat terhadap pakan dan karkas udang vaname (Tabel 1), diperoleh bahwa nilai retensi nutrisi dalam karkas udang untuk petak A masing-masing 38,71% TN; 16,59% TP; dan 22,77% C organik dan petak B masing-masing 42,35% TN; 18,05% TP; dan 24,89% C organik. Retensi N dan P pakan dalam daging udang antara 25%-30%, selebihnya terbuang ke lingkungan perairan (Avnimelech, 2000). Rachmansyah *et al.* (2006) memperoleh nilai retensi N dan P masing-masing 32,87%-37,23% TN dan 16,46%-18,15% TP pada budidaya udang vaname dengan padat pennebaran 50 ekor/m<sup>2</sup>. Sementara Hangsheng *et al.* (2008) memperoleh nilai retensi N dan P dalam budidaya udang vaname dengan sistem resirkulasi masing-masing sebesar 22,27% dan 9,79%. Beban limbah yang berasal dari pakan memberikan kontribusi nutrisi pada petak A

masing-masing 521,42 kgTN; 120,28 kgTP; dan 1.047,24 kgC organik dan petak B masing-masing 628,54 kgTN; 148,83 kgTP; dan 1.263,16 kgC organik (Tabel 2).

Kontribusi N, P, dan C yang berasal dari pakan terhadap beban limbah akan dipengaruhi oleh nilai RKP dan retensi nutrisi dalam biomassa udang. Semakin tinggi nilai efisiensi pakan dan retensi nutrisi, maka *output* nutrisi sebagai beban limbah semakin rendah. Rasio konversi nutrisi pakan terhadap nutrisi udang pada petak B (2,35 TN; 5,65 TP; dan 4,02 C organik) lebih rendah dibandingkan petak A (2,58 TN; 6,02 TP; dan 4,39 C organik). Hal ini berarti bahwa padat pennebaran 600 ekor/m<sup>2</sup>, udang vaname masih cukup efisien memanfaatkan nutrisi pakan. Rasio konversi N, P, C juga berkorelasi dengan rasio konversi pakan.

Tabel 2. Retensi nutrisi N, P, dan C pakan dan nilai beban limbah pakan pada budidaya udang vaname superintensif

Table 2. Nutrients retention of N, P, and C of feed and values of nutrients loading in super intensive shrimp ponds aquaculture

Peubah (Variables)	Petak (Pond)	
	A	B
TN udang awal ( <i>Initial TN of shrimp</i> ) (kg TN)	0.43	0.51
TN udang akhir ( <i>Final TN of shrimp</i> ) (kg TN)	202.27	266.70
TN pakan ( <i>TN feed</i> ) (kg TN)	521.42	628.54
Retensi TN ( <i>TN retention</i> ) (%)	38.71	42.35
Beban limbah TN ( <i>Waste load TN</i> ) (kg TN)	319.58	362.25
Beban limbah TN ( <i>Waste load TN</i> ) (g TN/kg <i>shrimp</i> )	50.12	43.09
Rasio N pakan/N udang ( <i>Ratio N feed/N shrimp</i> )	2.58	2.35
TP udang awal ( <i>Initial TP of shrimp</i> ) (kg TP)	0.01	0.02
TP udang akhir ( <i>Final TP of shrimp</i> ) (kg TP)	19.97	26.33
TP pakan ( <i>TP feed</i> ) (kg TP)	120.28	148.83
Retensi TP ( <i>TP retention</i> ) (%)	16.59	18.05
Beban limbahTP ( <i>Waste load TP</i> ) (kg TP)	100.33	119.50
Beban limbah TP ( <i>Waste load TP</i> ) (g TP/kg <i>shrimp</i> )	15.73	14.21
Rasio P pakan/P udang ( <i>Ratio P feed/P shrimp</i> )	6.02	5.65
C organik udang awal ( <i>Initial C organic of shrimp</i> ) (kg TC)	0.09	0.11
C organik udang akhir ( <i>Final C organic of shrimp</i> ) (kg TC)	238.53	314.51
C organik pakan ( <i>C organic feed</i> ) (kg TC)	1,047.24	1,263.16
Retensi C organik ( <i>C organic retention</i> ) (%)	22.77	24.89
Beban limbah C organik ( <i>Waste load C organic</i> ) (kg C)	808.78	948.76
Beban limbah TC ( <i>Waste load C organic</i> ) (g C organik/kg <i>shrimp</i> )	126.85	112.85
Rasio C pakan/C udang ( <i>Ratio C feed/C shrimp</i> )	4.39	4.02

Perbedaan antara jumlah TN, TP, dan C organik yang terdapat di dalam pakan dan udang yang diproduksi merupakan jumlah beban TN, TP, dan C organik yang masuk ke dalam air tambak. Pada tingkat produktivitas tambak 6.376 kg (petak A) dan 8.407 kg (petak B), maka beban limbah TN, TP, dan C organik di petak A masing-masing 50,12 gTN/kg udang; 15,73 gTP/kg udang dan 126,85 g C organik/kg udang. Untuk petak B, beban limbah masing-masing 43,09 gTN/kg udang; 14,21 gTP/kg udang; dan 112,85 gC organik/kg udang (Tabel 2).

Meningkatnya tekanan lingkungan yang dihadapi oleh industri budidaya, mengharuskan kegiatan budidaya mengurangi volume buangan air limbah dan memperbaiki kualitas air limbah. Hasil studi ini menginformasikan adanya perbaikan pemahaman tentang beban limbah tambak udang vaname superintensif.

Nilai sintasan dan RKP sebagai indikator efisiensi budidaya juga memiliki pola yang sama. Beban limbah tambak udang vaname superintensif yang diperoleh dari studi ini sangat ditentukan oleh strategi pengelolaan budidaya yang diaplikasikan di antaranya manajemen air tambak, strategi pemberian pakan yang tepat, dan tingkat produksi udang yang diperoleh.

Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan beban limbah budidaya di antaranya adalah: (1) meningkatkan efisiensi pakan yang tercermin pada rendahnya nilai RKP. Nilai RKP antara 1,0-1,2 merupakan nilai optimal yang paling diharapkan; (2) pengontrolan *feeding program* terkait dengan penentuan dosis dan frekuensi pemberian pakan yang tepat; (3) meningkatkan pemahaman tentang keterpaduan antara praktek budidaya yang diaplikasikan dengan *feeding behavior* serta *nutritional physiology* dari spesies atau komoditas yang dibudidayakan; (4) meminimalkan jumlah pakan yang hilang atau tidak termakan karena menjadi sumber utama limbah budidaya melalui aplikasi *automatic feeder*; dan (5) mengalokasikan kolam pengendapan yang berfungsi sebagai Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) agar buangan air limbah ke lingkungan berada pada standar yang diperkenankan; serta (6) memanfaatkan peran ekologi komoditas budidaya seperti rumput laut secara terintegrasi di perairan pesisir dalam upaya meminimasi potensi limbah nutrisi dari budidaya.

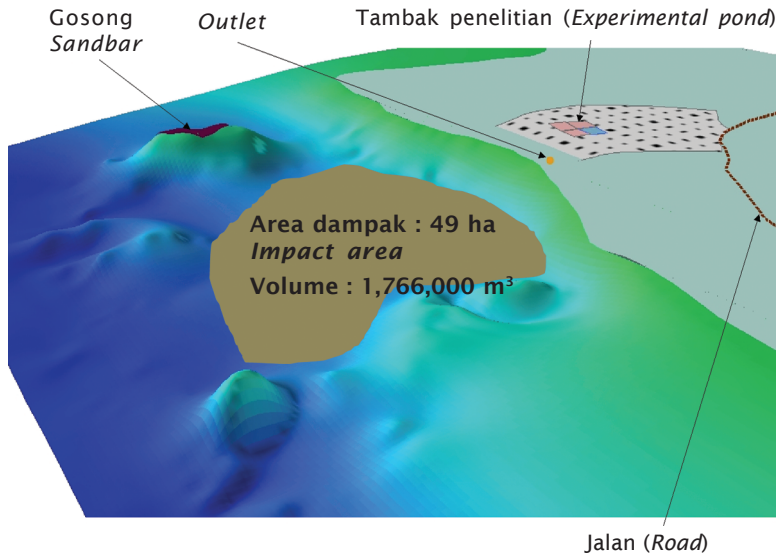
### Estimasi Daya Dukung Perairan bagi Pengembangan Budidaya Udang Vaname Superintensif

Studi tentang kapasitas asimilasi perairan pesisir untuk menopang kegiatan budidaya udang vaname superintensif menjadi penting untuk dilakukan. *Total Maximum Daily Loads* dan karakterisasi limbah budidaya perlu diketahui sebagai acuan untuk menetapkan jumlah tambak superintensif serta target produktivitas maksimal dengan beban limbah yang masih diperkenankan. Kegiatan ini membutuhkan keterpaduan aspek kajian meliputi budidaya, nutrisi, biofisik lingkungan, hidro-oseanografi, rekayasa budidaya, dan sosial ekonomi, serta pemodelan lingkungan.

Sebagai contoh, badan air penerima beban limbah tambak superintensif memiliki luas 49 ha dengan volume air sebanyak 1,766 juta m<sup>3</sup> (rata-rata pasang) serta *flushing time* selama empat hari (Suhaimi *et al.*, 2014) (Gambar 1), dan selama proses budidaya akan menerima beban limbah masing-masing sebanyak 320-362 kg N dan 100-120 kg P (Tabel 3).

Mengacu pada masing-masing beban limbah N dan P serta standar masing-masing peubah N dan P air buangan limbah tambak yaitu 4 ppm TN; 0,4 ppm TP yang diperkenankan, maka kawasan pesisir yang dapat digunakan untuk budidaya udang vaname superintensif dengan produktivitas 6 ton berkisar 6-18 unit petak tambak dengan ukuran masing-masing 1.000 m<sup>2</sup>. Jika produktivitas yang ditargetkan 8 ton/petak, maka jumlah petak tambak yang diperkenankan berkisar 5-16 unit petak tambak dengan ukuran masing-masing 1.000 m<sup>2</sup>. Artinya daya dukung perairan pesisir untuk pengembangan tambak superintensif ditentukan oleh tingkat teknologi yang diaplikasikan (target produktivitas) terkait dengan jumlah beban limbah budidaya, kondisi hidro-oseanografi badan air penerima beban limbah, dan perkiraan luasan dampak badan air penerima beban limbah. Dalam estimasi daya dukung kawasan pesisir untuk budidaya udang vaname superintensif perlu mempertimbangkan aspek kehati-hatian sebagai upaya mitigasi dampak yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, perlu dipilih peubah yang paling sensitif mempengaruhi kondisi lingkungan sebagai acuan penentuan daya dukung lahan untuk suatu aplikasi teknologi budidaya. Berdasarkan peubah beban limbah N dan P yang bersumber dari pakan, maka dalam kasus ini, disarankan peubah beban limbah P yang digunakan se-





Gambar 1. Wilayah dampak perairan pesisir akibat budidaya udang vaname superintensif (Suhaimi *et al.*, 2014)

Figure 1. Benthic impact area of super intensive shrimp ponds on receiving waters (Suhaimi *et al.*, 2014)

bagai dasar perhitungan daya dukung lahan. Pengembangan 5-6 unit petak tambak yang masing-masing memiliki luasan 1.000 m<sup>2</sup> dengan penerapan teknologi superintensif pada tingkat produktivitas 8 ton/petak/mt diharapkan dapat beroperasi secara berkelanjutan (Tabel 3).

Pengembangan tambak udang vaname superintensif perlu menerapkan sistem Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) yang dapat meminimalisir dampak buangan limbah budidaya. Aplikasi IPAL secara penuh dalam industri perikanan budidaya masih belum diterapkan, walaupun ada, baru sebatas kolam penampungan limbah sebagai kolam sedimentasi. Oleh karena itu, kajian secara komprehensif tentang IPAL tambak menjadi prioritas yang perlu dilakukan, terkait dengan desain IPAL (bentuk, volume, *resident time* air limbah, sarana pendukungnya), teknik prosesi dan pengolahan limbah budidaya, pemanfaatan limbah budidaya untuk pupuk dan non akuakultur.

Tambak udang vaname superintensif, di satu sisi dapat mendukung upaya peningkatan produksi secara signifikan, namun di sisi lain, dampak yang ditimbulkan dapat menjadi ancaman dalam upaya peningkatan produksi itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan kehati-hatian dalam pengembangan tambak super-

intensif dengan mengacu pada daya dukung lahan, tingkat teknologi yang diaplikasikan serta penerapan IPAL menjadi prasyarat utama dalam sistem tambak superintensif.

Kajian dampak lingkungan dan pemodelan hidro-oseanografi serta peran ekologi komponen biotik non budidaya dalam meminimasi beban limbah budidaya, yang dipadukan dengan kinerja dan sistem teknologi budidaya yang dikembangkan, diharapkan dapat menjadi suatu piranti lunak sistem pengambilan keputusan dalam rangka menentukan kebijakan pengelolaan dan pengembangan kawasan pesisir untuk tambak superintensif yang berkelanjutan.

## KESIMPULAN

Beban limbah budidaya udang vaname superintensif yang terbuang ke lingkungan perairan sebanyak 43,09-50,12 kgTN/ton produksi udang dan 14,21-15,73 kgTP/ton produksi udang. Mengacu pada batasan beban limbah N, P, dan C, maka beban limbah tambak udang vaname superintensif pada tingkat produktivitas 6-8 ton/1.000 m<sup>2</sup>/mt, telah melebihi standar beban limbah tambak yang diperkenankan sehingga berpotensi menimbulkan dampak terhadap kemunduran kualitas lingkungan perairan. Mengingat ting-

Tabel 3. Estimasi daya dukung kawasan pengembangan tambak udang vaname superintensif di Desa Punaga, Takalar

Table 3. Estimation for carrying capacity of receiving waters for super intensive vannamei development in Punaga Village, Takalar

Item	Petak (Pond)	
	A	B
Padat penebaran ( <i>Stocking density</i> ) (pcs/m <sup>2</sup> )	500	600
Produksi udang ( <i>Shrimp production</i> ) (kg/1.000 m <sup>2</sup> )	6,376	8,407
Rasio konversi pakan ( <i>Food conversion ratio</i> ) (%)	1.52	1.39
Volume badan air penerima beban limbah <i>The water body volume that received waste load</i> (m <sup>3</sup> )	1,766,000	1,766,000
Beban limbah TN ( <i>Waste load TN</i> ) (kg)	319.58	362.25
Estimasi konsentrasi beban limbah TN harian di perairan <i>Estimation of the concentration of daily waste load N in waters</i> (ppm)	0.0017	0.002
Konsentrasi rata-rata TN insitu 0,9397 ppm, standar effluent limbah TN yang diperkenankan 4 ppm (MNRE, 2007), maka kapasitas lingkungan perairan menerima beban limbah TN <i>Average concentration of TN insitu 0.9397 ppm, standards effluent waste for TN allowed 4 ppm (MNRE, 2007), then the capacity of aquatic environments receiving waste water TN load</i> (kg TN)	5,401	5,401
Beban limbah TN (ton udang) <i>Waste load TN (ton shrimp)</i>	50.12	43.09
Daya dukung per unit kawasan (ton udang) <i>Carrying capacity per unit area (ton shrimp)</i>	108	125
Tambak yang diperkenankan beroperasi (unit) <i>Ponds allowed to be operated (units)</i>	18	16
Beban limbah TP ( <i>Waste load TP</i> ) (kg)	100.33	119.5
Estimasi konsentrasi beban limbah TP harian di perairan <i>Estimation of the concentration of daily waste load TP in waters</i> (ppm)	0.0005	0.0006
Konsentrasi rata-rata TP insitu 0,2995 ppm, standar TP effluent limbah yang diperkenankan 0,4 ppm (MNRE, 2007), maka kapasitas lingkungan perairan menerima beban limbah TP <i>Average concentration of TP insitu 0.2995 ppm, standards effluent waste for TP allowed 0.4 ppm (MNRE, 2007), then the capacity of aquatic environments receiving waste water TP load</i> (kg TP)	529	529
Beban limbah TP (ton udang) <i>Waste load TP (ton shrimp)</i>	15.74	14.21
Daya dukung per unit kawasan (ton udang) <i>Carrying capacity per unit area (ton shrimp)</i>	34	37
Tambak yang diperkenankan beroperasi (unit) <i>Ponds allowed to be operated (units)</i>	6	5



ginya beban limbah tambak udang vaname superintensif dan potensi pencemaran perairan yang ditimbulkannya, maka diperlukan penanganan dan pengolahan limbah budidaya melalui aplikasi Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) dalam sistem kawasan tambak superintensif. Berdasarkan peubah beban limbah P maka pengembangan 5-6 unit petak tambak superintensif dengan luasan masing-masing 1.000 m<sup>2</sup> dapat dioperasikan secara berkelanjutan pada tingkat produktivitas 8 ton/petak/mt.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada seluruh tim peneliti, teknisi, dan analis tambak superintensif yang telah membantu jalannya penelitian ini. Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan penelitian dan pengembangan budidaya udang vaname superintensif di tambak kecil yang dibiayai oleh dana APBN Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau tahun anggaran 2013.

## DAFTAR ACUAN

- Atjo, H. (2013). Budidaya udang vaname supra-intensif Indonesia. Dipresentasikan pada Launching Budidaya Udang Vaname Supra-intensif Indonesia. Barru, 24 Oktober 2013. MAI-SCI Sulawesi Selatan, 4 hlm.
- Avnimelech, Y. (2000). Nitrogen control and protein recycling: Activated suspension ponds. *Advocate*, 3(2), 23-24.
- Barraza-Guardado, R.H., Arreola-Lizarraga, J.A., Lopez-Torres, M.A., Casillas-Hernandez, R., Miranda-Baeza, A., Magallon-Barrajas, F., & Ibarra-Gamez, C. (2013). Effluent of shrimp farm and its influence on the coastal ecosystems of Bahía de Kino, Mexico. Hindawi Publishing Corporation. *The Scientific Journal* Volume 2013. Article ID 306370, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/306370>.
- Barg, U.C. (1992). Guidelines for the promotion of environmental management of coastal aquaculture development. FAO Fisheries Technical Paper 328, FAO, Rome, 122 pp.
- Boyd, C.E., Massaut, L., & Weddig, L.J. (1998). Towards reducing environmental impacts of pond aquaculture. *INFOFISH International* 2/98, p. 27-33.
- Bui, T.D., Luong-Van, J., & Austin, C.M. (2012). Impact of shrimp farm effluent on water quality in coastal areas of the World Heritage-listed Ha Long Bay. *American Journal of Environmental Sciences*, 8(2): 104-116.
- Byron, C.J. & Costa-Pierce, B.A. (2013). Carrying capacity tools for use in the implementation of an ecosystems approach to aquaculture. In L.G. Ross, T.C. Telfer, L. Falconer, D. Soto and J. Aguilar-Manjarrez, eds. Site selection and carrying capacity for inland and coastal aquaculture, p. 87-101. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6-8 December 2010. Stirling, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. *FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings* No.21. Rome, F.A., 282 pp.
- Dierberg, F. & Kiattisimkul, W. (1996). Issues, impacts and implications of shrimp aquaculture in Thailand. *Environ. Manage.*, 20, 649-666.
- Hangsheng, Y., Ying, L., Kui, Y., & Shilin, L. (2008). Design and Performance of Super-intensive Shrimp Culture System. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences.
- Hazarika, M.K., Samarakoon, L., Honda, K., Thanwa, J., Pongthanapanich, T., & Boongsong, K. (2000). Monitoring and impact assessment of shrimp farming in the east coast of Thailand using remote sensing and SIG. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXIII, Part B7. Amsterdam 2000, p. 504-510.
- Horowitz, A. & Horowitz, S. (2000). Microorganisms and feed management in aquaculture. Global Aquaculture Alliance. *Advocate*, 3(2), 33-34.
- Lorenzen, K., Struve, J., & Cowan, V.J. (1997). Impact of farming intensity and water management on nitrogen dynamics in intensive pond culture: a mathematical model applied to Thai commercial shrimp farms. *Aquaculture Research*, 28, 493-507.
- Lovell, R.T. (1991). Laboratory manual for fish feed analysis and fish nutrition studies. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. International Center for Aquaculture, Auburn University, 65 pp.
- McDonald, M.E., Tikkanen, C.A., Axler, R.P., Larsen, C.P., & Host, G. (1996). Fish simulation culture model (FIS-C): a bioenergetics based model for aquacultural wasteload application. *Aquacultural Engineering*, 15(4), 243-259.
- Ministry of Natural Resources and Environment (MNRE). (2007). Effluent standard for brack-

- ishwater aquaculture. The Royal Government Gazette, Vol. 124 Part 84 D, dated July 13, B.E. 2550 (2007).
- Montoya, R. & Velasco, M. (2000). Role of bacteria on nutritional and management strategies in aquaculture systems. *Advocate*, 3(2), 35-36.
- Nguyen, T.H.D., Wenresti, G.G., Nitin, K.T., & Truong, H.M. (2013). Cobia cage culture distribution mapping and carrying capacity assessment in Phu Quoc, Kien Giang province. *J. Viet. Env.* 2013. Vol. 4, No.1 p. 12-19. DOI:10.13141/jve.vol.4 no. 1, p. 12-19.
- Paez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture, Causes, effects and mitigating alternatives. *Environ. Manage.*, 28, 131-140.
- Rachmansyah, Suwoyo, H.S., Undu, M.C., & Makmur. (2006). Pendugaan nutrien budget tambak intensif udang vaname, *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur*, 1(2), 181-202.
- Rachmansyah, Makmur, & Tarunamulia. (2005). Pendugaan daya dukung perairan Teluk Awarange bagi pengembangan budidaya bandeng dalam keramba jaring apung. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(1), 81-93.
- Samocha, T.M., Schweitzer, R., Krummenauer, D., Morris, T.C., Woodring, S., & Hanson, T. (2012). Performance of fast-growth *Litopenaeus vannamei* in super-intensive zero exchange raceways. Oral Presentation on USMSFP ISG Meeting, Aquaculture America 2012 Las Vegas, Nevada USA February 28, 2012, Las Vegas, NV, 26 pp.
- Stigebrandt, A. (2011). Carrying capacity: general principles of model construction. *Aquaculture Research*. 2011, Special Issue: Proceeding of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A Sustainable future. Volume 42. Issue supplement 1. page: 41-50. DOI:10.1111/j.1365-2109.2010.02674.x.
- Suhaimi, R.A. Undu. M.C., Makmur, & Fahrur, M. (2014). Estimasi luasan dampak limbah tambak udang vaname superintensif. Laporan Hasil Penelitian 2014. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau, Maros, 12 hlm.
- Suwardi, Mangampa, M., & Makmur. (2014). Kinerja budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola superintensif dan analisis biaya. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi 2014*. (Inpress).
- Watanabe, T. (1988). Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook the General Aquaculture Course. Department of Aquatic Biosciences, Tokyo University of Fisheries, Japan, 233 pp.