

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/ma>

BUDIDAYA UDANG VANAME DENGAN PADAT PENEBARAN TINGGI

Rachman Syah[#], Makmur, dan Mat Fahrur

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan

(Naskah diterima: 5 Juni 2017; Revisi final: 19 Juni 2017; Disetujui publikasi: 19 Juni 2017)

ABSTRAK

Upaya meningkatkan produktivitas lahan tambak dapat dilakukan dengan meningkatkan padat penebaran disertai dengan pemberian akuinput yang prima serta dukungan teknologi yang memadai. Tiga padat penebaran yaitu 750; 1.000; dan 1.250 ekor/m², diaplikasikan pada tambak dengan luasan 1.000 m² dengan kedalaman air 1,8 m dilengkapi dengan sistem aerasi berupa kincir dan *root blower*, pompa *submersible*, *automatic feeder*, *central drain* dan *collector drain* serta Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL). Kapasitas sistem aerasi adalah 500 kg biomassa udang/HP. Udang dipelihara selama 105 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat penebaran yang diaplikasikan menghasilkan bobot akhir udang yang relatif sama berkisar 15,48-16,30 (15,78±0,45) g/ekor dengan nilai pertumbuhan harian 0,16-0,18 (0,17±0,01) g/hari. Produksi yang diperoleh adalah 7.862; 10.699; dan 12.163 kg/petak, masing-masing pada padat penebaran 750; 1.000 dan 1.250 ekor/m². Nilai rasio konversi pakan 1,4; 1,36; 1,55 dan kebutuhan listrik 3,2; 2,5; 2,4 kw/kg udang serta kebutuhan air 2,24; 1,66; 1,60 m³/kg udang. Biaya produksi udang terendah adalah Rp. 30.526/ kg udang pada padat penebaran 1.000 ekor/m² dengan laba operasional sebesar Rp. 630.687.094/th. Padat penebaran 1.000 ekor/m² menghasilkan kinerja lebih baik sehingga disarankan menjadi acuan padat penebaran untuk budidaya udang vaname superintensif. Teknologi ini memiliki potensi dampak terhadap lingkungan perairan, sehingga perlu dilengkapi sarana Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) untuk pengolah air buangan tambak.

KATA KUNCI: padat penebaran; udang vaname; superintensif

ABSTRACT: *The Litopenaeus vanamei aquaculture under high stocking density. By Rachman Syah, Makmur, and Mat Fahrur*

In order to increase of brackishwater pond's productivity, an effort can be reached through high stocking density of shrimp accompanied by application of high quality inputs and supported by an appropriate technology. Three different stocking densities, were applied i.e., 750; 1,000; and 1,250 ind/m². The shrimp were reared for 105 days in three ponds with sizing of 1,000 m² each and the water depth of 1.8 m facilitated with aeration systems consisted of paddlewheels, root blower, submersible water pump, automatic feeder, central drainage, collector drainage and waste water treatment plan. The capacity aeration systems was 500 kg of shrimp biomass/HP. The results showed that all stocking densities produced the similar final body weight of shrimp which ranged between 15.48 to 16.30 (15.78±0.45) g/shrimp with daily growth rates were 0.16-0.18 (0.17±0.01) g/day. The total harvested shrimps from each stocking density were 7,862; 10,699, 12,163 kg/pond, respectively. The feed conversion ratio was 1.4, 1.36, and 1.55, whereas consumed electricities were 3.2, 2.5, and 2.4 kw/kg shrimp and water demands were 2.24, 1.66, and 1.60 m³/kg harvested shrimp. The lowest production cost was IDR 30,526/kg harvested shrimp which was spent for stocking density of 1,000 ind/m², whereas the annual profit was IDR 630,687,094. The stocking density of 1,000 ind/m² showed high performances, and then eventually is recommended for the L. vannamei super-intensive aquaculture. This technology is potential in affecting the adjacent environment, however the impacts might be minimized through the application of deploying wastewater treatment plan.

KEYWORDS: *stocking densities; Litopenaeus vannamei; super-intensive*

[#] Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Makmur Dg. Sitakka No. 129, Maros 90512, Sulawesi Selatan, Indonesia.
Tel.: + (0411) 371544
E-mail: rachman222000@yahoo.com

PENDAHULUAN

Udang vaname masih menjadi tumpuan yang strategis bagi upaya pencapaian target produksi udang nasional. Teknologi budidaya udang vaname superintensif menjadi orientasi sistem budidaya masa depan dengan konsep *low volume high density*. Teknologi budidaya ini memiliki ciri luasan petak tambak 1.000 m² sehingga mudah dikontrol; kedalaman air > 1,8 m; padat penebaran tinggi; produktivitas tinggi; beban limbah minimal; dilengkapi dengan tandon air bersih dan petak pengolah buangan air hasil samping selama proses budidaya. Lingkungan dan hamparan budidaya yang terkontrol dengan manajemen limbah budidaya yang baik diharapkan menjadi suatu sistem budidaya udang vaname yang produktif, menguntungkan, dan berkelanjutan.

Budidaya udang vaname dengan padat penebaran tinggi telah dilakukan menggunakan sistem *raceway* (271 m²) dan pada padat penebaran 300-810 ekor/m² (Venero *et al.*, 2009); 658-1602 ekor/m³ (Lawrence, 2010); sistem *raceway* 40 m³ pada padat penebaran 530 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2010b); sistem *raceway* 40-100 m³ pada padat penebaran 390-500 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2012); sistem bioflok pada *raceway* 100 m³ dengan padat penebaran 500 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2013a). Data yang ada menunjukkan bahwa budidaya udang vaname dengan padat penebaran tinggi dilakukan di wadah kecil < 100 m³ dengan sistem *in-door*. Sejak tahun 2011, di Indonesia dikembangkan budidaya udang vaname superintensif pada tambak 1.000 m² dengan padat penebaran 312-1.000 ekor/m² (Atjo, 2013).

Padat penebaran tinggi yang diaplikasikan dalam sistem budidaya superintensif diharapkan akan diikuti dengan peningkatan produksi, namun ada batas tertentu di mana daya dukung tambak tidak lagi mampu menopang kehidupan udang dalam jumlah biomassa tertentu. Oleh karena itu, diperlukan penentuan padat penebaran optimal agar diperoleh biaya produksi yang minimal dengan tingkat keuntungan yang maksimal sehingga produk udang yang dihasilkan berdaya saing tinggi.

Padat penebaran merupakan penentu tingkat teknologi dan akuinput yang dibutuhkan dalam sistem budidaya. Alokasi padat penebaran di atas daya dukung lingkungan dapat mempengaruhi sistem budidaya yang mencari pada gagal panen akibat beban limbah yang berlebih di atas kapasitas asimilasi lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi kinerja budidaya udang vaname

superintensif pada padat penebaran yang berbeda sebagai acuan untuk menentukan padat penebaran optimal udang vaname pada teknologi superintensif. Diharapkan aplikasi padat penebaran yang optimal akan berdampak pada produktivitas dan keuntungan yang maksimal dengan sistem produksi yang berkelanjutan

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dari bulan Januari-Agustus 2014, di Instalasi Tambak Percobaan Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau yang berlokasi di Desa Punaga, Kecamatan Mangarabombang, Kabupaten Takalar. Tiga petak tambak berukuran 1.000 m² yang dilengkapi dengan sistem aerasi berupa kincir dan blower dan satu petak tambak berukuran 1.000 m² digunakan sebagai tandon bantu. Jumlah aerasi ditentukan berdasarkan hasil penelitian Hopkins *et al.* (1991), bahwa aerasi dengan kekuatan 1 HP dapat memfasilitasi pemberian pakan sebanyak 16 kg per hari dengan mempertahankan kadar oksigen hingga 3 mg/L dengan target biomassa udang yang dipanen sebanyak 550 - 600 kg per HP. Jumlah kapasitas aerasi (HP) terpasang di tambak, dengan demikian ditentukan berdasarkan produksi biomassa udang sebagai respon padat penebaran yang diaplikasikan dibagi dengan kapasitas dari aerasi tersebut untuk menopang kehidupan udang secara optimal.

Pengisian air tambak setinggi 100 cm diikuti dengan aplikasi kapur dolomit 20 ppm, aplikasi klorin 40 ppm, pemupukan dengan urea 20 kg/petak dan SP-36 sebanyak 10 kg/petak, plankton dibiarkan tumbuh selama dua minggu, serta probiotik diaplikasikan dengan dosis 50 g/petak. Penebaran benur dilakukan setelah seminggu aplikasi probiotik, yaitu pada tanggal 15 Maret 2014.

Benur udang vaname PL-10 diperoleh dari unit perbenihan di Anyer-Jawa Barat dengan sertifikat bebas WSSV, Taura, dan IMNV. Adaptasi terhadap suhu dan salinitas perairan dilakukan sebelum benur ditebar di tambak. Padat penebaran yang diaplikasikan adalah 750 ekor/m² (petak A), 1.000 ekor/m² (petak B), dan 1.250 ekor/m² (petak C). Penentuan padat penebaran merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya yaitu 500 dan 600 ekor/m² (Tahe *et al.*, 2014).

Pakan dengan kadar protein 40-36% diberikan secara manual sampai pada hari ke-60, selanjutnya pakan diberikan dengan alat bantu *automatic feeder* dimulai pada *Day Old Culture* (DOC)-61 sampai panen. Dosis pakan disesuaikan dengan perkembangan pertumbuhan udang dan kondisi udang di tambak.

Pemasangan anco sebanyak 4 buah di setiap petak tambak ditujukan sebagai alat bantu untuk memantau respon udang terhadap pakan yang diberikan.

Selama pemeliharaan dilakukan pengelolaan air meliputi pembuangan lumpur dari *central drain* dan pengisian air tambak sesuai penyusutan air tambak. Probiotik komersial diaplikasikan sesuai standar operasional prosedur (SOP) dan dosisnya disesuaikan dengan perkembangan bobot udang dan kondisi populasi total bakteri.

Peubah yang diamati selama pemeliharaan meliputi pertumbuhan udang yang diukur setiap lima hari dengan cara menimbang udang menggunakan timbangan elektronik yang mempunyai ketelitian 0,01 g. Sebanyak 100 ekor udang yang diperoleh dari anco dan atau jala digunakan sebagai sampel. Data penimbangan bobot udang secara periodik digunakan untuk menghitung kebutuhan pakan harian.

Parameter kualitas air meliputi suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan pH dipantau setiap hari di tambak menggunakan DO meter model YSI650, sementara TSS, BOT, *total ammonium nitrogen* (TAN), nitrit, nitrat, fosfat diukur setiap dua minggu di laboratorium.

Panen dilakukan secara parsial sebanyak 20-30% biomassa udang pada pemeliharaan hari ke-70 dan 90, sedangkan panen total dilakukan pada hari ke 105. Data produksi, sintasan, rasio konversi pakan (RKP), kebutuhan air, kebutuhan listrik, dan keragaman udang dihitung diakhir penelitian. Ukuran udang saat panen ditentukan berdasarkan sampling sebanyak 20 kg, kemudian dihitung jumlah individu sebagai pembagiannya.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui pengaruh padat penebaran terhadap respon biologi udang dan karakteristik lingkungan perairan tambak. Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui tingkat keuntungan dari kegiatan budidaya udang vaname superintensif.

HASIL DAN BAHASAN

Hasil penimbangan bobot udang vaname selama pemeliharaan menunjukkan nilai bobot yang relatif sama untuk ketiga padat penebaran. Pada DOC-70, bobot udang $9,42 \pm 1,82$ g/ekor; DOC-90 ($13,85 \pm 2,24$) g/ekor; dan DOC-105 ($16,79 \pm 2,57$) g/ekor. Ada kecenderungan variasi ukuran bobot udang semakin mengecil sehingga mengindikasikan adanya keseragaman ukuran udang saat panen. Pertumbuhan udang vaname pada padat penebaran 750-1.250 ekor/m² dinilai masih dalam batas pertumbuhan normal.

Pertambahan bobot harian cukup berfluktuasi. Pada DOC-31-60, pertambahan bobot harian udang pada padat penebaran 750, 1.000, dan 1.250 ekor/m², berturut-turut adalah $0,11-0,35$ ($0,18 \pm 0,08$); $0,10-0,36$ ($0,18 \pm 0,09$); dan $0,11-0,31$ ($0,18 \pm 0,07$) g/hari, sementara pada DOC-61-105, pertambahan bobot harian masing-masing perlakuan adalah $0,05-0,28$ ($0,19 \pm 0,09$); $0,12-0,33$ ($0,22 \pm 0,06$); dan $0,10-0,28$ ($0,22 \pm 0,07$) g/hari. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa pertumbuhan udang vaname dipengaruhi oleh padat penebaran dengan aplikasi penebaran 50-61 ekor/m² (Balakrishnan *et al.*, 2011), 40-80 ekor/m² (Krishna *et al.*, 2015), 150-450 ekor/m² (Krummenauer *et al.*, 2011), dan 200-400 ekor/m² (Otohi *et al.*, 2007). Namun pada penelitian ini, padat penebaran antara 750-1.250 ekor/m² justru menghasilkan pertumbuhan udang yang relatif sama. Hal yang sama terjadi pada padat penebaran 500 dan 600 ekor/m² yang menghasilkan pertambahan bobot harian $0,14$ g/hari (Tahe *et al.*, 2014); $0,18 \pm 0,01$ g/hari pada padat penebaran 530 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2010a); $0,19 \pm 0,01$ g/hari pada padat penebaran 450 ekor/m³; $0,26 \pm 0,01$ g/hari pada padat penebaran 500 ekor/m³ dan $0,21 \pm 0,01$ g/hari pada penebaran 390 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2013b); $0,22 \pm 0,07$ g/hari (1.111 ekor/m³); dan $0,19 \pm 0,03$ g/hari pada padat penebaran 1.602 ekor/m³ (Lawrence, 2010). Dari data yang ada menunjukkan bahwa udang vaname sangat toleran terhadap padat penebaran tinggi dan tidak berpengaruh pada pertumbuhan udang. Diduga kemampuan udang vaname untuk memanfaatkan seluruh kolom air dan didukung oleh kualitas air yang prima serta ketersediaan nutrisi yang bagus, memberikan respons pertumbuhan udang yang relatif sama dan tidak dipengaruhi oleh padat penebaran yang diaplikasikan. Wasielesky *et al.* (2013), melaporkan bahwa udang vaname yang dibantut selama 35 hari dengan padat penebaran 1.500-6.000 ekor/m², memberikan respon pertumbuhan kompensasi yang tidak berbeda nyata setelah dipelihara dengan padat penebaran 300 ekor/m² selama 20 hari.

Padat penebaran 750 ekor/m² menghasilkan sintasan tertinggi 87,3% disusul padat penebaran 1.000 dan 1.250 ekor/m², masing-masing 82,9% dan 79,1% (Tabel 1). Semakin tinggi padat penebaran, semakin rendah sintasan udang vaname. Hasil penelitian Krummenauer *et al.* (2011), melaporkan padat penebaran 150 ekor/m² menghasilkan sintasan 92,0%, kemudian diikuti padat penebaran 300 dan 450 ekor/m², masing-masing 81,2% dan 75,0%. Meningkatnya padat penebaran akan menurunkan sintasan udang vaname juga dilaporkan oleh Krishna *et al.* (2015) dan

Venero *et al.* (2009). Sebaliknya Tahe *et al.* (2014) mendapat sintasan 85,6% dan 92,4% pada padat penebaran 500 dan 600 ekor/m². Sementara Samocha *et al.* (2013b) melaporkan sintasan udang vaname cukup bervariasi masing-masing 83,0% (390 ekor/m³); 95,5% (450 ekor/m³); 81,6% (500 ekor/m³); dan 82,3% (530 ekor/m³). Pada padat penebaran 1.111 ekor/m³ dan 1.602 ekor/m³ menghasilkan sintasan masing-masing 85,9±9,6% dan 78,9±20,7% (Lawrence, 2010). Hal ini menjelaskan bahwa kemungkinan terdapat padat penebaran optimal yang akan menghasilkan respons maksimal terhadap sintasan udang vaname karena terkait dengan kompetisi pemanfaatan ruang, peluang kontak antar individu terkait kanibalisme dan distribusi patogen, serta persaingan mendapatkan pakan. Tingginya sintasan yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa lingkungan air tambak masih kondusif menopang kehidupan udang sampai padat penebaran 1.250 ekor/m².

Rasio konversi pakan (RKP) mengindikasikan tingkat kemampuan udang dalam memanfaatkan ransum pakan. RKP pada petak C sebesar 1,55 lebih tinggi dibandingkan pada petak A dan B, masing-masing 1,40 dan 1,36 (Tabel 1). Tingginya RKP pada petak C dapat disebabkan oleh estimasi populasi atau biomassa udang kurang akurat sehingga mengakibatkan pemberian jumlah pakan bisa berlebih, terutama pada saat udang ganti kulit. Pengamatan pakan melalui anco masih menjadi alternatif dalam manajemen pemberian pakan. Penelitian sebelumnya

dengan padat penebaran 500 dan 600 ekor/m² menghasilkan RKP masing-masing 1,59 dan 1,39 (Tahe *et al.*, 2014); 1,53-1,60 pada padat penebaran 450 ekor/m³ dan 1,21-1,40 pada padat penebaran 530 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2010a); 1,77 (390 ekor/m³), 1,48 (500 ekor/m³) (Samocha *et al.*, 2013b).

Budidaya udang vaname superintensif memberikan konsekuensi pada tingginya bobot biomassa udang di tambak. Pengendalian terhadap bobot biomassa populasi udang agar tetap dalam batas daya dukung lingkungan tambak menjadi suatu keharusan dalam manajemen tambak superintensif, melalui panen secara parsial. Tujuan panen parsial adalah (1) mengendalikan biomassa udang tidak melebihi batas daya dukung lingkungan tambak, (2) memberikan peluang udang yang tertinggal tumbuh secara lebih baik akibat adanya pengurangan kondisi berjejal dan menurunnya beban limbah sehingga udang hidup lebih nyaman. Panen parsial telah dilakukan oleh Taw *et al.* (2006) di tambak intensif udang vaname dan Moss *et al.* (2005) pada budidaya udang vaname superintensif dengan sistem resirkulasi. Panen parsial yang dikelola dengan baik dapat meningkatkan produktivitas dan keuntungan pada budidaya udang dengan kepadatan tinggi (Yu & Leung, 2006). Sementara piranti sistem pendukung pengambilan keputusan untuk panen parsial pada kegiatan budidaya telah dikembangkan oleh Yu *et al.* (2010). Moss *et al.* (2005) mengatakan bahwa panen parsial lebih menguntungkan dibandingkan panen tunggal.

Tabel 1. Kinerja budidaya superintensif udang vaname
Table 1. Performance of superintensive culture of shrimp vannamei

	Padat penebaran (<i>Stocking densities</i>) (ind/m ²)				
	500*)	600*)	750	1000	1250
Bobot akhir (<i>Final weight</i>) (g/ind)			15.55	16.30	15.48
Sintasan (<i>Survival rate</i>) (%)	85.6	92.4	87.3	82.9	79.1
Pertambahan bobot harian (<i>Average Daily Gain</i>) (g/day)	1.14	1.14	0.19	0.21	0.20
Produksi (<i>Production</i>) (kg/pond)	6,376	8,407	7,862	10,699	12,163
Produktivitas (<i>Productivity</i>) (kg/m ²)	6.3	8.4	7.9	10.7	12.2
Produktivitas (<i>Productivity</i>) (kg/m ³)	3.64	4.80	4.37	5.94	6.76
Rasio konversi pakan (<i>Feed conversion ratio</i>)	1.52	1.39	1.40	1.36	1.55
Kebutuhan listrik (<i>Electrical used</i>) (kw/kg shrimp produced)	2.82**)	2.37**)	3.2	2.5	2.4
Kebutuhan air (<i>Water used</i>) (m ³ /kg shrimp produced)	2.73**)	2.12**)	2.24	1.66	1.60
Produktivitas kincir (<i>Paddle wheel productivity</i>) (kg/HP)	425**)	594**)	562	669	640
Biaya (Cost) (Rp/kg shrimp produced)	34,032	29,650	33,730	28,614	31,598
Laba operasional (<i>Operational profit</i>) (Rp 000/pond/yr)	186.16	308.78	219.70	312.51	244.35

Keterangan (*Remark*): *) Sumber (*Source*): Tahe *et al.* (2014);

***) Diolah dari data yang ada (*Processed from the existing data*)

Panen parsial pertama dilakukan pada DOC-70 dengan memanen sebanyak 20-30% total biomassa di tambak, berkisar 2.271-4.109 kg dengan ukuran 104-108 ekor/kg udang. Panen parsial kedua dilakukan pada DOC-90 sebanyak 1.585-3.604 kg dengan ukuran 71-84 ekor/kg udang, sedangkan panen akhir dilakukan pada DOC-105 sebanyak 4.006-4.863 kg dengan ukuran 62-69 ekor/kg udang.

Keragaman udang pada saat panen parsial pertama, kedua atau panen akhir memperlihatkan nilai keragaman relatif sama untuk semua petak. Nilai koefisien variasi dari ketiga tahap panen antara 12,78-22,38%, namun ada indikasi bahwa nilai koefisien variasi semakin kecil pada panen total antara 12,78-17,74%. Hal ini mengindikasikan bahwa lebih dari 83% ukuran udang yang dipanen memiliki bobot yang relatif seragam. Suwoyo *et al.* (2014) mendapatkan nilai koefisien variasi 12,7-14,6% pada padat penebaran 500 dan 600 ekor/m². Tingkat keseragaman ukuran udang saat panen menjadi salah satu indikator kualitas benur.

Parameter penting yang perlu dipertimbangkan dalam panen parsial udang vaname adalah (a) laju pertumbuhan dan sintasan yang akan menentukan jumlah biomassa udang dalam petakan tambak, (b) persentase udang yang akan dipanen, (c) ukuran dan waktu panen parsial, (d) jumlah panen parsial yang akan dilakukan selama budidaya, dan (e) harga udang pada ukuran panen baik panen parsial maupun panen total.

Konsumsi energi utama adalah untuk kebutuhan operasional aerasi. Jumlah kincir maksimal yang digunakan selama penelitian di petak A, B, dan C masing-masing sebanyak 14, 16, dan 19 unit ditambah dengan *root blower* 5,5 kw yang digunakan untuk tiga petak dengan asumsi penggunaannya sama. Selama periode budidaya, jumlah energi listrik untuk sistem aerasi dan pompa mencapai 24.867-28.894 kw. Kebutuhan listrik untuk menghasilkan satu kilogram udang cenderung menurun dengan meningkatnya padat penebaran yang berkisar antara 2,4-3,2 kw/kg udang dengan biaya listrik antara Rp. 3.145-4.242/kg udang. Hasil ini relatif sama dengan penelitian sebelumnya yaitu antara 2,37-2,82 kw/kg udang pada padat penebaran 500 dan 600 ekor/m² (Tabel 1). Semakin tinggi produksi udang, kebutuhan listrik per kg udang semakin rendah. Hasil penelitian Boyd & Clay (2002) mendapatkan kebutuhan listrik sebesar 4,35 kw/kg udang pada tingkat produksi 13.600 kg/ha. Budidaya dengan sistem resirkulasi tertutup membutuhkan listrik yang lebih besar yaitu 15,4 kw/kg udang pada padat penebaran 450 ekor/m³ (Samocha *et al.*, 2010a). Kebutuhan listrik dalam budidaya udang vaname superintensif didominasi oleh sistem aerasi yaitu berkisar 85,29-89,87%. Kisaran ini hampir sama dengan

hasil penelitian di tahun 2013 yaitu 95,75-96,17%. Sementara penggunaan listrik untuk pompa air sekitar 5-15%, mengindikasikan bahwa kebutuhan listrik untuk pompa air dalam sistem produksi superintensif relatif rendah. Penggunaan 1 HP kincir pada budidaya udang vaname diharapkan dapat mendukung biomassa udang antara 550-600 kg/HP (Hopkins *et al.*, 1991). Dalam penelitian ini dihasilkan 562-669 kg/HP dengan nilai rata-rata 623 ± 55 kg udang/HP.

Penggunaan air untuk memproduksi udang vaname superintensif masing-masing sebanyak 2,24 m³/kg udang (petak A) dan 1,66 m³/kg udang (petak B) dan 1,60 m³/kg udang di petak C (Tabel 1). Kebutuhan air di petak C lebih efisien dibandingkan petak A karena tingkat produktivitas petak C lebih tinggi dibandingkan petak A dan B. Tingginya kebutuhan air dalam sistem budidaya ini dikarenakan pembuangan *sludge* dilakukan setiap hari dengan frekuensi tiga kali sehari. Boyd & Clay (2002), mendapatkan kebutuhan air sebanyak 2,26 m³/kg udang pada tingkat produksi 13.600 kg/ha. Metode budidaya superintensif dengan sistem resirkulasi tanpa ganti air, membutuhkan volume air sebanyak 110 ± 12 L/kg udang pada padat penebaran 450 ekor/m³ dengan produktivitas udang 9,53 ± 0,17 kg/m³ dan 149 ± 6 L/kg udang padat penebaran 530 ekor/m³ dengan produktivitas 8,60 ± 0,56 kg/m³ atau 4,64 ± 0,28 kg/m² (Samocha *et al.*, 2010a); 157,6 ± 7,9 L/kg udang pada penebaran 500 ekor/m³ dan produktivitas 9,58 ± 0,18 kg/m³; dan 158,1 ± 8,5 L/kg udang pada padat penebaran 390 ekor/m³ dan produktivitas 8,36 ± 0,32 kg/m³ (Samocha *et al.*, 2013b). Venero *et al.* (2009), melaporkan penggunaan air sebanyak 130 L/kg udang dengan tingkat produksi 6,92 kg/m² pada padat penebaran 581 ekor/m². Kebutuhan air kurang dari satu meter kubik umumnya terjadi pada sistem budidaya tertutup dengan menerapkan *zero water exchange*. Jadi perbedaan kebutuhan air yang digunakan disebabkan oleh sistem budidaya dan manajemen air yang diaplikasikan serta skala wadah budidaya yang digunakan.

Kualitas Air Tambak Percobaan

Selama periode budidaya, temperatur air bervariasi antara 25,3-31,6°C dengan nilai rata-rata dari ketiga tambak 28,08 ± 1,08°C. Udang vaname akan tumbuh baik pada suhu air 28-32°C (Krummenauer *et al.*, 2011). Sementara oksigen terlarut berkisar antara 0,5-10,6 ppm dengan nilai rata-rata dari ketiga tambak sebesar 5,48 ± 1,25 ppm. Oksigen terlarut menjadi salah satu peubah kualitas air yang sangat penting untuk menopang kehidupan udang. Oleh karena itu sistem aerasi merupakan suatu hal yang terpenting dalam

sistem produksi udang sebagai pemasok oksigen terlarut dalam air tambak untuk kehidupan udang dan mendukung proses dekomposisi aerobik bahan organik dan nitrifikasi oleh bakteri. Aerasi juga menghasilkan arus air dan proses pengadukan massa air tambak sehingga dapat mempertahankan bakteri dan mikroorganisme lainnya dalam kondisi suspensi.

Salinitas air tambak berkisar dari 22,1-22,7 ppt di awal penebaran meningkat menjadi 28,7-28,9 ppt di akhir pemeliharaan, namun variasi ini tidak mempengaruhi terhadap pertumbuhan udang. Nilai rata-rata salinitas dari ketiga petak tambak adalah $25,4 \pm 2,3$ ppt, artinya salinitas ketiga petak tambak relatif sama fluktuasinya.

Upaya mempertahankan pH air harian dalam budidaya udang vaname superintensif menjadi suatu keharusan agar stabilitas kualitas air dapat terjaga dengan baik. Jika pH air dapat dijaga pada kisaran variasi < 1 maka peubah kualitas air lainnya tidak mengalami goncangan dan berada pada kondisi yang layak bagi kehidupan udang. Selama pemeliharaan udang, pH air tambak berkisar 6,5-8,4 dengan nilai rata-rata harian dari ketiga petak tambak adalah $7,5 \pm 0,2$.

Pada budidaya udang superintensif, terjadi eskresi TAN yang tinggi, karena udang banyak menggunakan protein sebagai sumber energi. Jika dijumlahkan N yang diekskresikan + N dalam feses dan sisa pakan, maka nilainya sekitar 75%, atau hanya sekitar 25% N yang diretensi dalam tubuh hewan budidaya. Rachmansyah *et al.* (2014) memperoleh nilai retensi N pakan pada budidaya udang vaname dengan padat penebaran 500-600 ekor/m² berkisar 38,71-42,35%; artinya lebih dari 60% N pakan akan terbuang ke lingkungan. N organik dalam sisa pakan dan feses selanjutnya akan membentuk TAN setelah melewati proses penguraian oleh bakteri. TAN ini bersifat toksik jika terakumulasi sampai kadar tertentu, sehingga pada akuakultur intensif harus sering dilakukan pergantian air untuk membuang TAN tersebut. Pakan yang digunakan berkadar protein 35-40% sehingga cukup memberikan kontribusi yang nyata terhadap konsentrasi TAN yang mencapai kisaran 0,0657-18,9200 ppm. Kemudian, proses nitrifikasi menjadi faktor utama dan bakteri nitrifikasi secara cepat mengkonversi amonia nitrogen menjadi nitrat. Konsentrasi amonia di atas 4 atau 5 ppm akan menjadi racun bagi udang (Boyd and Clay, 2002). Dalam penelitian ini, konsentrasi nitrit antara 0,0062-40,3000 ppm dan nitrat antara 0,0794-55,3000 ppm, tetapi nitrat tidak bersifat racun bagi udang pada konsentrasi di bawah 50 ppm (Boyd & Clay, 2002).

Analisis Biaya Budidaya Udang Vaname Superintensif

Berdasarkan akuainput yang digunakan dalam proses budidaya udang vaname superintensif diperoleh informasi bahwa biaya produksi udang vaname yang paling rendah adalah pada padat penebaran 1.000 ekor/m² sebesar Rp.30.526/kg udang (Tabel 2). Komponen biaya tertinggi dalam proses produksi udang vaname adalah pakan berkisar Rp. 19.108-21.778/kg yang berkontribusi antara 60,10-64,80%, diikuti oleh kebutuhan benur (13,10-13,80%) dan listrik (9,56-13,10%). Laba operasional tertinggi dalam dua kali musim tanam per tahun, diperoleh pada petak C (1.250 ekor/m²) sebesar Rp. 641.893.370,- diikuti oleh petak B (1.000 ekor/m²) dan A (750 ekor/m²) masing-masing Rp. 630.687.094,- dan Rp. 428.624.761,- ketiga padat penebaran masih menghasilkan nilai R/C rasio > 1 yang berarti usaha tersebut layak secara ekonomi (Tabel 2). Padat penebaran 500 dan 600 ekor/m² menghasilkan laba operasional per tahun masing-masing Rp. 221.256.579 dan Rp. 290.882.382,- dan imbalan penerimaan biaya (R/C) masing-masing 1,45 dan 1,61 (Tahe *et al.*, 2014).

Aplikasi padat penebaran 1.000 ekor/m² menghasilkan jangka waktu pengembalian modal 0,91 tahun dan nilai BEP sebesar Rp. 391.126.938, lebih rendah dibandingkan kedua perlakuan lainnya. Demikian halnya nilai R/C sebesar 1,52 lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Peningkatan padat penebaran tidak diikuti secara linier baik oleh produksi maupun laba operasional. Hal ini mengindikasikan bahwa padat penebaran 1.000 ekor/m² menghasilkan tingkat kelayakan usaha paling tinggi dan dapat dijadikan acuan padat penebaran dalam operasional budidaya udang vaname superintensif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Budidaya udang vaname dengan padat penebaran tinggi secara teknis dapat dilakukan, secara ekonomi menguntungkan, dan dapat diterima oleh masyarakat pembudidaya. Berdasarkan jangka waktu pengembalian modal, R/C rasio, dan titik impas, maka padat penebaran 1.000 ekor/m² menghasilkan performa budidaya terbaik dan dinilai paling layak untuk diaplikasikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada BPPBAP Maros yang telah mendanai penelitian ini melalui anggaran APBN 2014 Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau. Ucapan terima

Tabel 2. Analisa biaya budidaya udang vaname superintensif dengan dua kali penebaran per tahun
 Table 2. Cost analysis of vannamei shrimp farming superintensif with stocking twice per year

Peubah (Variables)	Padat penebaran (Stocking densities) (ind/m ²)					
	750		1		1.25	
	Nilai Value (Rp)	%	Nilai Value (Rp)	%	Nilai Value (Rp)	%
Benur (Seed)	4,293	13.10	4,206	13.8	4,625	13.80
Pakan (Feed)	19,67	60.10	19,108	62.60	21,778	64.80
Listrik (Electrical)	4,276	13.10	3,324	10.9	3,212	9.56
Bahan aditif (Additif materials)	834	2.55	884	2.90	1,035	3.08
Tenaga kerja (Labour)	1,526	4.66	1,122	3.68	987	2.94
Lain-lain (Miscellaneous)	2,141	6.54	1,881	6.16	1,977	5.88
Biaya per kg udang Cost production (Rp./kg shrimp produced)	32,741	100	30,526	100	33,613	100
Produksi (Production) (kg/yr)	15,724		21,398		24,326	
Biaya operasional Operational cost (Rp/yr) 2cycle	706,950,572		845,328,239		1,009,801,963	
Total penerimaan (Total revenue) (Rp/yr)	943,440,000		1,283,880,000		1,459,560,000	
Laba operasional (Operational profit) (Rp/yr)	428,624,761		630,687,094		641,893,370	
Jangka waktu pengembalian Pay back periode (yr)	1.10		0.91		0.92	
R/C rasio	1.33		1.52		1.44	
Titik impas (Break even point) (Rp)	422,906,410		391,126,938		436,884,162	

Catatan (Note): Asumsi harga jual udang (Assuming the sale price of shrimp) = Rp. 60.000/kg

kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada tim peneliti, teknisi litkayasa dan analis serta pengelola anggaran yang telah mendukung jalannya penelitian ini.

DAFTAR ACUAN

- Atjo, H. (2013). Keberlanjutan budidaya udang vaname supra-intensif Indonesia. Dipresentasikan pada Workshop Keberlanjutan Budidaya Vaname Supra-Intensif. Makassar, 23-24 Oktober 2013, 42 hlm.
- Balakrishnan, G., Peyail, S., Ramachandran, K., Theivasigamani, A., Savji, K.A., Chokkaiah, M., & Nataraj, P. (2011). Growth of cultured white leg shrimp *Litopenaus vannamei* (Boone 1931) in different stocking density. *Advances in Applied Science Research*, 2(3), 107-113.
- Boyd, C.E. & Clay, J.W. (2002). Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture Systems. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium, 17 pp.
- Hopkins, J.S., Stokes, A.D., Browdy, C.L., & Sandifer, P.A. (1991). The relationship between feeding rate, paddlewheel aeration rate and expected dawn dissolved oxygen in intensive shrimp ponds. *Aquacultural Engineering*, 10, 281-290.
- Krishna, P.V., Prakash, B.K., Kumar, V.H., & Prabhavathi, K. (2015). Growth, survival and production of Pacific white shrimp *Litopenaus vannamei* at different stocking densities under semiintensive culture system in Andhra Pradesh. *International Journal of Advanced Research*, 3(9), 446-452.
- Krummenauer, D., Peixoto, S., Cavalli, R.O., Poersch, L.H., & Wasielesky Jr, W. (2011). Superintensive culture of white shrimp, *Litopenaus vannamei*, in a biofloc technology systems in Southern Brazil at different stocking densities. *Journal of the World Aquaculture Society*, 42(5), 726-733.
- Lawrence, A.L. (2010). Super-intensive raceway shrimp production. The road to sustainability. Tahiti Aquaculture 2010. Papeete, Tahiti, December 07, 2010, 15 pp.
- Moos, S.M., Otosi, C.A., & Leung, P. (2005). Bigger shrimp: Optimizing strategies for growing larger *L. vanamei*. *Global Aquaculture Advocate*, October 2005, 68-69.
- Otoshi, C.A., Naguwa, S.S., Falesch, F.C., & Moss, S.M. (2007). Shrimp behaviour may affect culture

- performance at superintensive stocking densities. *Global Aquaculture Advocate*, March/April 2007, p. 67-69.
- Rachmansyah, Makmur, & Undu, M.C. (2014). Estimasi beban limbah nutrisi pakan dan daya dukung kawasan pesisir untuk tambak udang vaname superintensif. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3), 439-448.
- Samocha, T., Correia, E.S., Wilkenfeld, J., Morris, T.C., & Wei, L. (2010a). High-density production of the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in recycle culture water under zero-exchange conditions using settling tanks, foam fractionators and dissolved oxygen monitoring systems as management tools. *Aquaculture 2010 San Diego*, March 1-5, 2010.
- Samocha, T.M., Wilkenfeld, J.S., Morris, T.C., Correia, E.S., & Hanson, T. (2010b). Intensive raceways without water exchange analyzed for white shrimp culture. *Global Aquaculture*, July/August 2010, p. 22-24.
- Samocha, T.M., Schweitzer, R., Krummenauer, D., & Morris, T.C. (2012). Recent advance in super-intensive, zero-exchange shrimp raceway systems. *Global Aquaculture* November/December 2012, p. 70-71.
- Samocha, T.M., Braga, A., Magalhaes, V., Advent, B., & Morris, T.C. (2013a). Ongoing studies advance intensive shrimp culture in zero-exchange biofloc raceway. *Global Aquaculture* March/April 2013, p. 38-40.
- Samocha, T., Morris, T.C., Braga, A., Magalhaes, V., Schweitzer, R., Krummenauer, D., Correia, E.S., Kim, J.S., Austin, J.J., Mishra, J.K., Burger, J., Advent, B., & Hanson T. (2013b). Shrimp production in greenhouse-enclosed superintensive biofloc systems at the Texas A&M AgriLife Research Mariculture Lab:2003-2012. *Aquaculture 2013 Nashville, Tennessee, USA*. February 21-25, 2013, 37 pp.
- Suwoyo, H.S., Makmur, & Tahe, S. (2014). Keragaman hasil panen udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak superintensif. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan, UGM*, 30 Agustus 2014, RB-18, 289-297.
- Tahe, S., Mangampa, M., & Makmur. (2014). Kinerja budidaya udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pola super intensif dan analisis biaya. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2014*, p. 23-30.
- Taw, N., Fuat, H., Tarigan, N., & Sidabutar, K. (2006). Partial harvest with BFT: Promising for Pacific White Shrimp. *Global Aquaculture Advocate*, September/October, p. 84-86.
- Venero, J.A., McAbee, B., Lawson, A., Lewis, B.L., Leffler, J.W., & Browdy, C.L. (2009). Greenhouse-Enclosed superintensive shrimp production: Alternative to traditional ponds in U.S. *Global Aquaculture Advocate*, January/February, 2009, p. 61- 64.
- Wasiolesky, W., Froes, C., Foes, G., Krummenauer, D., Lara, G., & Poersh, L. (2013). Nursery of *Litopenaeus vannamei* reared in a biofloc system: The effect of stocking densities and compensatory growth. *Journal of Shellfish Research*, 32(3), 799-806.
- Yu., R. & Leung, P. (2006). Optimal partial harvesting schedule for aquaculture operations. *Marine Resources Economics*, 21, 301-315.
- Yu, R., Leung, P., Kam, L.E., & Bienfang, P. (2010). A Decision Support System for Scheduling Partial Harvesting in Aquaculture. *IGI. Global*, p. 406-509.