

**Prosiding Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis Ke-35  
Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan.  
“Smart Agriculture In Providing Food To Prevent Stunting”  
Pangkep, 11 Oktober 2023**

---

**Profil dan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah  
Pada Pembesaran Udang Vaname Secara Intensif**

**The profile and performance of the wastewater treatment plant  
in intensive growing-out of Pacific white shrimp**

**Ridwan<sup>1\*</sup>, Hadi F<sup>1</sup>, Muh. Syarwan Basra<sup>1</sup>, Muhammad Hirijal<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Budidaya Perikanan, Jurusan Budidaya Perikanan,  
Politeknik Pertanian Negeri Pangkep

\*Korespondensi: ridwanbdp99@yahoo.com

**Abstrak**

Udang vaname merupakan spesies hewan akuakultur yang paling banyak diproduksi di dunia pada tahun 2020 dengan nilai paling besar dan diperdagangkan dengan luas secara internasional. Untuk memenuhi permintaan pasar, diperlukan peningkatan produksi udang vaname melalui usaha pembesaran secara intensif. Salah satu dampak dari aktivitas pembesaran udang vaname secara intensif adalah produksi limbahnya yang berasal dari pakan tidak termanfaatkan sepenuhnya dan pakan tidak termakan oleh udang yang mencapai 78,84% nitrogen dan 93,87% fosfor pakan yang berpotensi mencemari perairan jika tidak ditangani sebelum dibuang. Salah satu upaya untuk meminimalkan beban limbah tersebut adalah penerapan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) agar buangan air limbah ke lingkungan dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan pembesaran udang dapat beroperasi secara berkelanjutan. Profil dan kinerja IPAL bervariasi antar lokasi usaha pembesaran udang vaname dan sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumberdaya. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan profil dan menganalisis kinerja IPAL pada pembesaran udang vaname secara intensif. Pengambilan data menggunakan metode observasi, wawancara dan partisipasi aktif. Data disajikan dalam bentuk tabel atau gambar kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil studi menunjukkan bahwa rasio IPAL/petak pembesaran 20:80, terdiri atas segmen sedimentasi dan aerasi, cukup efisien mereduksi NO<sub>2</sub> dan PO<sub>4</sub>, kurang efisien mereduksi NO<sub>3</sub> dan NH<sub>3</sub> serta tidak efisien mereduksi NH<sub>4</sub> dan TAN.

**Kata kunci:** kinerja, instalasi pengolahan air limbah, pembesaran intensif, udang vaname

**Abstract**

Pacific white shrimp is the most abundant aquaculture animal species produced in the world in 2020, with the most outstanding value, and is widely traded internationally. Increasing Pacific white shrimp production through intensive cultural efforts is necessary to meet market demand. One of the impacts of the intensive white shrimp culture is the production of waste from feed that is not fully utilized and uneaten feed by shrimp, which reaches 78.84% nitrogen and 93.87% phosphorus feed, which has the potential to pollute the waters if not treated before disposal. One of the efforts to minimize the waste load is implementing a wastewater treatment plant (WWTP) so that wastewater discharge into the environment can meet the set quality standards and shrimp rearing can operate sustainably. The profile and performance of the WWTP varies between white shrimp growing business locations. This research aims to describe the profile and analyze the performance of WWTP in the intensive growing-out of white shrimp. Retrieval of data using the method of observation, interviews, and active participation. Data was presented as tables or pictures and then analyzed descriptively. The results of the study showed that the ratio of WWTP/growing-out plots of 20:80, consisting of sedimentation and aeration segments, was quite efficient at reducing NO<sub>2</sub> and PO<sub>4</sub>, less efficient at lowering NO<sub>3</sub> and NH<sub>3</sub>, and inefficient at reducing NH<sub>4</sub> and TAN.

**Keywords:** performance, wastewater treatment plant, intensive growing-out, pacific white shrimp

## PENDAHULUAN

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan spesies hewan akuakultur yang paling banyak dibudidayakan di dunia dengan produksi sekitar 5.8 juta ton pada tahun 2020 (FAO, 2022). Udang ini merupakan spesies akuakultur yang paling berharga, bernilai 47% lebih banyak dari produksi Salmon Atlantik global tahun 2019 (FAO, 2021), dan diperdagangkan dengan luas secara internasional. Udang vaname hasil budidaya banyak diminati baik oleh pasar domestik maupun pasar ekspor. Selain itu, udang vaname memiliki beberapa keunggulan seperti tumbuh lebih cepat (Wardani *et al.*, 2019), sistem imun yang sudah berkembang, dapat dipelihara dengan kepadatan tinggi, toleransi yang tinggi terhadap salinitas (0.5–45 ppt), dan rasio konversi pakan yang lebih baik yaitu berkisar 1.2–1.6 (Briggs *et al.*, 2004; Supono, 2021).

Untuk memenuhi permintaan pasar tersebut, diperlukan peningkatan produksi udang vaname melalui usaha pembesaran udang vaname secara intensif (Chaikaew *et al.*, 2019; Nguyen *et al.*, 2019; Zhen *et al.*, 2013). Pembesaran udang vaname secara intensif yang ditandai dengan padat penebaran yang tinggi, penggunaan pakan buatan dan ketersediaan sarana dan prasarana (BSN, 2014; Mangampa *et al.* 2016). Pembesaran udang vaname secara intensif telah dilakukan di berbagai wilayah nusantara karena usaha ini memiliki prospek yang menguntungkan.

Salah satu dampak dari penerapan teknologi pembesaran udang vaname secara intensif adalah limbah yang dihasilkan berpotensi mencemari perairan jika tidak ditangani sebelum dibuang (Purnomo *et al.*, 2022). Telah dilaporkan bahwa pakan yang diberikan untuk udang mengandung rata-rata 30–40 persen protein kasar yang hanya sekitar 20–25 persen yang dimanfaatkan oleh udang yang dipanen, sisanya di dasar tambak sebagai sampah organik (Iber *et al.*, 2022). Beban limbah yang dihasilkan, disebabkan retensi nitrogen (N) dan fosfor (P) pakan pada budidaya udang vaname, masing-masing adalah 21,16% dan 6,13% sehingga nutrisi yang terbuang ke lingkungan perairan tambak masing-masing mencapai 78,84% nitrogen dan 93,87% fosfor (Chaikaew *et al.*, 2019). Pupuk diintroduksi ke tambak udang untuk meningkatkan produktivitas primer (Hlodzi *et al.*, 2020). Namun, pupuk dan pakan udang mengandung kadar nitrogen dan fosfor yang lebih tinggi daripada air budidaya yang sebenarnya. Nitrogen dan fosfor adalah elemen utama yang mendorong eutrofikasi dalam air limbah akuakultur yang mengakibatkan kerusakan ekosistem (Iber *et al.*, 2022). Penelitian telah menunjukkan bahwa hingga 50 g amonia nitrogen diproduksi untuk setiap satu kilogram asupan pakan udang. Selain itu, beberapa komponen lain seperti feses udang dan organisme mati juga menambahkan amonia (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>) dan hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S) ke air tambak, membuat air tidak cocok untuk didaur ulang (Iber *et al.*, 2021).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir beban limbah pembesaran udang adalah dengan penerapan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) agar buangan air limbah ke lingkungan dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan dan pembesaran udang dapat beroperasi secara berkelanjutan (KKP, 2019; Purnomo *et al.*, 2022; Fortuna, 2022). Profil instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada pembesaran udang vaname secara intensif dapat dilihat dari beberapa aspek seperti ukuran atau rasio IPAL dengan petak pembesaran, komponen atau jenis perlakuan serta tata letaknya (layout), sedangkan kinerjanya dapat dilihat dari beberapa parameter kualitas air di outlet IPAL seperti total amonia nitrogen (TAN), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfat (PO<sub>4</sub>), amoniak (NH<sub>3</sub>), dan amonium (NH<sub>4</sub>). Karena itu, penelitian ini bertujuan mendeskripsikan profil dan menganalisis kinerja instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada pembesaran udang vaname secara intensif.

## **BAHAN DAN METODE**

Penulisan artikel ini berdasarkan pengambilan data di lokasi pembesaran udang vaname secara intensif PT. Randomayang Tambak Lestari Mamuju Utara, Sulawesi Barat.

### **a. Metode Pengambilan Data**

Pengambilan data dilakukan menggunakan metode observasi, wawancara, partisipasi aktif dan studi literatur. Pengambilan data primer terkait parameter yang diamati dilakukan pada dua blok yang masing-masing terdiri atas delapan petak tambak dengan luas, padat penebaran, dan waktu penebaran yang sama dan satu unit instalasi pengolahan air limbah (IPAL).

### **b. Metode Kerja atau Pelaksanaan**

#### **Pengambilan sampel**

Pengambilan sampel air selama satu siklus produksi, dilakukan setiap dua minggu pada posisi outlet petak pemeliharaan blok A dan blok B, inlet dan outlet IPAL sebelum dibuang ke laut. Sampel ditangani dan dibawa ke laboratorium sesuai dengan prosedur operasional baku untuk dianalisis.

#### **Pengukuran Parameter Kualitas Air**

Parameter utama yang diukur meliputi total ammonia nitrogen (TAN), nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), dan fosfat (PO<sub>4</sub>). Semua parameter diukur di laboratorium atau secara *eksitu* dengan metode sebagai berikut :

- Pengukuran konsentrasi amonia mengacu pada SNI 19-6964.3-2003 cara uji amonia (NH<sub>3</sub>-N) dengan biru indofenol secara spektrofotometri (BSN, 2003).
- Pengukuran konsentrasi nitrit mengacu pada SNI 19-6964.1-2003 kualitas tentang air laut – Bagian 1: Cara uji nitrit (NO<sub>2</sub>-N) dengan sulfanilamid secara spektrofotometri (BSN, 2003).
- Pengukuran konsentrasi nitrat mengacu pada SNI 19-6964.7-2003 tentang kualitas air laut – Bagian 7: Cara uji nitrat (NO<sub>3</sub>-N) dengan reduksi kadmium secara spektrofotometri (BSN, 2003).
- Pengukuran konsentrasi fosfat mengacu pada SNI 06-6989.31-2005 tentang air dan air limbah – Bagian 31 : Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat (BSN, 2005).

#### **Efisiensi IPAL**

Efisiensi IPAL dihitung dengan membandingkan selisih nilai parameter kualitas air di inlet dan outlet dibagi dengan nilai parameter kualitas air di inlet menggunakan rumus :

$$\text{Efisiensi IPAL (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

di mana:

A: Nilai parameter influent (inlet)

B: Nilai parameter effluent (outlet)

Tingkat efisiensi IPAL dikategorikan mengacu pendapat Tchobanoglous *et al.* (1991), sebagai berikut: Sangat efisien:  $x > 80\%$ ; efisien:  $60\% < x = 80\%$ ; cukup efisien:  $40\% < x = 60\%$ ; kurang efisien:  $20\% < x = 40\%$ ; tidak efisien:  $x = <20\%$

### **c. Analisis Data**

Data yang terkait dengan parameter kualitas air disajikan dengan format Rata-rata±SEM (*standard error of mean*) dalam bentuk grafik kemudian dianalisis secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Profil Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan Petak Pemeliharaan

Satu unit IPAL berbentuk empat persegi panjang berukuran 110 m x 70 m dengan ketinggian air 1,5 m sehingga memiliki total volume sekitar 11.500 m<sup>3</sup>. Petakan IPAL diberi 19 sekat yang berjarak 6 m antar satu sekat, sehingga air akan mengalir secara zig-zag dari in let hingga ke out let. Pada bagian sekat ke 17 dan 18 ditempatkan unit kincir 1 HP yang dioperasikan secara terus menerus. Tambak pembesaran udang vaname berjumlah 16 petak dengan luas masing-masing 2.000 m<sup>2</sup> sehingga total luasnya 32.000 m<sup>2</sup>. Tata letak IPAL dan petak pembesaran udang vaname dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata letak instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dan petakan pemeliharaan udang vaname

Kedalaman air di tambak pembesaran adalah 1,5 m sehingga total volume air di seluruh petakan tersebut yaitu 48.000 m<sup>3</sup>. Berdasarkan luas atau volume, maka rasio antara IPAL dengan petak pemeliharaan adalah 20:80. Daya tampung IPAL sekitar 24% dari total volume air di tambak pemeliharaan. Rasio dan daya tampung IPAL tersebut lebih kecil dibandingkan dengan rasio dan daya tampung IPAL tambak superintensif yang digunakan oleh Syah *et al.* (2017) yaitu masing-masing 30:70 dan 30% dari total volume air di tambak.

Jumlah buangan air limbah yang masuk ke IPAL setiap hari dari petak pemeliharaan berkisar 4.800-12.800 m<sup>3</sup> atau rata-rata 9.700 m<sup>3</sup>. Hal tersebut didasarkan pada pergantian air di petakan pemeliharaan setinggi 15 cm/hari pada DOC 11-30, 30 cm/hari pada DOC 31-60 dan 40 cm/hari pada DOC 61-124 atau rata-rata 30 cm/hari. Dengan demikian, lama waktu tinggal air limbah di IPAL berkisar 0,9-2,4 hari atau rata-rata 1,2 hari. Waktu tinggal air limbah di IPAL yang didapatkan dalam studi ini lebih singkat dari waktu tinggal yang diperoleh Syah *et al.* (2017) yaitu 5,8 hari. Hal ini disebabkan oleh rasio IPAL/petakan pemeliharaan yang lebih kecil dan volume pergantian air di petakan pemeliharaan kemudian masuk ke IPAL lebih besar yang menyebabkan daya tampung IPAL lebih cepat terpenuhi sehingga lebih cepat keluar dari IPAL melalui outlet. Profil, tingkatan intensifikasi, produktivitas serta tingkat pemanfaatan pakan di petak pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil dan tingkat pemanfaatan petakan pemeliharaan pada pembesaran udang vaname secara intensif

Blok	Petak	Luas (m <sup>2</sup> )	Padat Tebar (ekor/m <sup>2</sup> )	Pakan (kg)	Biomassa (kg)	FCR
A	A1	2.000	296	25.464	14.527	1,75
	A2	2.000	296	25.464	14.469	1,76
	A3	2.000	296	21.582	13.243	1,63
	A4	2.000	296	25.102	14.352	1,75
	A5	2.000	286	23.043	13.180	1,75
	A6	2.000	286	24.393	13.983	1,74
	A7	2.000	286	22.418	13.382	1,68
	A8	2.000	286	24.468	13.809	1,77
	Rataan	2.000	291±2	23.992±520	13.868±196	1,73±0,02
B	B1	2.000	319	25.036	14.326	1,75
	B2	2.000	319	25.036	14.322	1,75
	B3	2.000	319	25.395	14.261	1,78
	B4	2.000	319	23.070	13.707	1,66
	B5	2.000	284	25.310	14.340	1,76
	B6	2.000	284	25.410	14.436	1,76
	B7	2.000	284	25.560	14.391	1,78
	B8	2.000	284	25.560	14.588	1,75
	Rataan	2.000	301±7	25.047±291	14.296±91	1,75±0,01

Tabel 1 menunjukkan bahwa petak pemeliharaan yang rata-rata seluas 2.000 m<sup>2</sup> ditebari dengan kepadatan berkisar 291-301 ekor/m<sup>2</sup> atau rata-rata 296 ekor/m<sup>2</sup> menghasilkan biomassa berkisar 13.868-14.296 kg/petak atau rata-rata 14.082 kg/petak dengan produktivitas rata-rata 70,41 ton/ha/siklus. Namun, rasio konversi pakan yang berkisar 1,73-1,75 atau rata-rata 1,75 yang berarti untuk menghasilkan 1 kg biomassa udang dibutuhkan 1,75 kg pakan. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan pakan oleh udang tidak optimal selama proses pemeliharaan, yang kemungkinan disebabkan oleh kelebihan pemberian pakan atau lambatnya pertumbuhan udang karena kualitas air yang menurun mengakibatkan udang stress dan bahkan kematian (Mahasri *et al.*, 2019).

#### b. Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Kinerja IPAL pada pembesaran udang vaname secara intensif ditentukan berdasarkan efektivitas unit pengolahan tersebut dalam memperbaiki karakteristik air buangan tambak intensif mendekati baku mutu yang ditentukan. Nilai parameter kualitas air limbah pada pembesaran udang vaname secara intensif selama satu siklus produksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas air limbah berdasarkan titik sampling pada pembesaran udang vaname secara intensif

Parameter	Titik Sampling				Baku Mutu Efluen
	Outlet Blok A	Outlet Blok B	Inlet IPAL	Outlet IPAL	
PO <sub>4</sub> (mg/L)	4,14±2,25	4,07±2,26	4,50±2,17	2,26±0,21	< 0,1*
NO <sub>2</sub> (mg/L)	0,46±0,12	0,30±0,06	0,43±0,11	0,21±0,14	< 2,5*
NO <sub>3</sub> (mg/L)	14,97±6,18	14,97±6,18	13,19±5,29	11,40±4,09	< 75*
NH <sub>3</sub> (mg/L)	0,06±0,01	0,05±0,01	0,05±0,02	0,04±0,01	< 0,1*
NH <sub>4</sub> (mg/L)	1,39±0,31	1,28±0,35	1,92±0,47	1,70±0,22	-
TAN (mg/L)	1,40±0,32	1,30±0,36	1,97±0,49	1,74±0,25	-

Sumber: \*) Kep.Men Perikanan & Kelautan No.28 Tahun 2004

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai parameter kualitas air limbah yang teramati di outlet IPAL masih berada di bawah nilai ambang batas baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Kep.Men Perikanan & Kelautan No.28 Tahun 2004, kecuali fosfat (PO<sub>4</sub>). Sedangkan parameter NH<sub>4</sub> dan TAN, meskipun tidak tercantum di baku mutu air limbah, nilai tersebut cukup tinggi dan perlu mendapatkan perhatian karena dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan organisme akuatik. Total ammonia nitrogen (TAN) merupakan jumlah dari amoniak (NH<sub>3</sub>) dan amonium (NH<sub>4</sub>), jadi konsentrasi TAN yang tinggi pada Tabel 2 di atas disebabkan oleh tingginya konsentrasi amonium (NH<sub>4</sub>).

Tabel 3. Kinerja instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pada pembesaran udang vaname secara intensif

Parameter	Efisiensi IPAL	
	Nilai (%)	Katagori
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	50	Cukup Efisien
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	51	Cukup Efisien
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	24	Kurang Efisien
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	29	Kurang Efisien
Amonium (NH <sub>4</sub> )	12	Tidak Efisien
Total Ammonia Nitrogen (TAN)	12	Tidak Efisien

Tabel 3 menunjukkan efektivitas dan efisiensi IPAL dalam mereduksi bahan pencemar dalam air limbah pembesaran udang vaname secara intensif. Tampak IPAL cukup efisien dalam mereduksi fosfat dan nitrit, namun kurang efisien terhadap nitrat dan amoniak serta tidak efisien terhadap amonium dan total ammonia nitrogen (TAN). Meskipun IPAL cukup efisien dalam mereduksi fosfat, namun belum cukup untuk menurunkan nilai parameter tersebut di bawah nilai ambang batas baku mutu air limbah pembesaran udang seperti tercantum pada Tabel 2.

Rendahnya kinerja IPAL dalam studi ini diduga disebabkan oleh beberapa hal seperti rasio IPAL/petak pemeliharaan yang lebih kecil (20:80), yang menyebabkan waktu tinggal air limbah di IPAL lebih singkat sehingga proses sedimentasi partikel dan oksidasi bahan organik dalam air limbah tidak optimal. Selanjutnya, komponen atau bagian IPAL dalam studi ini belum sesuai petunjuk

teknis IPAL pembesaran udang (KKP, 2019) dan SOP IPAL yang baik (Purnomo *et al.*, 2022). Salah satu strategi pengelolaan tambak yang berkelanjutan adalah penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) pembuangan limbah dengan memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang baik (Purnomo *et al.*, 2022). Lebih lanjut dijelaskan bahwa IPAL tambak udang intensif terdiri dari 4 bagian : (1) pada bagian pertama dilakukan sedimentasi untuk memastikan bahwa kadar TSS (total padatan tersuspensi) dan bau tak sedap dari H<sub>2</sub>S berkurang dan sedimen yang tersisa diubah menjadi pupuk; (2) air limbah yang tersisa masuk ke bagian kedua dari kolam pertama dengan kemampuan oksigenasi untuk meningkatkan oksigen dan menurunkan BOD; (3) bagian ketiga mengubah nutrisi menjadi eutrofikasi untuk keuntungan organisme; dan (4) bagian keempat digunakan sebagai unit penyimpanan untuk dibuang ke laut.

Kolam sedimentasi merupakan pengolahan tahap pertama secara fisik untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan dan didesain dalam bentuk kolam bersekat-sekat untuk mengurangi kecepatan arus air buangan dan meningkatkan jarak dan waktu alir air buangan serta kapasitas pengendapan partikel padat. Pada studi ini, IPAL didesain dalam bentuk 19 kolam bersekat-sekat sehingga jarak alir air buangan yang cukup panjang (1.330 m) akan meningkatkan kapasitas sedimentasi partikel padat, meskipun parameter tersebut tidak diukur.

Bagian kedua dari IPAL pada dasarnya merupakan bagian pengolahan limbah dimana diharapkan terjadi proses oksidasi bahan organik oleh bakteri aerob dan nitrifikasi nitrogen, sehingga dilengkapi sistem aerasi untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut, menurunkan BOD, dan menaikkan pH dalam air buangan, serta membuang CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S, serta gas-gas terlarut lainnya (Syah *et al.*, 2017). Hasil dari proses oksidasi bahan organik di bagian ini berupa nutrisi yang akan mengalir ke bagian ketiga untuk dimanfaatkan oleh organisme sesuai dengan level tropiknya. Bagian ketiga merupakan tempat dimana nutrisi hasil oksidasi bahan organik di bagian sebelumnya dapat dimanfaatkan oleh organisme tumbuhan akuatik seperti rumput laut *Gracillaria* sp. (Purnomo *et al.*, 2022). Selain memanfaatkan nutrisi seperti nitrat (NO<sub>3</sub>), *Gracillaria* sp. juga dapat menyerap amoniak (NH<sub>3</sub>-N) (Ihsan *et al.*, 2018). Keberadaan rumput laut *Gracillaria* sp. yang ditanam di kolam ekualisasi IPAL, diduga memberikan kontribusi terhadap penyerapan unsur N dan P, serta berfungsi sebagai perangkap bagi partikel koloid yang berada di air limbah (Syah *et al.*, 2017).

Bagian keempat merupakan tempat penampungan sementara untuk proses equalisasi air limbah yang telah mengalami proses pengolahan sebelum dibuang ke laut. Beban limbah N dan P yang masih tersisa di kolam ekualisasi juga dimanfaatkan oleh fitoplankton yang berkembang dapat berfungsi sebagai makanan alami bagi ikan mujair yang dapat ditebar di bagian ini. Pemanfaatan ikan nila, *Oreochromis* sp., dan lumut, *Enteromorpha* sp. yang dipelihara secara terintegrasi dengan udang vaname dengan sistem resirkulasi dapat menyerap beban limbah air buangan budidaya udang (Attasat *et al.*, 2013). Selain untuk mengurangi beban limbah, organisme tersebut juga berfungsi sebagai bioindikator kelayakan air limbah untuk dibuang ke perairan umum.

Faktor lain yang berkontribusi terhadap rendahnya efisiensi IPAL dalam studi ini adalah manajemen pemberian pakan di petak pemeliharaan yang belum optimal. Hal ini ditandai dengan rasio konversi pakan yang cukup tinggi (1,75). Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan pakan oleh udang tidak optimal selama proses pemeliharaan, yang kemungkinan disebabkan oleh kelebihan pemberian pakan atau lambatnya pertumbuhan udang. Selain tidak ekonomis, kelebihan pakan juga akan meningkatkan laju penurunan kualitas air sehingga intensitas dan volume pergantian air di petak pemeliharaan juga meningkat. Dengan demikian, daya tampung IPAL akan lebih cepat terpenuhi sehingga waktu tinggal air limbah di IPAL semakin singkat yang menyebabkan proses pengolahan (sedimentasi, oksidasi, equalisasi) air limbah tidak optimal.

## KESIMPULAN

Instansi pengelolaan air limbah dengan rasio IPAL/petak pembesaran 20:80 yang terdiri atas segmen sedimentasi dan aerasi, cukup efisien mereduksi  $\text{NO}_2$  dan  $\text{PO}_4$ , kurang efisien mereduksi  $\text{NO}_3$  dan  $\text{NH}_3$  serta tidak efisien mereduksi  $\text{NH}_4$  dan TAN. Untuk memperbaiki kinerja IPAL perlu ditingkatkan rasio IPAL/petak pemeliharaan dan penambahan petak atau komponen equalisasi. Selain itu, di petak pemeliharaan diperlukan perbaikan manajemen pemberian pakan untuk mengoptimalkan pemanfaatan pakan, mengurangi laju penurunan kualitas air dan volume pergantian air.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan dan staf PT. Randomayang Tambak Lestari yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan pengambilan data sehingga penulisan artikel ini dapat terwujud.

## DAFTAR PUSTAKA

- Attasat, S., Wanichpongpan, P., & Ruenglertrpanyakul, W. 2013. Design of integrated aquaculture of Pacific white shrimp, tilapia and green mussel. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 4: 9-14.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. *Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) produksi induk model indoor*. SNI 8037.
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. *Kualitas air laut – Bagian 7: Cara uji nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) dengan reduksi kadmium secara spektrofotometri*. SNI 19- 6964.7-2003. Jakarta. 12 hal.
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. *Kualitas air laut – Bagian 3: Cara uji amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) dengan biru indofenol secara spektrofotometri*. SNI 19-6964.3-2003. Jakarta. 10 hal.
- Badan Standardisasi Nasional. 2003. *Kualitas air laut – Bagian 1: Cara uji nitrit ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ) dengan sulfanilamid secara spektrofotometri*. SNI 19-6964.1- 2003. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2005. *Air dan air limbah – Bagian 31 : Cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer secara asam askorbat*. SNI 06- 6989.31-2005. Jakarta. 6 hal.
- Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R., Phillips, M. 2004. *Introductions and movement of Penaeus vannamei and Penaeus stylirostris in Asia and The Pacific*. RAP Publication 2004/10 Food and Agriculture Organization of The United Nations Regional Office for Asia and The Pacific Bangkok, Thailand. 92 pp
- Chaikaew, P., Rugkarn, N., Pongpipatwattana, V., Kanokkantapong, V. 2019. Enhancing ecological-economic efficiency of intensive shrimp farm through in-out nutrient budget and feed conversion ratio. *Sustainable Environment Research*, 29 (28): 1-11.
- FAO. 2021. *FAO Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2019*. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb7874t.pdf>. Diakses 2 Maret 2023.
- FAO. 2022. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en.pdf> Diakses 2 Maret 2023.
- Fortuna, S. D. 2022. *The Importance of Wastewater Treatment Plant (WWTP) for Shrimp Ponds*. <https://delosaqua.com/the-importance-of-wastewater-treatment-plant/>. Diakses 4 Maret 2023.
- Hlordzi, V., Kuebutornye, F.K.A., Afriyie, G., Abarike, E.D., Lu, Y., Chi, S., Anokyewaa, M.A., 2020. The use of Bacillus species in maintenance of water quality in aquaculture: a review. *Aquacult. Rep.*, 18: 1-12.

- Iber, B.T., Kasan, N.A. 2021. Recent advances in Shrimp aquaculture wastewater management: Review article. *Heliyon*, 7: 1-9.
- Ihsan, Y.N., Bangsa, R.K., Fellatami, K., Pribadi, T.D.K. 2018. The Ability of Gracilaria Sp. to Absorb Ammonia (NH<sub>3</sub>-N) and its Effect on Chlorophyll Content and Growth. *Omni-Akuatika*, 14 (3): 96–105.
- KKP. 2019. *Petunjuk Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Pembesaran Udang*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 29 Hal.
- Mahasri, G., Harifa, A. I., Sudarno. 2019. Oxygen Dissolved Nanobubble Technology Improved the Quality of Pacific White Shrimp Cultivation. *Indian Veterinary Journal*, 96(05): 37-39.
- Mangampa, M. dan Suwoyo, H.S., 2016. Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Teknologi Intensif Menggunakan Benih Tokolan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(3): 351-361.
- Menteri Kelautan dan Perikanan. 2004. *Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor: KEP. 28/MEN/2004 Tentang Pedoman Umum Budidaya Udang di Tambak*. Biro Hukum dan Organisasi. Jakarta.
- Nguyen, T.A.T., Nguyen, K.A.T., Jolly, C. 2019. Is Super-Intensification the Solution to Shrimp Production and Export Sustainability? *Sustainability*, 11(5277): 1-22.
- Purnomo, A.R., Patria, M.P., Takarina, N.D., Karuniasa, M. 2022. Environmental Impact of the Intensive System of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Farming on the Karimunjawa-Jepara-Muria Biosphere Reserve, Indonesia. *International Journal on Advanced Sciences Engineering Information Technology*, 12 (3): 873-880.
- Supono. 2021. Current status of technical and economic analysis of inland shrimp culture in Lampung Province, Indonesia. *AACL Bioflux*, 14 (1) : 218-226.
- Syah, R., Fahrul, M., Suwoyo, H.S., Makmur. 2017. Performansi Instalasi Pengolah Air Limbah Tambak Superintensif. *Media Akuakultur*, 12 (2) : 95-103.
- Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Metcalf, Eddy. 1991. *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse*. 3rd Ed., McGraw-Hill. New York: 1334 pp.
- Wardani, Putri, F. N., and Rahman. 2019. Growth performance of white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed with Various dosages of prebiotic honey. *Paper on The 3rd EMBRIO International Workshop on Marine Biodiversity: Understanding, Utilization, Conservation*. 9–10 October 2018, Bogor, Indonesia.
- Zhen, M., Rong, W., Xiefa, S., Lei, G. 2013. The effect of three culture methods on intensive culture system of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *J. Ocean University China (Oceanic and Coastal Sea Research)*, 12: 434-440.