

PETUNJUK TEKNIS
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH
PEMBESARAN UDANG



KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
DIREKTORAT JENDERAL PERIKANAN BUDIDAYA

2019

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Budidaya udang merupakan salah satu andalan sektor perikanan nasional untuk meningkatkan perekonomian dan menjadi salah satu prioritas pengembangan akuakultur di Indonesia. Produksi udang nasional dari subsektor perikanan budidaya meningkat pesat dalam 5 tahun terakhir dengan produksi 638.955 ton (2013) menjadi 920.051 ton (2017) dengan rata-rata kenaikan pertahun sebesar 10,38 %. Demikian juga dengan nilai produksinya pada tahun 2013 sebesar 26,802 Trilyun, meningkat menjadi 50,473 Trilyun pada tahun 2017 dengan kenaikan rata-rata pertahun sebesar 17,25 %. Pada tahun 2018 tercatat volume ekspor udang sebesar 197,43 ribu ton dengan nilai USD 1.742,12 juta. Kegiatan pembesaran udang ini akan berdampak pada lingkungan dan ekosistem, seperti tanah, perairan pantai, flora dan fauna, sehingga diperlukan pengelolaan yang baik, ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Perkembangan industri budidaya udang yang sangat cepat, berimplikasi pada beban cemaran dari produk limbah industri terhadap lingkungan yang selanjutnya berpengaruh terhadap kehidupan organisme perairan. Dampak negatif dari kegiatan pembesaran ke lingkungan perairan telah terjadi di Thailand (Tookwinas, 1988), Vietnam (Anh et al., 2010), Cina (Cao et al., 2007), dan pengaduan masyarakat akibat dampak lingkungan yang bersumber dari aktivitas tambak udang di Indonesia terjadi di Buleleng (Bali), Tulungagung (Jawa Timur), Bantul (Yogyakarta), Bima (Nusa Tenggara Barat), Bengkulu, Pesawaran (Lampung) (Wibowo, 2017), meskipun keberadaannya hanya sebagian kecil dari pencemaran yang bersumber dari kegiatan di daratan. Perencanaan yang benar dalam memanfaatkan limbah akuakultur untuk mengurangi masalah pencemaran perairan dapat dilakukan dengan mengambil manfaat dari nutrisi yang berada di limbah tersebut melalui pengembangan sistem pembesaran

Input efluen dan sedimen buangan limbah tambak udang secara kontinyu ke perairan laut akan berakibat :

- Pergeseran dominasi sistem alami *photoautotroph* (plankton sebagai produsen primer laut) oleh sistem *organotrophbacteria* karena kelimpahan bahan organik dalam air laut.
- Perluasan *death zone area*
- Penambahan lapisan *anoxia* dan *euxinia* di dasar laut

Sedangkan efek yang dapat ditimbulkan oleh limbah tambak udang untuk keberlangsungan pembesaran udang adalah :

- Peningkatan kebutuhan sarana prasarana treatment air laut.
- Kelimpahan mikroorganisme patogen (bakteri, protozoa, virus).
- Peningkatan prevalensi penyakit udang.
- Fluktuasi alkalinitas.
- Peningkatan laju nitrifikasi.
- Peningkatan laju pelepasan posfat oleh sedimen.
- Gangguan healthy plankton bloom.
- Toksin algae.

Nur (2011) menyatakan bahwa produk limbah akuakultur terdiri atas (a) padatan, terutama dalam bentuk residu pakan, feses ikan, dan koloni bakteri; (b) terlarut, seperti amonia, urea, karbondioksida, fosfor, dan hidrogen sulfida. Limbah tersebut akan meningkat dengan konversi pakan yang rendah. Retensi N dan P pakan pada pembesaran udang vaname masing-masing 22,27 % dan 9,79 % sehingga nutrisi yang terbuang ke lingkungan perairan tambak masing-masing mencapai 77,73 % nitrogen dan 90,21 % fosfor (Fahrur et al, 2016). Senyawa fosfat dan nitrogen seperti amoniak, nitrat dan nitrit yang terdapat ditambak. Senyawa tersebut bersifat metabolitoksik dan sangat berbahaya bagi perikanan tambak. Keberadaan fosfat secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulasi ledakan pertumbuhan algae di perairan (algae bloom) (Hendrawati, et al. 2016). Tingginya kandungan nitrogen dalam bentuk ammonia yang terdapat pada limbah tambak udang juga menyebabkan timbulnya bau yang mengganggu.

Undang-Undang No. 32 tahun 2009 tentang "Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup" bahwa lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan hak asasi setiap warga negara Indonesia sebagaimana diamanatkan dalam Pasal 28H Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Kualitas lingkungan hidup yang semakin menurun telah mengancam kelangsungan perikehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya sehingga perlu dilakukan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang sungguh-sungguh dan konsisten oleh semua pemangku kepentingan. Begitu juga yang diamanatkan oleh Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 75 tahun 2016 tentang Pedoman Umum Pembesaran Udang Windu (*Penaeus monodon*) dan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) diperlukan manajemen limbah, agar tidak mencemari lingkungan. 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.

1.2. Tujuan dan Sasaran

1.2.1. Tujuan

Tujuan petunjuk teknis ini adalah sebagai acuan bagi pembesaran udang dan pemangku kepentingan untuk menerapkan IPAL dalam rangka mencegah pencemaran lingkungan.

1.2.2. Sasaran

Dengan petunjuk teknis ini diharapkan:

1. Tersedianya instalasi pengolahan air limbah pembesaran udang intensif sesuai dengan fungsipersyaratan minimal yang dibutuhkan.
2. Dihasilkannyaair hasil pengolahan IPAL yang tidak mencemari lingkungan.

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dibahas pada pedoman ini adalah IPAL pembesaran udang yang dapat digunakan untuk semua jenis teknologi pembesaran dan dapat digunakan secara komunal maupun individu yang meliputi :

1. Prinsip dasar pengelolaan dan kebutuhan lahan untuk instalasi pengolahan air limbah pembesaran udang.
2. Peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk proses pengolahan air limbah pembesaran udang.
3. Pengoperasian dan pemeliharaan dalam pengolahan instalasi pengolahan air limbah pembesaran udang.

1.4. Pengertian Umum

1. Aerob adalah kondisi dimana terdapat oksigen
2. Air limbah adalah gabungan antara cairan dan padatan dari buangan hasil kegiatan pembesaran udang.
3. Fasilitas PembesaranUdang adalah sarana prasarana yang diperlukan untuk kegiatan pembesaran udang.
4. Instalasi Pengolahan Air Limbah yang selanjutnya disebut IPAL adalah bangunan air yang berfungsi untuk mengolah air buangan yang berasal dari kegiatan pembesaran udang.
5. Nitrifikasi adalah proses pembentukan senyawa nitrit dan atau nitrat dari senyawa amonia dan oksigen dengan bantuan mikro organisme.
6. Pembesaran udang adalah kegiatan memproduksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) atau udang windu (*Penaeus monodon*) dengan menggunakan metoda

budidaya semi intensif, intensif dan super intensif, yang dipelihara di tambak dengan 2 ciri utama yaitu padat penebaran sebesar ≥ 10 ekor/m² untuk udang windu atau ≥ 30 ekor/m² untuk udang vaname dan mengandalkan pemberian pakan tambahan untuk mendapatkan produksinya.

7. Pelaksana IPAL adalah petugas atau pihak yang mengoperasikan IPAL
8. Polutan adalah bahan pencemar.

BAB II

PRINSIP DAN PROSES PENGOLAHAN AIR LIMBAH

2.1. Prinsip Pengolahan Air Limbah

Prinsip pengolahan air limbah adalah melakukan perbaikan mutu air limbah agar saat dibuang tidak mencemari lingkungan (perairan umum). Perbaikan mutu air limbah dilakukan dengan cara:

- a. memisahkan padatan dari air limbah;
- b. mengurangi polutan dari air limbah sehingga mutu air hasil pengolahan IPAL tidak lebih buruk dari lingkungan sekitarnya;

2.2. Karakteristik Air Limbah

Limbah tambak udang mengandung bahan organik yang terdiri atas kotoran udang, sisa pakan, sisa tubuh udang, dan agregat mikro organisme (plankton) mati yang sering ditemukan mengendap di dasar tambak. Menurut Syah (2017) limbah tambak udang yang mengandung N dan P yang dapat meningkatkan kesuburan perairan. Meskipun air limbah dari pembesaran udang pada umumnya memiliki kadar polutan yang tidak terlalu tinggi, akan tetapi volume yang besar berdampak merugikan lingkungan. Kadar polutannya sangat tergantung pada lama pemeliharaan, kepadatan tebar, substrat kolam dan konstruksi. Air limbah umumnya memiliki kadar yang cukup tinggi pada parameter mutu air seperti (1) *Biological Oxygen Demand* (BOD), (2) *Total Suspended Solid* (TSS), (3) Total Organik, (4) kekeruhan, (5) *Total Nitrogen* (TN) dan (6) *Total Phosphat* (TP).

Kadar BOD air limbah pada saat panen adalah sekitar < 100 mg/L, namun demikian kadarnya ditemukan sekitar 100-1000 mg/L pada buangan air limbah yang berbentuk padatan (lumpur). Hal yang serupa juga ditemukan pada parameter TSS dan kekeruhannya. Kadar polutan air limbah yang dibuang ke lingkungan semakin tinggi dengan meningkatnya padat tebar (Tabel 1). Padat penebaran tinggi memberikan konsekuensi terhadap beban limbah yang dihasilkan, disebabkan retensi nitrogen (N) dan fosfor (P) pakan pada pembesaran udang vaname, masing-masing adalah 22,27% dan 9,79% sehingga nutrisi yang terbuang ke lingkungan perairan tambak masing-masing mencapai 77,73% nitrogen dan 90,21% fosfor (Hongsheng et al., 2008).

Tabel 1. Beban limbah yang terbuang ke lingkungan perairan pada pembesaran udang vaname dengan kepadatan berbeda (Syah et al., 2014).

| Padat Penebaran (ek/m ²) | Beban Limbah | |
|---|--------------|--------|
| | N (kg) | P (kg) |
| 50 | 108,49 | 56,13 |
| 500 | 406,57 | 100,33 |
| 600 | 532,30 | 119,50 |

Pada air limbah pembesaran udang superintensif dengan padat penebaran 750-1.250 ekor/m² mengandung rata-rata TSS 798-924 mg/L; Total Organik 81,227-88,641 mg/L; TN 9,8389-14,4260 mg/L; dan TP 7,8770-11,8720 mg/L (Fahrur et al., 2015). Sedimen yang terbentuk dapat mencapai 18,2-21,9 ton/0,1 ha/siklus produksi udang (Suwoyo et al., 2015).

2.3. Proses Pengolahan Air Limbah

Proses pengolahan air limbah perlu mempertimbangkan beberapa hal, yaitu:

- Efektif dalam melakukan pengolahan
- efisien dalam menurunkan kadar polutan

Pengolahan air limbah secara umum terbagi menjadi 3 teknik pengolahan yaitu pengolahan secara mekanis, kimia dan biologi. Penerapan IPAL untuk pembesaran udang sebaiknya menghindari pengolahan secara kimia yang dapat merugikan lingkungan, karena dapat mengancam keamanan pangan (*food safety*)

2.3.1. Pengolahan Air Limbah secara Mekanis

Pengolahan limbah secara mekanis dilakukan melalui proses pengendapan/sedimentasi untuk mengurangi TSS. Proses pengendapan dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti dengan penyaringan ataupun dengan memperlambat kecepatan aliran air sehingga tidak melebihi 20 m/detik.

Penggunaan saringan pada wadah pengendapan cukup efektif mengurangi kadar padatan air limbah sehingga dapat mengurangi kerusakan pada sistem pemompaan dan unit peralatan pemisah lumpur (*sludge removal equipment*) misalnya *weir*, *block valve*, *nozle*, saluran serta perpipaan.

Screen atau saringan dapat dikelompokkan menjadi dua yakni saringan kasar (*coarse screen*) dan saringan halus (*fine screen*). Saringan kasar diletakkan pada awal proses. Saringan halus dapat menggunakan saringan kasa dengan mesh size 1 mm (kasa

hijau) hingga meshsize 2,5 mm (waring hitam). Atau dengan jenis bahan yang lain yang mudah didapatkan.

2.3.2. Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Biologis

Proses pengolahan air limbah yang mengandung polutan senyawa organik, untuk menguraikannya digunakan teknologi yang sebagian besar menggunakan aktifitas mikroorganisma yang disebut dengan "Proses Biologis". Proses pengolahan air limbah secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerob, kondisi anaerob atau kombinasi anaerob dan aerob. Proses biologis dengan kondisi aerob biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi

Pengolahan air limbah secara biologis secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga yakni

- 1) proses biologis dengan biakan tersuspensi (*suspended culture*), proses biologis dengan biakan melekat (*attached culture*) dan proses pengolahan dengan sistem *lagoon* atau kolam.

Proses biologis dengan biakan tersuspensi adalah sistem pengolahan dengan menggunakan aktifitas mikroorganisma untuk menguraikan senyawa polutan air limbah. Mikroorganisma yang digunakan dibiakkan secara tersuspensi di dalam suatu *reactor* yang secara reguler di tebarkan pada air limbah. Beberapa contoh proses pengolahan dengan sistem ini antara lain : proses lumpur aktif standar atau konvensional (*standard activated sludge*), *step aeration*, *contact stabilization*, *extended aeration*, *oxidation ditch* (kolam oksidasi sistem parit) dan lainnya.

- 2) Proses biologis dengan biakan melekat yakni proses pengolahan limbah dimana mikroorganisma yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisma tersebut melekat pada permukaan media. Proses ini disebut juga dengan proses biofilm. Beberapa contoh teknologi pengolahan air limbah dengan cara ini antara lain : *trickling filter*, biofilter tercelup, reaktor kontak biologis putar (*rotating biological contactor, RBC*), *contact aeration/oxidation* (aerasi kontak) dan lainnya.

- 3) Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan *lagoon* atau kolam. Proses ini dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama sehingga senyawa polutan air limbah akan terurai oleh aktifitas mikroorganisma yang tumbuh secara alami. Untuk mempercepat proses penguraian senyawa polutan atau memperpendek waktu tinggal dapat digunakan aerasi. Contoh proses pengolahan air limbah dengan cara ini adalah kolam aerasi atau kolam stabilisasi

(*stabilization pond*) dengan sistem *lagoon* tersebut kadang-kadang dikategorikan sebagai proses biologis dengan biakan tersuspensi. (Azizah 2011)

2.4. Faktor Yang Mempengaruhi Desain IPAL

Desain IPAL pembesaran udang ditentukan oleh beberapa faktor yaitu:

A. *Volume Air Limbah*

Desain IPAL dipengaruhi oleh volume air limbah yang dihasilkan, karena volume digunakan sebagai penentuan kapasitas unit-unit pengolahan air limbah.

Bila volume air limbah besar maka kapasitas unit pengolahannya harus dibuat besar untuk dapat menampung air limbah tersebut. Terlebih lagi bila akan digunakan unit pengolahan yang membutuhkan waktu tinggal, maka perhitungan volume unit pengolahannya dikalikan dengan waktu tinggalnya.

B. *Kecepatan Aliran air limbah*

Kecepatan aliran limbah sangat mempengaruhi proses sedimentasi. Proses sedimentasi dapat optimal apabila kecepatan aliran air ≤ 20 m/detik.

C. *Ketersediaan lahan atau ruang*

Besarnya lahan atau ruang bagi instalasi pengolahan air limbah ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut: volume air limbah yang harus diolah, kadar dan keragaman bahan pencemaran air limbah.

D. *Ketersediaan biaya*

Pembangunan (konstruksi), operasional dan perawatan IPAL membutuhkan biaya, dimana besarnya tergantung dari teknologi dan peralatan yang digunakan.

E. *Manfaat lainnya*

IPAL dapat diberdayakan sebagai unit produksi penghasil keuntungan, baik dari sisi hasil produk IPAL maupun sisi konstruksi IPAL (padatan maupun cairan). Padatan pada proses sedimentasi terbukti efektif dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman. Padatan tersebut dapat digunakan langsung sebagai media untuk kegiatan persemaian bibit pohon bakau atau padatan tersebut bila sudah dikeringkan dapat digunakan untuk kegiatan produksi tanaman palawija/sayuran. Karena mengandung kadar garam yang tinggi, petani tanaman palawija/sayuran sebaiknya hanya menggunakan lumpur sedimentasi kering maksimum sekitar 30% dari total pupuk yang biasa digunakan.

Air limbah hasil pengolahan IPAL dapat dimanfaatkan sebagai bahan inokulan untuk menumbuhkan plankton/pakan alami pada tambak yang baru ditebar. Bahkan air limbah hasil pengolahan IPAL dapat digunakan sebagai air baru untuk kegiatan pembesaran udang apabila mutu sumber air yang biasa digunakan untuk budi daya ternyata lebih rendah (Suwoyo et al., 2016a.,2016b).

Organisma yang digunakan sebagai biofilter pada proses pengolahan air limbah, seperti kekerangan/ ikan dan rumput laut dapat dimanfaatkan untuk konsumsi manusia maupun sebagai pakan tambahan bagi udang dan unit IPAL yang difungsikan terutama pada wadah pengolahan dengan proses biologis dapat dimanfaatkan sebagai lokasi usaha pemancingan atau diintegrasikan dengan unit usaha kuliner berbasis perikanan (seafood).

BAB III

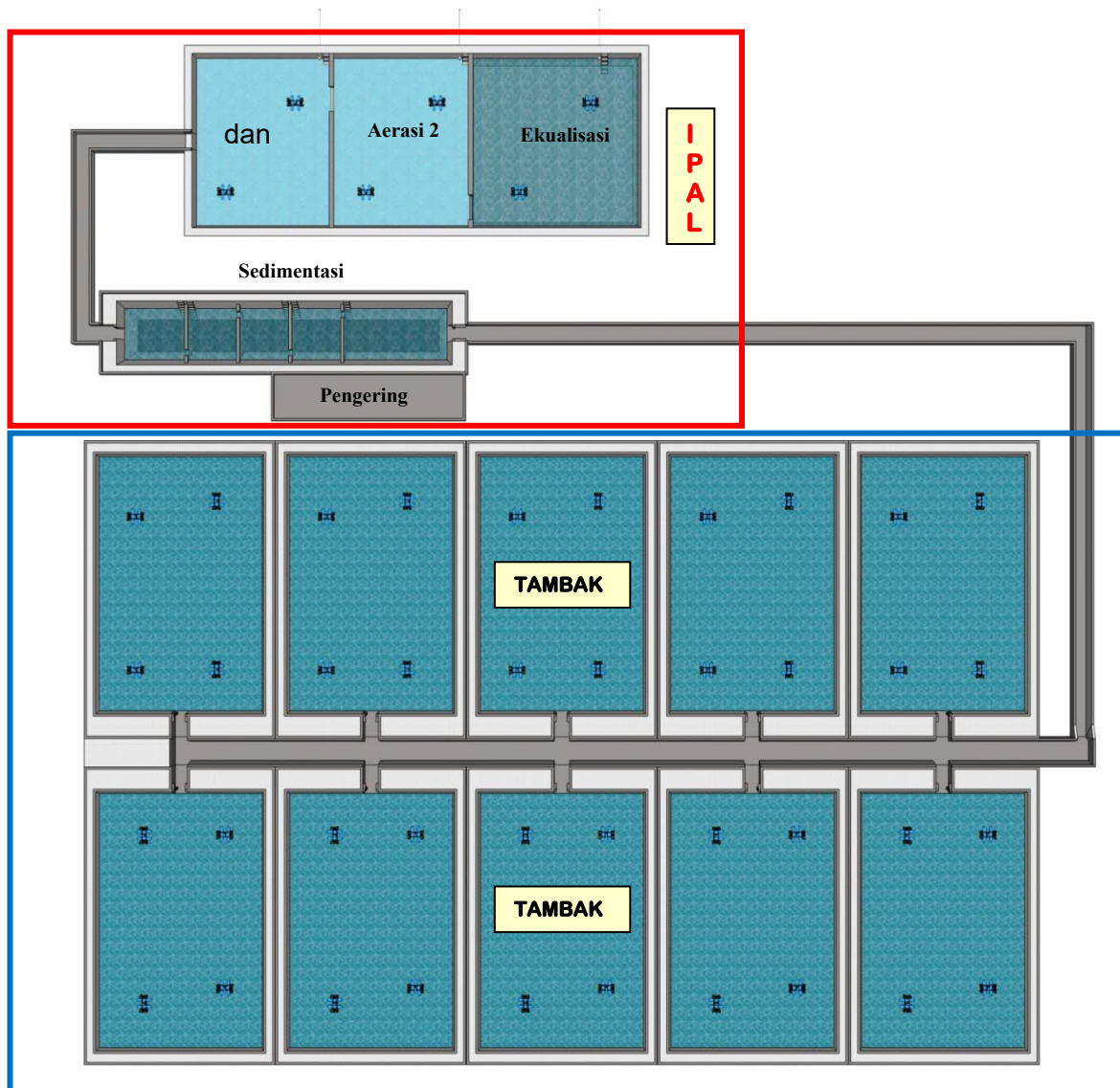
STANDAR OPERASIONAL PENGGUNAAN IPAL

3.1. Rancang Bangun

3.1.1. Rancangan Lokasi (*Site Plan*) IPAL Pembesaran Udang

Lokasi IPAL pembesaran udang sebaiknya berada :

- (1) tidak terlalu jauh dari lokasi pemeliharaan.
- (2) tidak jauh dari saluran pembuangan lingkungan.
- (3) lokasi yang bebas kontaminasi/tidak tercemar



Gambar 1. Contoh Desain IPAL pembesaran udang

3.1.2. Konstruksi Bangunan IPAL

A. Struktur Bangunan IPAL

- Setiap bangunan IPAL, strukturnya harus direncanakan dengan cukup kuat, kedap, kokoh, dan stabil dalam menahan beban limbah. Konstruksi bangunan IPAL bisa terbuat dari tanah, beton maupun tambak lining plastik, dll.
- Kemampuan memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa, angin, pengaruh korosi, jamur dan sebagainya.
- Apabila bangunan IPAL terletak pada lokasi tanah yang dapat terjadi likuifaksi (pergeseran), maka struktur bawah bangunan IPAL harus direncanakan mampu menahan gaya pergeseran tanah tersebut.
- Perencanaan dan pelaksanaan perawatan struktur bangunan IPAL seperti halnya penambahan struktur dan/atau penggantian struktur, harus mempertimbangkan persyaratan keselamatan struktur.
- Pemeriksaan fungsi bangunan IPAL dilaksanakan secara berkala.

B. Persyaratan Bahan

- Bahan struktur yang digunakan harus sudah memenuhi semua persyaratan keamanan, termasuk keselamatan terhadap lingkungan dan pengguna bangunan IPAL, serta sesuai standar teknis (SNI) yang terkait.
- Bahan yang dibuat atau dicampurkan di lapangan, harus diproses sesuai standar tata cara yang baku untuk keperluan yang dimaksud.

3.1.3. Kebutuhan Luas Lahan / Kapasitas Bangunan IPAL

Rasio volume IPAL dan volume air sesuai tingkat teknologi pembesaran udang:

- 1) Teknologi semi intensif dan intensif memiliki volume petak IPAL minimal 20% dari volume total air media pembesaran dengan waktu tinggal minimal 2 hari.
- 2) Teknologi super intensif memiliki volume petak IPAL minimal 30% dari volume total air media pembesaran dengan waktu tinggal minimal 5 hari.
- 3) Jika memiliki lahan yang lebih sempit untuk pengadaan petak IPAL dengan volume buang air limbah pembesaran udang yang besar, maka diperlukan input teknologi yang lebih tinggi yang berarti ada penambahan biaya peralatan IPAL.

3.2. Instalasi IPAL

3.2.1. Fasilitas Utama

Fasilitas utama IPAL adalah kolam pengendapan, kolam aerasi, kolam ekualisasi dan kolam pengering.

a. Kolam Pengendapan / Sedimentasi

Kolam sedimentasi merupakan pengolahan tahap pertama secara fisik untuk mengurangi TSS melalui proses pengendapan. Bentuk kolam sedimentasi dapat di sekat-sekat untuk memperlambat arus, untuk mempercepat proses pengendapan. Pada kolam ini air limbah mulai mengalami proses pengendapan. Partikel-partikel padat akan mengendap, sedangkan partikel-partikel yang ringan akan mengapung membentuk busa. Kolam sedimentasi dapat menurunkan kandungan TSS sampai 40 - 60%.

Kolam sedimentasi perlu dilengkapi dengan alat bantu pompa lumpur untuk memudahkan dalam pengurasan. Pengangkatan sedimen sebaiknya dilakukan sebelum ketebalan mencapai 50% dari kedalaman kolam sedimen.



Gambar 2. Contoh Kolam sedimentasi

b. Kolam Aerasi

Kolam aerasi merupakan unit pengolahan limbah yang bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut, menurunkan BOD, dan menaikkan pH dalam air limbah, serta membuang CO_2 dan H_2S , serta gas-gas terlarut lainnya. Kolam aerasi didesain agar mampu

menguraikan bahan organik yang dilakukan oleh mikro organisme secara aerob dan membantu proses nitrifikasi (proses pembentukan senyawa nitrit dan atau nitrat dari senyawa amonia dan oksigen dengan bantuan mikro organisme).

Pada kolam aerasi dilengkapi peralatan yang mampu mengaerasi sampai lapisan dasar wadah (kincir dan/atau *root blower*). Pada kolam aerasi (gambar 3) ditambahkan media biofilter dapat berbentuk sarang tawon (gambar 4) yang berfungsi sebagai media pelekatan bagi bakteri pengurai.



Gambar 3. Contoh Kolam Aerasi dan Ekualisasi



Gambar 4. Media sarang tawon untuk media penumbuh bakteri.

c. Kolam Ekualisasi

Kolam ekualisasi merupakan kolam penampungan air limbah dalam tahap akhir. Seluruh air limbah yang sudah diolah dialirkan dan ditampung di kolam ekualisasi. Kolam ekualisasi juga memiliki peran cukup penting dalam menurunkan kandungan TSS, TAN, nitrit, nitrat, Total N, dan fosfat. Pada kolam ekualisasi (gambar 5) dipelihara tanaman air/makroalga (seperti rumput laut), kekerangan dan ikan herbivor (seperti ikan nila/bandeng) yang berfungsi sebagai biofilter dan bioindikator. Tanaman air akan menyerap nutrisi dan mengkonversi ke dalam biomassa yang dapat dipanen.

Kolam ekualisasi juga berfungsi untuk mengetahui secara cepat kelayakan air hasil olahan IPAL bagi organisme hidup dan lingkungan. Jika ikan yang ada di dalam kolam ekualisasi dapat hidup dengan normal berarti air olahan IPAL layak bagi kehidupan organisme perairan dan dikategorikan baik. Sebaliknya, jika ikan mengalami kematian maka berarti air olahan IPAL masih dikategorikan buruk. Pengukuran mutu air dapat dilakukan sesuai kebutuhan.

Waktu tinggal (*retention time*) di dalam petak ekualisasi umumnya berkisar antara 6 – 10 jam. Untuk menghitung volume bak ekualisasi yang diperlukan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume Kolam Ekualisasi (m}^3\text{)} = \text{Waktu Tinggal (Jam)} \times \text{Debit Air Limbah (m}^3\text{/jam)}$$

d. Wadah Penampungan Lumpur

Wadah penampungan lumpur merupakan tempat pengumpulan lumpur dari kolam sedimentasi dan berfungsi untuk mengeringkan lumpur/sedimen tersebut.

3.2.2. Peralatan

Pada umumnya IPAL dilengkapi dengan peralatan mekanik dan elektrik yang mendukung operasi pengolahan. Pilihan jenis peralatan mekanik dan elektrik harus disesuaikan dengan teknik pengolahan yang dipilih. Peralatan dalam unit pengolahan air limbah pembesaran udang dapat dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu :

1. Peralatan pemisah

Peralatan pemisah dapat berupa *bar screen* (alat pemisah antara cairan dengan padatan), *comunitor* (alat penghancur padatan), *compactor* (alat pemadat), *grit removal* (wadah pengumpul sedimen/padatan), *clarifier* (alat/wadah untuk pengendapan dengan sistem sentrifugal), *thickener* (bahan pengental larutan), dll.

2. Peralatan untuk proses-proses biologi (biological treatment) Peralatan ini dapat berupa *aerator*, kincir, *batch reactor* (wadah untuk tempat pencampuran), *blower*, *plastic media*, *Rotating Biological Contactor* (wadah pemeliharaan micro organisme), dll.

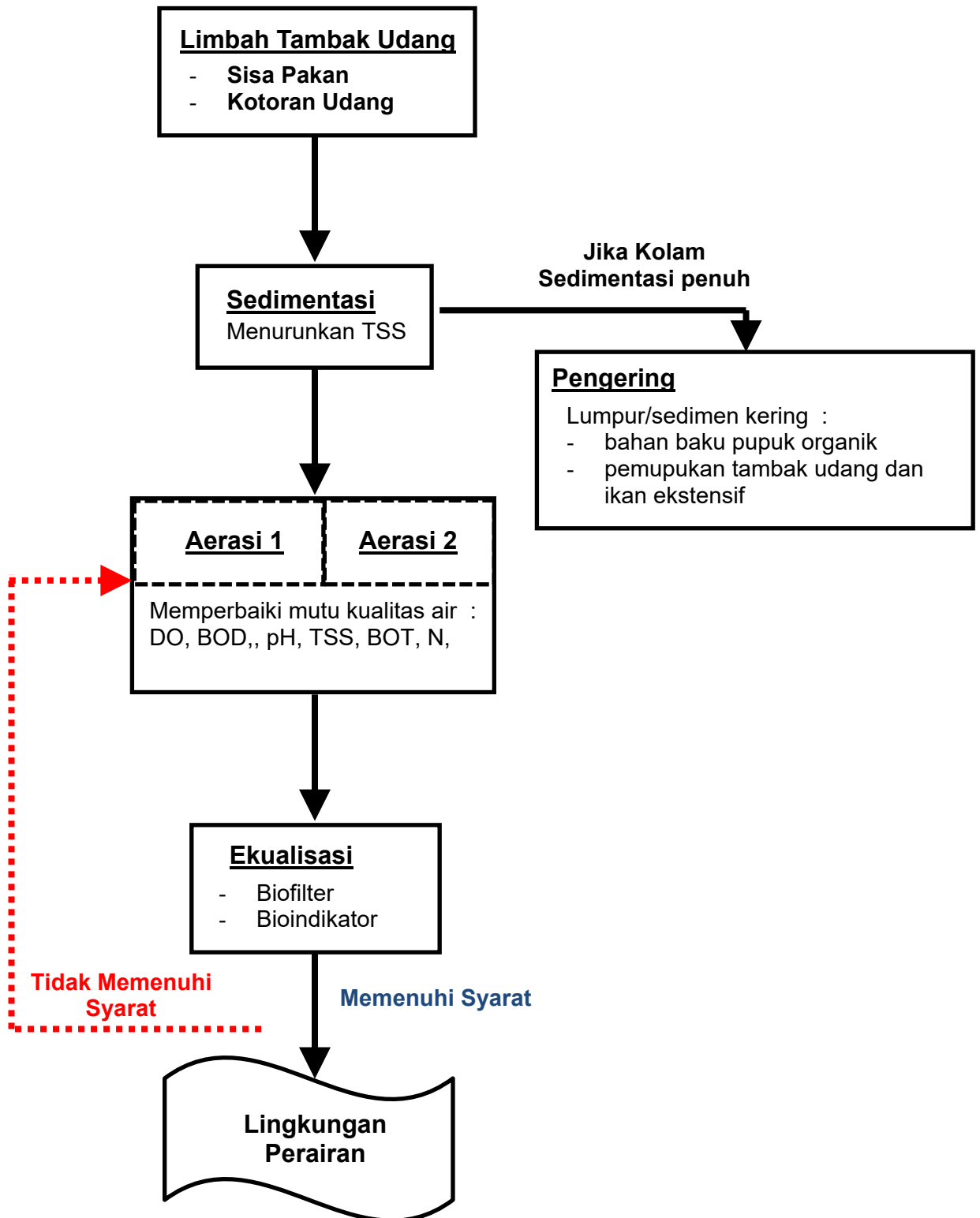
3. Peralatan Elektrik

Peralatan elektrik yang diperlukan dalam instalasi pengolahan air limbah meliputi pompa, *mixer*, *aerator*, *scraper*, *thickener*, dan *plan control*.

3.3. Operasional IPAL

3.3.1. Pengoperasian IPAL

Pengoperasian sistem IPAL pembesaran udang memerlukan kesiapan sistem mekanik dan elektrik dalam kondisi baik. Alur sistem pengoperasiannya dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini



Gambar 5. Diagram proses operasional IPAL pembesaran udang

A. Air limbah yang berasal tambak udang dialirkan ke kolam sedimentasi yang dilengkapi dengan screen atau saringan untuk menangkap partikel kasar. Kolam sedimentasi dilengkapi dengan pompa hidraulik untuk memompa sedimen ke kolam pengering limbah untuk mengeringkan endapan lumpur atau sedimen.

Cara pengaliran air limbah dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni :

(a) Sistem gravitasi. Sistem ini dapat digunakan untuk mengalirkan air limbah dari tempat yang lebih tinggi secara gravitasi ke saluran IPAL atau saluran umum yang letaknya lebih rendah.

(b) Sistem bertekanan. Bila IPAL letaknya lebih tinggi dari letak saluran pembuangan air limbah, air limbah dikumpulkan lebih dahulu dalam suatu bak penampungan atau bak kontrol kemudian dipompakan ke IPAL

(c) Sistem gabungan kombinasi aliran gravitasi dan pemompaan

B. Selanjutnya limbah pembesaran udang yang telah melewati kolam sedimentasi akan dialirkan menuju kolam aerasi 1 yang selanjutnya menuju kolam aerasi 2 untuk memperbaiki kondisi kualitas air.

Pada saat pertama kali IPAL dioperasikan (Start Up), kolam aerasi harus sudah terisi air untuk proses pembiakan mikroba atau bakteri pengurai, yang dapat dilakukan secara alami karena di dalam air limbah udang sudah mengandung mikroorganisme yang dapat menguraikan polutan yang ada di dalam air limbah atau dapat pula dilakukan seeding dengan memberikan probiotik yang sudah dibiakkan. Proses operasional yang stabil memerlukan waktu pembiakan (seeding) sekitar 1-2 minggu. Waktu adaptasi tersebut dimaksudkan untuk membiakkan mikroba agar tumbuh dan menempel pada permukaan media biofilter. Jika proses pembiakan mikroba (seeding) dilakukan dengan memberikan benih mikroba yang sudah jadi, proses dapat stabil dalam waktu 1 minggu. Pertumbuhan mikroba secara fisik dapat dilihat dari adanya lapisan lendir atau biofilm yang menempel pada permukaan media

C. Selanjutnya limbah pembesaran udang akan dialirkan dari kolam aerasi 2 akan menuju kolam ekualisasi sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Jika mutu air pada kolam ekualisasi belum mencapai hasil yang diinginkan maka perlu dilakukan pemompaan kembali ke kolam aerasi dalam rangka mengulang proses biofiltrasi

3.3.2. Perawatan IPAL

Unit IPAL ini tidak memerlukan perawatan yang khusus, tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- Sedapat mungkin tidak ada sampah padat (plastik, kain, batu, dll) yang masuk ke dalam sistem IPAL.
- Diusahakan sedapat mungkin tidak ada limbah dari bengkel (bahan bakar atau oli) masuk ke dalam sistem IPAL.
- Sreen/saringan di bak sedimentasi harus dibersihkan secara rutin minimal satu minggu sekali atau lebih baik sesering mungkin untuk menghindari terjadinya penyumbatan oleh sampah padat.
- Menghindari masuknya zat-zat kimia beracun yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroba yang ada di dalam kolam aerasi.
- Perlu dilakukan pengurasan lumpur pada kolam pengendapan dan ekualisasi secara periodik untuk menguras lumpur yang tidak dapat terurai secara biologis. Pengurasan perlu dilakukan jika lumpur dalam kolam sedimentasi sudah mencapai 50% dari kapasitas kolam sedimentasi.
- Perlu dilakukan perawatan rutin terhadap pompa lumpur, pompa air limbah, dan blower udara sesuai dengan buku petunjuk operasional.

3.3.3. Permasalahan Yang Mungkin Timbul Dan Cara Penanganannya

Beberapa permasalahan yang mungkin terjadi di dalam pengoperasian instalasi pengolahan air limbah (IPAL) pembesaran udang, penyebab serta saran mengatasinya dapat dilihat seperti tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 : Permasalahan Yang Mungkin terjadi di dalam pengolahan limbah pembesaran udang dan cara penanganannya.

| Jenis Permasalahan | Penyebab | Cara mengatasi |
|---|--|--|
| Kolam sedimentasi air limbah luber | endapan limbah padat sudah cukup banyak | Melakukan pengurasan/penyedotan lumpur. |
| Mutu air hasil olahan belum memenuhi target yang diinginkan | Proses pengolahan air limbah tidak optimal | Cek sistem dan fungsi dari peralatan IPAL Lakukan Backwash (pemompaan air dari kolam ekualisasi kembali ke kolam aerasi) Lakukan konsultasi kepada pihak terkait |

3.3.4. Pelaksanaan K3 Bagi Pelaksana Di IPAL

Pengelolaan air limbah harus menyertakan upaya perlindungan dan pemantauan kesehatan dan keselamatan kerja (K3) bagi pelaksana IPAL, baik yang berhubungan langsung maupun tidak langsung dengan air limbah secara menyeluruh dan terus menerus. Beberapa aspek jaminan pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja yang harus dipenuhi/dicakup agar pelaksana IPAL senantiasa sehat prima dan bekerja dengan baik, meliputi :

- a. Kelengkapan peralatan K3 untuk digunakan saat bekerja;
- b. Jaminan kesehatan bagi pelaksana.

BAB IV

MONITORING DAN EVALUASI

4.1. Monitoring

Monitoring adalah suatu kegiatan yang dilakukan untuk memantau proses IPAL yang dilakukan secara terus menerus, dan dilakukan secara berkala dalam periode tertentu per satuan waktu seperti mingguan, bulanan dan tahunan. Kegiatan monitoring IPAL dilakukan untuk memonitor kualitas air hasil pengolahan IPAL serta efisiensi dari kinerja IPAL:

4.1.1. Monitoring Kualitas Air Limbah

Monitoring kualitas air limbah IPAL bertujuan untuk memastikan proses pengolahan air limbah berjalan dengan baik. Monitoring dilakukan dengan cara pemeriksaan secara insitu atau laboratorisdengan pengambilan titik sampel air limbah pada inlet dan outlet IPAL dan perairan pada lokasi pembuangan dari IPAL. Monitoring dilakukan dengan frekuensi minimal 2 kali selama masa pemeliharaan. Parameter yang dipantau biasanya Total Suspended Solid (TSS), Bahan Organik Total (BOT), Total Amoniak Nitrogen (TAN), Nitrit, Nitrat, Total Nitrogen dan Fosfat.

4.1.2. Monitoring Efisiensi Kinerja IPAL

Secara sederhana efisiensi IPAL dihitung dengan membandingkan selisih nilai masing-masing parameter kualitas air di inlet dan outlet dibagi dengan nilai masing-masing parameter kualitas air di inlet.

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

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: $x = < 20\%$

4.2. Evaluasi

Pelaksanaan evaluasi kinerja IPAL dapat dilakukan dengan:

- 1) Membandingkan kualitas air hasil pengolahan IPAL dengan mutu perairan sekitar IPAL
- 2) Membandingkan tingkat efisiensi kinerja IPAL selama beroperasi

Hasil monitoring dan evaluasi kinerja IPAL disusun oleh pengelola IPAL dalam laporan tertulis sebagai bahan pertimbangan dalam pengolahan air limbah pembesaran udang.

BAB V

PENUTUP

IPAL merupakan salah satu syarat penting dalam suatu usaha pembesaran udang dalam menerapkan system biosecurity dan menjaga kelestarian lingkungan. Dalam penerapannya IPAL tidak seharusnya membebankan para pelaku usaha, baik dari sisi pemanfaatan ruang maupun operasionalnya.

Efisiensi kinerja IPAL dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas dari air limbah yang harus diolah. Penanganan kelebihan kuantitas air limbah atau kualitas air limbah pada kadar yang lebih tinggi diatasi dengan memisahkan antara air limbah dengan mutu terjelek dan yang lebih bagus. Penanganan keterbatasan kuantitas air limbah atau kualitas air limbah pada kadar yang lebih rendah diatasi dengan melakukan penghentian system IPAL atau dengan melakukan pengenceran (penambahan air baru) ke dalam system IPAL.

Sumber daya manusia terutama petugas yang mengoperasikan IPAL dapat mempengaruhi efisiensi kinerja IPAL. Peningkatan kapasitas operator IPAL merupakan upaya untuk meningkatkan efisiensi kinerja IPAL.

Penggunaan teknologi yang tepat dan sesuai merupakan upaya lain yang dapat ditempuh dalam meningkatkan efisiensi kinerja system IPAL.

DAFTAR PUSTAKA

- Anh, P.T., Kroeze, C., Bush, S.R., & Mol, A.P.J. (2010). Water pollution by intensive brackishwater shrimp farming in south-east Vietnam: Causes and options for control. *Aquaculture Water Management*, 97, 872-882.
- Azizah, 2011. Pedoman Teknis Instalasi Pengolahan Air Limbah Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan. Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan. Kementerian Kesehatan RI Direktorat Jenderal Bina Upaya Kesehatan. Jakarta. 93 pp.
- Cao, L., Wang, W., Yang, Y., Yang, C., Yuan, Z., Xiong, S., & Diana, J. (2007). Environmental impact of aquaculture and countermeasures to aquaculture pollution in China. *Env. Sci. Pollut. Res.*, 14(7), 452-462.
- Castine, S.A., McKinnon, A.D., Paul, N.A., Trott, L.A., & de Nys, R. (2013). Wastewater treatment for land-based aquaculture: improvements and valueadding alternatives in model systems from Australia. *Aquaculture Environment Interactions*, 4, 285300. doi: 10.3354/aei00088.
- Fahrur, M., Undu, M.C dan Syah, R. 2016. Performa Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL) Tambak Udang Vanamei Superintensif. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, Hal. 285-292
- Fahrur, M., Makmur, & Undu, M.C. (2015). Karakteristik air buangan limbah budidaya udang vaname superintensif. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, hlm. 1015-1026.
- Hendrawati., Prihadi, T.H dan Rohmah, N.N. 2016. Analisis Kadar Fosfat dan Nitrogen (Amonia, Nitrat, Nitrit) pada Tambak Air Payau Akibat Rembesan Lumpur Lapindo di Siduarjo, Jawa Timur. *Program Studi Kimia, FST UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta*
- Hongsheng, Y., Ying, L., Kui, Y., & Shilin, L. (2008). Design and performance of superintensive shrimp culture system. *Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences*.
- Nur, A. 2011. *Manajemen Pemeliharaan Udang Vanamei*. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara.
- Suwoyo, H.S., Fahrur, M., & Syah, R. (2016a). Potensi limbah padat tambak udang superintensif sebagai bahan baku pupuk organik. Dalam Yasir, I., Tresnati, J., Aslamiyah, S., Umar, M.T., & Firman (Eds.). *Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan III, Universitas Hasanuddin. Makassar*, hlm.406-415.
- Suwoyo, H.S., Fahrur, M., Makmur, & Syah, R. (2016b). Pemanfaatan limbah tambak udang superintensif sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan biomassa klekap dan nener bandeng. *Media Akuakultur*, 11(2), 97-110.
- Suwoyo, H.S., Tahe, S., & Fahrur, M. (2015). Karakterisasi limbah sedimen tambak udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) superintensif dengan kepadatan

berbeda. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta, hlm. 901-913. Syah, R., Fahrur, M., Suwoyo, HS., Makmur, 2017. Performansi Instalasi Pengolah Air Limbah Tambak Superintensif, Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan., Media Akuakultur, 12 (2), 2017, 95-103

Syah, R., Makmur, & Fahrur, M. (2017). Budidaya udang vaname dengan padat penebaran tinggi. Media Akuakultur, 12(1), 19-26.

Syah, R., 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.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Metcalf, & Eddy (1991). Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse. 3rd Ed. New York: McGraw-Hill, 1334 pp.

Wibowo, A.H. (2017). Kebijakan pengendalian limbah tambak dengan IPAL communal. Direktorat Kawasan & Kesehatan Ikan. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta, 17 hlm.

Lampiran 1.

Contoh kinerja IPAL pembesaran udang di ITP Punaga, Balai Riset Perikanan Pembesaran Air Payau dan Penyuluhan Perikanan (Syah, 2017) :

A. Informasi Kondisi Tambak dan IPAL

| Informasi Kondisi Tambak dan IPAL | Nilai |
|--|---|
| Luas Tambak | 12.000 m ² (12 unit @ 1.000 m ²) |
| Asumsi jumlah volume beban limbah | 1200 m ³ /hari (5% dari total volume media air tambak) dengan laju alir 20 m ³ /menit |
| Waktu tinggal limbah di dalam IPAL | 5 hari |
| Rasio volume IPAL dengan volume air media pembesaran | 30:70. |

B. Dimensi Bangunan Ipal Tambak Superintensif

| Kolam IPAL | Dimensi komponen IPAL | | | Peralatan pendukung |
|-------------------------------------|-----------------------|---------|-------|----------------------------------|
| | P (m) | L (m) | T (m) | |
| Sedimentasi | 69 | 10 | 0,68 | 1 unit pompa lumpur |
| Aerasi – 1 | 69 | 10 | 1,0 | 2 unit (turbojet dan kincir air) |
| Aerasi – 2 | 69 | 15 | 0,7 | 2 unit (turbojet dan kincir air) |
| Ekualisasi | 69 | 40 - 48 | 1,7 | 1 unit kincir air |
| Total luas IPAL (m ²) | | | | 5.451 |
| Total volume IPAL (m ³) | | | | 6.987 |

C. Volume air buangan dalam setiap kolam dan waktu tinggal air buangan IPAL

| Kolam | Volume IPAL (m ³) |
|---|-------------------------------|
| Sedimentasi | 467 |
| Aerasi-1 | 692 |
| Aerasi-2 | 682 |
| Ekualisasi | 5.146 |
| Total Volume | 6.987 |
| Volume air buangan (m ³ /hari) | 1200 |
| Waktu tinggal limbah dalam IPAL (hari) | 5,82 |

D. Kualitas Air Limbah Tambak Udang Vaname Superintensif

| Parameter | Minimum | Maksimum | Rerata | Stdev |
|----------------|-----------|----------|---------|--------|
| TSS (mg/L) | 1663,44 1 | 773,89 | 1715,41 | 55,51 |
| BOT (mg/L) | 80,2893 | 102,8138 | 94,9580 | 12,714 |
| TAN (mg/L) | 3,5222 | 10,3333 | 6,91213 | 3,4056 |
| Nitrit (mg/L) | Ttd | 8,1167 | 2,8722 | 4,5486 |
| Nitrat (mg/L) | 0,5233 | 5,3318 | 2,3471 | 2,6060 |
| Total N (mg/L) | 3,8191 | 9,8662 | 7,0759 | 3,0504 |
| Phosfat (mg/L) | 1,9700 | 13,0000 | 9,1900 | 6,2559 |

E. Nilai parameter kunci di IPAL tambak superintensif

| Parameter | Inlet IPAL | Outlet Kolam Sedimentasi | Outlet Kolam Aerasi | Outlet Kolam Ekualisasi | Standar effluent*) |
|----------------|------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| TSS (mg/L) | 1715,41 | 437,11 | 402,78 | 10,14 | < 70 |
| BOT (mg/L) | 94,9580 | 65,3425 | 63,1178 | 44,5360 | < 30 |
| TAN (mg/L) | 6,91213 | 2,4194 | 2,1000 | 0,5013 | |
| Nitrit (mg/L) | 2,8722 | 2,2801 | 1,3528 | 0,2412 | |
| Nitrat (mg/L) | 2,3471 | 2,1288 | 1,9106 | 0,6891 | |
| Total N (mg/L) | 7,0759 | 2,9337 | 2,8512 | 0,2257 | < 4 |
| Phosfat (mg/L) | 9,1900 | 3,6944 | 2,0917 | 0,4448 | < 0,4 |
| BOD (mg/L) | 19,80 | 12,83 | 10,74 | 7,02 | < 20 |

Sumber :

*) Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment ,Effluent Standard for Brackish Aquaculture published in the Royal Government Gazette, Vol. 124 Part 84 D, dated July 13, B.E. 2550 (2007)

Notification of the Ministry of Natural Resources and Environment: Designated Brackish Aquaculture as Pollution Point Sources published in the Royal Government Gazette, Vol. 124 Part 84 D, dated July 13, B.E. 2550 (2007)

F. Efisiensi kinerja parameter kunci di unit IPAL tambak superintensif

| Parameter | Efisiensi Kolam (%) | | | | Efisiensi |
|-------------------------|---------------------|--------|------------|-------|----------------|
| | Sedimentasi | Aerasi | Ekualisasi | IPAL | |
| TSS (mg/L) | 74,5 | 7,9 | 97,48 | 99,4 | Sangat efisien |
| BOT (mg/L) | 31,2 | 3,4 | 29,44 | 53,1 | Cukup efisien |
| TAN (mg/L) | 65,0 | 13,2 | 76,13 | 92,7 | Sangat efisien |
| Nitrit (mg/L) | 20,6 | 40,7 | 82,17 | 91,6 | Sangat efisien |
| Nitrat (mg/L) | 9,3 | 10,2 | 63,93 | 70,6 | Efisien |
| Total N (mg/L) | 58,5 | 2,8 | 92,08 | 96,8 | Sangat efisien |
| Phosfat (mg/L) | 59,8 | 43,4 | 78,74 | 95,2 | Sangat efisien |
| BOD ₅ (mg/L) | 34,34 | 16,29 | 34,64 | 64,07 | Efisien |

G. Bioassay air limbah tambak udang vaname hasil olahan IPAL

| Komoditas | Ukuran / Bobot (g/ekor) | Sintasan 96 jam (%) |
|---------------|-------------------------|---------------------|
| Benur vaname | PL-10 | 100 |
| Nener | 3,13±1,38 | 100 |
| Benih nila | 0,25±0,03 | 100 |
| Benih mujahir | 0,96±0,15 | 100 |

Lampiran 2.

Contoh kinerja IPAL pembesaran udang Intensif di Instalasi Gelung BPBAP Situbondo :

A. Informasi Kondisi Tambak dan IPAL

| Informasi Kondisi Tambak dan IPAL | Nilai |
|--|--|
| Luas Tambak | 14.000 m ² |
| Asumsi jumlah volume beban limbah | 1200 m ³ /hari (5-10% dari total volume media air tambak) |
| Waktu tinggal limbah di dalam IPAL | minimal 3 hari |
| Rasio volume IPAL dengan volume air media pembesaran | 15,3:84,7 |

B. Dimensi Bangunan Ipal Tambak Intensif

| Kolam IPAL | Dimensi komponen IPAL | | | Peralatan pendukung |
|-------------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------------------------------------|
| | P (m) | L (m) | T (m) | |
| Sedimentasi | 43,3 | 7 | 2 | 1 unit pompa lumpur |
| Aerasi – 1 | 18 | 23,55 | 2 | 1 unit blower dan 4 unit kincir air |
| Aerasi – 2 | 18 | 23,55 | 2 | |
| Ekualisasi | 24 | 23,55 | 2 | 2 unit kincir air |
| Total luas IPAL (m ²) | | | | 1.716 |
| Total volume IPAL (m ³) | | | | 5.577 |

Waktu Tinggal = Total Volume ipal/ volume air buangan limbah

C. Volume air buangan dalam setiap kolam IPAL

| Kolam | Volume IPAL (m ³) |
|---|-------------------------------|
| Sedimentasi | 454,65 |
| Aerasi-1 | 634,5 |
| Aerasi-2 | 634,5 |
| Ekualisasi | 847,8 |
| Total Volume | 2.571.45 |
| Volume air buangan (m ³ /hari) | 1.200 |
| Waktu tinggal limbah dalam IPAL (hari) | 2,14 |

D. Kualitas Air Limbah Tambak Udang Vaname Intensif

| Parameter | Minimum | Maksimum | Rerata | Stdev |
|----------------|---------|----------|---------|-------|
| pH | 7.620 | 8.050 | 7.783 | 0.171 |
| BOT (mg/L) | 99.86 | 122.61 | 111.866 | 7.907 |
| TAN (mg/L) | 0.036 | 6.330 | 2.521 | 2.492 |
| Nitrit (mg/L) | <0.001 | 0.289 | 0.001 | 0.000 |
| Nitrat (mg/L) | 11.3 | 9.8 | 8.038 | 1.595 |
| Phosfat (mg/L) | 0.611 | 1.95 | 1.024 | 0.445 |

*) Padat tebar 150 ekor/m²

| Parameter | Minimum | Maksimum | Rerata | Stdev |
|----------------|---------|----------|---------|--------|
| pH | 7.4 | 7.51 | 7.456 | 0.049 |
| BOT (mg/L) | 116.29 | 182.38 | 137.813 | 30.695 |
| TAN (mg/L) | 4.69 | 5.800 | 5.310 | 0.526 |
| Nitrit (mg/L) | 2.01 | 4.08 | 2.658 | 0.957 |
| Nitrat (mg/L) | 4.9 | 27.6 | 19.250 | 6.952 |
| Phosfat (mg/L) | 1.24 | 1.456 | 1.438 | 0.141 |

*) Padat tebar 400 ekor/m²

E. Efisiensi kinerja parameter kunci di unit IPAL tambak Intensif

| Parameter | Inlet IPAL | Outlet Kolam Ekualisasi | Efisiensi IPAL | Efisiensi |
|----------------|------------|----------------------------|-------------------|----------------|
| TSS (mg/L) | 882 | 10.35 | 98.827 | Sangat Efisien |
| BOT (mg/L) | 347.60 | 116.29 | 66.545 | Efisien |
| TAN (mg/L) | 13.5 | 0.132 | 99.022 | Sangat Efisien |
| Nitrit (mg/L) | 7.81 | 0.349 | 95.531 | Sangat Efisien |
| Nitrat (mg/L) | 9.1 | 2.6 | 71.429 | Efisien |
| Phosfat (mg/L) | 19.613 | 1.91 | 90.262 | Sangat Efisien |
| BOD (mg/L) | 64.52 | 9.68 | 84.997 | Sangat Efisien |