Gracilaria FOR TADANG: PEMANFAATAN RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. UNTUK BIOFILTER TAMBAK UDANG DI PANTAI TRISIK

Agustina[1] , Lilis Lisnawati[2] dan Syifa Dina Azzahra[3]

[1]Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Program Sains, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

[2]Biologi, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Program Sains, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

[3]Sains dan Teknologi Farmasi, Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

[1]agustinaa.itb.sith@gmail.com, [2]lilisnawati11@gmail.com, [3]syifadina13@gmail.com

Abstract

Yogyakarta is the city in Indonesia which has the widest coastline. Trisik Beach is one of the beaches in Yogyakarta. This beach is located in the Village Banaran, District Galur, Kulon Progo. Many *vannamei* shrimp ponds are built near the beach. There are 120.64 hectares shrimp ponds in this beach. Because of poor water sanitation, productivity of shrimp in Trisik Beach is descrease continuously every year. Until now there is no effective solution to solve the problem. This research used literature study method to find out the solution of sanitation problem in Trisik Beach. Ideas of using *Gracilaria* sp. as a biofilter is generated by this reseach. *Gracilaria* sp. put in *vannamei* shrimp farming ponds and on its water waste installation. This can be done because the ideal environment conditions for the growth of *Gracilaria* sp. and shrimp is alike. *Gracilaria* sp. has the ability to absorb nitrogen and phosphorus (0.4 gram N / m^2 / day) from organic matter in polluted water. Beside of integrating *Gracilaria* sp., the quality of pond water should also be controlled by applying a good water supply system and pond water waste management installation. The resources of pond water is come from seawater than the system re-use water of pond water by water recirculation system. Integrating *Gracilaria* sp. on shrimp ponds and its water waste management installation system can be used to overcome poor sanitation of shrimp farms then increase the productivity of *vannamei* shrimp in Trisik Beach.

Keywords: *vannamei* shrimp, *Gracilaria* sp., Shrimp pond, biofilter, Trisik Beach

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas perairan laut mencapai 5,7 juta km^2 dan garis pantai sepanjang 81.000 km (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2011). Salah satu kota yang terkenal adalah Yogyakarta yang secara secara astronomis terletak antara 70 ° 33' LS - 8° 12' LS dan 110° 00' BT - 110° 50' BT (kkp.go.id, 2014). Menurut Dinas Pariwisata Yogyakarta (2015) tercatat bahwa pada tahun 2011 pengunjung mencapai 1,4 juta dan mengalami peningkatan setiap tahunnya hingga tercatat tahun 2015 mencapai 3,5 juta orang. Yogyakarta memiliki banyak pantai yang dapat dikunjungi wisatawan, salah satunya pantai Trisik yang berlokasi di Desa Banaran, Kecamatan Galur, Kulon Progo. Puluhan tambak udang yang ada di Pantai Trisik menjadi salah satu sumber mata pencaharian masyarakat sekitar. Budidaya udang di tambak secara umum dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu 1) budidaya udang konvensional

yaitu usaha pembesaran udang dengan padat penebaran rendah (1-5 ekor/m^2), 2) budidaya udang semi intensif (pada penebaran sedang 5-30 ekor/ m^2), 3) budidaya udang intensif dengan padat penebaran tinggi lebih dari 30 ekor/ m^2). Menurut Harianterbit (2016) tercatat bahwa luas kolam tambak udang di Pantai Trisik mencapai 120,64 hektar yang didirikan dekat bibir pantai dengan jarak 20-25 meter. Menurut Harianterbit (2016) tambak udang milik masyarakat Pantai Trisik terus mengalami penurunan setiap tahunnya tercatat tahun 2014 hasil panen yang diperoleh sebanyak 1.497,98 ton dan mengalami penurunan pada tahun 2015 mencapai 120,64 ton. Hal ini diakibatkan oleh buruknya sistem sanitasi yang ada. Jenis udang yang banyak terdapat di tambak udang Pantai Trisik adalah udang *vannamei*. Salah satu jenis penyakit yang dapat menyerang udang *vannamei* adalah WSSV (*White Spot Syndrome Virus*) (WWF Indonesia, 2014).

Sanitasi yang baik pada tambak udang akan meningkatkan pertumbuhan udang dan meningkatkan tingkat ekonomi (Notoadmojo, 2003). Banyak cara telah dilakukan masyarakat sekitar untuk memperbaiki tingkat sanitasi seperti perhijauan di daerah dekat pesisir pantai, dan penggunaan antimikroba untuk meningkatkan daya tahan udang terhadap virus, tetapi hasil yang didapatkan belum menunjukkan hasil yang baik. Salah satu cara yang efektif dan dapat dimanfaatkan dalam peningkatan sanitasi adalah dengan penggunaan *Gracilaria* sp. yang dapat dijadikan biofilter. Penggunaan *Gracilaria* sp. pada tambak udang mulai banyak dikembangkan dan digunakan untuk mengontrol budidaya udang secara terpadu. Selain itu, *Gracilaria* sp. Juga dapat digunakan sebagai *shading* atau pelindung bagi udang dari paparan matahari dan menjadi biofilter untuk zat-zat organik yang yang berasal dari sisa pakan udang (Komarawidjaja, 2005). Dengan menggunakan kemampuan yang dimiliki oleh *Gracilaria* sp., kami bertujuan untuk memanfaatkannya sebagai biofilter sehingga mampu meningkatkan produktivitas hasil tambak udang *vannamei* di Pantai Trisik dan meminimalisir kerusakan lingkungan pesisir dekat pantai Trisik.

Metode Penulisan

1. Sumber dan Jenis Data

Data yang diterapkan dalam penyusunan karya ilmiah ini berasal dari berbagai literatur. Bahasan pada literatur yang dipilih adalah tentang permasalahan yang dibahas mengenai potensi *Gracilaria* sp. terhadap tambak udang. Beberapa jenis referensi yang digunakan adalah buku mengenai alga merah *Gracilaria* sp., jurnal ilmiah yang membahas mengenai *Gracilaria* sp., biofilter, tambak udang dan pengaruh limbah organik terhadap lingkungan, digunakan juga artikel ilmiah dari berbagai sumber dari internet. Jenis data yang diperoleh dan disajikan sangat bervariatif, bersifat kuantitatif maupun kualitatif.

2. Pengumpulan dan Analisis Data

Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data. Kemudian data diseleksi dan dipilih yang sesuai dengan topik kajian. Setiap data yang terpilih saling terkait antara satu dengan yang lain dan sesuai topik yang dibahas. Penyusunan karya tulis dilakukan berdasarkan data yang telah disiapkan secara logis dan sistematis.

3. Penarikan Kesimpulan

Simpulan diperoleh setelah merujuk kembali pada rumusan masalah, tujuan penulisan, serta pembahasan. Penarikan kesimpulan didasarkan oleh data dan informasi yang telah dikaji. Simpulan mampu representasikan pokok bahasan karya tulis.

Hasil dan Pembahasan

Menurut Sutarmi (2018), Kabid Perikanan dan Budi Daya Dinas Kelautan Perikanan dan Peternakan Pemerintah kabupaten Kulon Progo, Leo Handoko menyatakan 25-30 persen tambak udang di Pantai Trisik seluas 120 hektar mengalami gulung tikar, karena serangan penyakit. Sebelum adanya serangan penyakit, usia 60 hari udang bisa mencapai 100 ekor per kilogram. Tetapi karena adanya serangan penyakit, udang usia 70 hari hanya mencapai 105-106 ekor per kilogram, dan usia 80 hari mencapai 90 ekor per kilogram. Serangan penyakit pada udang disebabkan oleh daya dukung lingkungan dan sanitasi tambak yang buruk. Sanitasi dan sirkulasi tambak yang buruk ini disebabkan oleh terakumulasinya hasil metabolisme dan sisa pakan pada kolom air tambak. Pakan yang diberikan tidak seluruhnya dimakan oleh udang, sekitar 35% dari total pakan menjadi limbah organik dimana 15% berupa sisa pakan dan 20% berupa sisa metabolisme (Naylor *et al.*, 1998). Saat ini, belum ada solusi yang cukup efektif untuk meyelesaikan masalah tersebut.

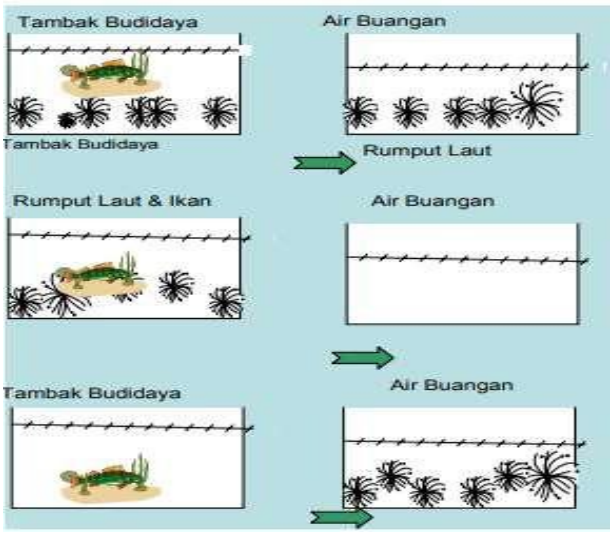
Sistem integrasi budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. di tambak udang *vannamei* dapat menjadi solusi untuk mengatasi masalah sanitasi yang ada pada tambak udang. Integrasi tersebut dapat memperbaiki kualitas air tambak dari polusi bahan organik yang berasal dari pakan dan hasil metabolisme yang terakumulasi pada kolom air tambak yang menjadi salah satu penyebab munculnya penyakit pada udang *vannamei*. Alga *Gracilaria* sp. memiliki kemampuan mengabsorbsi dan memanfaatkan nitrogen (dalam bentuk nitrat) dan fosfor (dalam bentuk fosfat) yang merupakan salah satu bahan yang mampu menurunkan produktivitas udang (Komarawidjaja, 2005). Selain itu, *Gracilaria* sp. tumbuh baik dan tersebar di kepulauan Nusantara dan sudah dibudidayakan di Utara Pulau Jawa, NTB, NTT, Sulawesi, dll. *Gracilaria* sp. dapat beradaptasi terhadap perubahan lingkungan yang sangat menonjol, baik terhadap perbedaan salinitas, cahaya matahari, maupun perubahan suhu yang tinggi. Oleh karena kemampuan tersebut, *Gracilaria* sp. dimanfaatkan sebagai biofilter pencemaran yang terjadi di perairan (Komarawidjaja, 2005).

Pada umumnya, *Gracilaria* sp. tumbuh optimum pada intensitas sinar matahari tinggi, sehingga integrasi *Gracilaria* sp. pada tambak udang *vannamei* bisa menjadi *shading* bagi udang *vannamei* (Komarawidjaja, 2005). Paparan sinar matahari yang tinggi akan menyebabkan peningkatan suhu air, dan produktivitas udang *vannamei* akan berkurang jika suhu air terlalu tinggi dan terpapar sinar matahari dalam waktu yang lama (Wyban *et al.,* 1995). *Gracilaria* sp. memiliki suhu optimum yang berbeda-beda bergantung jenis yaitu berkisar 20-30˚C. Suhu optimum udang *vannamei* adalah pada 23-30^{o}C (Wyban *et al.,* 1995). Dari sisi kualitas lingkungan, kondisi yang dibutuhkan rumput laut untuk pertumbuhan hampir sama dengan kondisi lingkungan untuk kehidupan udang. Sehingga sangat cocok jika dilakukan integrasi budidaya tambak udang dengan budidaya *Gracilaria* sp. Alga memperoleh sumber C dari karbondioksida yang sangat banyak terlarut dalam air (hasil ekspirasi udang). Sedangkan alga memperoleh sumber nitrogen dan fosfor berasal dari kelebihan pakan dan hasil metabolisme udang *vannamei*. Kelebihan pakan di tambak udang dapat menyebabkan buruknya sanitasi air tambak. Buruknya sanitasi di tambak udang Pantai Trisik dicegah oleh *Gracilaria* sp. sehingga dapat mengurangi pencemaran N organik yang terjadi di perairan tambak udang Pantai Trisik (Komarawidjaja, 2005).

Kemampuan *Gracilaria* sp. sebagai biofilter dalam memanfaatkan limbah tambak udang diteliti oleh Nelson *et al.*, (2002) bahwa *Gracilaria* sp. dapat dikembangkan di tambak udang, khususnya pada kolam pembuangan. Integrasi rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai upaya pemulihan kualitas air, akibat pencemaran ekosistem perairan payau, khususnya di perairan budidaya dapat dilakukan dengan berbagai jenis teknologi, dari sederhana hingga kompleks. Menurut penelitian Msuya (2002), *Gracilaria* sp. memiliki kemampuan menyerap nitrogen dan fosfor dalam air tercemar bahan organik mencapai konsentrasi 0,4 gram N/m^{2}/hari. Menurut Jones *et al.* (2003), rumput laut *Gracilaria* sp. dengan cepat mampu mereduksi kandungan nutrien terlarut dalam air buangan tambak budidaya. Penyisihan nitrogen oleh 500 gram rumput laut segar *Gracilaria* sp. menunjukkan penurunan rata-rata konsentrasi nutrien N-total dari 1,2 mg/L menjadi 0,4 mg/L.

Gracilaria sp. mampu menyerap nitrogen dari kolom air tambak dalam bentuk nitrat. Sisa pakan yang mengandung kadar protein tinggi, akan segera membentuk amonia (NH_3) yang sangat berbahaya bagi udang. Amonia ini akan dioksidasi menjadi nitrit (HNO_2) oleh bakteri *Nitrosomonas* atau *Nitrosococcus* yang telah ada secara alami di tambak udang. Nitrit merupakan senyawa antara dan akan teroksidasi dibantu oleh bakteri *Nitrobacter* (ada secara alami di tambak udang) menjadi nitrat (HNO_3). Oleh karena itulah, *Gracilaria* sp. dapat dimanfaatkan sebagai penyaring (biofilter). Berikut desain pola integrasi budidaya rumput laut pada tambak udang *vannamei* ditunjukkan pada Gambar 1. Integrasi budidaya rumput laut pada tambak udang tidak hanya bisa dilakukan pada tambak budidaya udang *vannamei* saja namun bisa juga dilakukan budidaya pada tandon pengolahan limbah air tambak, atau bisa dilakukan pada keduanya (tambak

budidaya dan tandon pengolahan limbah air). karena *Gracilaria* sp. dapat menjadi *shading* bagi udang sehingga tidak terpapar cahaya matahari secara langsung, maka akan lebih efektif apabila dilakukan integrasi pada keduanya yaitu pada tambak budidaya dan tambak IPAL, karena *Gracilaria* sp. menjadi *shading* bagi udang sehingga tidak terpapar cahaya matahri secara langsung (Komarawidjaja, 2005).



Gambar. 1 Pola integrasi *Gracilaria sp.* (biofilter) pada tambak udang

Sumber: Komarawidjaja (2005)

Sistem integrasi budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. di tambak udang *vannamei* Pantai Trisik memerlukan sistem sirkulasi air tambak yang baik. Manajemen kualitas air tambak diketahui mampu secara signifikan menurunkan resiko peledakan penyakit pada budidaya udang. Air tambak harus dikontrol agar ideal sehingga udang dapat tumbuh optimal ditunjukkan pada Gambar. 2. Pengelolaan kualitas air dapat dilakukan dengan beberapa cara (Nugroho, 2016), meliputi :

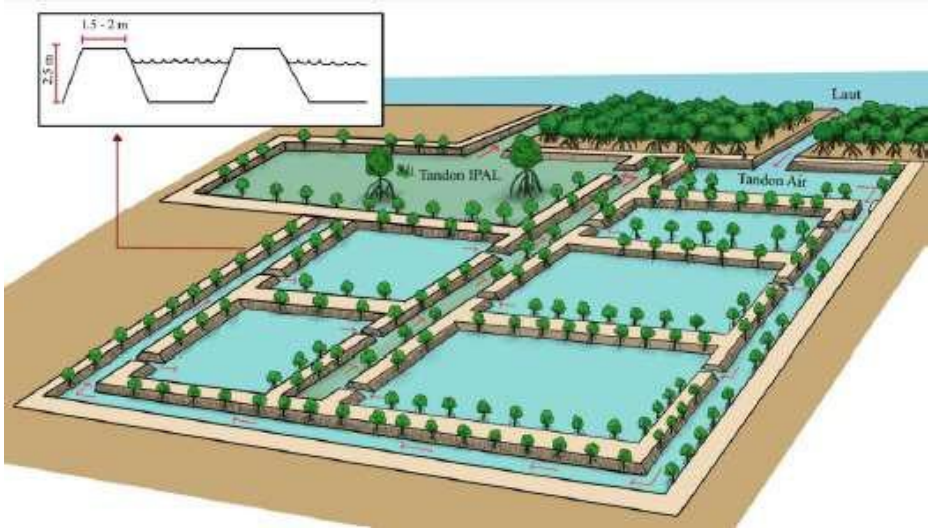
a. Penggantian air tambak secara berkala untuk menjaga kualitas air.
b. Filtrasi air tambak terbukti mampu mengurangi terjadinya peledakan serangan penyakit. Menggunakan saringan pada pintu masuk air, dengan ukuran mata saringan sekitar 1 mm.
c. Menggunakan aerator yang dapat mensuplai oksigen yang cukup pada air tambak.
d. Menghindari salinitas tinggi (> 30 ppt) dan pH air di atas 8,5 yang dapat menyebabkan tingginya resiko peledakan serangan penyakit WSSV (*White Spot Syndrom Virus*). Rentang pH 8,5 sampai 11 dapat menjadi penyebab meningkatnya daya racun (toksisitas) ammonia akibat udang yang mengalami stres berat.
e. Air dalam tambak harus dijaga dan kedalaman pada bagian terdangkal dari tambak minimal 80 cm.

Parameter	Waktu Pengamatan	Nilai Acuan
1. pH	Pagi hari (8-10 am) dan Sore hari (4-5 pm)	7.5 - 8.5
2. Kecerahan Air/ transparansi	Pagi hari (8-10 am)	30 - 40 cm
3. Warna Air	Pagi hari (8 – 10 am)	Berwarna hijau
4. Suhu Air	Pagi hari (8-10 am) dan Sore hari (4-5 pm)	28 - 32 ^{0}c
5.Alkalinitas/kesadahan	Sekali seminggu pada bulan pertama penebaran benih. Selanjutnya tergantung kebutuhan.	80 - 120 ppm

Gambar. 2 Kondisi air tambak udang yang ideal

Sumber: Nugroho (2016)

Selain sistem pengintegrasian dengan *Gracilaria* sp. sebagai biofilter, untuk menjaga sistem sanitasi tambak udang di Pantai Trisik agar tetap terkontrol, perlu pembuatan suatu sistem terpadu sehingga air yang masuk ke tambak memenuhi kondisi yang tepat bagi pertumbuhan udang *vannamei* dan keluar dari tambak tidak mencemari lingkungan. Sehingga perlu adanya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) tambak udang *vannamei* di Pantai Trisik. Berikut desain tambak udang yang bisa menjadi solusi masalah sanitasi yang buruk di tambak udang Pantai Trisik ditunjukkan pada Gambar. 3.



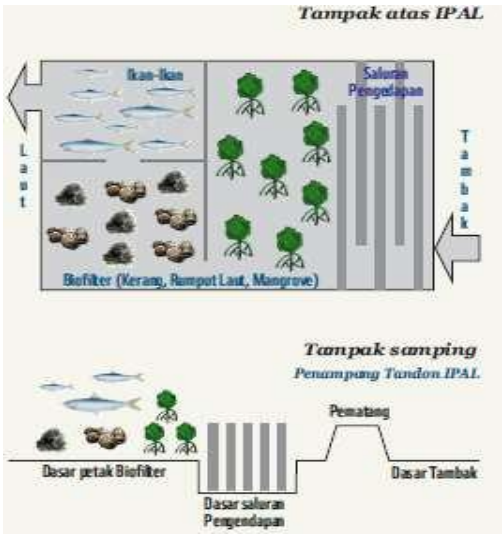
Gambar. 3 Instalasi unit tambak udang yang ideal terdiri dari pintu pemasukan air, pintu pengeluaran air, tandon IPAL

Sumber: WWF-Indonesia (2014)

Desain tambak yang diajukan menggunakan air laut sebagai sumber air tambak. Sebelum air laut digunakan untuk mengairi tambak udang *vannamei,* maka perlu dilakukan pengendapan terlebih dahulu. Pada Gambar. 4, upaya pengendapan air laut sebelum masuk ke tambak udang, dilakukan di tandon air yang fungsinya untuk memperbaiki kualitas air. Tempat air yang masuk dilengkapi saringan minimal 2 lapis untuk mencegah masuknya hama bibit predator, ikan liar, dan pembawa inang penyakit. Tinggi air dari dasar tambak minimal 80 cm. Setelah pengisian air, lakukan sterilisasi dengan *chlorine* berbahan aktif 90% dengan dosis 10–20 ppm atau *chlorine* berbahan aktif 60% dengan dosis 30-40 ppm. Aplikasi dilakukan secara merata, bijaksana dan cepat karena *chlorine* bersifat oksidator dan cepat menguap. Bila terdapat banyak lumut di air, dapat

dikendalikan dengan aplikasi silikat dengan dosis 3 ppm. Silikat dilarutkan ke dalam air tawar dahulu kemudian ditebar merata ke seluruh permukaan air tambak pada area yang banyak ditumbuhi lumut (WWF, Indonesia, 2014).

Limbah air tambak tidak langsung dialirkan ke laut, tetapi bisa dipakai ulang (resirkulasi). Agar air tambak udang bisa diresirkulasi, sebelum air tambak dipakai ulang, atau dialirkan ke laut, harus diendapkan terlebih dahulu di tandon IPAL. Di bagian tandon IPAL (Instalasi Pengelolaan Limbah) inilah peran organisme yang dapat memfiltrasi air tambak sangat dibutuhkan. Berikut desain bentuk permukaan dasar dan desain IPAL tambak udang yang disarankan ditunjukkan pada Gambar. 4. Untuk memisahkan tandon IPAL dan tambak budidaya dibuat pematang diantara keduanya. Air limbah dari tambak budidaya yang masuk ke tandon IPAL diendapkan terlebih dahulu, sehingga bagian tandon IPAL dibuat lebih rendah dari bagian filter. Kemudian bagian biofilter bisa ditambahkan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai penyaring bahan-bahan pencemar tambak (filter biologis) (Malik *et al.*, 2011). Pada sistem resirkulasi, air limbah yang telah difiltrasi masuk ke bagian *inlet* (pemasukan air tambak) dan bisa kembali dipakai untuk mengairi tambak udang.



Gambar. 4 Penampang tandon IPAL

Sumber: WWF-Indonesia (2014)

Proses pertama yang perlu dilakukan untuk mengimplementasikan gagasan yaitu melakukan rehabilitasi tambak udang yang ada di Pantai Trisik. Tambak udang direhabilitasi agar memiliki beberapa komponen diantaranya tandon air masuk, tambak budidaya udang, tandon IPAL yang terdiri dari saluran pengendapan dan petak biofilter, serta tandon air keluar. Tandon air masuk merupakan tempat masuknya air laut ke dalam tambak. Pada tandon air masuk digunakan dua lapis penyaring yang tujuannya untuk menyaring berbagai macam predator atau hama penyakit yang nantinya mampu mempengaruhi pertumbuhan udang. Selain itu, pada tandon masuk air laut diendapkan terlebih dahulu dari senyawa yang mempengaruhi kualitas air sebelum memasuki tambak yang tempat udang dibudidayakan. Dalam tambak udang diintegrasikan *Gracilaria* sp. dan

disisipkan kincir untuk membuat air bersirkulasi di dalam tambak. Limbah air dari tambak budidaya memasuki saluran pengendapan yang dibuat lebih rendah daripada petak biofilter, sehingga zat-zat yang terendapkan tidak mengalir kembali ke dalam tandon air masuk. Pada petak biofilter diintegrasikan *Gracilaria* sp. yang digunakan sebagai filter untuk menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat dan fosfor dalam bentuk fosfat, yang menurunkan kualitas air tambak dan akan berdampak pada menurunnya produktivitas udang. Tandon keluar menyalurkan air yang telah diendapkan dan difiltrasi kembali kedalam tandon masuk ataupun dibuang ke laut.

Integrasi *Gracilaria* sp. yang dilakukan pada tambak dan juga tandon IPAL dinilai lebih efektif untuk menyaring nitrat dan fosfat, dibandingkan dengan integrasi pada salah satu tempat saja. Selain itu, integrasi *Gracilaria* sp. pada tambak udang juga dimanfaatkan sebagai pelindung bagi udang dari paparan sinar matahari. Sistem resirkulasi air tambak dipilih karena dapat meminimalisir resiko kegagalan proses penyaringan limbah air yang keluar. Kegagalan pada proses penyaringan limbah air akan mengakibatkan penyebaran penyakit dan pencemaran lingkungan perairan diluar sistem. Penggunaan sistem resirkulasi juga akan memudahkan pengontrolan kualitas air tambak yang digunakan. Untuk mengimplementasikan gagasan yang dibuat, diperlukan kerjasama dari beberapa pihak terkait seperti pemerintah daerah, Dinas Pariwisata, Kementrian Lingkungan Hidup, masyarakat sekitar dan petani tambak udang.

Kesimpulan

Sistem integrasi budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. pada tambak udang *vannamei* di Pantai Trisik diikuti dengan pengelolaan IPAL terpadu mampu meningkatkan produktivitas udang *vannamei.* Penggunaan *Gracilaria* sp. sebagai biolfiter air tambak mampu mengatasi sanitasi yang buruk di tambak udang *vannamei* Pantai Trisik serta mengurangi tingkat pencemaran dengan penyisihan nitrogen setiap 500 gram rumput laut segar *Gracilaria* sp. menurunkan rata-rata konsentrasi nutrien N-total dari 1,2 mg/L menjadi 0,4 mg/L.

Daftar Pustaka

Dinas Pariwisata Daerah Istimewa Ygyakarta. 2015. Statistik Kepariwisataan 2015. Sumber:http://visitingjogja.web.id/assets/uploads/files/bank_data/Buku_Statistik_Kepariwisataan_DIY_2015_05092016040516.pdf, diakses pada 10 Maret 2018.

Jones A B, N P Preston, dan W C Dennison. (2003). The efficiency and condition of oysters and macroalgal used as biological filters of shrimp pond affluent. *Aquaculture Research,* 33: 1-19.

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2011.Volume produksi perinanan budidaya.sistem informasi perhitungan statistik kelautan dan perikanan (SIMPATIK).hhtp://statistik.dkp.go.id/, diakses pada 10 Februari 2018

Kementrian Kelautan dan Perikanan. 2014. Profil Kelautan dan Perikanan D.I. Yogyakarta. Sumber: http://mfec.kkp.go.id/index.php/arsip/c/3/Profil-Kelautan-dan-Perikanan-Provinsi- D.I.-Yogyakarta/6, diakses pada 10 Maret 2018.

Komarawidjaja, W. (2005). Rumput Laut G*racilaria* sp. sebagai Fitoremedian Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, *P3TL-BPPT*, 6(2): 410-415. http://dx.doi.org/10.29122/jtl.v6i2.346

Malik, I., Subachri, W., Yusu, M., Ahyani, N., dan Yusuf, C. 2014. *Budidaya Udang Vannamei: Tambak Semi Intensif dengan Pengolahan Air Limbah (IPAL)*. Jakarta: WWF-Indonesia.

Msuya F E. dan A. Neori. (2002). Ulva reticulate and *Gracilaria crassa*: macroalgae that can biofilter effluent from tidal fishpond in Tanzania. *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 1(2): 117-126.

Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Mooney, H., Beveridge, M., Clay, J., Folke, C., Kautsky, N.,Lubchenco, J., Primavera, J., Williams, M. (1998). Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science,* 282: 883–884.

Nelson, S., Glenn, E., Moore, D., Walsh, T. dan Fitzsimmons, K. 2001. *Useof an edible red seaweed to improve effluent from shrimp farms*. *Environmental Research Laboratory,* Univ. Arizona. Tucson. AZ.

Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat : Prinsip-prinsip Dasar*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.

Nugroho, T S. 2016. Pengelolaan Dan Pendayagunaan Kawasan Pesisir Melalui Pengembangan Budidaya Udang Vannmaei Di Tambak. Disertasi Sumberdaya Pesisir dan Lautan.

Oni. 2016. Petambak Udang di Pantai Selatan diPrediksi Bakal Gulung Tikar. Sumber:http://www.harianterbit.com/hanterdaerah/read/2016/03/13/58395/81/20/Petambak-Udang-di-Pantai-Selatan-Diprediksi-Bakal-Gulung-Tikar, diakses pada 10 Maret 2018, pukul 17.07 WIB.

Sutarmi. 2018. Pemkab Kulon Progo tawarkan penataan tambak udang. Sumber: https://jogja.antaranews.com/berita/339533/pemkab-kulon-progo-tawarkan-penataan-tambak-udang, diakses pada 17 Maret 2018, pukul 14.06 WIB.

WWF Indonesia. 2014. *Budidaya Udang Vannamei*. Jakarta: WWF-Indonesia.

Wyban, James, Walsh William A., Godin David M. 1995. Temperature effect on growth feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (Penaeus vannamei). *Aquaculture*. 138(1-4)267-279. https://doi.org/10.1016/0044-8486(95)00032-1