

Estimasi Daya Dukung Perairan Pesisir Kabupaten Pamekasan dalam Menerima Limbah Budidaya Udang Vannamei

Estimation of the Carrying Capacity of Pamekasan Regency's Coastal Waters in Receiving Vannamei Shrimp Cultivation Waste

Moh Ismail¹, Indah Wahyuni Abida², Endang Tri Wahyurini³

¹Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

²Manajemen Sumberdaya Alam, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

³Agrobisnis Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Madura

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v4i.487](https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.487)

Submitted:

August 20, 2022

Accepted:

Oct 28, 2022

Published:

Nov 17, 2022

Keywords:

Shrimp Cultivation, Water Carrying Capacity, Waste

ABSTRACT

Vannamei shrimp cultivation business is an aquaculture business that has increased every year, both from the amount of production and the cultivation technology used. Vannamei shrimp cultivation in Madura is one type of work that develops by utilizing unproductive land and salt ponds being converted into vannamei shrimp ponds. Pamekasan Regency is one of the regencies that carry out the development of vannamei shrimp farming business with an intensive system. The development of vannamei shrimp cultivation is not in line with the conditions of the aquatic environment, this is because aquaculture activities produce waste in which aquaculture waste is directly discharged into the waters. The research was carried out on February 1, 2022 to April 1, 2022 in Candi Village, Galis District, Pamekasan Regency. Based on the results of the study, it was found that the load of organic waste in the form of TSS that was discharged into the waters during one maintenance cycle was 137.25 kg and 143.38 kg/0.3 ha when pouring the entire volume of pond water (3000 m³) into the waters. Based on the carrying capacity of coastal waters, the maximum amount of waste in the form of TSS that can be accommodated by the coastal waters of Pamekasan Regency is 441.39 tons/day. The amount of waste generated from intensive system vannmei shrimp farming activities in Pamekasan Regency is 55,983.26 tons for one year and 153.38 tons/day. The results showed that the waste produced was still below the maximum waste that could be accommodated by the waters of Pamekasaan Regency.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Moh Ismail

Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam Fakultas Pertanian
Universitas Trunojoyo Madura

1. PENDAHULUAN

Madura merupakan salah satu pulau di Provinsi Jawa Timur yang terdiri dari empat Kabupaten yaitu Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep. Usaha budidaya udang vannamei di Madura menjadi salah satu jenis pekerjaan berkembang dengan memanfaatkan lahan tidak produktif dan lahan tambak garam di alih fungsikan menjadi lahan tambak udang vannamei. Perkembangan teknologi budidaya udang vannamei dari tradisional menjadi intensif membuka peluang masyarakat Madura memilih usaha budidaya udang vannamei

sebagai salah satu penghasilanan, sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat yang dilakukan oleh pelaku usaha budidaya udang vannamei.

Kabupaten Pamekasan merupakan salah satu Kabupaten yang melakukan pengembangan usaha budidaya udang vannamei dengan sitem intensif. Perkembangan usaha budidaya udang vannamei di Pamekasan dari tahun 2015 sampai tahun 2021 mengalami peningkatan, hal ini terlihat dari produksi udang vannamei pada tahun 2015 adalah 432ton dan pada tahun 2021 produksi udang vannamei meningkat 108.801 ton. Peningkatan jumlah produksi udang vannamei di Pamekasan ini dinilai positif dari segi ekonomi, namun dalam segi lingkungan perairan sangat tidak menguntungkan, Hal ini berkaitan dengan limbah produksi berupa kotoran udang dan sisa pakan langsung dibuang kelaut. Limbah produksi budidaya udang vannamei sistem intensif berupa sisa pakan yang tidak termakan dan plankton yang mati mengandung unsur hara tinggi berupa senyawa nitrogen (protein, asam amino), karbohidrat, vitamin dan hasil metabolisme udang. Limbah organik dari tambak udang akan terakumulasi dalam bentuk sedimen yang mengendap di dasar tambakdan saat ini limbah di buang ke sungai hingga ke perairan pantai akan memicu pertumbuhan ganggang yang pesat, hal kondisi ini akan mengakibatkan kebutuhan oksigen tinggi, sehingga keperluan oksigen biota laut menjadi berkurang.

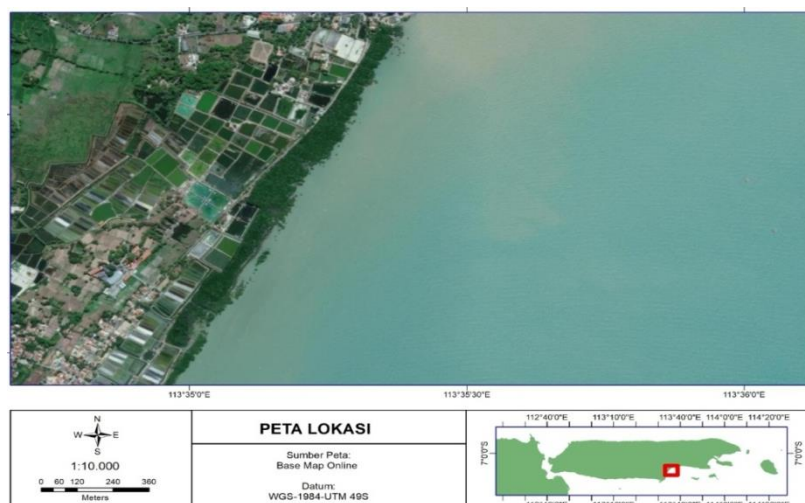
Boyd (2001) menyatakan banyaknya TSS yang dibuang saat pergantian air selama pemeliharaan sebesar 2400 kg/ha dan menghasilkan 3.200 kg/ ha TSS saat dilakukan pengosongan kolam dan TSS merupakan variabel kualitas air yang penting dalam penentuan indikator kualitas air suatu perairan.

Budidaya udang secara intensif menghasilkan rata-rata buangan nitrogen berkisar 6 – 664 kg/km² /tahun dan menghasilkan buangan pertahunnya sebesar 9 – 485 ton/tahun, sedangkan buangan fosfor berkisar antara 0,4 – 77 kg/km²/tahun dan buangan tahunan sebesar 0,7 – 35 ton/tahun. Untuk mengurangi dampak dari buangan limbah tambak dianjurkan dibuat kolam pengendapan yang diisi ikan, moluska dan ganggang laut (Lacerda, 2006). Romadhona et al (2016) menyatakan bahwa dampak dari limbah buangan (effluent) tambak udang adalah jika terus menerus limbah tambak dikeluarkan tanpa perlakuan, akan berakibat menurunnya kualitas air laut atau saluran yang dilaluinya. Konsekuensi akan terjadi defisit oksigen karena dekomposisi bahan organik dan eutrofikasi karena akumulasi dari nitrogen dan fosfor. Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukanlah penelitian tentang daya dukung perairan Pesisir Kabupaten Pamekasan dalam menerima limbah budidaya udang vannamei.

2. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Desa Candi Kecamatan Galis Kabupaten Pamekasan pada 1 Februari 2022 sampai 1 April 2022 yang meliputi pengambilan data lapang, dan pencarian data sekunder di lokasi penelitian di Kabupaten Pamekasan.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel.

Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan di mulai dengan menentukan metode pengambilan data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei eksploratif untuk memperoleh data primer dan data skunder. Data primer didapatkan dari penelitian di lapang berupa jumlah pakan, produksi, pasang surut, panjang garis pantai dan kemiringan pantai. Data skunder didapatkan dari instansi pemerintah terkait berupa data biogeofisik lingkungan dan wawancara dengan petambak yang berhubungan dengan kegiatan budidaya udang vannamei.

Tabel 1. Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian

No.	Jenis Data	Sumber Data
1	Kisaran pasang surut	Pengukuran langsung di lapangan
2	Frekuensi pasang surut	Pengukuran langsung di lapangan
3	Kemiringan dasar perairan pesisir	Pengukuran langsung di lapangan
4	Jarak dari garis pantai saat pasang hingga kelokasi pengambilan air laut untuk keperluan tambak	Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur (2016)
5	Panjang garis pantai	Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur (2016)
6	Laju biodegradasi	Sitorus (2005)
7	Beban limbah organik tambak udang vannamei	Alaudin (2010)

Kualifikasi Limbah yang Dikeluarkan Dari Pertambakan

Pendekatan yang digunakan dalam menentukan daya dukung perairan pesisir dilakukan dengan pendekatan kuantifikasi limbah yang dikeluarkan dari petambak dan daya tampung lingkungan pesisir berupa kuantifikasi volume air yang tersedia. Kuantifikasi limbah menggunakan asumsi yang diambil dari kegiatan budidaya yaitu :

1. Beban limbah organik yang dihasilkan sesuai dengan analisis yang dihasilkan oleh Primavera (1994) bahwa 35% dari pakan yang diberikan dalam bentuk limbah yaitu 20% dalam bentuk feses dan 15% berupa sisa pakan yang tidak dimakan.
2. Penghitungan limbah organik berdasarkan teknologi budidaya yang dilakukan yaitu budidaya sistem intensif karena teknologi ini menggunakan pellet sebagai sumber pakannya.
3. Konsentrasi limbah organik tambak berupa feses dan sisa pakan mengalami penurunan karena terurai, namun perhitungan penurunan jumlah limbah tersebut tidak dilakukan karena metode kuantifikasi untuk menghitung jumlah limbah terurai belum ada.

Berdasarkan asumsi limbah organik dalam bentuk Total Suspended Solid (TSS) dapat di hitung dengan menggunakan pendekatan rumus rustam (2005) sebagai berikut:

$$C_a = \frac{((L \times P) \times 1000)}{V_{tb}} \text{ mg/l}$$

$$C_{(n-1)} = \frac{((C_a(n-1) \times V_{tb}) + (L \times P(n-1)) \times 1000)}{V_{tb}} \text{ mg/l}$$

$$C_e = (Q\% \times C_a(n-1))$$

Keterangan:

C_{an} = konsentrasi limbah tambak (mg/L)

C_e = konsentrasi total limbah tambak yang dibuang ke daerah pesisir (mg/L)

$Q\%$ = prentase pergantian air (%)

$C_a(n-1)$ = konsentrasi limbah yang dibuang pada hari sebelumnya (n-1)

V_{tb} = volume tambak

P = pakan yang diberikan

L = persentasi jumlah pakan yang menjadi limbah

n = hari ke 1, 2, 3, hari ke n (sampai hari panen)

Daya Tampung Lingkungan Pesisir

Daya tampung lingkungan pesisir ditentukan berdasarkan volume air yang tersedia di pantai, metode penentuan daya dukung untuk menentukan volume air perairan yang masuk ke pantai dengan pendekatan rumus Widigdo dan Pariwono (2003). Volume air dinyatakan sebagai berikut:

Ketika pasang naik dengan rumus

$$V_o = 0,5 h.y \left(2x - \frac{h}{\text{tg}\theta} \right)$$

Ketika surut:

$$V_s = 0,5 h.y \left(2x - \frac{(2h-1)}{\text{tg}\theta} \right)$$

Keterangan:

y = panjang garis pantai kawasan

h = kisaran pasang surut

$\text{tg } \theta$ = kemiringan dasar laut/pantai

x = jarak dari garis pada air pasang ke arah laut sampai titik dimana kedalaman air pada saat surut adalah satu meter dan tidak terpengaruh gerakan turbulen air pasang.

Volume air laut dihitung berdasarkan panjang pantai, jangkauan pasang, frekuensi pasang, kemiringan (kelandaian pantai) dan jarak dari garis pantai pada air pasang ke arah laut sampai mencapai titik kedalaman air pada saat surut dan tidak terpengaruh oleh gerakan turbulen air dasar. Ketersediaan volume air laut ini di pengaruhi oleh dinamika perairan dan telah dicerminkan dari hasil pengukuran parameter tersebut. Dengan demikian, volume total air yang ada di pantai dalam satu siklus pasang surut adalah volume air yang masuk ke pantai pada saat pasang naik dan surut. Sedangkan penentuan volume air di tambak berdasarkan pengamatan parameter-parameter yang terkait dengan kondisi tambak seperti tinggi rata-rata air tambak dan luas tambak saat itu.

Beban Limbah Maksimal

Beban limbah organik tambak udang intensif dijadikan acuan dalam mengestimasi daya dukung perairan lingkungan perairan dalam menerima limbah dari kegiatan budidaya udang vannamei sistem intensif. Penghitungan beban limbah tambak dalam bentuk *Total Suspended Solid* (TSS). Estimasi beban limbah budidaya udang vannamei mengacu pada formula Alauddin (2010):

$$JL_m = V_{tot} \times Y \times 10^{-6}$$

Keterangan:

JL_m = Jumlah limbah organik maksimum yang dapat ditampung perairan pesisir (ton/hari)

V_{tot} = Volume total air yang tersedia di perairan pesisir (m^3)

Y = Laju biodegradasi limbah organik tambak udang (mg/l) atau $Y \cdot 10^{-6}$ ($\text{ton/m}^3/\text{hari}$)

Luasan Tambak Maksimal

Luasan tambak maksimal dapat diketahui dengan jumlah limbah maksimal yang dapat ditampung oleh perairan dan jumlah limbah organik tambak udang dengan menggunakan rumus:

$$B = \frac{JL_m}{A}$$

Keterangan:

B = Luas tambak udang yang masih diperkenankan sesuai daya dukung lingkungan perairan pesisir (hektar)

JL_m = Jumlah limbah organik maksimum yang dapat ditampung perairan pesisir (ton/hari)

A = Jumlah limbah organik tambak udang (kg/ton udang)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Perairan Pesisir

Karakteristik fisik perairan pesisir Kabupaten Pamekasan terdiri dari Pasang surut air laut, dimana fenomena fisika pasang surut air laut merupakan pergerakan naik turunnya permukaan air laut sebagai akibat dari bulan dan matahari. Fenomena pasang surut air laut dimanfaatkan oleh petambak sebagai sumber air untuk kegiatan budidaya udang vannamei dengan cara memompa air laut dari pantai pada saat pasang kemudian ditempatkan ke dalam kolam tandon untuk dilakukan tritmen pemurnian air laut sebelum masuk ke tambak budidaya. Berdasarkan hasil pengamatan dilapang diperoleh jenis pasang surut diperairan Kabupaten Pamekasan dikategorikan sebagai pasang surut harian ganda (semidiurnal tide). Pasang surut harian ganda (semidiurnal tide) merupakan tipe pasang surut dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut secara berurutan dengan tinggi hampir sama secara teratur (Triatmodjo, 1999). Karakteristik perairan pesisir Kabupaten Pamekasan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik perairan pesisir Kabupaten Pamekasan

No.	Jenis Data	Nilai
1	Kisaran pasang surut	1,4 m
2	Frekuensi pasang surut	2 kali
3	Kemiringan dasar perairan pesisir	0,85 ⁰
4	Jarak dari garis pantai saat pasang hingga lokasi pengambilan air laut untuk keperluan tambak	240 m
5	Panjang garis pantai	57.850 m
6	Laju biodegradasi	8,395 mg/l/hari

Hasil pengukuran kisaran pasang surut 140 cm atau 1,6 m dengan frekuensi pasang surut 2 kali per hari. Jarak garis pantai saat pasang hingga lokasi pengambilan sampel adalah 240 m. Rata-rata kemiringan pantai 0,85⁰ dengan panjang garis pantai 57.850 m.

Daya Dukung Perairan Pesisir

Perairan memiliki kemampuan untuk menampung limbah dari kegiatan usaha budidaya udang vannamei, akan tetapi jika melampaui kemampuan perairan dalam menerima limbah budidaya akan menyebabkan penurunan kualitas air perairan pesisir. Daya dukung perairan pesisir ditentukan dengan jumlah limbah yang masuk keperairan dalam bentuk TSS (*Total Suspended Solid*) dan daya tampung perairan berupa volume air yang masuk ke perairan pesisir.

Tabel 3. Daya dukung perairan pesisir Kabupaten Pamekasan

No.	Jenis Data	Nilai
1	Volume air laut saat pasang	15.606.595,89 m ³
2	Volume air pada saat surut	10.681.924,32 m ³
3	Volume air saat pasang surut	26.288.916,22 m ³
4	Volume air laut dalam 1 hari	52.577.832,43 m ³
5	Limbah Maksimal	441,39 ton/hari
6	Produksi udang Vannamei 2021	108.811 ton
7	Limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya udang vannamei pada tahun 2021	55.983,26 ton/tahun 153,38 ton/hari

Volume air laut yang masuk pada saat pasang dan surut di Perairan Kabupaten Pamekasan adalah 26.288.916,22 m³, frekuensi pasang surut di perairan Kabupaten Pamekasan terjadi 2 kali sehingga jumlah total volume air yang masuk selama satu hari adalah 52.577.832,43 m³. Nilai volume air total merupakan faktor penentu daya dukung perairan pesisir dalam menerima limbah organik tambak udang di perairan pesisir kabupaten Pamekasan.

Jumlah limbah yang masuk keperairan mengacu pada hasil penelitian Sitorus (2005) dengan laju biodegradasi 8,395 mg/l/hari. Berdasarkan data tersebut dan mengacu pada formula alauddin (2010) maka jumlah maksimal limbah dalam bentuk TSS yang dapat ditampung oleh perairan pesisir Kabupaten Pamekasan adalah 52.577.832,43 m³ x 8,395 mg x 10⁻⁶ /l/hari = 441,39 ton/hari. Berdasarkan hasil penelitian Abdul Muqith (2018) didapatkan jumlah maksimal limbah budidaya udang vannamei di perairan banyuwangi adalah 362,65 ton/hari. Hal ini menunjukkan bahwa perairan berbeda memiliki daya dukung berbeda dalam menerima limbah dari kegiatan budidaya udang vannamei.

Produksi budidaya udang vannamei di Kabupaten Pamekasan pada tahun 2021 yaitu 108.811 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pamekasan, 2021). Berdasarkan data produksi udang vannamei dan pengacu pada penelitian alauddin (2010) yaitu nilai FCR 1,47 dengan sistem intensif, perubahan pakan menjadi limbah dalam bentuk TSS 35% dari jumlah pakan yang diberikan, maka didapatkan jumlah limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya udang vannamei sistem intensif di Kabupaten Pamekasan yaitu 55.983,26 ton selama satu tahun dan 153,38 ton/hari dengan luas tambak maksimal 923,55 ha. Jumlah limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya udang vannamei ini, tidak melampaui batas maksimum limbah yang mampu diterima oleh perairan pesisir kabupaten pamekasan, sehingga pengembangan usaha budidaya udang vannamei masih dapat dilakukan di perairan Kabupaten Pamekasan dengan memperhatikan pengelolaan limbah yang dihasilkan.

Beban Limbah Organik Budidaya Udang Vannamei Sistem Intensif

Limbah budidaya akan bertambah selajian dengan pemberian pakan dan pertambahan umur pemeliharaan, pakan yang tidak termakan dan kotoran udang akan menambah bahan organik dalam lingkungan tambak (Boyd, 1992). Sisa pakan, feses udang, dan plankton yang mati akan menumpung didasar tambak, sehingga akan menurunkan kualitas air tambak, sehingga harus dibuang agar kualitas air tambak mendukung

kelangsungan hidup udang vannamei. Menurut Boyd dan Weddig (1997), pakan digunakan pada kegiatan budidaya udang vannamei sistem intensif untuk meningkatkan produksi udang, akan tetapi pakan tidak semuanya dimanfaatkan oleh udang. Sisa pakan akan mengendap di dasar perairan selanjutnya akan dimanfaatkan oleh fitoplankton, sehingga akan meningkatkan kesuburan dalam tambak. Perbaikan kualitas air dilakukan dengan cara melakukan pergantian air. Air tambak dibuang langsung ke sungai dan menuju ke perairan pesisir. Beban limbah organik yang dibuang ke perairan pesisir dinyatakan dalam bentuk TSS.

Beban limbah organik dalam bentuk TSS yang dibuang ke perairan pesisir dari kegiatan budidaya udang vannamei sistem intensif dengan luas tambak 3000 m² dengan tebaran 125 rbu ekor dari hari pertama sampai hari ke 85 selama satu siklus pemeliharaan adalah 137,25 kg. Pada akhir masa pemeliharaan, dimana tambak udang dikeringkan dengan cara menggelontorkan seluruh volume air tambak (3000 m³) ke perairan, konsentrasi limbah TSS adalah 2,04 mg/l, maka jumlah limbah yang dibuang saat penggelontoran sebesar 6,13 kg. Total limbah dalam bentuk TSS selama masa pemeliharaan sebesar 137,25 kg, dengan demikian total limbah yang dihasilkan selama pemeliharaan ditambah jumlah limbah yang digelontorkan adalah 143,38 kg/0,3 ha atau 477,93 kg/ha/siklus selama 85 hari pemeliharaan.

Daya Dukung Berdasarkan Limbah Organik

Air buangan limbah tambak kaya akan nutrisi dan mengandung bahan organik yang terlarut. Bahan-bahan ini dikeluarkan pada saat pergantian air dan masuk ke sungai dan langsung mengalir ke perairan. Pembuangan air limbah dari tambak budidaya yang berlangsung terus menerus akan menyebabkan bahan organik diperairan, sehingga dapat meningkatkan kadar nitrogen, hidrogen, penipisan oksigen dan meningkatkan populasi bakteri diperairan pesisir (Tobey *et al*, 1998). Limbah buangan yang dihasilkan dari 1 petak tambak dengan luas areal 3000 m² selama 85 hari pemeliharaan adalah 477,93 kg/ha/siklus atau 5,62 kg limbah TSS yang dihasilkan dalam satu hari. Ada 8 tambak yang beroperasi pada lokasi penelitian dengan luas 3000 m², sehingga total limbah yang dihasilkan di lokasi penelitian adalah 44, 96 kg /ha/hari. Menurut Boyd (1992), daya tampung maksimum untuk satu hektar tambak yang dikelola secara sistem intensif agar perairan mampu mempertahankan kualitas air, maka limbah yang di hasilkan adalah 100 -150 kg/ hari.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan Volume air yang masuk ke perairan Kabupaten Pamekasan selama satu hari 52.577.832,43 m³. jumlah limbah maksimal yang dapat ditampung 441,39 ton/hari sedangkan limbah yang dihasilkan dari kegiatan budidaya udang vannamei di perairan Kabupaten Pamekasan adalah 153,38 ton/hari, hasil ini menunjukkan limbah yang dihasilkan tidak melampaui batas maksimal, sehingga dapat dilakukan pengembangan usaha budidaya udang vannamei dengan memperhatikan pengelolaan limbah yang baik. Total limbah yang dihasilkan di lokasi penelitian adalah 44, 96 kg /ha/hari. Daya tampung maksimum untuk satu hektar tambak yang dikelola secara sistem intensif agar perairan mampu mempertahankan kualitas air, maka limbah yang di hasilkan adalah 100 -150 kg/ hari. Berdasarkan kriteria tersebut limbah yang dihasilkan masih mampu ditampung oleh perairan pesisir Kabupaten Pamekasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A. 2017. *Karakteristik dan Potensi Lahan Rawa Pasang Surut Sulfat Masam Bukaian Baru Untuk Tanaman Padi*.
- Alauddin, M.H.R., 2010. Optimasi pem-anfaatan wilayah pesisir berbasis daya dukung bagi pengembangan budi daya tambak udang di Kecamatan Mangara Bombang Kabupaten Takalar Provinsi Se-latan. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Abdul Muqsih, Nuddin H, Mahmudi, Fadjar, 2018. Estimasi Daya Dukung Perairan Pesisir Kecamatan Banyuputih Untuk Tambak Udang Berdasarkan Laju Biodegradasi Limbah. *Jurnal Agromix* Volume 9, No 2, September 2018
- Boyd, C.E dan L.J. Weddig. 1997. Procedures to lessen environmental impacts of pond aquaculture for use in codes of practice. *FAO Fisheries freport No 572*, FAO. Roma, 266 pp
- Boyd, C.E. & Y. Musig. 1992. Shrimppond effluents: Observations of the nature of the problem on commercial farms. In: Wyban, J. (Ed.), *Proceeding of the Special Session on Shrimp Farming*. World Aquaculture Society, Baton Rouge, p. 195-197.
- Boyd, C. E. 1991. *Water Quality Management and Aeration in Shrimp Fsrming*. Auburn: Fisheries and Allied Aquaculture Departemen, Auburn University
- Dinas Kelautan dan Perikanan provinsi jawa timur, 2016. *Profil Desa Pesisir Provinsi Jawa Timur Kepulauan Madura*. Volume III. 153

-
- Primavera JH. 1994, Environmental and socioeconomic effect of shrimp farming: The Philippine Experience, *Infofish International* 1, 44 – 49
- Romadhona B., Yulianto B., Sudarno, 2015, Fluktuasi Kandungan Amonia dan Beban Cemaran Lingkungan Tambak Udang Vaname Intensif dengan Teknik Panen Parsial dan Panen Total, *Jurnal Saintek Perikanan* Vol.11 No.2: 84-93, Februari 2016.
- Rustam. 2005. Analisis Dampak Kegiatan Pertambakan Terhadap Daya Dukung Kawasan Pesisir (Studi Kasus Tambak Udang Kabupaten Barru Sulawesi Selatan). Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sitorus, H. 2005. Estimasi daya dukung lingkungan pesisir untuk pengembangan areal tambak berdasarkan Laju Biodegradasi limbah tambak di perairan pesisir Kabupaten Serang. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor
- Triatmodjo, B., 1999. Teknik Pantai. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta.
- Tobey, J., J. Clay and D. Vergn. 1988. Maintaining a balance: The economic, environmental and sosial impacts of shrimp farming in Latin Amerika. *Coastal Resources*, University of Rhode Island, USA. 62 pp
- Widigdo, B., dan J. Pariwono, 2003. Daya Dukung Perairan di Pantai Utara Jawa Barat untuk Budidaya Udang (Studi Kasus di Kabupaten Subang, Teluk Jakarta dan Serang), *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 1: 10-17.
- Widigdo, B. 2000. Diperlukan pembukuan kriteria eko-biologis untuk menentukan “potensi alami” kawasan pesisir untuk budidaya udang. *Prosiding Pelatihan untuk Pelatih pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu*. PKSPL. IPB. Bogor, 21-26 februari 2000