

Fluktuasi parameter kualitas air di tambak super intensif udang vaname: Studi kasus pertambakan PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Minahasa Selatan

(Fluctuation of water quality parameters in intensive super vaname shrimp culture: Case study at PT. Pillar Persada Parigi, Bajo Village, South Minahasa)

**Beatus Hartono Telaumbanua<sup>1</sup>, Novie P. L. Pangemanan<sup>2</sup>, Reiny A. Tumbol<sup>2</sup>, Suzanne L. Undap<sup>2</sup>, Sipriana S. Tumembouw<sup>2</sup>, Indra R.N. Salindeho<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan FPIK UNSRAT Manado

<sup>2)</sup> Program Studi Budidaya Perairan FPIK UNSRAT Manado

Penulis korespondensi: N. P. L. Pangemanan, [pankie\\_p@unsrat.ac.id](mailto:pankie_p@unsrat.ac.id)

### **Abstract**

The aim of this research was to determine the physical and chemical parameters of water quality in vanname shrimp culture in Pond PT. Pillar Persada Parigi, Bajo Village, South Minahasa. This research uses direct measurement methods in the field (*In situ*) and sample analysis in the laboratory. Water quality parameters measured in the field included temperature, degree of acidity (pH), salinity, dissolved oxygen, while ammonia, nitrite, nitrate, phosphate was analyzed at the Manado Industrial Research and Standardization Center. Water sampling and in-situ measurements were carried out in 4 ponds selected randomly from the ponds that were temporarily operating at the time of sampling. Based on the results of measurements of several physical and chemical parameters of water quality, both directly in the field (*in situ*) and the results of laboratory analysis of pond water samples from PT Pillar Persada Parigi, Bajo Village, South Minahasa Regency, a temperature range of 27 - 32°C, salinity of 36 ppt was obtained. , dissolved oxygen 3.63 - 7.8 ppm, acidity degree (pH) 7.6 - 8.6, ammonia content 1 mg/L, nitrite <0.2757 mg/L, nitrate 5 mg/L, phosphate <0 .0027 – 1 mg/L. All parameters measured were still considered suitable for survival and supporting the growth of the vaname shrimp being cultured

**Keywords:** vaname shrimp, dissolved oxygen, ammonia, nitrate

### **Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui parameter fisika dan kimia kualitas air pada budidaya udang vanname di Tambak PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo Minahasa Selatan. Penelitian ini menggunakan metode pengukuran langsung di lapangan (*In situ*) dan analisis sampel di laboratorium. Parameter kualitas air yang diukur di lapangan meliputi suhu, derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut, sedangkan amonia, nitrit, nitrat, fosfat di Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado. Pengambilan sampel air dan pengukuran *in-situ* dilakukan di 4 tambak yang dipilih secara acak dari tambak-tambak yang sementara beroperasi di saat pengambilan sampel.

Berdasarkan hasil pengukuran beberapa parameter fisika maupun kimia kualitas air, baik secara langsung di lapangan (*in situ*) maupun hasil analisa laboratorium sampel air tambak

PT Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Kabupaten Minahasa Selatan diperoleh kisaran suhu 27 - 32°C, salinitas 36 ppt, oksigen terlarut 3,63 - 7,8 ppm, derajat keasaman (pH) 7,6 - 8,6, kandungan amonia 1 mg/L, Nitrit <0,2757 mg/L, nitrat 5 mg/L, fosfat <0,0027 - 1 mg/L. Semua parameter yang diukur masih tergolong layak untuk kelangsungan hidup dan menunjang pertumbuhan udang vaname yang dipelihara.

**Kata Kunci:** udang vaname, t, oksigen terlarut, amoniak, nitrat

## PENDAHULUAN

Udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu udang yang bernilai ekonomis tinggi, menjadi salah satu produk perikanan yang dapat menghasilkan devisa bagi negara. Udang ini memiliki beberapa kelebihan yaitu lebih tahan terhadap penyakit dan fluktuasi kualitas air, pertumbuhan relatif cepat, serta hidup pada kolom perairan sehingga dapat ditebar dengan kepadatan tinggi. Udang vaname memiliki peluang pasar dan potensial untuk terus dikembangkan. Untuk menanggapi permintaan pasar dunia, dilakukan intensifikasi budidaya dengan memanfaatkan perairan, karena potensi yang sangat besar, oksigen terlarut air relatif tinggi dan konstan, serta udang yang dibudidayakan lebih berkualitas (Effendi, 2016).

Budidaya udang putih (*L. vannamei*) mulai berkembang dan telah dibudidayakan di Indonesia. Hal ini disebabkan karena udang ini memiliki keunggulan yaitu tahan terhadap penyakit, pertumbuhan relatif cepat dan kelangsungan hidup yang baik (Poernomo, 2004). Meskipun demikian jika kualitas air tidak sesuai tentu dapat menyebabkan kematian maupun gagal panen.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan budidaya udang vaname, salah satunya adalah kualitas air. Kualitas air yang buruk seperti penurunan kualitas air akan mempengaruhi proses metabolisme, menyebabkan stres, sumber penyakit sehingga dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan udang dan mengurangi sintasan udang (Tahe dan Suwoyo, 2011).

Permasalahan utama menurunnya kualitas air pada tambak disebabkan adanya limbah akuakultur yang berasal dari kotoran terlarut dan sisa pakan (Rachman, 2006). Kegagalan produksi udang vaname ini diakibatkan limbah akuakultur terdiri atas padatan dan terlarut. Limbah padatan berupa residu pakan, feses udang, dan koloni bakteri, sedangkan limbah terlarut berupa amonia, karbondioksida, fosfor, hidrogen sulfida, fosfat dan nitrogen (Nur, 2011).

Salah satu lokasi tambak udang vaname yang mulai berkembang di Provinsi Sulawesi Utara yaitu pertambakan udang vaname PT. Pilar Persada Parigi yang terletak di Desa Bajo, Kabupaten Minahasa Selatan. Usaha pertambakan udang ini dikelola dengan sistem Super Intensif yaitu dengan kepadatan tebar yang sangat tinggi dan manajemen lingkungan yang sangat ketat agar tidak terjadi fluktuasi parameter lingkungan yang mencolok.

Pengelolaan kualitas air tambak yang baik sangat dibutuhkan untuk dapat menjamin kualitas air yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan udang. Untuk itu sangat diperlukan pemantauan kualitas air tambak secara berkala untuk mengetahui kondisi kualitas air yang selanjutnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan pembudidaya untuk langkah pengelolaan yang sesuai. Penelitian ini akan dilaksanakan untuk fluktuasi beberapa

parameter kualitas air, khususnya parameter fisika (Suhu) dan parameter kimia (oksigen terlarut/DO, pH, amonia, nitrat, nitrit, dan fosfat) tambak di PT. Pilar Persada Parigi, Desa Bajo Minahasa Selatan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada lokasi tambak udang vaname PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Kabupaten Minahasa Selatan. Penelitian ini menggunakan metode survei yaitu metode penelitian yang dilakukan untuk memperoleh data fakta dari lapangan dan mencari informasi yang faktual. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil pengukuran parameter fisika dan kimia kualitas air secara langsung di lapangan (*in situ*) dan hasil analisa laboratorium di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado.

Data primer yang diukur langsung di lapangan (*in situ*) yaitu suhu, derajat keasaman (pH), salinitas, oksigen terlarut (DO). Untuk parameter amonia (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), Nitrat (NO<sub>3</sub>), fosfat (PO<sub>4</sub>) dianalisa di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado. Metode pengumpulan data yang ditetapkan yaitu *sampling purposive*, dimana peneliti menentukan pengambilan sampel dengan cara menetapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian. Pengukuran sampel air dilakukan selama 4 hari pada tambak yang dipilih dari tambak yang sementara beroperasi.

Pengambilan data *in-situ* dilakukan pada subuh hari pukul 06.00 WITA, siang hari pukul 12.00 WITA dan sore hari pukul 17.00 WITA. Untuk parameter amonia (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub>), Nitrat (NO<sub>3</sub>), dan fosfat (PO<sub>4</sub>) dilakukan hanya satu kali pada siang hari pukul 12.00 WITA. Air sampel dibawa dan dianalisis lanjut di Laboratorium Balai Riset dan Standarisasi Industri Manado.

Data hasil pengukuran dan analisa kualitas air yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis secara deskriptif, dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan beberapa literatur terkait dengan pengelolaan kualitas air untuk budidaya udang vaname.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengukuran beberapa parameter fisik dan kimia kualitas air tambak di PT. Pilar Persada Parigi, Desa Bajo Minahasa Selatan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Hasil pengukuran suhu selama pelaksanaan penelitian menunjukkan bahwa suhu tertinggi berada pada titik 2 yaitu pada pukul 17.00 WITA di hari pertama, hari kedua, hari ketiga dan hari keempat dengan nilai 32°C dan suhu terendah berada pada titik 3 pukul 06.00 WITA dengan nilai 27,5°C.

Makmur *dkk.* (2018) menyatakan bahwa kisaran suhu air di tambak yaitu antara 23°C dan 30°C untuk kelangsungan hidup udang vaname. Selanjutnya, Adipu (2019) mengemukakan bahwa kisaran suhu yang optimal untuk pemeliharaan udang adalah antara 27°C - 31°C. Suhu tersebut memungkinkan proses metabolisme berjalan dengan baik, yang dapat mendorong perkembangan dan kelangsungan hidup udang yang optimal.

Tabel 1. Kualitas air tambak di lokasi penelitian

Parameter	Pagi (06.00)				Siang (12.00)				Sore (17.00)				
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	
Pertama	Suhu	27,7	31,9	31,1	28	30,8	31,3	28	30,8	31,3	28	30,8	31,3
	Salinitas	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Do	3,84	7,28	5,52	4,26	6,75	4,4	4,73	6,87	4,55	3,63	7,83	4,97
	pH	7,6	8,2	8,2	7,6	8,3	8,4	7,6	8,4	8,5	7,6	8,4	8,6
Kedua	Suhu	28,6	31,7	32,1	29,2	31,6	32	29,2	31,6	32	29,2	31,6	32
	Salinitas	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Do	3,71	7,26	5,73	4,94	6,33	4,74	5,09	6,25	4,05	3,63	5,84	4,14
	pH	7,7	8,2	8,2	7,6	8,2	8,3	7,6	8,2	8,2	7,6	8,1	8,1
Ketiga	Suhu	27,5	31,1	31,7	27,8	30,7	31,2	27,8	30,7	31,2	27,8	30,7	31,2
	Salinitas	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Do	3,94	7,42	5,65	4,84	6,53	5,07	4,1	6,96	5,53	4,02	7,43	4,64
	pH	7,6	8,2	7,8	7,7	8,3	8,4	7,7	8,3	8,3	7,8	8,3	8,3
Keempat	Suhu	27,8	31,4	31,6	28,4	31,1	31,7	28,4	31,1	31,7	28,4	31,1	31,7
	Salinitas	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Do	4,39	6,26	5,67	5,26	5,45	4,4	4,96	6,07	4,45	4,28	6,29	4,56
	pH	7,7	8,2	8,2	7,6	8,2	8,2	7,7	8,2	8,2	7,7	8,3	8,4

Tabel 2. Hasil uji laboratorium

NO	Parameter	Satuan	Hasil Uji			Metode Uji
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
1	Fosfat	mg/L	1	<0.0027	0.5	SNI 6989.31:2021 SM 4500-NO3 B 23 ED 2017
2	Nitrat	mg/L	5	5	5	SNI 06-6989-2004
3	Nitrit	mg/L	<0.2757	<0.2757	<0.2757	SNI 06-6989-2005
4	Amonia	mg/L	1	1	1	SNI 06-6989-2005

Suhu memiliki dampak yang signifikan terhadap kelangsungan hidup udang, pertumbuhan, dan konsumsi oksigen di lingkungan budidaya perairan (Pan *et al.*, 2007). Hal ini berarti bahwa suhu dapat mempengaruhi tiga faktor, yang pertama adalah kebutuhan atau konsumsi oksigen, kedua adalah pertumbuhan udang, dan ketiga adalah kelangsungan hidup atau tingkat kehidupan udang akan dipengaruhi oleh suhu.

Salinitas yang diukur dalam *part per thousand* (ppt) yang merupakan salah satu komponen kualitas air yang sangat penting karena mempengaruhi pertumbuhan udang vaname. Berdasarkan hasil pengukuran salinitas menunjukkan bahwa salinitas selama 4 hari penelitian tidak memiliki perbedaan atau stabil pada nilai 36 ppt.

Menurut Ghufroon *dkk.* (2017), udang vaname menyukai air yang bersalinitas antara 1-40 ppt dengan kisaran optimal salinitas adalah 15-25 ppt (Malik, 2014). Udang vaname dapat tumbuh dengan baik pada salinitas antara 15 -25 ppt, bahkan pada salinitas 5 ppt yang masih layak untuk tumbuh (Soemardjati dan Suriawan, 2007).

Menurut Haliman dan Adijaya (2005), salinitas air yang tinggi dapat menyebabkan uddang kulitnya cenderung keras, yang dapat meningkatkan kebutuhan energi untuk proses adaptasi. Salinitas yang lebih tinggi (>40 ppt) atau rendah (<5 ppt), dapat berpotensi serangan penyakit yang mungkin terjadi pada pertumbuhan udang vaname (Santiago et al., 2014). Kisaran salinitas yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya proses pergantian kulit (*molting*). Sementara kisaran salinitas yang rendah dapat mengurangi oksigen terlarut dan menyebabkan tipisnya kulit udang vaname (Syukri dan Ilham, 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) tertinggi berada pada titik 1 pukul 12.00 WITA di hari keempat dengan nilai 7,83 ppm. Sedangkan nilai DO terendah berada pada titik 1 dan titik 2 pukul 06.00 WITA di hari keempat dengan nilai 3,63 ppm. Kisaran nilai DO dalam penelitian ini berada pada kisaran yang ideal untuk budidaya udang yakni 3 ppm (Lestari dan Yuniarti, 2018). Rendahnya DO di pagi hari disebabkan oleh tidak diproduksinya oksigen pada malam hari lewat proses fotosintesis. Semakin tinggi suhu dan salinitas maka kelarutan oksigen dalam air akan semakin rendah, dan juga sebaliknya. Rendahnya kadar oksigen dapat mempengaruhi fungsi biologis, memperlambat pertumbuhan, dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Selain itu, pemberian pakan dan tingginya kepadatan tebar dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air.

Menurut Makmur *dkk.* (2018), dalam proses pembesaran udang vaname, kandungan oksigen terlarut (DO) dalam perairan merupakan komponen penting untuk kesehatan udang. Untuk menjaga kestabilan oksigen terlarut dalam air tambak, penggunaan kincir adalah bagian penting dari proses produksi udang. Kincir memberikan oksigen terlarut dalam air tambak untuk kehidupan udang dan membantu bakteri memecah bahan organik dan menitrifikasinya. Aerasi juga menghasilkan arus air dan pengadukan massa air tambak, yang memungkinkan bakteri dan mikroorganisme lainnya tetap hidup dalam kondisi suspensi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai derajat keasaman (pH) tertinggi berada pada titik 1 pukul 17.00 WITA di hari keempat dengan nilai 8,6 dan nilai pH terendah dengan nilai 7,6. Effendi (2016) mengemukakan bahwa proses respirasi organisme di pagi hari membutuhkan oksigen dan mengeluarkan karbondioksida yang menyebabkan kandungan karbondioksida tinggi, sehingga pada kondisi ini pH cenderung turun dan sebaliknya pada siang hari suhu akan naik karena aktivitas fotosintesis.

Berdasarkan pendapat Makmur *dkk.* (2018), kisaran pH air yang ideal untuk budidaya udang vaname 7,4–8,9. Dengan demikian, derajat keasaman (pH) ditambak PT. Pillar Persada Parigi masih dalam kisaran normal. Derajat keasaman (pH) suatu tambak jika di bawah batas toleransi dapat mengganggu proses *molting* dan mengganggu kelangsungan hidup udang vanname (Pan *et al.*, 2007). Naik turunnya nilai derajat keasaman (pH) pada tambak disebabkan adanya perbedaan perlakuan teknis yang dilakukan pada tambak setiap hari (Wafi *et al.*, 2021).

Hasil analisa laboratorium kandungan amonia menunjukkan bahwa kandungan amonia di semua titik pengambilan air sampel sebesar 1 ppm. Kordi (2010) menyatakan suhu dan kadar derajat keasaman yang tinggi dalam suatu perairan erat kaitanya dengan kadar amonia yang tinggi. Selain itu, ada kemungkinan bahwa tambak tersebut mengandung limbah dan terdapat sisa-sisa metabolisme atau kotoran udang yang mengendap di dasar perairan tambak sehingga mendorong meningkatnya kandungan senyawa amonia.

Hasil analisa laboratorium untuk senyawa nitrat menunjukkan bahwa kandungan nitrat di semua titik pengambilan air sampel sebesar 5 ppm. Jika dibandingkan dengan baku mutu air laut (PP Nomor 22 Tahun 2021) semua nilai tergolong tinggi.

Nilai maksimum kandungan nitrat dalam air adalah 0,5 ppm (SNI 01-7246-2006), dan senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi katalistik asam nitrit yang berasal dari amonia. Konsentrasi nitrat di atas 300 ppm akan menjadi toksik (Masser *et al.*, 1999) konsentrasi nitrat di atas 200 ppm udang akan berdampak pada pertumbuhan dan daya tahan terhadap penyakit (Van *et al.*, 1999).

Hasil analisa laboratorium menunjukkan bahwa kandungan senyawa nitrit di semua titik pengambilan sampel air sebesar <0.2757 mg/L, sedangkan hasil pengukuran langsung (*in situ*) pada tambak menunjukkan bahwa nitrit tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa kadar nitrit pada tambak yang diperiksa masih pada kisaran yang normal untuk budidaya udang. Darti dan Iwan (2006) menyatakan bahwa padat tebar dapat mempengaruhi kadar nitrit dimana kepadatan yang tinggi dapat meningkatkan nitrit dalam air yang berasal sisa dan feses.

Hasil analisa laboratorium sampel air menunjukkan bahwa kandungan fosfat tertinggi berada pada titik 1 dengan nilai 1 mg/L dan kandungan fosfat terendah berada di titik 2 dengan nilai <0,0027 mg/L. Asbar dan Fattah (2012) menyatakan bahwa tingkat fosfat yang sesuai untuk budidaya udang vaname adalah 0,1–0,25 mg/L. Kenaikan kadar fosfat dikarenakan penambahan pakan yang diberikan, yang meningkat seiring dengan lama masa pemeliharaan, dan kurangnya proses pergantian air selama pemeliharaan.

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengukuran beberapa parameter fisika maupun kimia kualitas air, baik secara langsung di lapangan (*in situ*) maupun hasil analisa laboratorium, sampel air tambak PT. Pillar Persada Parigi, Desa Bajo, Kabupaten Minahasa Selatan diperoleh kisaran suhu 27 - 32°C, salinitas 36 ppt, oksigen terlarut 3,63 - 7,8 ppm, derajat keasaman (pH) 7,6 - 8,6, kandungan amonia 1 mg/L, Nitrit <0,2757 mg/L, nitrat 5 mg/L, fosfat <0,0027 – 1 mg/L. Semua parameter yang diukur masih tergolong layak untuk menunjang kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang vaname yang dipelihara.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Adipu Y. 2019. Profil kualitas air pada budidaya udang vaname (*L. vannamei*) sistem bioflok dengan sumber karbohidrat gula aren. *Jurnal Mipa* 8(3): 122–125.
- Asbar, Fattah MH. 2012. Model pengembangan teknologi produksi tambak marjinal dan terlantar pada sentra produksi udang windu (*Penaeus monodon*) di Sulawesi Selatan. Penelitian Tim Pascasarjana. Universitas Muslim Indonesia. Makassar.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2011. Petunjuk teknis budidaya udang vanname semi intensif. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Darti, Iwan. 2006. Oksigen terlarut. Penebar Swadaya, Jakarta. 54 hal.
- Effendi I. 2016. Budidaya intensif udang vaname *Litopenaeus vannamei* di laut: kajian lokasi, fisiologis dan biokimia (disertasi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ghufrom M, Lamid M, Sari PDW, Suprpto H. 2017. Teknik pembesaran udang vaname (*L. vannamei*) pada tambak pendampingan PT Central Proteina Prima Tbk di Desa

- Randutatah Kecamatan Paiton Probolinggo Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health* 7(2): 70-77.
- Haliman RW, Adijaya DS. 2005. Udang vannamei. Penebar Swadaya. Jakarta
- Kordi MG. 2010. Budidaya ikan bandeng untuk umpan. Penerbit Akademia, Jakarta 2010. 111 Hal.
- Lestari I, Yuniarti T. 2018. Penggunaan copepoda, *Oithona* sp. sebagai substitusi *Artemia* sp. terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva udang vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 7(1): 90-98.
- Lestari NAA, Diantari R, Efendi E. 2015, "Penurunan fosfat pada sistem resirkulasi dengan penambahan filter yang berbeda", *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan* ISSN: 2302-3600, Universitas Lampung, Bandar Lampung 3(2): 367-374.
- Makmur, Hidayat SS Fahrur M, Rachman S. 2018. Pengaruh jumlah titik aerasi pada budidaya udang vaname, *L. Vannamei*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 10(3): 727–738.
- Malik I. 2014. Budidaya udang vannamei: tambak semi intensif dengan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). WWF-Indonesia. Jakarta. Halaman 3-30.
- Masser MP, Rakocy J, Losordo TM. 1999. Recirculating aquaculture tank production systems. Management of recirculating systems. SRAC Publication.
- Nur A. 2011. Manajemen pemeliharaan udang vannamei (*L. vannamei*). Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau Jepara. 2015. <https://www.bps.go.id/LinkTabelStatis/view/id/1015> (20 November 2022).
- Pan LQ, Fang B, Jiang LX, Liu J. 2007. The effect of temperature on selected immuneparameters of white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Journal of the World Aquaculture Society* 38(2): 326-332.
- Peraturan Pemerintah RI Nomer 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Poernomo A. 2004. Teknologi probiotik untuk mengatasi permasalahan tambak udang dan lingkungan budidaya. Makalah disampaikan pada Simposium Nasional Pengembangan Ilmu dan Inovasi Teknologi dalam Budidaya. Semarang 27 – 29 Januari. 24 hal.
- Rachman S. 2006. Pendugaan nutrient budget tambak intensif udang *Litopenaeus Vannamei*. *Jurnal Riset Akuakultur* 1(2): 181-202.
- Santiago RC, Yanez RV, Sandoval FC, Gracia NR, Herrera FD, Mena IG. 2014, White spot syndrome virus (WSSV) infection in shrimp (*L. vannamei*) exposed to low and high salinity. *Archives of Virology* 159: 2213- 2222.
- SNI 01-7246-2006. Produksi udang vaname (*L. vannamei*) di tambak dengan teknologi intensif. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soemardjati W, Suriawan A. 2007. Petunjuk teknis budidaya udang vaname (*L. vannamei*) di tambak. Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Perikanan Budidaya. Balai Budidaya Air Payau, Situbondo.
- Syukri M, Ilham M. 2016. Pengaruh salinitas terhadap sintasan dan pertumbuhan larva udang windu (*Penaeus monodon*). *Jurnal Galung Tropika* 5(2): 86-96.
- Tahe S., Suwoyo HS. 2011. Pertumbuhan dan sintasan udang vaname (*L. vannamei*) dengan kombinasi pakan berbeda dalam wadah terkontrol. *Jurnal Riset Akuakultur* 6(1): 31-40.

Van WP, Megan DH, Rolland L, Kevan L, Joe M, John S. 1999. Farming marine shrimp in recirculating freshwater system. Harbor Branch Oceanographic Institution.

Wafi A, Ariadi H, Muqsith A, Madusari BD. 2021. Business feasibility of intensive *L. vannamei* aname with non-partial system. ECSOFiM 8(2): 253-267.