

## Seleksi Lahan Tambak Idle Untuk Kesesuaian Budidaya Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG)

(Utilization Of Geographic Information System (Gis) For Selection Of Idle Pond For Vannamei Shrimp Cultivation)

Muhummad Aris<sup>1\*</sup>, Nurhalis Wahiddin<sup>2</sup>, Irham<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun, Ternate.  
Kode Pos: 97719; Email: [fpik@unkhair.ac.id](mailto:fpik@unkhair.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun, Ternate. Kode Pos: 97719; Email: [fpik@unkhair.ac.id](mailto:fpik@unkhair.ac.id)

\*Corresponding author: [amboasse100676@gmail.com](mailto:amboasse100676@gmail.com)

### Abstract

Land suitability is one aspect that determines the success of vannamei shrimp cultivation in coastal pond areas. Cultivation of vannamei shrimp in ponds has a spatial component as well as differences in the biophysical and socio-economic characteristics of each location. Many ponds that are intensively managed have not taken advantage of the advantages of Geographical Information Systems (GIS) in selecting locations and managing vannamei shrimp culture, which is important to do to avoid business failure. This study used a survey method to collect data on water quality parameters (acidity / pH, temperature, salinity, dissolved oxygen / DO, nitrate, and phosphate). Analysis of land suitability for vannamei shrimp cultivation in ponds using the scoring method, each water quality parameter is weighted and a score is then divided into 4 land suitability classes, namely classes S1 (Very Suitable), S2 (Sufficiently Suitable), S3 (Conditional Appropriate), and N (Unsuitable). The results showed that the vannamei shrimp pond land suitability map produced a thematic map of the suitability of the vannamei shrimp pond land which had a total area of 13.65 ha of vannamei shrimp and had 4 levels of suitability, namely very suitable class (S1) with an area of 3.96 ha, a class that appropriate (S2) has an area of 7.8 ha, a moderately suitable class (S3) has an area of 0.85 ha, and an unsuitable class (N) has an area of 1.04 ha.

**Keywords:** *Litopenaeus vannamei*; Water quality; Land Suitability; Geographical Information Systems

### Abstrak

Kesesuaian lahan merupakan salah satu aspek yang menentukan keberhasilan kegiatan budidaya udang vannamei di wilayah tambak pesisir. Budidaya udang vannamei di tambak memiliki komponen keruangan serta perbedaan karakteristik biofisik dan social ekonomi dari setiap lokasi. Banyak tambak yang dikelola secara intensif belum memanfaatkan kelebihan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam melakukan pemilihan lokasi dan pengelolaan budidaya udang vannamei, dimana hal tersebut penting dilakukan untuk menghindari kegagalan usaha. Penelitian ini menggunakan metode survei untuk pengambilan data parameter kualitas air (keasaman/pH, suhu, salinitas, oksigen terlarut/DO, nitrat, dan fosfat). Analisis kesesuaian lahan budidaya udang vannamei di tambak menggunakan metode skoring, parameter kualitas air masing-masing diberi bobot dan skor yang kemudian dibedakan menjadi 4 kelas kesesuaian lahan yaitu kelas S1 (Sangat Sesuai), S2 (Cukup Sesuai), S3 (Sesuai Bersyarat), dan N (Tidak Sesuai). Hasil penelitian didapatkan peta kesesuaian lahan tambak udang vannamei menghasilkan peta tematik kesesuaian lahan tambak udang vannamei memiliki total luas tambak udang vannamei seluas 13,65 Ha serta memiliki 4 tingkat kesesuaian yaitu kelas sangat sesuai (S1) dengan luasan sebesar 3,96 Ha, kelas yang sesuai (S2) memiliki luasan sebesar 7,8 Ha, kelas yang cukup sesuai (S3) memiliki luasan sebesar 0,85 Ha, dan kelas yang tidak sesuai (N) memiliki luasan sebesar 1,04 Ha.

**Kata Kunci:** *Litopenaeus vannamei*, Kualitas Perairan; Analisa Kesesuaian; Sistem Informasi Geografis

### PENDAHULUAN

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditi

ekspor pada sector perikanan budidaya (Zhou *et al.*, 2012). Komoditi tersebut mulai diintroduksi dan dibudidayakan di Indonesia pada tahun 1999 dan menunjukkan hasil

yang cukup tinggi, sehingga telah menggairahkan kembali usaha pertambakan di Indonesia (Briggs *et al.* 2004). Udang vannamei mempunyai keunggulan komparatif dibanding jenis udang budidaya lainnya yakni memiliki sintasan udang tinggi, ketersediaan benih udang berkualitas, *Specific Pathogen Free* (SPF) dan dapat dibudidayakan dengan kepadatan tebar tinggi, tahan penyakit, dan konversi pakan rendah (Liao dan Chien, 2011).

Pengembangan udang vannamei merupakan suatu alternative kegiatan budidaya dalam mengatasi kemunduran industri budidaya udang. Udang windu (*Penaeus monodon*) mengalami pengembangan yang sangat signifikan pada era tahun 1990 an (Chakrabarty *et al.*, 2014). Produksi budidaya udang windu mengalami penurunan yang disebabkan oleh serangan penyakit yang diinfeksi oleh virus WSSV (Arts *et al.*, 2007). Serangan WSSV menyebabkan usaha udang windu di Indonesia mengalami kerugian, sehingga para pengelola tambak meninggalkan usaha budidaya udang windu. Lahan tambak banyak dibiarkan terlantar dan ditinggalkan (Chakrabarty *et al.*, 2014).

Kabupaten Halmahera Barat khususnya Kecamatan Jailolo dan Jailolo Selatan adalah wilayah yang memiliki potensi perikanan cukup tinggi tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal (Radiarta *dkk.*, 2010). Pemanfaatan wilayah ini sebagai lahan pertambakan udang dan ikan tergolong sangat kecil. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kesesuaian tambak terlantar yang terletak di Desa Saria dan Porniti menggunakan sistem informasi geografis (SIG). Kelebihan sistem informasi geografis (SIG) dalam melakukan pemilihan lokasi dan pengelolaan budidaya, dimana hal tersebut penting dilakukan untuk menghindari kegagalan usaha (Jayanthi *et al.*, 2018; Nagamani dan Suresh, 2019).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan, yang berlokasi di wilayah pesisir Kabupaten Halmahera Barat;

Kecamatan Jailolo dan Kecamatan Jailolo Selatan.

### Pengambilan Data

Data yang digunakan merupakan data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil foto udara dengan menggunakan pesawat tanpa awak / *Drone*.

### Pembobotan

Untuk mendapatkan kelas tingkat kesesuaian lahan dari parameter yang ada, maka dilakukan proses skoring yang mengacu kepada tabel *rulebase* kesesuaian tambak.

### Interpolasi titik dengan IDW

- 1) *Reclassify*
- 2) *Weighed Overlay*
- 3) *Reclassify*
- 4) *Conversion Raster to polygon*

### Clipping

*Clipping* bertujuan untuk meng-*extract* atau memotong suatu *feature* dengan *feature* yang dijadikan batasan wilayah *clip*. Dalam penelitian ini, *feature* tambak yang dijadikan sebagai batasan wilayah *clip*.

### Pengolahan Data Insitu

Data insitu diperoleh dengan melakukan pengambilan sampel air tambak. Sampel diambil secara acak pada wilayah pesisir, meliputi tambak yang dekat dengan laut, dekat sungai, dan yang hampir mendekati area pemukiman. Air tambak yang dijadikan sampel merupakan campuran air yang diambil dari *inlet* (tempat air masuk) dan *outlet* (tempat air keluar) pada suatu area tambak. Air diambil dan disimpan di dalam botol (2 buah). Botol pertama untuk diuji kandungan nitrat dan fosfat, ditetesi satu tetes H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Botol kedua untuk diuji kandungan oksigen terlarut/DO, dilapisi kertas koran dan plastik hitam agar kandungan oksigen terlarut/DO tidak berubah akibat pengaruh dari sinar matahari. Dilakukan pengukuran data suhu, keasaman/pH, dan salinitas yang menggunakan refraktometer dan pH meter. Analisis data *insitu* (nitrat, fosfat, dan oksigen terlarut/DO) dilakukan oleh Laboratorium Lingkungan Universitas Khairun.



Gambar 1. Lokasi Sampling

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan kondisi perairan (Tabel 1) menunjukkan suhu pada kisaran 25-34°C. Kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan udang vanname di tambak adalah 25-30 °C (Abdelrahman *et al.*, 2018). Suhu mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan morfologi, reproduksi, tingkah laku, laju pergantian kulit dan metabolisme udang, disamping itu semakin tinggi suhu dalam air akan menurunkan kelarutan oksigennya (Walker *et al.*, 2011). Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme di perairan (Pan *et al.*, 2007).

Salinitas berada pada kisaran 27-35 mg/L. Kisaran salinitas yang optimal untuk pertumbuhan udang vanname di tambak adalah 15-20 mg/L (Yan *et al.*, 2007). Secara fisiologis, salinitas berkaitan erat dengan penyesuaian tekanan osmotik (Lago-Lestón *et al.*, 2007). Secara umum udang vannamei memiliki toleransi yang luas terhadap salinitas, artinya dengan salinitas yang rendah udang vannamei mampu hidup dan tumbuh (Aishi *et al.*, 2019).

Derajat keasaman (pH) air berada pada kisaran 7,0 – 8,8. Kisaran pH air yang optimal untuk pertumbuhan udang vanname di tambak adalah 7,5-8,5 (Furtado *et al.*, 2016). Sementara menurut Venkateswarlu *et al.* (2019), pH dengan nilai 7,6 – 8,6 baik untuk pemeliharaan tambak budidaya udang vannamei. Konsentrasi pH air akan berpengaruh terhadap nafsu makan udang. Selain itu pH air yang berada di bawah kisaran toleransi akan menyebabkan terganggunya proses molting sehingga kulit menjadi lembek serta kelangsungan hidup menjadi rendah (Pan *et al.*, 2007).

Oksigen Terlarut (DO) berada pada kisaran 3,3-4,7 mg/L. Udang dapat tumbuh normal dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam batas optimum yaitu 4–7 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mengganggu kesehatan udang yang menyebabkan pertumbuhannya lambat (Yan *et al.*, 2013). Oksigen terlarut (DO) adalah total jumlah oksigen yang terlarut di air. Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan

dan pembiakan. Disamping itu, oksigen dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik (Jiang *et al.*, 2005).

Kecerahan air tambak berada pada kisaran 5-100%. Nilai kecerahan yang disarankan untuk budidaya udang vannamei di tambak adalah 30-40 cm (Venkateswarlu *et al.*, 2019). Apabila nilai kecerahan lebih dari 40 cm maka dinyatakan sebagai kecerahan terlalu tinggi yang ditandai dapat terlihat dengan kasat

mata. Sedangkan nilai kecerahan <20 cm, dinyatakan sebagai perairan terlalu keruh. Hal tersebut diduga akibat bahan organik yang tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir halus dan mikroorganisme (Zhang *et al.*, 2006). Dengan mengetahui kecerahan suatu perairan kita dapat mengetahui sampai dimana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan mana yang tidak keruh, dan yang paling keruh (Boyd dan Pine, 2010).

Tabel 1. Hasil pengamatan parameter kualitas air

| Parameter     | Kisaran          | Satuan |
|---------------|------------------|--------|
| Suhu          | 25-34            | °C     |
| Salinitas     | 27-35            | Mg/L   |
| Ph            | 7,0-8,8          | -      |
| DO            | 3,3-4,7          | Mg/L   |
| Kecerahan     | 5-100            | %      |
| Nitrate       | 0,2-1,7          | ppm    |
| Nitrite       | 1,8-2,5          | ppm    |
| Ammonia       | 0,2-2,0          | ppm    |
| Fosfat        | 0,7-2,1          | ppm    |
| Kedalaman     | 1,0-2,0          | M      |
| Tekstur Tanah | Lempung Berpasir | -      |

Analisis nitrat berada pada kisaran 0,2-1,7 ppm. Nitrat merupakan salah satu nutrisi yang penting dalam sintesa protein hewan dan tumbuhan (Schuler dan Boardman, 2010). Nilai konsentrasi nitrat yang optimum untuk pertumbuhan udang adalah 0,9 – 3,5 mg/L (Boyd dan Pine, 2010; Venkateswarlu *et al.*, 2019). Konsentrasi nitrat di perairan, dipengaruhi kecepatan proses nitrifikasi oleh bakteri, nilai pH, kandungan oksigen terlarut dan suhu (Valencia-Castaneda *et al.*, 2019).

Analisis nitrit menunjukkan berada pada kisaran 1,8-2,5 ppm. Kandungan optimum nitrit dalam perairan budidaya udang vannamei adalah >0,05 ppm, sedangkan >1 ppm dapat menjadi faktor pembatas (Schuler dan Boardman, 2010). Kandungan nitrit perairan tambak intensif tidak boleh melebihi 1 ppm (Venkateswarlu *et al.*, 2019).

Bertambahnya umur dan ukuran udang akan berpengaruh pada peningkatan jumlah pakan. Peningkatan jumlah pakan akan memicu peningkatan bahan organik dan senyawa toksik yang

dihasilkan yaitu nitrit (NO<sup>2</sup>), karena sebagian pakan yang diberikan tidak dikonsumsi oleh udang (Valencia-Castaneda *et al.*, 2019).

Sementara analisis amonia berada pada kisaran 0,2-2,0 ppm. Kandungan ammonia apabila lebih dari 1 ppm dapat menghambat pertumbuhan, mengakibatkan kerentanan udang terhadap penyakit, dan bahkan kematian (Frias-Espericueta *et al.*, 2000; Magallon-Barajas *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2014).

Analisis fosfat menunjukkan berada pada kisaran 0,7-2,1 ppm. Konsentrasi fosfat (PO<sub>4</sub>) ini umumnya dalam bentuk anorganik sebagai sumber unsur P yang esensial untuk pertumbuhan tanaman air, klekap, plankton, dan lumut di tambak (Boyd dan Pine, 2010). Konsentrasi fosfat air tambak sangat diperlukan untuk kegiatan tambak udang tradisional yang penting peranannya dalam menumbuhkan klekap, plankton, dan lumut sebagai pakan alami utama bagi pertumbuhan dan kehidupan ikan dan udang, tetapi kurang diperlukan untuk kegiatan budidaya tambak



udang intensif yang hanya mengutamakan pakan buatan (Ambasankar dan Ali, 2002). Konsentrasi fosfat air laut yang dipersyaratkan untuk kehidupan biota laut yaitu 0,015 mg/L (Huang *et al.*, 2004).

Kedalaman tambak berada pada kisaran 1,0-2,0 meter. kedalaman yang ideal untuk budidaya udang vannamei adalah kisaran 50-70 cm (Krummenauer *et al.*, 2016; Venkateswarlu *et al.*, 2019). Kedalaman kolam tergantung pada spesies apa yang dibudidayakan, area topografi dan kondisi iklim. Kedalaman kolam juga tergantung pada kuantitas atau jumlah volume air (Krummenauer *et al.*, 2016).

Faktor tekstur tanah memegang peranan penting dalam menentukan sesuai tidaknya suatu lahan untuk dijadikan sebagai lahan pertambakan. Tanah yang baik tidak hanya mampu menahan air, tetapi tekstur tanah tersebut harus mampu menyediakan berbagai unsur hara bagi makanan alami untuk udang (Yuvanatemiya *et al.*, 2011). Hasil penelitian menunjukkan tekstur tanah adalah lempung berpasir. Menurut Boyd *et al.*, (2002) bahwa untuk tipe substrat sedimen yang optimal untuk budidaya udang vannamei adalah tipe lempung liat berpasir.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, setelah dilakukan pengelolaan data menggunakan metode scoring dan overlay menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) didapatkan peta kesesuaian lahan tambak udang vannamei (Gambar 3) menghasilkan peta tematik kesesuaian lahan tambak udang vannamei memiliki total luas tambak udang vannamei seluas 13,65 Ha serta memiliki 4 tingkat kesesuaian yaitu kelas sangat sesuai (S1) dengan luasan sebesar 3,96 Ha, kelas yang sesuai (S2) memiliki luasan sebesar 7,8 Ha, kelas yang cukup sesuai (S3) memiliki luasan sebesar 0,85 Ha, dan kelas yang tidak sesuai (N) memiliki luasan sebesar 1,04 Ha.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada LPPM Unkhair yang selalu

memberikan kepercayaan hingga terlaksananya kegiatan penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, H.A., A. Abebe, and C.E. Boyd. 2018. Influence of variation in water temperature on survival, growth, and yield of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in inland ponds for low-salinity culture. *Aquaculture Research*. DOI: 10.1111/are.13943.
- Aishi, K., S. Sinnasamy, T.H. MacRae, T.S.T. Muhammad, A. Lv, J. Sun, S. Chen, H. Shi, T.M. Pau, M.D. Abdullah, and Y.Y. Sung. 2019. Hsp70 knockdown reduced the tolerance of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low pH and salinity. *Aquaculture* 512: 734346. DOI : 10.1016/j.aquaculture.2019.734346
- Ambasankar, K. and Ali, S.A. 2002. Effect of dietary phosphorus on growth and phosphorus excretion in Indian white shrimp. *J. Aquac. Trop.* 17, 119– 126.
- Arts, J.A.J., A.J. Taverne-Thiele, H.F.J. Savelkoul, and Jan H.W.M. Rombout. 2007. Haemocyte reactions in WSSV immersion infected *Penaeus monodon*. *Fish & Shellfish Immunology* 23: 164-170. Doi:10.1016/j.fsi.2006.10.003
- Boyd, C.E. and Pine, H. 2010. Application of agrometeorology to aquaculture and fisheries. In: *Guide to Agricultural Meteorological Practices (GAMP)*, Chapter 13. (PP. 1–25). Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Boyd, C. E., C. W. Wood, and T. Thunjai. 2002. Aquaculture pond bottom soil quality management. *Pond Dynamics /Aquaculture Collaborative Research Support Program*, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- Briggs, M., Funge-Smith, S., Subasinghe, R. and Phillips, M., 2004. Introductions and movement of *Penaeus vannamei* and *Penaeus stylirostris* into Asia and the Pacific. *Food and Agriculture Organization of*

- the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. RAP Publ. 2004/10, 92 pp.
- Chakrabarty, u., A. Mallik, D. Mondal, S. Dutta, N. Mandal. 2014. Assessment of WSSV prevalence and distribution of disease-resistant shrimp among the wild population of *Penaeus monodon* along the west coast of India. *Journal of Invertebrate Pathology* 119 : 12–18. Doi : 10.1016/j.jip.2014.03.005.
- Chakrabarty, U., S. Dutta, A. Mallik And N. Mandal. 2014. White Spot Syndrome Virus (WSSV) And Prevalence Of Disease Resistance In A Commercially Cultured Population Of *Penaeus monodon* Fabricius, 1798 (Decapoda, Dendrobranchiata). *Crustaceana* 87 (14) 1593-1605
- Furtado, P.S., M.A.J. Valenzuela, M.A. Badillo, G. Gaxiola and W. Wasielesky Jr. 2016. Effect of dissolved carbon dioxide on oxygen consumption in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, DOI: 10.1080/10236244.2016.1213568
- Frias-Espericueta, M.G., M. Harfush-Melendez, and F. Páez-Osuna. 2000. Effects of Ammonia on Mortality and Feeding of Postlarvae Shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 65 : 98-103. DOI: 10.1007/s00128000100
- Huang, K., Wu, W., Kong, L.F., and Huang, H.H., 2004. Requirements of *Penaeus vannamei* in low salinity water for dietary phosphorus and calcium. *J. Ocean Univ. China* 34 (2), 209– 216.
- Jayanthi, M., S. Thirumurthy, M. Muralidhar, and P. Ravichandran. 2018. Impact of shrimp aquaculture development on important ecosystems in India. *Global Environmental Change* 52: 10–21. Doi : 10.1016/j.gloenvcha.2018.05.005
- Jiang, L., L. Pan, and Fang-Bo. 2005. Effect of dissolved oxygen on immune parameters of the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Fish & Shellfish Immunology* 18 : 185 – 188. Doi : 10.1016/j.fsi.2004.07.001.
- Krummenauer, D., L.H. Poersch, G. Fóes, G. Lara, W. Wasielesky Jr. 2016. Survival and growth of *Litopenaeus vannamei* reared in Bft System under different water depths. *Aquaculture* 465 : 94–99. Doi : 10.1016/j.aquaculture.2016.09.002
- Lago-Lestón, A., E. Ponce and Ma. E. Muñoz. 2007. Cloning and expression of hyperglycemic (CHH) and molt-inhibiting (MIH) hormones mRNAs from the eyestalk of shrimps of *Litopenaeus vannamei* grown in different temperatures and salinity conditions. *Aquaculture* 270 : 343–357. Doi : 10.1016/j.aquaculture.2007.04.014
- Liao C.I. and Y.H. Chien. 2011. The pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in Asia: the world's most widely cultured alien crustacean. In: Galil BS, Clark PF, Carlton JT, editors. *In the Wrong Place - Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts*. 1 ed. Dordrecht, Heidelberg, London, New York: Springer. p. 489–520.
- Magallon-Barajas, F.J., R.S. Villegas, G.P. Clark and B.L. Moreno. 2006. *Litopenaeus vannamei* (Boone) post-larval survival related to age, temperature, pH and ammonium Concentration. *Aquaculture Research*, 2006, 37, 492 – 499. doi:10.1111/j.1365-2109.2006.01455.x
- Nagamani, K., dan Y. Suresh. 2019. Evaluation of coastal aquaculture ponds using remote sensing and GIS. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* Vol. 48 (08), pp. 1205-1209.
- Pan, L., B. Fang, L. Jiang, and J. Liu. 2007. The Effect of Temperature on Selected Immune Parameters of the White Shrimp, *Litopenaeus*

- vannamei*. Journal Of The World Aquaculture Society Vol. 38, No. 2 : 326-332.
- Pan, L., L. Zhang, and H. Liu. 2007. Effects of salinity and pH on ion-transport enzyme activities, survival and growth of *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture* 273 : 711–720. Doi : 10.1016/j.aquaculture.2007.07.218.
- Perez-Velazquez, M., D. Davis, L.A. Roy, and M.L. González-Félix. 2012. Effects of water temperature and Na<sup>+</sup>:K<sup>+</sup> ratio on physiological and production parameters of *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. *Aquaculture* 342–343: 13–17. Doi : 10.1016/j.aquaculture.2012.02.008.
- Radiarta, I.N., A. Sudradjat dan E. Kusnendar. 2010. Analisis Spasial Potensi Kawasan Budidaya Laut Di Provinsi Maluku Utara Dengan Aplikasi Data Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis. *J. Ris. Akuakultur Vol. 5 No.1 : 143-153*.
- Schuler, D.J., G.D. Boardman, D.D. Kuhn and G.J. Flick. 2010. Acute Toxicity of Ammonia and Nitrite to Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at Low Salinities. *Journal Of The World Aquaculture Society* Vol. 41, No. 3: 438-446.
- Valencia-Castaneda, G., M.G. Frias-Espericueta, RC. Vanegas-Perez, M.C. Chavez-Sanchez, F. Paez-Osuna. 2019. Toxicity of ammonia, nitrite, and nitrate to *Litopenaeus vannamei* juveniles in low-salinity water in single and ternary exposure experiments and their environmental implications. *Environmental Toxicology and Pharmacology* 70: 103193. Doi : 10.1016/j.etap.2019.05.002.
- Venkateswarlu, V., P.V. Seshaiyah, P. Arun and P.C. Behra. 2019. A study on water quality parameters in shrimp *L. vannamei* semi-intensive grow-out culture farms in coastal districts of Andhra Pradesh, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 7(4): 394-399.
- Walker, S.J., W.H. Neill, A.L. Lawrence, and D.M. Gatlin-III. 2011. Effects of temperature and starvation on ecophysiological performance of the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture* 319: 439–445. Doi : 10.1016/j.aquaculture.2011.07.015
- Wang, X., E. Li, C. Xu, J.G. Qin, S. Wang, X. Chen, Y. Cai, K. Chen, L. Gan, N. Yu, Z. Du and L. Chen. 2014. Growth, body composition, ammonia tolerance and hepatopancreas histology of white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed diets containing different carbohydrate sources at low salinity. *Aquaculture Research*: 1–12. doi:10.1111/are.12650
- Yan, B., X. Wang, and M. Cao. 2007. Effects Of Salinity And Temperature On Survival, Growth, And Energy Budget Of Juvenile *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Shellfish Research*, 26(1):141-146. DOI: 10.2983/0730-8000(2007)26[141:EOSATO]2.0.CO; 2
- Yan, D., Z. Xiumei, L. Xuxu, and D.N. Thakur. 2013. Effect of Dissolved Oxygen on Swimming Ability and Physiological Response to Swimming Fatigue of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *J. Ocean Univ. China* (Oceanic and Coastal Sea Research) 13 (1): 132-140. DOI 10.1007/s11802-014-1974-1
- Yuvanatemiya, V., C.E. Boyd, and P. Thavipoke. 2011. Pond Bottom Management at Commercial Shrimp Farms in Chantaburi Province, Thailand. *Journal Of The World Aquaculture Society* Vol. 42, No. 5.
- Zhang, P., X. Zhang, J. Li, and G. Huang. 2006. The effects of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of white leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture* 256: 579–587.

doi:10.1016/j.aquaculture.2006.02.020

Zhou, J., Fang, W., Yang, X., Zhou, S., Hu, L., Li, X., Qi, X., Su, H., Xie, L., 2012. A non-luminescent and highly virulent *Vibrio harveyi* strain is associated

with “bacterial white tail disease” of *Litopenaeus vannamei* shrimp. *PLoS One* 7 (2), 29961. Doi : 10.1371/journal.pone.0029961.