



# TRITON

**JURNAL MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Volume 9, Nomor 2, Oktober 2013**

**ANALISIS EKONOMI KELEMBAGAAN  
PENGEMBANGAN USAHA MINA PEDESAAN PERIKANAN BUDIDAYA  
DI KECAMATAN KEI KECIL KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

**KONSENTRASI AMONIA, NITRIT DAN FOSFAT  
PADA LINGKUNGAN BUDIDAYA IKAN  
DI PERAIRAN POKA TELUK AMBON DALAM**

**STRUKTUR MORFOLOGI *Nerita albicila*  
DI PERAIRAN TELUK AMBON DALAM**

**ANALISIS KELAYAKAN EKOWISATA PANTAI LAWENA,  
NEGERI HUTUMURI KOTA AMBON**

**STRATEGI PENGEMBANGAN USAHA BAGAN (*LIFT NET*)  
DESA SATHEAN KECAMATAN KEI KECIL  
KABUPATEN MALUKU TENGGARA**

**KOMUNITAS MAKRO ALGA  
DI PERAIRAN PANTAI POKA DAN TAWIRI TELUK AMBON**

**AKTIVITAS PEMANFAATAN SUMBER DAYA MOLUSKA  
DI PERAIRAN TELUK AMBON**

**PENGARUH PERBEDAAN VOLUME AIR TERHADAP TINGKAT  
KONSUMSI OKSIGEN IKAN NILA (*Oreochromis sp.*)**

**KONDISI SUBSTRAT HUBUNGANNYA DENGAN  
UKURAN CANGKANG *Lunella cinerea* DI PERAIRAN DESA TAWIRI**

**PENGUKURAN LUASAN KOMUNITAS LAMUN  
DI PERAIRAN PESISIR GALALA**

**JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN  
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS PATTIMURA  
AMBON**

**TRITON**

**Vol. 9**

**No. 2**

**Hlm.75-136**

**Ambon, Oktober 2013**

**ISSN 1693-6493**

## **KONSENTRASI AMONIA, NITRIT DAN FOSFAT PADA LINGKUNGAN BUDIDAYA IKAN DI PERAIRAN POKA TELUK AMBON DALAM**

*(Ammonia, Nitrite and Phosphate Concentration on Fish Farming Area  
of Poka Coastal of Inner Ambon Bay)*

**E. Jamal<sup>1</sup>, N. Pieris<sup>1</sup>, F. Piris<sup>1</sup>, R. Sudharma<sup>2</sup> dan E. Septiningsih<sup>3</sup>**

<sup>1)</sup> *Program Studi Budidaya Perairan FPIK-Unpatti*

<sup>2)</sup> *Balai Pendidikan dan Pelatihan Perikanan Ambon*

<sup>3)</sup> *Balai Pengkajian dan Riset Air Payau Maros*

[endang\\_jml@yahoo.com](mailto:endang_jml@yahoo.com) / [endjamal@gmail.com](mailto:endjamal@gmail.com)

**ABSTRAK:** Peningkatan aktivitas budidaya ikan intensif di Teluk Ambon saat ini utamanya di Perairan Poka diduga meningkatkan konsentrasi limbah nutrien yang masuk ke perairan akibat akumulasi input pakan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh gambaran kondisi konsentrasi amonia, nitrit dan fosfat pada lingkungan budidaya ikan di Perairan Poka tahun 2012 dan 2013. Sampling konsentrasi amonia, nitrit dilakukan secara vertikal dan horisontal pada lingkungan budidaya ikan pada Maret 2012 dan 2013 kecuali fosfat hanya pada tahun Maret 2013. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi amonia pada lingkungan budidaya ikan di Perairan Poka meningkat sebesar 0,04 mgNH<sub>3</sub>-N/l yakni dari 0,014 mgNH<sub>3</sub>-N/l pada tahun 2012 menjadi 0,054 mgNH<sub>3</sub>-N/l pada tahun 2013 sebaliknya konsentrasi nitrit berfluktuasi dan cenderung menurun dari rata-rata 0,004 mg NO<sub>2</sub>-N/l pada tahun 2012 menjadi 0,002 mg NO<sub>2</sub>-N/l dan konsentrasi fosfat rata-rata 0,2 mg PO<sub>4</sub>-P/l pada tahun 2013. Kecuali konsentrasi amonia dan nitrit, konsentrasi fosfat yang dijumpai pada lingkungan budidaya ikan di Perairan Poka telah melewati ambang batas untuk biota laut sehingga perlu diwaspadai peningkatannya seiring waktu serta dampaknya bagi organisme dan lingkungan Perairan Poka Teluk Ambon Dalam.

**Kata Kunci:** konsentrasi amonia, nitrit, fosfat, budidaya ikan, perairan Poka

**ABSTRACT:** Recently, there was intensively increasing farming activity in Inner Ambon Bay. Nutrients waste is probably rise due to accumulation of feed input on the water sediment in particular at Poka waters. This research aimed to know condition of ammonia, nitrite and phosphate concentration in fish farming area at Poka waters in period 2012 and 2013. Sampling of ammonia, nitrite and phosphate concentration was done vertically and horizontally, conducted in March 2012 and March 2013 while for sampling phosphate only did in March 2013. This results indicated that ammonia concentration in Poka fish farming area increased about 0,014 mg NH<sub>3</sub>/l in 2012 to 0,054 mg NH<sub>3</sub>/l in 2013 whereas nitrite concentration fluctuated and tend to decline from 0,004 mg NO<sub>2</sub>/l in 2012 to 0,002 mg NO<sub>2</sub>/l. Phosphate concentration is about 0,2 mg PO<sub>4</sub>/l in 2013. Phosphate concentration was found at maximum level nowadays, except for concentration of ammonia and nitrite, Therefore, the increasing concentration coincide time is needed to be warned in future and its impact to organisms and environment of Poka waters of Inner Ambon Bay.

**Keywords:** concentration, ammonia, nitrite, phosphate, fish farming, Poka coastal

---

## PENDAHULUAN

Sejak dua dekade terakhir, isu pencemaran akibat dampak dari budidaya ikan terhadap lingkungan telah menjadi perhatian publik (Cho dan Bureau, 2001; Jackson *dkk.*, 2003) dan telah menjadi subjek sejumlah penelitian (Stigebrandt *dkk.*, 2004). Hal ini disebabkan masuknya limbah nutrisi maupun bahan organik yang berasal dari sistem budidaya ikan intensif di perairan pesisir menghasilkan sejumlah limbah partikulat organik, baik dalam bentuk limbah pakan yang tidak termakan maupun feses. Menurut Yeo *dkk.* (2004) proporsi pakan yang tidak termakan berkisar 1–30% dan semakin intensif suatu sistem budidaya maka semakin besar buangan limbah nutriennya (Alonso-Rodríguez dan Paéz-Osuna, 2003) tergantung pada jumlah ikan, area dan kepadatan serta *water residence time* (Guo dan Li, 2003).

Nitrogen (N) dan fosfor (P) merupakan jenis limbah utama di dalam lingkungan budidaya yang produksinya dipengaruhi oleh diet pakan, sedimen dan tekstur pakan. Persentasi N dan P yang dilepaskan ke dalam lingkungan per tiap ton ikan pada sistem budidaya dengan keramba berkisar 81,5% N dan 85,7% P dan yang tersimpan sebagai biomassa ikan hanya berkisar 18,5% N dan 14,3% P (Islam, 2005). Peningkatan kandungan limbah N, P serta bahan organik sebagai produk dari limbah pakan pada ekosistem perairan baik di air maupun dasar sedimen dapat membahayakan organisme perairan. Selain dapat mempercepat proses eutrofikasi perairan, beberapa fraksi nitrogen seperti amoniak dan nitrit juga bersifat toksik pada konsentrasi yang tinggi (Burford *dkk.*, 2003; Kir *dkk.*, 2004). Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sangat beracun karena mudah terdifusi melalui membran sel organisme akuatik dan mudah larut di dalam lemak terutama pada pH dan suhu yang tinggi (Kir *dkk.*, 2004). Akumulasi limbah partikulat organik di dasar perairan yang berlebihan menyebabkan sedimen kaya nutrisi dan selanjutnya oleh bakteri degradasi limbah dan respirasi organisme lainnya menyebabkan tingginya konsumsi oksigen sehingga membentuk kondisi anoksik. Konsekuensinya de-oksigenasi pada dasar perairan memproduksi

ammonium ( $\text{NH}_4$ ) dan sulfida dapat merubah struktur dan membahayakan komunitas benthik (Funge-Smith dan Briggs, 1998; Cho dan Bureau, 2001; Yokohama *dkk.*, 2006).

Perairan Poka di Teluk Ambon Dalam adalah salah satu lokasi budidaya ikan intensif dengan keramba jaring apung (KJA) yang cukup berkembang. Kegiatan budidaya ikan di Perairan Poka telah dimulai awal tahun 2010 hingga saat ini memiliki 36 unit kolam budidaya ikan (komunikasi pribadi dengan petugas KJA-Sudharma). Seiring dengan perkembangannya diduga akumulasi masuknya pakan ikan telah meningkatkan konsentrasi limbah N dan P. Untuk menjamin kondisi lingkungan perairan normal dan kegiatan budidaya dapat berkelanjutan, maka *assesment* terhadap konsentrasi nutrisi penting dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi amonia, nitrit dan fosfat pada lingkungan budidaya di perairan Poka.

## METODE PENELITIAN

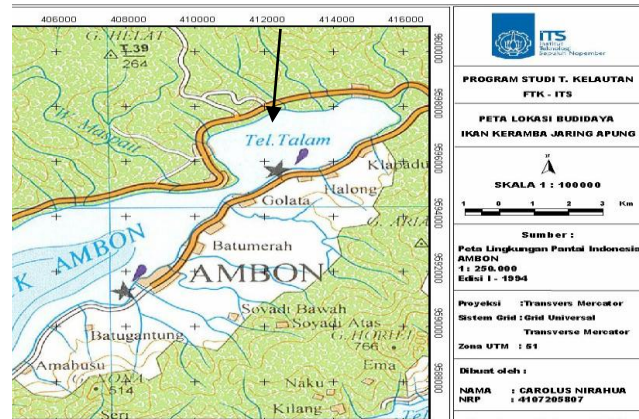
### *Waktu dan lokasi penelitian*

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2012 dan Maret 2013 dan berlokasi di Perairan Poka Teluk Ambon Dalam (Gambar 1).

### *Kondisi sistem budidaya dan Rancangan Penelitian*

Sistem budidaya ikan menggunakan keramba jaring apung (KJA) yang terdiri atas 36 unit kolam. KJA ditempatkan pada kedalaman perairan berkisar antara 6-11 meter. Jenis ikan yang dibudidaya umumnya adalah ikan kerapu dan ikan bubara dengan ukuran bervariasi antara 3-25 cm dan kepadatan berkisar 7-35 ekor/ $\text{m}^3$  tergantung ukuran ikan. Pakan rucah diberikan dua kali sehari secara *ad libitum*.

Penelitian ini bersifat survei lapangan. Pengukuran konsentrasi amonia, nitrit dan fosfat dilakukan pada masing-masing titik sampling yang telah ditentukan secara sengaja (*purposive random sampling*) secara vertikal dan horisontal. Pengambilan sampel terdiri dari 4 dan 6 kali ulangan.



Gambar 1. Lokasi penelitian (Sumber: Peta Pantai Indonesia Ambon)

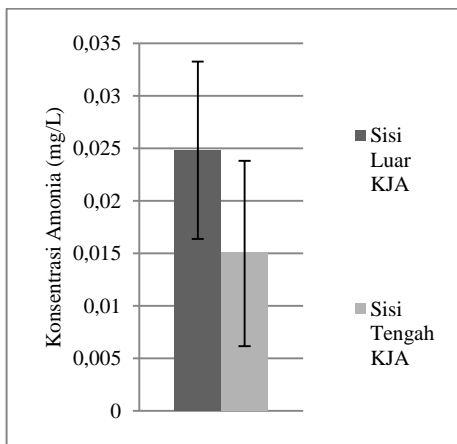
*Pengambilan Sampel, Analisis Sampel dan Analisis Data*

Sampel air diambil menggunakan botol Nansen pada kolom air yang mewakili kedalaman sedangkan kedalaman dasar perairan bervariasi menurut tipologi dasar perairan. Sampel air kemudian diisi dalam botol gelap dan disimpan di dalam coolbox selanjutnya dianalisis pada laboratorium kualitas air Balai Budidaya Laut Waiheru Ambon. Analisis konsentrasi amonia, nitrit dan fosfat menggunakan spektrofotometer. Selain itu kedalaman masing-masing titik sampling juga diukur dan data jumlah input pakan diperoleh melalui observasi dan wawancara.

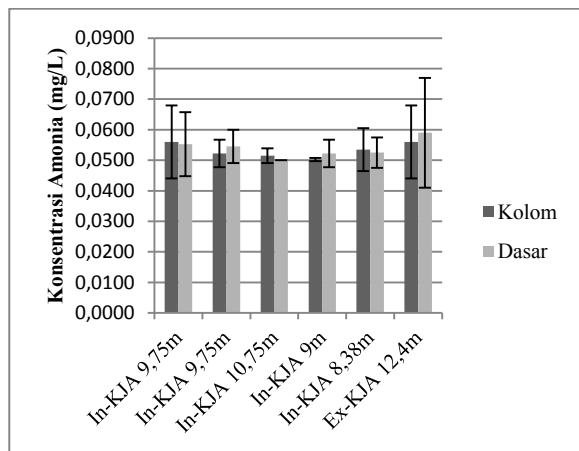
Selanjutnya data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif menggunakan grafik batang yang diolah dengan program excel Windows 7.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi amonia pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka berfluktuasi dan cenderung meningkat dari rata-rata  $0,014 \pm 0,008$  mg/l pada tahun 2012 menjadi  $0,054 \pm 0,002$  mg-NH<sub>3</sub>/l pada tahun 2013 atau dengan kata lain terjadi peningkatan sebesar 0,04 mg-NH<sub>3</sub>/l (Gambar 2a dan 2b). Disisi lain sebaran konsentrasi amonia secara horisontal terlihat lebih tinggi pada bagian luar KJA daripada bagian tengah KJA sedangkan secara vertikal terlihat konsentrasi amonia pada dasar perairan lebih tinggi dibandingkan kolom air, namun secara statistik baik sebaran horisontal maupun vertikal tidak berbeda nyata, yakni berturut-turut,  $P = 0,07$  dan  $P = 0,44 > 0,05$ .



(a)



(b)

Gambar 2. Konsentrasi amonia pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka pada Maret 2012 (a) dan tahun 2013 (b)

Peningkatan konsentrasi amonia masih lebih rendah dari batas konsentrasi baku mutu air laut untuk biota laut menurut KLH (2004) yakni  $0,05 < 0,3$  mg-NH<sub>3</sub>/l. Namun di masa datang control terhadap peningkatan konsentrasi amonia perlu diperhatikan karena dapat mengganggu ikan dan organisme perairan lainnya jika konsentrasinya di atas tingkat tertentu tergantung spesies. Contohnya untuk ikan salmon, pada paparan jangka panjang dengan konsentrasi 0,05-0,2 mg-NH<sub>3</sub>/l secara signifikan dapat menurunkan laju pertumbuhan, fekuditas, daya tahan penyakit, meningkatkan ventilasi insang, tingkat metabolik, dan pergerakan tidak teratur dan cepat hingga menyebabkan kematian (Summerfelt *et al.* 2004). Uzukuwu (2013) memperjelas batasan konsentrasi jenis amonia untuk budidaya ikan *warm water* di kolam, konsentrasi *unionized*-amonia berada pada kisaran 0,004-0,01 mg-NH<sub>3</sub>/l dan *ionized*-amonia 8.80–10 mg-NH<sub>4</sub>/l.

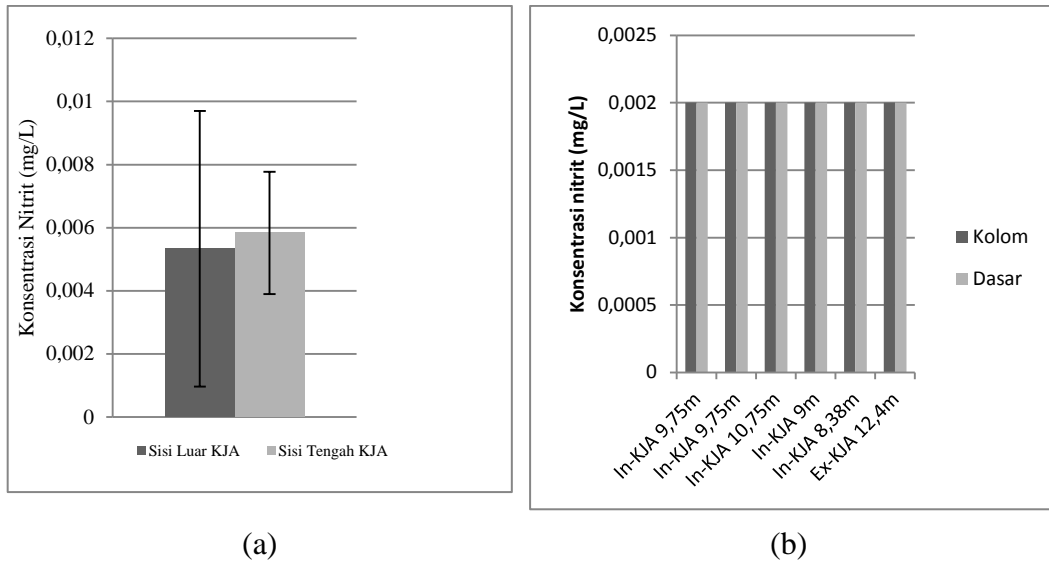
Temuan konsentrasi ammonia yang meningkat pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka pada penelitian ini diduga berhubungan dengan akumulasi input pakan ikan yang masuk ke dalam KJA selama periode 2012-2013. Menurut Wu (1995) dalam Hardy dan Gatlin (2002), ekskresi limbah nitrogen sebagai feses yang berasal dari diet pakan diperkirakan mencapai 52-95% tergantung spesies dan diet dari ikan. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Cho and Bureau (2001) bahwa katabolisme protein ikan termasuk komposisi asam amino dari diet merupakan faktor utama yang mempengaruhi buangan limbah nitrogen terlarut di lingkungan budidaya ikan. Lebih jauh dikatakan bahwa pemberian pakan dengan kandungan asam amino yang berlebihan menyebabkan katabolisme asam amino bersamaan dengan ekskresi amonia dan pelepasan energi.

Fakta lain yang dijumpai di dalam penelitian ini yakni kecenderungan konsentrasi amonia yang lebih tinggi pada dasar perairan yang diduga berhubungan dengan tingginya akumulasi limbah organik yang terjadi di dasar perairan sehingga sebagai produk amonifikasi oleh bakteri heterotroph, konsentrasi amonia dijumpai pada lebih tinggi pada dasar perairan dibandingkan pada kolom air. Kondisi ini

sejalan dengan temuan kecenderungan lebih tingginya konsentrasi amonia pada titik luar KJA dimana kedalamannya lebih dalam sehingga konsentrasi nutrien, bahan organik dan kepadatan mikroorganisme yang lebih tinggi pada dasar perairan berpotensi meningkatkan konsentrasi amonia. Lebih jauh dijelaskan Stigebrandt *dkk.* (2004) bahwa kondisi ini bersifat *site-specific* karena distribusi spasial partikel sedimen di perairan tersebut bergantung pada variasi waktu kecepatan dan arah arus. Oleh karena itu penting untuk mempertimbangkan kepadatan ikan per unit area, komposisi pakan dan tingkat pemberian pakan sesuai dengan kapasitas lingkungan perairan (Stigebrandt *dkk.*, 2004). Selain itu kajian karakteristik faktor fisik lingkungan budidaya ikan di perairan Poka serta hubungannya dengan konsentrasi limbah organik dan anorganik penting dilakukan untuk keberlangsungan kegiatan budidaya ikan dalam jangka panjang seperti kedalaman air, siklus tahunan suhu dan distribusi vertikal materi arus.

Konsentrasi nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka terlihat berfluktuasi dan cenderung menurun yakni berkisar  $0,005 \pm 0,002$  mg NO<sub>2</sub>-N/l pada tahun 2012 (Gambar 3a) menjadi  $0,002 \pm 0,000$  mg NO<sub>2</sub>-N/l pada tahun 2013 (Gambar 3b). Berbeda dengan sebaran ammonia, sebaran konsentrasi nitrit secara horisontal maupun vertikal cenderung sama.

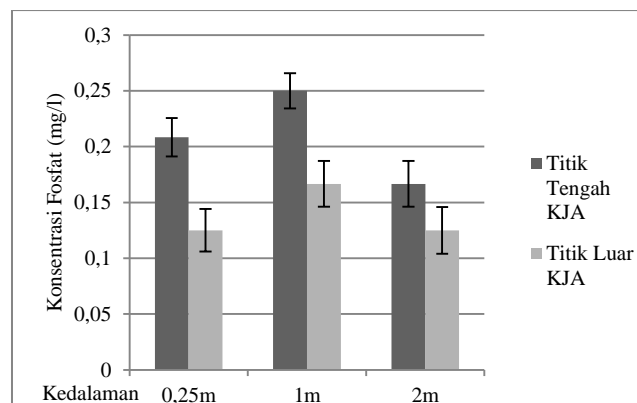
Disisi lain kondisi konsentrasi nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka yang berfluktuasi dan cenderung sama secara vertikal ataupun horisontal diduga disebabkan karena sifat senyawa nitrit yang tidak stabil karena merupakan senyawa antara ammonia dan nitrat. Tren penurunan konsentrasi nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka selama periode 2012-2013 dan lebih tinggi pada bagian tengah KJA diduga berkaitan dengan peran bakteri autotroph seperti *Nitrosomonas* dalam mengoksidasi amonia menjadi nitrit sehingga produksi nitrit menjadi lebih tinggi dan peran bakteri *Nitrobacter* untuk mengoksidasi nitrit menjadi nitrat sehingga konsentrasi nitrit menjadi berkurang.



Gambar 3. Konsentrasi nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka pada Maret 2012 (a) dan tahun 2013 (b)

Konsentrasi nitrit masih jauh di bawah batas toleransi yakni  $0,004 \pm 0,002 < 0,008$  mg- $\text{NO}_2/1$  (KLH, 2004) dan  $0,01-0,05$  mg- $\text{NO}_2/1$  (Uzukuwu, 2013). Secara umum perbandingan konsentrasi amonia dan nitrit di dalam dan di luar lingkungan budidaya ikan masih mengikuti pola alami umumnya yakni konsentrasi amonia lebih tinggi daripada nitrit, namun perlu diwaspadai peningkatan konsentrasi amonia dan nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka seiring waktu. Nitrit yang bergabung dengan haemoglobin di dalam darah ikan akan memproduksi methaemoglobin yang mereduksi daya dukung oksigen di dalam darah (methaemoglobinemia) selanjutnya dapat menyebabkan kematian pada ikan.

Menurut Avnimelech and Ritvo (2003) bahwa akumulasi sedimen organik di dasar perairan dipengaruhi oleh potensial redoks dari sistem. Jika kondisi oksigen kurang maka proses anaerobik terjadi dan dapat memacu denitrifikasi oleh bakteri. Gas nitrogen merupakan produk akhir dihasilkan melalui serangkaian reaksi reduksi untuk nitrat, nitrit oksida dan nitrous oksida dengan cara dikatalisasi oleh enzim alami melalui sistem transpor elektron. Dengan demikian kandungan oksigen di dalam perairan sangat penting peranannya terhadap aktivitas enzim denitrifikasi (van Leuwenhoek and Ferguson, 1994).



Gambar 4. Sebaran konsentrasi fosfat secara horisontal dan vertikal pada lingkungan budidaya ikan di Perairan Poka.

Konsentrasi fosfat pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka rata-rata berkisar  $0,17 \pm 0,03$  mg- $\text{PO}_4\text{-P/l}$  (Gambar 4). Secara statistik konsentrasi fosfat berbeda nyata secara horisontal yakni antara bagian tengah lingkungan budidaya ikan lebih tinggi dibandingkan pada bagian luar lingkungan budidaya, dimana  $P = 0,037 < 0,05$  namun secara vertikal tidak berbeda nyata, yakni  $P = 0,125 > 0,05$ . Konsentrasi fosfat ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan batas konsentrasi fosfat untuk biota laut yang ditetapkan oleh KLH (2004) yakni rata-rata  $0,015$  mg- $\text{PO}_4\text{/l}$ . Hal ini perlu diwaspadai karena tingginya fosfor dapat menstimulasi pertumbuhan fitoplankton (Burford *dkk.*, 2003).

Selanjutnya pertumbuhan fitoplankton yang tinggi akan menyebabkan cahaya terbatas dan sebagai akibatnya oksigen akan menjadi faktor pembatas di perairan. Dengan demikian nitrogen yang berasal dari pakan tidak mempercepat asimilasi oleh fitoplankton, sebaliknya mempercepat proses denitrifikasi nitrogen di sedimen (Kittiwanih *dkk.*, 2012). Hal ini karena amonium pada kondisi aerob dapat dikonversi menjadi nitrat, melalui nitrifikasi, dan pada kondisi anaerob menjadi bentuk gas  $\text{N}_2$  melalui denitrifikasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kecuali konsentrasi fosfat, konsentrasi amonia dan nitrit pada lingkungan budidaya ikan di perairan Poka masih di bawah batas toleransi bagi kehidupan organisme laut. Namun kontrol dan pengawasan yang kontinyu terhadap fluktuasi dan peningkatan konsentrasi amonia dan nitrit perlu diperhatikan di masa datang bagi keberlanjutan kegiatan budidaya ikan serta ekosistem yang sehat bagi organisme yang hidup di lingkungan sekitar perairan Poka. Selanjutnya untuk alasan tersebut di atas maka diperlukan kajian yang lebih komprehensif dan mendalam terhadap faktor-faktor fisik yang mempengaruhi senyawa-senyawa kimia yang mendukung daya dukung Perairan Poka sebagai daerah potensial sebagai lahan budidaya ikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada saudari Nelva Peris dan Femi Peris mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan Fakultas perikanan Universitas Pattimura Ambon yang telah bekerjasama dalam pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alonso-Rodríguez, R. and F. Pa'ez-Osuna. 2003. Nutrients, Phytoplankton and Harmful Algal Blooms in Shrimp Ponds: A Review With Special Reference to The Situation in The Gulf of California. *Aquaculture* 219: 317–336.
- Avnimelech, Y. and Ritvo, G. 2003. Shrimp and Fish Pond Soils: Processes And Management *Aquaculture*, 220, 549–567.
- Burford, M. A., P. J. Thompson, R. P. McIntosh, R. H. Bauman and D. C. Pearson. 2003. Nutrient and Microbial Dynamics in High-Intensity, Zero-Exchange Shrimp Ponds in Belize. *Aquaculture* 219: 393–411.
- Cho, C. Y. and D. P. Bureau. 2001. A Review of Diet Formulation Strategies and Feeding Systems to Reduce Excretory and Feed Wastes in Aquaculture. *Aquaculture Research*, 2001, 32 (Suppl. 1), 349±360
- Funge-Smith, S. J. and M. R. P. Briggs. 1998. Nutrient Budgets in Intensive Shrimp Ponds: Implications for Sustainability. *Aquaculture* 164: 117–133.
- Guo, L. and Z. Li. 2003. Effects of Nitrogen and Phosphorus from Fish Cage-Culture on The Communities of A Shallow Lake in Middle Yangtze River Basin of China. *Aquaculture* 226: 201–212.
- Hardy, R.W. and Gatlin, D. 2002. Nutritional Strategies to Reduce Nutrient Losses in Intensive Aquaculture. In: Cruz-Suárez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortés, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutrición Acuícola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 3 al 6 de Septiembre del 2002. Cancún, Quintana Roo, México.*
- Islam, M. S. 2005. *Nitrogen and Phosphorus Budget in Coastal and Marine Cage Aquaculture and Impacts of Effluent Loading on Ecosystem: Review and Analysis Towards Model Development.* Marine Pollution Bulletin 50: 48–61.

- Jackson, C., N. Preston., P. J. Thompson and M. Burford. 2003. Nitrogen Budget and Effluent Nitrogen Components at an Intensive Shrimp Farm. *Aquaculture* 218: 397– 411.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Lampiran III. *Baku Mutu Untuk Biota Air Laut*.
- Kittiwanich, J., Songsangjinda, P., Yamamoto, T., Fukami, K., and Muangyao, P. 2012. Modeling The Effect of Nitrogen Input From Feed on The Nitrogen Dynamics in an Enclosed Intensive Culture Pond of Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*). *Coastal Marine Science* 35(1):39–51.
- Kır, M., M. Kumlu. dan O.T. Eroldogan. 2004. Effects of Temperature on Acute Toxicity of Ammonia to *Penaeus semisulcatus* Juveniles. *Aquaculture* 241: 479–489.
- Stigebrandt, A., J. Aureb, A. Ervik, P. K. Hansen. 2004. Regulating The Local Environmental Impact of Intensive Marine Fish Farming. III. A Model for Estimation of The Holding Capacity in The Modelling–Ongrowing Fish Farm–Monitoring System. *Aquaculture* 234: 239–261.
- Summerfelt, S.T., Wilton, G., Roberts, D., Rimmerd, T. and Fonkalsrud, K. 2004. Developments in Recirculating Systems for Arctic Char Culture in North America. *Aquacultural Engineering* 30: 31–71.
- Uzokuwu, P. U. 2013. Water Quality Management in Warm Water Fish Ponds: A System Approach. *Continental J. Biological Sciences* 6 (1) : 16 – 25.
- Yeo, S. E., F. P. Binkowski and J. E. Morris. 2004. *Aquaculture Effluents and Waste By-Products; Characteristics, Potential Recovery, and Beneficial Reuse*. NCRAC Publications Office North Central Regional Aquaculture Center Iowa State University.
- Yokoyama, H. Abo, K. and Ishihi, Y. 2006. Quantifying Aquaculture-Derived Organic Matter in The Sediment in and Around a Coastal Fish Farm Using Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios. *Aquaculture* 254: 411-425.