

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

DISTRIBUSI NITROGEN DAN FOSFOR PADA BUDIDAYA IKAN GABUS (*Channa striata*) DENGAN APLIKASI ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DAN PROBIOTIK

Adang Saputra[#], Lies Setijaningsih, Yosmaniar, dan Tri Heru Prihadi

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan

(Naskah diterima: 1 Desember 2017; Revisi final: 2 Januari 2018; Disetujui publikasi: 2 Januari 2018)

ABSTRAK

Permasalahan yang dihadapi pembudidaya ikan dengan sistem intensif adalah meningkatnya limbah yang terakumulasi pada air dan sedimen. Limbah budidaya ikan pada umumnya berupa padatan dan nutrisi terlarut pada air terutama nitrogen dan fosfor. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji distribusi nitrogen total dan fosfor total pada budidaya ikan gabus secara intensif yang diberi eceng gondok *Eichhornia crassipes* dan probiotik (*Pseudomonas aeruginosa* dan *Achromobacter insuavis*). Penelitian dirancang menggunakan rancangan acak lengkap dengan perlakuan pemberian kombinasi eceng gondok dan probiotik (A), pemberian eceng gondok (B), dan pemberian probiotik (C), masing-masing perlakuan diulang tiga kali. Benih ikan gabus yang digunakan berukuran panjang $14,74 \pm 0,01$ cm dan bobot $25,53 \pm 0,09$ g dengan padat tebar 175 ekor/kolam (50 ekor/m³). Selama 90 hari masa pemeliharaan, ikan gabus diberi pakan berupa pelet dengan kandungan protein sekitar 30%. Jumlah pemberian pakan 5% dari biomassa dengan frekuensi pemberian empat kali dalam sehari (pagi, siang, sore, dan malam). Hasil penelitian menunjukkan nitrogen dan fosfor pada budidaya ikan gabus terdistribusi pada eceng gondok, sedimen, air, dan ikan. Eceng gondok menyerap nitrogen dan fosfor paling tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan air, ikan, dan sedimen. Laju pertumbuhan spesifik bobot ($4,37 \pm 0,01\%$ /hari) dan biomassa ($1,88 \pm 0,01$ g) ikan gabus tertinggi dicapai pada pemberian kombinasi eceng gondok dan probiotik. Hasil ini dapat dijadikan landasan untuk pengelolaan limbah nitrogen dan fosfor pada budidaya ikan gabus secara intensif.

KATA KUNCI: nitrogen; fosfor; ikan gabus; tanaman air; probiotik

ABSTRACT: *Nitrogen and phosphorus dynamics in the culture media of Snakehead Channa striata maintained with the application of probiotic and water hyacinth Eichhornia crassipes.* By: Adang Saputra, Lies Setijaningsih, Yosmaniar, and Tri Heru Prihadi

One of the problems in intensive aquaculture system is the the accumulation of waste in the water and sediment. Aquaculture wastes are discharged into the water in form of solids and dissolved nutrients which mostly consisted of nitrogen and phosphorus. The purpose of this study was to study the dynamics of total nitrogen and phosphorus in an intensive aquaculture media supplied with water hyacinth and probiotics (*Pseudomonas aeruginosa* and *Achromobacter insuavis*). The study was designed using a completely randomized design with treatment combinations of water hyacinth with probiotic (A), water hyacinth (B), and probiotic (C). Each treatment consisted of three replications. The seeds of snakehead used had body length of 14.74 ± 0.01 cm and weight 25.53 ± 0.09 g, stocked in ponds with stocking density of 175 individuals/pond (50 individuals/m³). During 90 days of rearing, the fish were fed with pellet with protein content of 30%. The amount of feeding was 5% of the biomass with feeding frequency of four times a day (morning, afternoon, evening, and night). The results showed that the produced nitrogen and phosphorus in the snakehead cultivation were distributed to water hyacinth, sediment, water, and fish. Water hyacinth absorbed most of the nitrogen and phosphorus compared to water, fish, and sediment. Higher specific growth rate ($4.37 \pm 0.01\%$ /day) and biomass (1.88 ± 0.01 g) of snakehead were achieved in combination of water hyacinth and probiotic treatment. These results can be used as a basis for the management of nitrogen and phosphorus wastes in an intensive fish farming.

KEYWORDS: nitrogen; phosphorus; snakehead fish; water hyacinth; probiotic

[#] Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan. Jl. Sempur No 1, Bogor 16154, Indonesia.
Tel. + 62 251 8313200
E-mail: adang_pusrisdgp@yahoo.com

PENDAHULUAN

Masalah utama yang dihadapi pembudidaya ikan dengan sistem intensif adalah meningkatnya limbah yang terakumulasi pada air dan sedimen. Limbah budidaya ikan pada umumnya berupa padatan terlarut (*suspended solid*) dan nutrisi terlarut (*dissolved nutrient*) terutama nitrogen (N) dan fosfor (P) (Benli *et al.*, 2008). Secara umum N dan P terakumulasi dalam air dan sedimen (Rodehutsord & Pfeffer, 1995; Barak & van Rijn, 2000; Voslarova *et al.*, 2008).

Nitrogen merupakan penyusun protoplasma dan dibutuhkan oleh fitoplankton untuk menyintesis protein. Namun nitrogen tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan air, harus melalui proses fiksasi terlebih dahulu menjadi amonia (NH_3), amonium (NH_4^+), dan nitrat (NO_3^-). Nitrogen memiliki dampak negatif secara langsung terhadap pertumbuhan dan imunitas ikan (Frances *et al.*, 2000; Biswas *et al.*, 2006; Remen *et al.*, 2008). Menurut Boyd (2015), pemecahan nitrogen organik (protein, urea, feses) dan nitrogen anorganik yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba atau jamur akan menghasilkan amonia (NH_3). Amonia merupakan buangan metabolik, pada konsentrasi tertentu sangat beracun bagi organisme air (Smutna *et al.*, 2002; Benli *et al.*, 2008).

Fosfor sangat penting untuk kehidupan organisme perairan. Fungsinya sebagai penyimpan dan transfer energi dalam sel untuk mendukung sistem genetik (Cole, 1983). Fosfor di perairan dalam bentuk senyawa fosfat, yang terdiri fosfat terlarut dalam air dan fosfat partikulat. Fosfat terlarut dalam air terbagi atas fosfat organik dan fosfat anorganik dalam bentuk ortofosfat dan polifosfat (Rumhayati, 2010).

Komposisi antara nitrogen total dan fosfor total dapat memengaruhi perkembangan fitoplankton di perairan (Grahame, 1987). Pada umumnya, perbandingan nitrogen total dan fosfor total <12 menggambarkan bahwa nitrogen merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, apabila nitrogen total dan fosfor total >12 mengindikasikan bahwa fosfor merupakan faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton (Sulastri *et al.*, 2007). Menurut Oliva-Teles *et al.* (1998) dan Barak & van Rijn (2000), nitrogen total dan fosfor total dalam konsentrasi tertentu memiliki dampak negatif terhadap penurunan kualitas air.

Upaya pengendalian nitrogen total dan fosfor total sudah banyak dilakukan, di antaranya melalui teknik biofiltrasi pada budidaya ikan nila dengan sumber air yang telah tercemar (Setiadi & Setijaningsih, 2011). Penggunaan tanaman air sebagai biofilter terbaik dari

jenis eceng gondok *Eichhornia crassipes* (Tang *et al.*, 2009; Vesely *et al.*, 2011). Selain penggunaan tanaman air, upaya penurunan limbah N dapat dilakukan menggunakan probiotik. Proses bakterial probiotik dalam media budidaya merupakan salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi beban pencemaran dan memperbaiki kualitas air (Avnimelech *et al.*, 1992; Verschuere *et al.*, 2000).

Namun distribusi nitrogen total dan fosfor total pada budidaya ikan gabus secara intensif belum ada informasinya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji distribusi nitrogen total dan fosfor total pada budidaya ikan gabus secara intensif yang diberi eceng gondok dan probiotik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Dusun Binong Poncol, RT 01, RW 06, Desa Babakan Kecamatan Ciseeng Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. Penelitian ini dirancang dengan rancangan acak lengkap. Perlakuan yang diberikan berupa: A. pemberian eceng gondok dan probiotik, B. pemberian eceng gondok, dan C. pemberian probiotik. Landasan penentuan perlakuan ini, berdasarkan hasil penelitian Rodehutsord & Pfeffer (1995); Barak & van Rijn (2000); Voslarova *et al.* (2008); pengukuran distribusi N dan P pada air dan sedimen.

Jumlah tutupan eceng gondok yang digunakan sebanyak 50% dari luas permukaan air. Untuk mempertahankan tutupan eceng gondok tetap sama, setiap kolam dipasang bingkai dari paralon berukuran 2 m x 1,25 m dan setiap satu minggu sekali dilakukan penjarangan. Penggunaan probiotik dari jenis *Pseudomonas aeruginosa* dan *Achromobacter insuavis* pada awal pemeliharaan sebanyak 10 mL/m³ kemudian pemberian selanjutnya setiap 10 hari sekali dengan dosis pemberian sama.

Kolam yang digunakan berupa kolam beton pada bagian dinding dengan dasar berupa tanah dan seluruh kolam dilapisi dengan terpal. Ukuran kolam 2 m x 2,5 m x 1 m (volume air 3,5 m³). Air yang digunakan bersumber dari sungai, sebelum digunakan air ditampung dulu pada kolam penampungan untuk mengendapkan partikel-partikel terlarut. Pengisian air setinggi 0,70 cm dan dibiarkan sekitar 4-5 hari sebelum ditebar benih ikan gabus. Pergantian air dilakukan hanya untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan. Setiap kolam ditutup menggunakan jaring untuk menjaga ikan gabus tidak melarikan diri.

Benih ikan gabus yang digunakan berasal dari pemijahan satu populasi dari induk generasi ke-2 (G-2) dengan bobot rata-rata 350 g di Instalasi Plasma

Nutfah Cijeruk, Kabupaten Bogor. Benih yang digunakan berukuran panjang $14,74 \pm 0,01$ cm dan bobot $25,53 \pm 0,09$ g. Benih disebar secara acak pada sembilan kolam (tiga kolam per perlakuan) dengan kepadatan 175 ekor/kolam (50 ekor/m³). Penebaran benih ikan gabus dilakukan sore hari. Selama 90 hari masa pemeliharaan, ikan gabus diberi pakan berupa pelet komersial (protein 39,44%; lemak 9,37%; abu 9,03%; serat kasar 3,47%; dan BETN 38,69%). Jumlah pemberian pakan 5% dari biomassa dengan frekuensi pemberian empat kali dalam sehari (pagi, siang, sore, dan malam hari).

Untuk pengukuran N dan P, sampel yang dikumpulkan diambil secara acak dari setiap kolam pemeliharaan. Pengambilan sampel dilakukan setiap satu bulan sekali. Sampel yang dikumpulkan meliputi eceng gondok, ikan gabus, sedimen, dan air. Jumlah eceng gondok yang dikumpulkan sekitar 100 g (satu rumpun), ikan gabus sebanyak satu ekor dengan bobot minimal 25 g, sedimen sekitar 100 g, dan air sebanyak 100 mL. Sampel yang sudah dikumpulkan selanjutnya diberi label sesuai perlakuan dan dimasukkan dalam plastik, kemudian dimasukkan pada *cool box* yang sudah diberi es. Proses analisis nitrogen total mengacu pada USEPA Method 351.1 (1978), fosfor pada air mengacu pada metode APHA (2012) dan fosfor pada eceng gondok, sedimen, ikan dianalisis berdasarkan metode AOAC (2012).

Laju pertumbuhan harian diamati setiap 30 hari dan biomassa dihitung pada akhir pemeliharaan. *Sampling* pertumbuhan panjang menggunakan penggaris dengan jumlah sampel sebanyak 20 ekor/kolam, pengukuran bobot menggunakan timbangan digital dengan ketelitian dua desimal. Parameter laju pertumbuhan harian dan biomassa dihitung berdasarkan rumus menurut Effendie (2002).

Parameter kualitas air sebagai data pendukung diukur setiap 30 hari. Parameter kualitas air yang diukur terdiri atas pH menggunakan pH meter merek Horiba dengan ketelitian dua desimal, nitrit mengacu pada SNI 06-6989.9-2005, nitrat mengacu pada SNI 6989.79-2011, dan amonia mengacu pada SNI 06-6989.30-2005.

Data yang ditampilkan dalam bentuk tabulasi meliputi rata-rata dan simpangan baku. Laju pertumbuhan harian dan jumlah biomassa dianalisis dengan ANOVA pada selang kepercayaan 95% dengan bantuan program SPSS versi 18. Apabila terjadi perbedaan yang nyata, dilakukan uji lanjut Duncan. Data parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif yang meliputi rata-rata dan simpangan baku digunakan untuk mengetahui kondisi umum perairan yang ada.

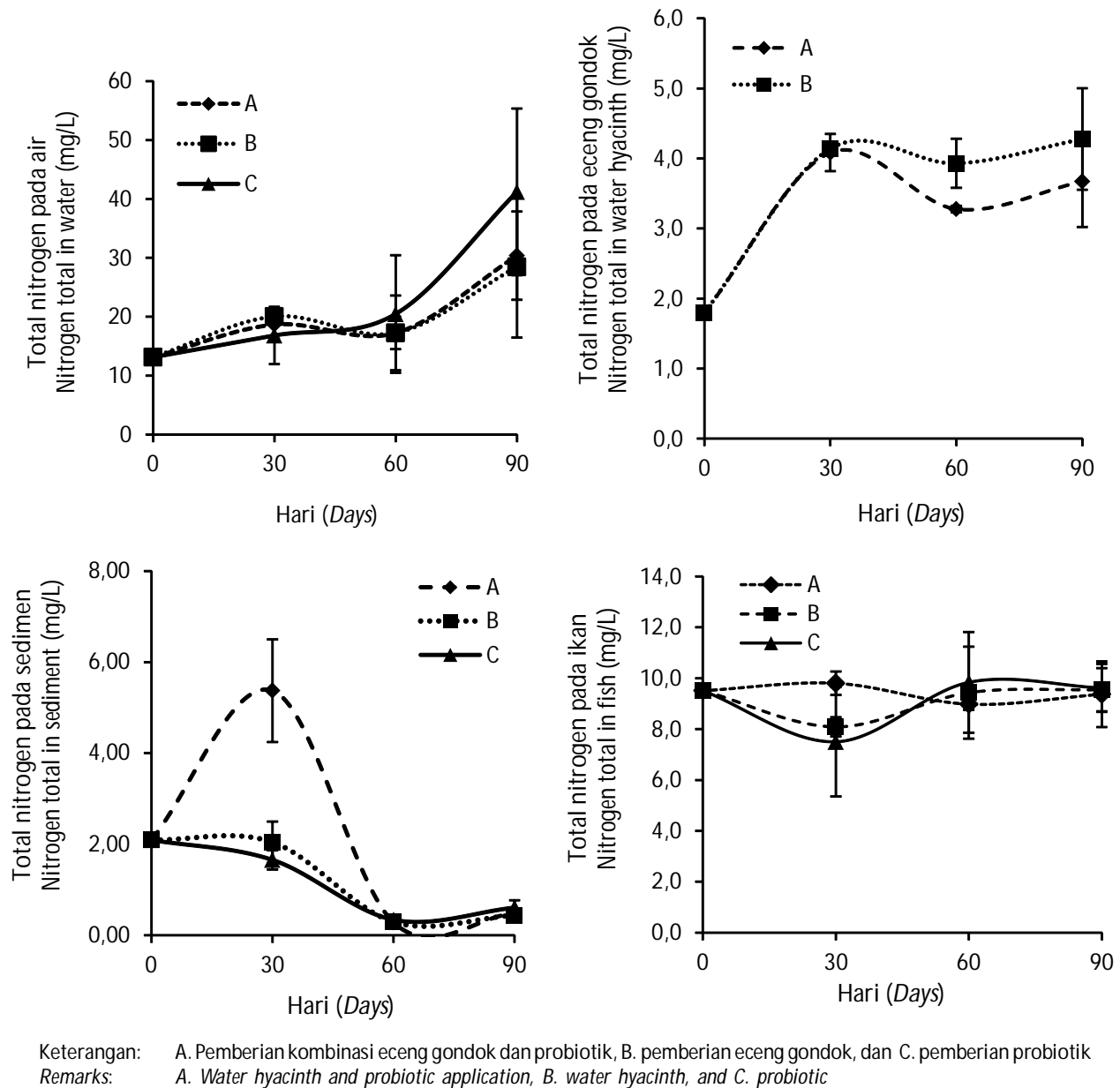
HASIL DAN BAHASAN

Distribusi Nitrogen

Hasil penelitian selama 90 hari menunjukkan bawa distribusi sebaran nitrogen total pada air yang diberi eceng gondok dan probiotik konsentrasinya relatif lebih tinggi (Gambar 1). Nitrogen total pada air mengalami peningkatan relatif tinggi dibandingkan perlakuan lainnya pada hari ke-60 sampai akhir pemeliharaan. Nitrogen total pada sedimen, eceng gondok, dan ikan mulai dari awal penebaran sampai hari ke-30 mengalami peningkatan dan berbeda nyata pada pemberian kombinasi tanaman air dan probiotik dengan tanaman air ($P < 0,05$). Mulai pengamatan hari ke-60 sampai akhir pemeliharaan, konsentrasi nitrogen total lebih tinggi pada eceng gondok yang tidak dikombinasi dengan probiotik ($P < 0,05$; Gambar 1).

Proses nitrifikasi dan denitrifikasi pada penggunaan kombinasi eceng gondok dan probiotik berjalan dengan baik untuk mengurai nitrogen total. Konsentrasi nitrogen terakumulasi pada senyawa organik diduga berasal dari sisa pakan dan feses ikan gabus yang dipelihara. Menurut Brune *et al.* (2003), nitrogen total dalam pakan sebanyak 25% digunakan untuk pertumbuhan ikan dan 60% dikeluarkan dalam bentuk NH₃, serta 15% dikeluarkan sebagai feses. Menurut Avnimelech *et al.* (1992), hanya 33% nitrogen dalam pakan yang dapat didaur ulang untuk dijadikan sumber makanan. Menurut Boyd (2015), nitrogen pada sisa pakan dan feses akan mengendap di dasar menjadi nitrogen organik tanah, nitrogen organik tanah akan dimineralisasi menjadi amonia dan kembali ke air sehingga dapat dimanfaatkan kembali oleh ikan. Apabila kondisi ini tidak dapat dikendalikan, maka ikan akan menjadi stres, menurunnya nafsu makan, timbulnya berbagai macam penyakit dan pada akhirnya mengakibatkan kematian (Aquarista *et al.*, 2012).

Hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan nitrogen total tertinggi diakumulasi pada eceng gondok, dibandingkan akumulasi pada air dan sedimen. Akumulasi nitrogen total pada ikan gabus tidak terpengaruh secara langsung oleh distribusi nitrogen pada berbagai media. Kondisi ini menggambarkan bahwa penggunaan kombinasi eceng gondok dan probiotik mampu memperbaiki kualitas air untuk mendukung tumbuh dan berkembangnya ikan gabus dengan baik. Menurut Irianto (2003), probiotik dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air dan dapat mendegradasi kandungan nitrogen organik menjadi anorganik, serta mampu meningkatkan pertumbuhan ikan. Menurut Vesely *et al.* (2011), tanaman air mempunyai kemampuan untuk menyerap racun dari air yang tercemar.



Gambar 1. Distribusi nitrogen total pada pemeliharaan ikan gabus selama 90 hari.

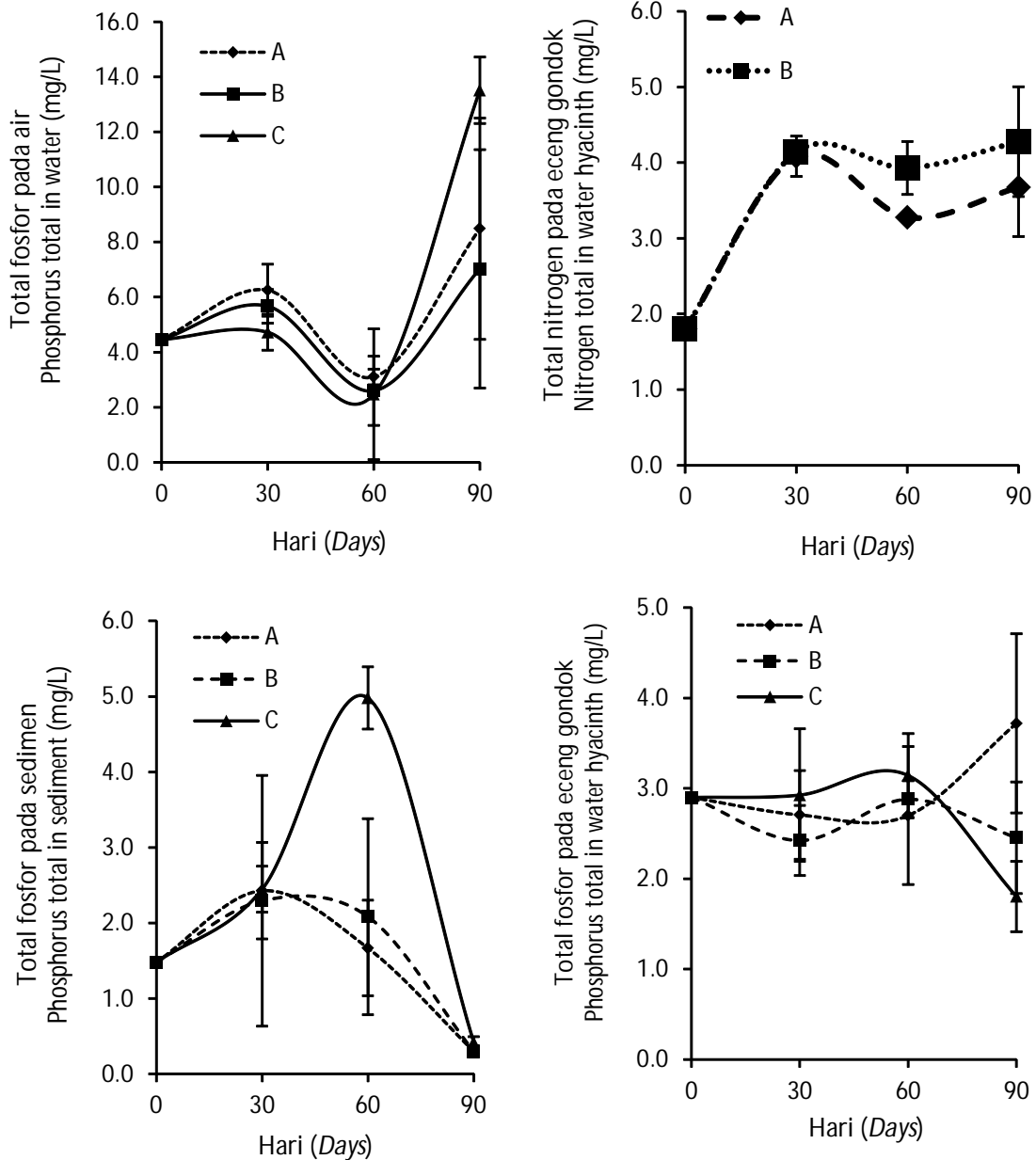
Figure 1. Distribution of total nitrogen during 90 days rearing of snakehead fish.

Distribusi Fosfor

Hasil penelitian selama 90 hari masa pemeliharaan menunjukkan bawa pola sebaran fosfor total pada air yang tidak diberi kombinasi eceng gondok dan probiotik konsentrasinya lebih kecil (Gambar 2). Pengamatan pada hari ke-60 dan 90, konsentrasi fosfor total pada air terus meningkat dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ($P < 0,05$). Konsentrasi fosfor total pada pengamatan hari ke-30 tidak ada perbedaan yang nyata antara penggunaan kombinasi eceng gondok dan probiotik dengan perlakuan lainnya

($P > 0,05$). Pengamatan hari ke-60 sampai akhir penelitian, konsentrasi fosfor total berbeda nyata lebih tinggi pada eceng gondok yang tidak dikombinasi dengan probiotik ($P < 0,05$).

Konsentrasi fosfor total mengindikasikan bahwa bahan organik yang masuk ke perairan cukup tinggi. Fosfor merupakan unsur penentu pertumbuhan bagi fitoplankton dan organisme lainnya dalam perairan. Hal itu terjadi karena pada kondisi kandungan fosfor yang rendah, fitoplankton tidak dapat memanfaatkan nitrogen dengan baik sehingga pertumbuhan dan



Keterangan: A. Pemberian kombinasi eceng gondok dan probiotik, B. pemberian eceng gondok, dan C. pemberian probiotik
 Remarks: A. Water hyacinth and probiotic application, B. water hyacinth, and C. probiotic)

Gambar 2. Distribusi total fosfor pada pemeliharaan ikan gabus selama 90 hari masa pemeliharaan.

Figure 2. Distribution of total phosphorus during 90 days rearing of snakehead fish.

kelimpahannya akan menurun (Wardoyo, 1981). Menurut Sondergaard (2007), kandungan fosfor di perairan akan memengaruhi kelimpahan fitoplankton.

Hasil perhitungan terhadap nitrogen total dan fosfor total pada setiap pengamatan perbandingannya < 12. Kondisi ini menunjukkan bahwa nitrogen berkontribusi menjadi faktor pembatas untuk pertumbuhan fitoplankton sehingga tidak berpotensi

terjadi eutrofikasi (Sulastrı *et al.*, 2007). Kondisi ini sangat mendukung terhadap pertumbuhan dan perkembangan ikan gabus yang dipelihara pada wadah pemeliharaan secara intensif.

Performa Pertumbuhan

Hasil perhitungan terhadap laju pertumbuhan spesifik (LPS) bobot dan panjang disajikan pada

Gambar 3. LPS bobot ikan gabus yang dipelihara selama 90 hari berbeda nyata antarperlakuan ($P < 0,05$). LPS bobot tertinggi dicapai pada penggunaan kombinasi eceng gondok dan probiotik ($4,37 \pm 0,01\%/hari$), sedangkan terendah pada perlakuan penggunaan probiotik saja ($4,25 \pm 0,02\%/hari$). LPS panjang tidak berbeda nyata untuk setiap perlakuan ($P > 0,05$). Hal ini menggambarkan ikan gabus dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kolam yang diberi kombinasi eceng gondok dan probiotik.

Kondisi kualitas air yang optimum akan mendukung terhadap performa pertumbuhan ikan yang dibudidayakan. Penurunan nitrogen total dan fosfor total sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan ikan gabus yang dipelihara. Beberapa penelitian pertumbuhan ikan air tawar melalui perbaikan kualitas air sudah banyak dilakukan seperti: laju pertumbuhan dan perubahan histopatologi ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) (Lusiastuti *et al.*, 2016), pertumbuhan dan perkembangan benih ikan lele yang diberi probiotik (Pitrianiingsih *et al.*, 2014), benih ikan mas koki (*Carassius auratus*) (Zarski *et al.*, 2010), limbah nitrogen dan fosfor pada budidaya ikan (Lazzari & Baldisserotto, 2008), dan dinamika fosfor, eutrofikasi, dan ekosistem perikanan (Vass *et al.*, 2015).

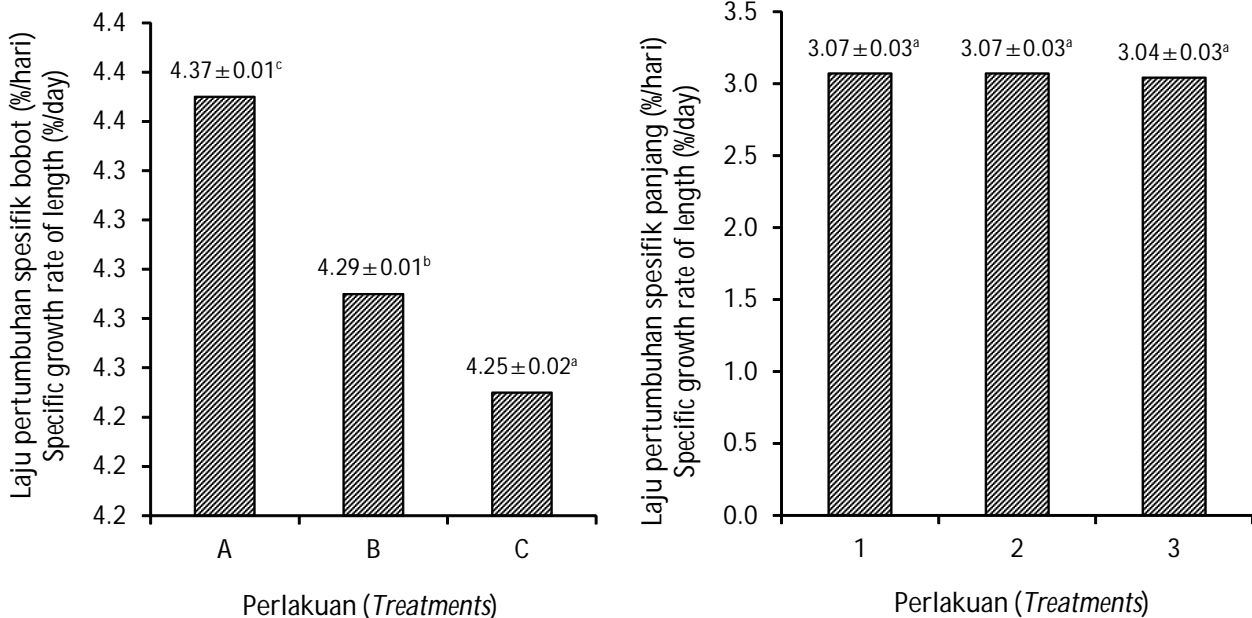
Biomassa

Biomassa ikan gabus yang dipelihara selama 90 hari disajikan pada Tabel 1. Nilai biomassa yang diperoleh pada setiap perlakuan berbeda nyata ($P < 0,05$), tertinggi dicapai pada penggunaan kombinasi eceng gondok dengan probiotik dan terendah pada penggunaan probiotik saja. Kondisi ini menggambarkan, kombinasi eceng gondok dan probiotik memberikan kenyamanan pada ikan gabus untuk hidup dan berkembang dengan baik.

Biomassa merupakan bobot semua ikan gabus yang masih hidup sampai akhir pemeliharaan. Nilai biomassa sangat dipengaruhi oleh sintasan dan efisiensi dalam memanfaatkan pakan (Mulyadi *et al.*, 2010). Efisiensi pakan terjadi pada kondisi kualitas air yang optimum untuk ikan gabus (*Channa striata*) (Hidayat *et al.*, 2013); ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Mulyani *et al.*, 2014); dan ikan lele sangkuriang (*Clarias sp.*) (Arief *et al.*, 2014). Kondisi kualitas air baik, akan menurunkan penggunaan energi untuk hidup dan kehidupan ikan gabus, sehingga laju pertumbuhannya menjadi tinggi.

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi: pH air, nitrit, nitrat, dan amonia. Hasil perhitungan



Keterangan: A. Pemberian eceng gondok dan probiotik, B. pemberian eceng gondok, dan C. pemberian probiotik; dan angka yang diikuti huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

Remarks: A. Water hyacinth and probiotic application, B. water hyacinth, and C. probiotic; and number followed by the same superscript letter indicates no significant difference ($P > 0.05$)

Gambar 3. Laju pertumbuhan spesifik bobot dan panjang total ikan gabus yang dipelihara selama 90 hari.
Figure 3. Specific growth rate of weight and total length of snakehead fish during 90 days rearing.

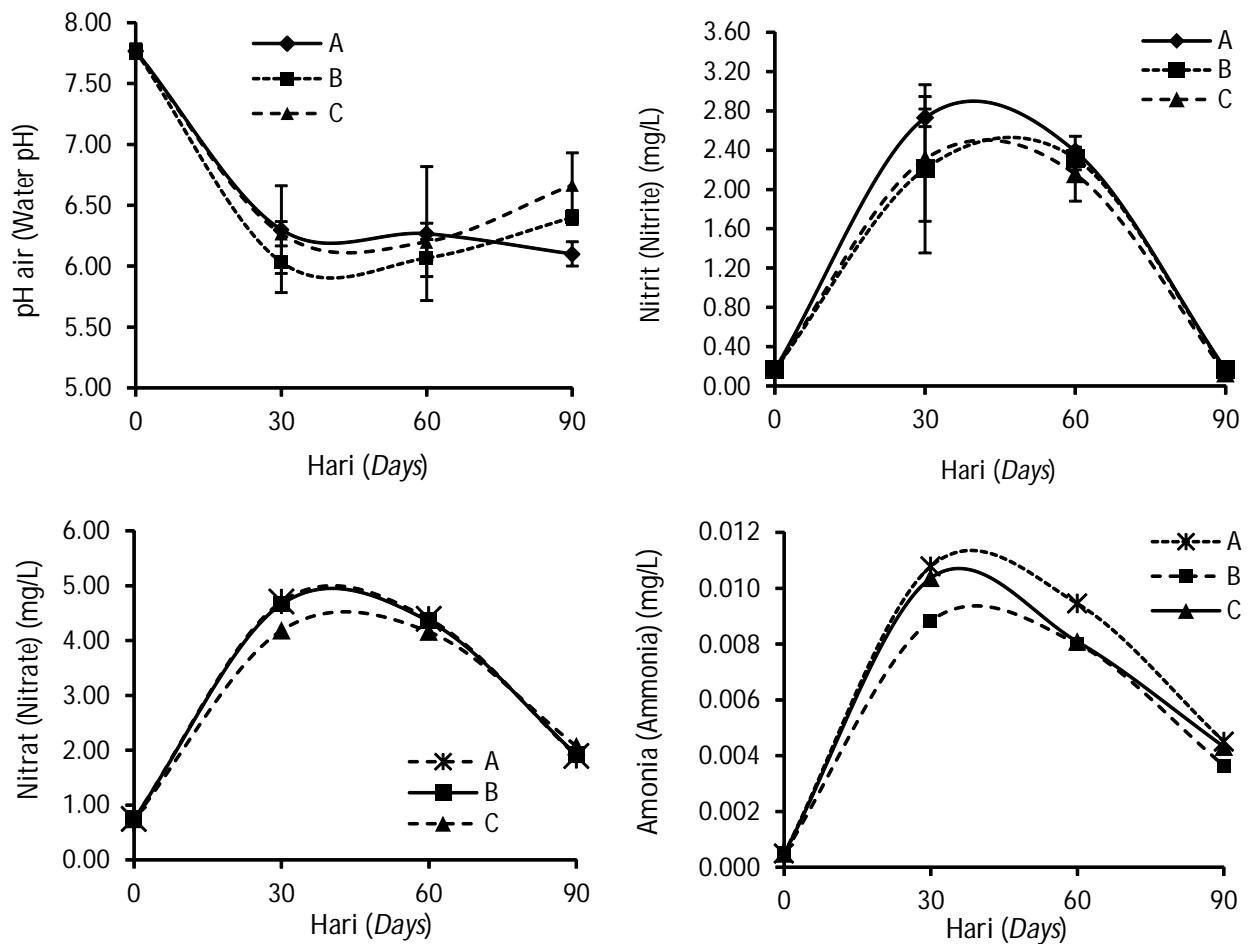
Tabel 1. Biomassa ikan gabus pada berbagai perlakuan selama 90 hari pemeliharaan

Table 1. Snakehead biomass in various treatments during 90 days of rearing

Perlakuan Treatments	Biomassa Biomass (kg)
Eceng gondok dan probiotik (<i>Water hyacinth and probiotic</i>)	26.80 ± 0.15 ^c
Eceng gondok (<i>Water hyacinth</i>)	23.71 ± 0.24 ^b
Probiotik (<i>Probiotic</i>)	22.31 ± 0.32 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf superskrip yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

Remarks: Numbers followed by the same superscript letter indicates no significant difference ($P > 0.05$)



Keterangan: A. Pemberian eceng gondok dan probiotik, B. pemberian eceng gondok, dan C. pemberian probiotik

Remarks: A. Water hyacinth and probiotic application, B. water hyacinth, and C. probiotic

Gambar 4. Nilai kualitas air pada berbagai perlakuan selama 90 hari masa pemeliharaan ikan gabus.
Figure 4. The value of water quality in various treatments during 90 days rearing of snakehead fish.

terhadap parameter kualitas air yang dilakukan setiap satu bulan sekali disajikan pada Gambar 4. Pola distribusi pH air pada perlakuan kombinasi eceng gondok dengan probiotik relatif menurun dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai nitrit, nitrat, dan amonia pada perlakuan kombinasi eceng gondok mulai dari hari ke-60 mengalami penurunan yang sangat tajam dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini menggambarkan perlakuan kombinasi eceng gondok dan probiotik mampu memanfaatkan N dan P dari, sehingga berpotensi terjadinya eutrikifikasi karena adanya dekomposisi sisa limbah nitrogen dan fosfor untuk menjadi sumber makan mikroorganisme lainnya dibandingkan perlakuan lainnya.

Kisaran pH optimum untuk budidaya ikan berkisar 4,25-9,4 (Oliveira *et al.*, 2012; Courtenay & Williams, 2004), nitrit 0,06 mg/L (standar baku kualitas air kelas II PP No. 82 tahun 2001), nitrat 10 (Standar baku kualitas air kelas II PP No. 82 tahun 2001), Amonia $\leq 0,02$ (standar baku kualitas air kelas II PP No. 82 tahun 2001). Namun demikian, secara umum parameter kualitas air terukur pada saat penelitian masih sangat mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan dengan baik, serta tidak berpotensi mengakibatkan stres pada ikan yang dipelihara.

KESIMPULAN

Hasil terbaik pada kombinasi eceng gondok dan probiotik dengan laju pertumbuhan spesifik bobot tertinggi ($4,37 \pm 0,01\%/hari$), serta biomassa panen ikan gabus mencapai $26,80 \pm 0,15$ kg pada luas kolam $2 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ (volume air $3,5 \text{ m}^3$). Konsentrasi nitrogen dan fosfor pada budidaya ikan gabus terdistribusi pada eceng gondok, sedimen, air, dan ikan. Akumulasi nitrogen dan fosfor tertinggi terjadi pada eceng gondok dibandingkan dengan air, ikan, dan sedimen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar, Bogor yang telah mendanai penelitian ini melalui APBN 2016. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada tim peneliti, teknisi, dan pembudidaya ikan gabus di Ciseeng.

DAFTAR ACUAN

AOAC. (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington D.C.: Benjamin Franklin Station.

APHA, AWWA, & WEF. (2012). Standard methods for the examination of water and waste water. New York: American Public Health Association, American

Water Work Association and Water Environmental Federation Inc.

- Aquarista, F., Iskandar, & Subhan, U. (2012). Pembesaran probiotik dengan carier zeolit pada pembesaran ikan lele dumbo *Clarias gariepinus*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 133-140.
- Arief, M., Fitriani, N., & Subekti, S. (2014). Pengaruh pemberian probiotik berbeda pada pakan komersial terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan lele sangkuriang *Clarias* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1), 49-53.
- Avnimelech, Y., Diab, S., Kochva, M., & Mokady, S. (1992). Control and utilization of inorganic nitrogen in intensive fish culture pond. *Aquaculture and Fisheries Management*, 23, 421-430.
- Barak, Y., & van Rijn, J. (2000). Biological phosphate removal in a prototype recirculating aquaculture treatment system. *Aquaculture Engineering*, 22, 121-136.
- Benli, A.C.K., Kokasal, G., & Ozkul, A. (2008). Sublethal ammonia exposure of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L.: Effects on gill, liver and kidney histology. *Chemosphere*, 72(9), 1355-1358.
- Biswas, J.K., Sarkar, D., Chakraborty, P., Bhakta, J.N., & Jana B.B. (2006). Density dependent ambient ammonium as the key factor for optimization of stocking density of common carp in small holding tanks. *Aquaculture*, 261, 952-959.
- Boyd, C.E. (2015). Water quality. New York (US): Springer Science, 2(2), 133-136.
- Brune, D.E., Schwartz, G., Eversole, A.G., Collier, J.A., & Schwedler, T.E. (2003). Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. *Aquaculture Engineering*, 28, 65-86.
- Cole, G.A. (1983). Text Book of Limnology. 3rd ed. Missouri: C.V. Mosby Company.
- Courtenay, W.R., & Williams, J.D. (2004). Snakehead fishes, Channidae: A biological synopsis and risk assessment. US Geological Survey, US Geological Survey Circular, Denver, Colo. USA, 155 pp.
- Effendie, M.I. (2002). Biologi perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama.
- Frances, J., Nowak, B.F., & Allan G.L. (2000). Effects of ammonia on juvenile silver perch *Bidyanus bidyanus*. *Aquaculture*, 183, 95-103.
- Grahame, J. (1987). Plankton and fisheries. London: Edward Arnold.
- Hidayat, D., Sasanti, A.D., & Yulisman. (2013). Kelangsungan hidup, pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan gabus *Channa striata* yang diberi pakan berbahan baku tepung keong mas *Pomacea* sp. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2), 161-172.

- Irianto, A. (2003). Probiotik akuakultur. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 125 hlm.
- Lazzari, R., & Baldisserotto, B. (2008). Nitrogen and phosphorus waste in fish farming. *B. Inst. Pesca, São Paulo*, 34(4), 591-600.
- Lusiastuti, A.M., Ulkhaq, M.F., Widanarni, & Prihadi, T.P. (2016). Evaluasi pemberian probiotik *Bacillus* pada media pemeliharaan terhadap laju pertumbuhan dan kelulushidupan benih silais lele dumbo *Clarias gariepinus* yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *J. Ris. Akuakultur*, 11(2), 171-179.
- Mulyadi, Usman, M.T., & Suryani. (2010). Pengaruh frekuensi pemberian pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih silais *Ompok hypophthalmus*. *Terubuk*, 38(2), 21-40.
- Mulyani, Y.S., Yulisman, & Fitriani, M. (2014). Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila *Oreochromis niloticus* yang dipuaskan secara periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(1), 01-12.
- Oliva-Teles, A., Pereira, J.P., Gouveia, A., & Gomes, E. (1998). Utilisation of diets supplemented with microbial phytase by seabass *Dicentrarchus labrax* juveniles. *Aquat. Liv. Res.*, 11, 255-259.
- Oliveira, E.G., Pinheiro, A.B., Oliveira, V.Q., Junior, A.R., Moraes, M.G., Rocha, I.R., Sousa, R.R., & Costa, F.H. (2012). Effect of stocking density on the performance of juvenile pirarucu *Arapaima gigas* in cages. *Aquaculture*, 370, 96-101.
- Pitrianiingsih, C., Suminto, & Sarjito. (2014). Pengaruh bakteri kandidat probiotik terhadap perubahan kandungan nutrisi C, N, P, dan K media kultur lele dumbo *Clarias gariepinus*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 247-256.
- Remen, M., Imsland, A.K., Steffanson, S.O., Jonassen, T.M., & Foss, A. (2008). Interactive effects of ammonia and oxygen on growth and physiological status of juvenile Atlantic cod *Gadus morhua*. *Aquaculture*, 274, 292-299.
- Rodehutschord, M., & Pfeffer, E. (1995). Effects of supplemental microbial phytase on phosphorus digestibility and utilization in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Water Sci. Technol.*, 31, 143-147.
- Rumhayati, B. (2010). Studi senyawa fosfat dalam sedimen dan air menggunakan teknik *diffusive gradient in thin films*. *Jurnal Ilmu Dasar*, 11(2), 160-166.
- Setiadi, E., & Setijaningsih, L. (2011). Improving water quality and productivity of tilapia *Oreochromis niloticus* using constructed wetland. *Indonesian Aquaculture Journal*, 6(2), 107-122.
- Smutna, M., Vorlova, L., & Svobodova, Z. (2002). Pathobiochemistry of ammonia in the internal environment of fish (Review). *Acta Vet. Brno.*, 71, 169-181.
- Sondergaard, M. (2007). *Nutrient dynamics in lakes with emphasis on phosphorus, sediment and lake restoration*. Doctor's Dissertation (DSc). National Environmental Research Institute, University of Aarhus. Denmark, p. 41-74.
- Standar Nasional Indonesia 06-6989.30-2005. Air dan air limbah—Bagian 30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. ICS 13.060.01.
- Standar Nasional Indonesia 06-6989.9-2005. Air dan air limbah—Bagian 9: Cara uji nitrit (NO₂-N) secara spektrofotometri. ICS 13.060.50.
- Standar Nasional Indonesia 6989.79-2011. Air dan air limbah – Bagian 79: Cara uji nitrat (NO₃-N) dengan spektrofotometer UV-Visibel secara reduksi cadmium. ICS 13.060.050.
- Sulastri, Meutia, A.A., & Suryono, T. (2007). Komposisi fitoplankton dan peluang blooming *Microcystis aeruginosa* di Waduk Karangates. Jawa Timur. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia*, 33(1), 1-16.
- Tang, X., Huang, S., Chiu, O.N., & Li, J. (2009). Enhancement of nitrogen and phosphorus removal in pilot-scale vertical subsurface flow-constructed wetlands using polypropylene pellets. *Environmental Engineering Science Journal*, 26(3), 621-631.
- USEPA. (1978). *Method 351.1: Nitrogen, kjeldahl, total (colorimetric, automaterd phenate) by autoanalyzer*. Environmental Protection Agency, Cincinnati OH (US EPA).
- USEPA. (1978). *Nitrogen, kjeldahl, total (colorimetric, automated phenate) by autoanalyzer. Method 351.1*. United States Environmental Protection Agency.
- Vass, K.K., Wangeneo, A., Samanta, S., Adhikari, S., & Muralidhar, M. (2015). Phosphorus dynamics, eutrophication and fisheries in the aquatic ecosystems in India. *Sustainable Phosphorus Management, Current Science*, 108(7), 1306-1314.
- Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P., & Verstraete, W. (2000). Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 64(4), 655-671.
- Vesely, T., Tlustoš, P., & Száková, J. (2011). The use of water lettuce (*Pistia stratiotes* L.) for rhizofiltration of a highly polluted solution by cad-

- mium and lead. *Inter. J. Phytoremediation*, 13(9), 859-872.
- Voslarova, V., Pistecova, V., Svobodova, Z., & Bedanova, I. (2008). Nitrite toxicity to *Danio rerio*; Effects of subchronic exposure on fish growth. *ACTA Vet. Brno*, 77, 445-460.
- Wardoyo, S.T.H. (1981). Kriteria kualitas air untuk keperluan pertanian dan perikanan. IPB Bogor: Training Analisa Dampak Lingkungan PPLH-PSL.
- Zarski, D., Kucharczyk, D., Targońska, K., Krejszeff, S., Czarkowski, T., Babiarez, E., & Nowosielska, D.B. (2010). Dynamics of nitrogen and phosphorus in closed and semi-closed recirculating aquaculture systems during the intensive culture of goldfish, *Carassius auratus* (L.), juveniles. *Arch. Pol. Fish*, 18, 187-193.