

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

KONTRIBUSI BIOFLOK TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN LELE YANG DIBERI PAKAN DENGAN TINGKAT BERBEDA

Julie Ekasari, Tri Novi Handayani, Ichsan Achmad Fauzi,
Fajar Maulana, dan Apriana Vinasyam[#]

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

(Naskah diterima : 9 April 2022; Revisi final 30 Agustus 2022; Disetujui publikasi 30 Agustus 2022)

ABSTRAK

Biomassa bioflok dalam sistem pemeliharaan ikan dapat dimanfaatkan menjadi pakan alami tambahan bagi ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan ikan lele *Clarias gariepinus* yang dipelihara menggunakan teknologi bioflok dengan tingkat pemberian pakan berbeda. Perlakuan terdiri dari tiga tingkat pemberian pakan, yaitu 5% (FR5), 3,75% (FR3,75), dan 2,5% (FR2,5). Benih ikan lele dengan panjang awal $11,92 \pm 0,03$ cm dan bobot awal $11,31 \pm 0,11$ g dipelihara dengan padat tebar 25 ekor per akuarium (500 ekor m^{-3}) selama 42 hari. Ulangan biologis tiap perlakuan berupa 3 unit akuarium (volume air 50 L). Ikan diberi pakan 3 kali setiap hari dengan jumlah pakan sesuai perlakuan. Penambahan tepung tapioka dilakukan setiap hari untuk mencapai rasio C/N 10. Hasil penelitian menunjukkan bobot akhir menurun seiring penurunan tingkat pemberian pakan ($P < 0,05$), seperti ditunjukkan pula laju pertumbuhan spesifik. Terdapat indikasi kontribusi bioflok terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele berdasarkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan dan retensi protein. Akan tetapi, tidak dapat menggantikan peran pakan eksternal. Tingkat pemberian pakan berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele pada sistem bioflok.

KATA KUNCI : bioflok; efisiensi pakan; ikan lele; pertumbuhan; tingkat pakan

ABSTRACT : *Biofloc Contribution to the Growth of African Catfish Fed at Different Feeding Levels*

*Biofloc biomass could be used as additional natural food for fish in a biofloc-based fish culture system. This study aimed to evaluate the growth performance of African catfish, *Clarias gariepinus* cultured in a biofloc system fed at different feeding levels. The treatments consisted of three feeding levels; 5% (FR5), 3,75% (FR3,75), and 2,5% (FR2,5). Catfish juveniles with an initial average body length of $11,92 \pm 0,03$ cm and average body weight of $11,31 \pm 0,11$ g were reared at a density of 25 fish per aquarium (500 fish m^{-3}) for 42 days. Each treatment had three unit aquaria (50 L water volume) as replicates. Cassava meal was added daily to reach C/N ratio of 10. The results showed that the fish's final weight and specific growth rate were reduced, corresponding to the feeding rate. There was an indication that biofloc contributes to the fish growth performance based on the feed efficiency and protein retention level. However, biofloc could not replace the role of external feed to support the growth of African catfish.*

KEYWORDS : *biofloc; catfish; feed efficiency; feeding level; growth*

[#]Korespondensi: Departemen Budidaya Perairan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
Jl. Agatis, Dramaga Bogor 16680, Indonesia
E-mail: apriana@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Salah satu faktor pembatas dalam kegiatan budidaya ikan lele adalah masih tingginya biaya penggunaan pakan pelet buatan (Zeller *et al.*, 2018). Biaya penyediaan pakan buatan dalam budidaya ikan lele dengan sistem intensif dapat mencapai 70% (Abidin *et al.*, 2015; Daniel, 2018), sehingga tingginya biaya pakan dapat berdampak pada penurunan keuntungan produksi. Efisiensi pemberian pakan merupakan faktor yang perlu diperhitungkan dalam penekanan biaya produksi. Selain itu, pemberian pakan yang berlebih juga akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Nutrien dalam pakan yang diberikan kepada organisme budidaya tidak semuanya dapat dicerna dan diretensi. Sebagian komponen pakan akan terbuang dalam bentuk limbah budidaya baik dalam bentuk limbah padat maupun limbah terlarut seperti ammonia (Ebeling *et al.*, 2006). Limbah tersebut dapat menimbulkan permasalahan pada kualitas air yang selanjutnya dapat memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan organisme yang dipelihara (Kumar *et al.*, 2018).

Teknologi bioflok mampu mengatasi permasalahan limbah budidaya ikan, memperbaiki kualitas air, sekaligus meningkatkan efisiensi pemberian pakan (Hargreaves, 2013; Liu *et al.*, 2019). Melalui penerapan teknologi bioflok, biaya pembelian pakan buatan dapat ditekan hingga total keseluruhan biaya produksi dapat diturunkan hingga 10–20% (De Schryver *et al.*, 2008). Prinsip utama dari teknologi bioflok adalah kemampuan bakteri heterotrofik dalam memanfaatkan limbah N baik dalam bentuk organik maupun anorganik dalam media budidaya ikan, dengan mengubahnya menjadi biomassa bakteri (Ekasari *et al.*, 2016; Deng *et al.*, 2018). Bakteri heterotrof mampu mensekresi substrat polimer ekstraseluler (*extracellular polymeric substrate*, EPS) yang dapat menggabungkan mikrobiota lain, seperti protista, mikroalga, protozoa, dan

zooplankton, untuk kemudian membentuk agregat di dalam air pemeliharaan ikan (Wilén *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2014; Nguyen *et al.*, 2021). Agregat tersebut, atau dikenal dengan bioflok, merupakan sumber pakan alami ikan yang telah terbukti meningkatkan jumlah produksi dan menurunkan rasio konversi pakan (*feed conversion ratio*, FCR).

Keberadaan bioflok sebagai pakan alternatif mengindikasikan adanya peluang penurunan tingkat pemberian pakan tanpa memengaruhi kinerja pertumbuhan ikan dan kualitas air pemeliharaan. Penurunan tingkat pemberian pakan berdampak pada efisiensi biaya produksi serta penurunan limbah potensial yang dihasilkan oleh kegiatan budidaya ikan. Pada budidaya ikan lele menggunakan sistem bioflok, belum banyak dilakukan studi mengenai sejauh mana tingkat pemberian pakan dapat diturunkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek tiga tingkat pemberian pakan berbeda (5%, 3,75%, dan 2,5% dari biomas per hari) terhadap kinerja pertumbuhan dan kualitas air pada budidaya ikan lele menggunakan sistem bioflok.

BAHAN DAN METODE

Rancangan Percobaan dan Wadah Pemeliharaan

Penelitian ini terdiri atas tiga perlakuan tingkat pemberian pakan 5% (FR5), 3,75% (FR3,75), dan 2,5% (FR2,5) dari bobot ikan per hari, menggunakan rancangan acak lengkap. Penelitian dilakukan di Departemen Budidaya Perairan (BDP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB), Jawa Barat. Setiap perlakuan disertai dengan tiga ulangan unit pemeliharaan ikan per perlakuan, dengan total sembilan akuarium, masing-masing dengan kapasitas 50 L. Ukuran akuarium yang digunakan adalah 40 × 50 × 35 cm. Masing-masing akuarium dilengkapi aerasi, *heater*, termometer, dan termostat sebagai pengatur suhu.

Persiapan Bioflok

Pertumbuhan bioflok diinisiasi dengan penumbuhan inokulan dalam suatu bioreaktor. Sumber karbon organik yang diberikan berupa tepung tapioka dengan dosis pemberian 1,87 mg L⁻¹. Sementara itu, sumber nitrogen yang digunakan berupa NH₄Cl dengan dosis pemberian 380 mg L⁻¹. Proses pembentukan dan pematangan bioflok dilakukan selama 7 hari.

Hewan Uji

Ikan uji berupa ikan lele (dengan panjang awal 11,92 ± 0,03 cm dan bobot awal 11,31 ± 0,11 g), yang berasal dari Bogor, Jawa Barat. Ikan diaklimatisasi selama 3 hari dalam kondisi laboratorium, sebelum digunakan dalam penelitian.

Penebaran dan Pemeliharaan Ikan

Setelah akuarium diisi dengan air bioflok yang telah melalui proses pematangan, ikan lele ditebar dengan kepadatan 25 ekor per akuarium (500 ekor m⁻³). Ikan lele diberi pakan komersial dengan kandungan protein, lemak, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), masing-masing 33%, 5,5%, dan 39,3% (Tabel 1). Tingkat pemberian pakan disesuaikan dengan rancangan perlakuan. Pakan diberikan pada pukul 08.00, 13.00, dan 18.00 WIB. Sisa pakan dalam akuarium disifon dan dihitung untuk menentukan jumlah konsumsi pakan. Tepung tapioka diberikan setiap hari secara langsung pada air pemeliharaan ikan sebagai sumber karbon organik bagi bioflok. Jumlah karbon yang diberikan disesuaikan untuk mendapatkan rasio C/N nutrisi *input* sebesar 10, seperti yang direkomendasikan oleh Ekasari *et al.* (2014). Pemeliharaan ikan dilakukan selama 42 hari.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan ikan lele yang diberi pakan dengan tingkat pemberian berbeda
 Table 1. Nutritional content of diet fed to catfish at different feeding levels

Komposisi <i>Composition</i>	Nilai (%) <i>Value (%)</i>
Lemak <i>Lipid</i>	5,5
Protein <i>Protein</i>	33,0
Kadar air <i>Moisture</i>	6,0
Abu <i>Ash</i>	9,3
Serat kasar <i>Fiber</i>	6,9
Bahan ekstrak tanpa nitrogen <i>Nitrogen-free extract</i>	39,3

Parameter Uji

Parameter uji pada penelitian ini antara lain efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan spesifik (LPS), retensi protein (RP), retensi lemak (RL), rasio efisiensi protein (REP), dan tingkat kelangsungan hidup (TKH). Efisiensi pemanfaatan pakan dihitung menggunakan rumus (Santika *et al.*, 2021):

$$EPP (\%) = \frac{Bt + Bm - Bo}{JKP} \times 100$$

Keterangan: EPP= efisiensi pemanfaatan pakan (%); JKP= jumlah konsumsi pakan (g); Bt: biomassa akhir ikan (g); Bo= biomassa awal ikan (g); Bm= berat ikan mati (g).

Laju pertumbuhan spesifik yaitu pertambahan bobot ikan dalam rentang waktu tertentu, dihitung dengan rumus (Karapanagiotidis *et al.*, 2022):

$$LPS = \left[\sqrt[t]{\frac{Wt}{Wo}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik (% hari⁻¹); Wo= bobot rata-rata awal ikan (g); Wt= bobot rata-rata akhir ikan (g); t= waktu (hari).

Retensi protein (RP) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Biswas *et al.*, 2019):

$$RP = \left[\frac{(Fp - Ip)}{P} \right] \times 100$$

Keterangan: RP= retensi protein (%); Fp= jumlah protein ikan akhir (g); Ip= jumlah protein ikan awal (g); P= total protein yang diberikan lewat pakan (g).

Retensi lemak (RL) dihitung dengan rumus (Biswas *et al.*, 2019):

$$RL = \left[\frac{(F_L - I_L)}{L} \right] \times 100$$

Keterangan: RL= retensi lemak (%), F_L = jumlah lemak ikan akhir (g); I_L = jumlah lemak ikan awal (g); L: total lemak yang yang diberikan lewat pakan (g).

Rasio efisiensi protein (REP) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Karapanagiotidis *et al.*, 2022):

$$REP = \frac{Bt - Bo}{P}$$

Keterangan: REP= rasio efisiensi protein; Bt= biomassa akhir ikan (g); Bo= biomassa awal ikan (g); P= total protein yang diberikan lewat pakan (g).

Tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan rumus (Karapanagiotidis *et al.*, 2022):

$$TKH (\%) = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan: TKH= tingkat kelangsungan hidup (%); N_t = Jumlah akhir ikan (ekor); N₀ = jumlah tebar awal ikan (ekor).

Pengamatan Pertumbuhan dan Kualitas Air

Bobot dan panjang ikan lele diamati setiap 14 hari selama kurun waktu pemeliharaan ikan. Apabila terdapat kematian ikan, dilakukan pencatatan data bobot dan panjang ikan mati, serta estimasi waktu kematian ikan. Pengambilan sampel ikan untuk analisis proksimat dilakukan sebelum dan sesudah penelitian. Prosedur penelitian dan penggunaan sampel ikan lele pada studi ini telah disetujui oleh otoritas lokal Komisi Hewan Coba – Lembaga Penelitian dan Pengaduan pada Masyarakat (LPPM), IPB.

Kualitas air diukur dalam interval tujuh hari (per minggu). Kualitas air yang diamati meliputi suhu, oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), pH, amoniak nitrogen total (*total ammonia nitrogen*, TAN), nitrit, nitrat, total padatan tersuspensi (*total suspended solid*, TSS), dan volume flok. Pengukuran DO dan PH dilakukan menggunakan DO-meter dan pH meter. Pengukuran konsentrasi nitrit dilakukan menggunakan metode spektrofotometri mengacu pada SNI 06-6989.9:2004 (BSN, 2004), konsentrasi nitrat dengan spektrofotometri brusin sulfat SNI 06-2480:1991 (BSN, 1991), konsentrasi amoniak dengan spektrofotometri sistem fenat SNI 06-6989.30:2005 (BSN, 2005), dan konsentrasi TSS dengan metode gravimetri SNI 06-6989.3-2004 (BSN 2004).

Analisis Sampel

Kandungan nutrisi (proksimat) pakan serta ikan uji sebelum dan sesudah penelitian meliputi kadar air, protein, lemak, abu, serat kasar dan BETN (AOAC, 2020). Kadar protein dianalisis menggunakan metode *Kjeldahl* dengan pendekatan 6.25 sebagai faktor konversi untuk menghitung protein total dari kandungan nitrogen total. Pengukuran kandungan nitrogen total didapatkan dengan memroses 1 g sampel melalui tahapan digesti, destilasi dan titrasi. Kadar air diukur dengan memanaskan sampel pada oven dengan temperatur 105-110°C selama 24 jam, atau hingga bobot sampel kering menjadi konstan. Perbedaan antara bobot sampel basah dan kering merupakan jumlah air pada sampel. Sampel kering hasil pemanasan *oven* pada analisis kadar air kemudian dikeringkan di dalam *muffle furnace* pada suhu 600°C selama minimal 4 jam hingga berat sampel kering menjadi konstan. Perbedaan bobot sampel awal dan akhir merupakan jumlah abu pada sampel.

Kadar lemak dianalisis menggunakan metode *Soxhlet*. Sampel diekstraksi pada *Soxhlet apparatus* menggunakan pelarut organik berupa *Petroleum eter* selama 4-6 jam. Kandungan serat kasar dianalisis melalui hidrolisis sampel dengan asam kuat dan basa kuat untuk melarutkan karbohidrat, protein, lemak, *starch*, karbohidrat struktural dan lignin. Kemudian sampel disaring dan dicuci dengan air panas yang mengandung asam dan alkohol. Sampel kemudian dibakar dan ditimbang. Bobot sampel akhir merupakan serat kasar yang dikandung oleh sampel. Retensi lemak dihitung dengan membandingkan pertambahan protein pada ikan dengan total protein pakan selama penelitian. Sementara itu, retensi lemak dihitung dengan membandingkan pertambahan lemak pada ikan dengan total lemak pakan selama penelitian

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan SPSS 25.0. Homogenitas ragam dan normalitas data dianalisis dengan uji Levene dan uji

Shapiro-Wilk, sebelum dilanjutkan pada analisis ragam (*one way ANOVA*). Perbedaan antarperlakuan diuji lanjut dengan uji Duncan (selang kepercayaan 95%). Data kualitas air media pemeliharaan dibahas secara deskriptif, dengan menunjukkan interval nilai hasil pengukuran selama pemeliharaan ikan lele.

HASIL DAN BAHASAN

Kinerja pertumbuhan ikan lele selama 42 hari dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum, tingkat pemberian pakan berpengaruh signifikan terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele yang dipelihara dalam sistem bioflok. Semakin rendah tingkat pemberian pakan menghasilkan ikan dengan kinerja pertumbuhan semakin rendah yang ditunjukkan oleh parameter bobot rata-rata ikan akhir dan laju pertumbuhan spesifik. Bobot rata-rata ikan pada akhir masa pemeliharaan menurun signifikan seiring dengan penurunan tingkat pemberian pakan ($P < 0,05$). Tren yang sama ($P < 0,05$) juga terlihat pada parameter laju pertumbuhan spesifik.

Biomassa akhir ikan pada FR5 tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan FR3,75, tetapi lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan FR2,5. Hal ini mengindikasikan bahwa ketika tingkat pemberian pakan diturunkan, keberadaan bioflok sebagai alternatif sumber pakan alami ikan tidak dapat menyubsituti pakan eksternal dan mengompensasi rendahnya pertumbuhan ikan. Beberapa faktor yang diduga berpengaruh antara lain kurangnya kuantitas maupun kualitas bioflok yang tersedia di media pemeliharaan ikan, maupun rendahnya tingkat konsumsi bioflok oleh ikan. Adanya indikasi kegiatan konsumsi bioflok oleh ikan lele terlihat pada penelitian ini, ditunjukkan dengan kinerja pemanfaatan pakan pada perlakuan dengan FR3,75 dan FR2,5 menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan perlakuan FR5. Perlakuan FR3,75 dan perlakuan FR2,5 memiliki efisiensi pemanfaatan pakan dan retensi protein lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan FR5. Dapat disimpulkan bahwa, ketika tingkat pemberian pakan diturunkan, ikan lele memanfaatkan bioflok sebagai pakan alternatif dan sumber nutrisi pertumbuhan, seperti yang juga terlihat

pada penelitian yang dilakukan oleh Ekasari *et al.*, (2014) dan Mansour & Esteban (2017). Akan tetapi, bioflok yang termakan tidak dapat menggantikan peran pakan eksternal dalam mendukung pertumbuhan ikan, sehingga nilai bobot akhir dan laju pertumbuhan spesifik tetap lebih rendah sejalan dengan penurunan tingkat pemberian pakan. Hal yang sama ditunjukkan oleh Meritha *et al.* (2018) yang menunjukkan kinerja pertumbuhan tertinggi ikan patin didapat pada tingkat pemberian pakan tertinggi ketika dipelihara dalam sistem bioflok.

Penurunan kinerja pertumbuhan pada tingkat pemberian pakan terendah pada penelitian ini (FR2,5) tidak berpengaruh ($P > 0,05$) terhadap tingkat kelangsungan hidup ikan lele. Akan tetapi, secara numerik tingkat kelangsungan hidup ikan pada FR3,75 merupakan yang tertinggi (85,33%) dibandingkan perlakuan lainnya (76,00-78,67%). Hal ini yang kemudian menyebabkan biomassa akhir ikan pada perlakuan FR3,75 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dibandingkan dengan FR5, meskipun bobot akhir (individu) ikan lele bernilai lebih rendah ($P < 0,05$).

Tabel 2. Kinerja pertumbuhan ikan lele dengan tingkat pemberian pakan yang berbeda

Table 2. Growth performance of catfish subjected to different feeding levels

Parameter <i>Parameter</i>	Tingkat pemberian pakan <i>Feeding level</i>		
	FR5	FR3,75	FR2,5
Bobot awal (g) <i>Initial weight (g)</i>	11,26 ± 0,03 ^a	11,37 ± 0,07 ^a	11,29 ± 0,08 ^a
Bobot akhir (g) <i>Final weight (g)</i>	36,21 ± 0,41 ^c	32,82 ± 0,90 ^b	23,44 ± 0,78 ^a
Biomassa awal (g) <i>Initial biomass (g)</i>	281 ± 1 ^a	284 ± 2 ^a	282 ± 22 ^a
Biomassa akhir (g) <i>Final biomass (g)</i>	687 ± 36 ^b	699 ± 39 ^b	460 ± 39 ^a
Tingkat kelangsungan hidup (%) <i>Survival (%)</i>	76,00 ± 4,62 ^a	85,33 ± 4,81 ^a	78,67 ± 4,81 ^a
Laju pertumbuhan spesifik (% hari ⁻¹) <i>Specific growth rate (% day⁻¹)</i>	2,78 ± 0,03 ^c	2,52 ± 0,07 ^b	1,74 ± 0,09 ^a
Retensi lemak (%) <i>Fat retention (%)</i>	58,87 ± 1,52 ^a	75,08 ± 13,04 ^a	54,81 ± 7,22 ^a
Retensi protein (%) <i>Protein retention (%)</i>	63,54 ± 0,95 ^a	80,97 ± 4,74 ^b	70,57 ± 4,83 ^{ab}
Rasio efisiensi protein <i>Protein efficiency ratio</i>	1,72 ± 0,06 ^a	2,43 ± 0,31 ^a	1,88 ± 0,20 ^a
Efisiensi pemakaian pakan <i>Feed efficiency</i>	73,07 ± 1,61 ^a	94,67 ± 7,04 ^b	91,65 ± 6,38 ^{ab}

Keterangan: Huruf cetak atas berbeda dalam baris yang sama (nilai rata-rata ± *standard error*) menunjukkan perbedaan signifikan ($P < 0,05$).

Note: Different superscript letters in the same row (mean ± *standard error*) indicate a significant difference ($P < 0.05$).

Hasil pengamatan kualitas air meliputi suhu, DO, pH, konsentrasi nitrit, nitrat, dan TAN memiliki kisaran yang tidak jauh berbeda antarperlakuan (Tabel 3), dan masih berada pada kisaran batas toleransi bagi pertumbuhan ikan lele kecuali pH. Nilai pH selama masa pemeliharaan ikan lele pada penelitian ini berkisar 5,4–6,5, lebih rendah dari batas optimum untuk pemeliharaan ikan lele (6,5-9). Konsentrasi nitrit, nitrat, dan TAN dalam media pemeliharaan ikan cenderung meningkat selama masa pemeliharaan dan berfluktuasi pada kisaran yang tidak terlalu berbeda antarperlakuan (Gambar 1). Pada minggu kedua dan keempat, konsentrasi TAN pada perlakuan FR5 menunjukkan nilai

tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini berkaitan dengan lebih tingginya nutrisi *input* berupa pelet, yang mengimplikasi lebih tingginya jumlah nitrogen terlarut dari feses, urin, maupun sisa pakan. Lonjakan konsentrasi TAN tersebut mampu segera dinetralkan oleh mikrobiota dalam bioflok sehingga kadar TAN kembali turun dan bernilai sama dengan dua perlakuan lainnya. Kandungan TAN yang tinggi pada FR5 diikuti dengan tingginya volume flok hingga kurun waktu satu minggu setelahnya. Hal ini menunjukkan adanya konversi TAN menjadi biomassa mikroorganisme yang kemudian teragregat membentuk flok (Ebeling *et al.*, 2006).

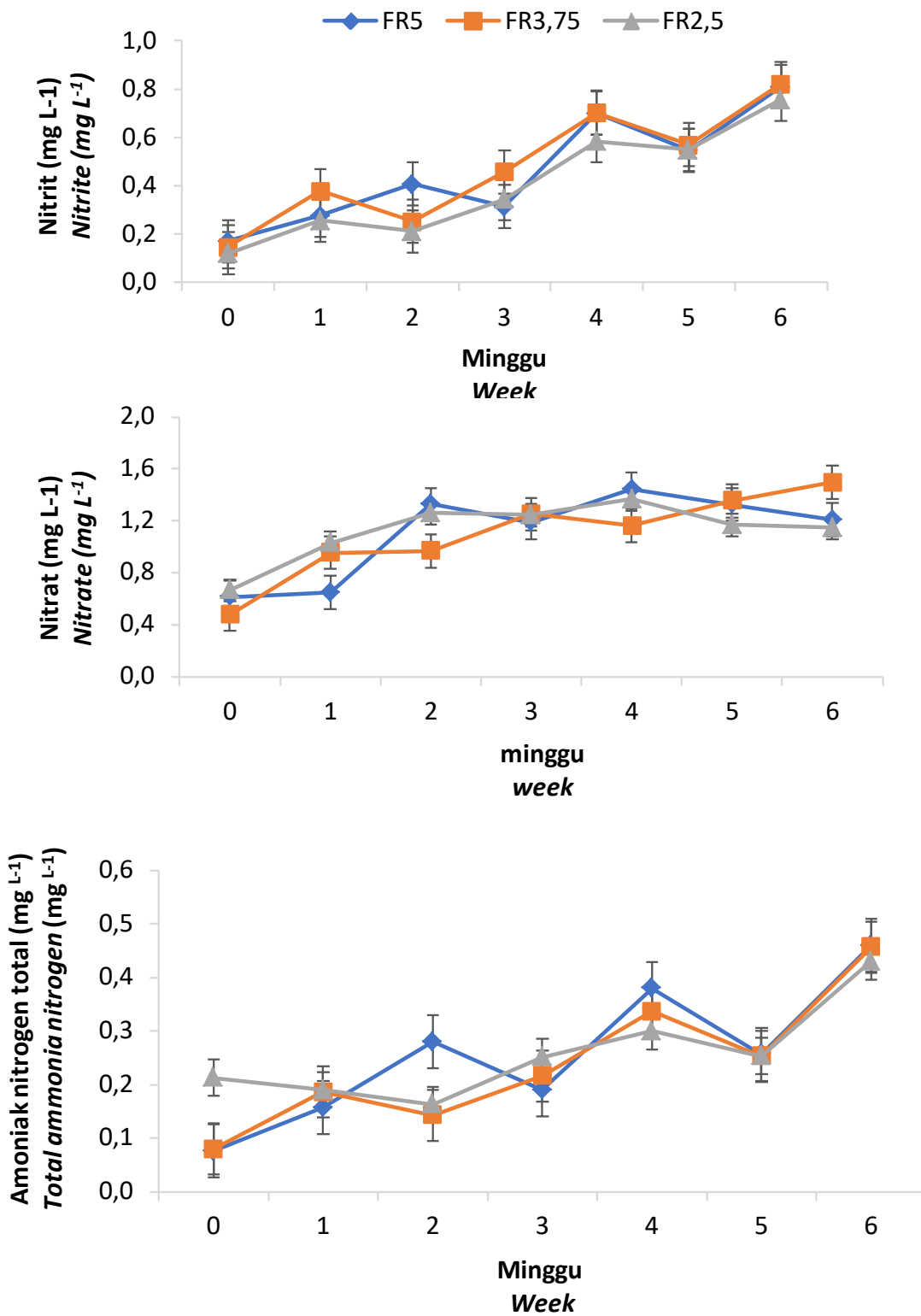
Tabel 3. Kisaran nilai parameter kualitas air pada pemeliharaan ikan lele

Table 3. Range of water quality parameters in catfish culture

Parameter <i>Parameter</i>	Tingkat pemberian pakan <i>Feeding level</i>			Nilai optimum <i>Optimum level</i>
	FR5	FR3,75	FR2,5	
Suhu (°C) <i>Temperature (°C)</i>	28,2-28,7	28-29	28-28,9	25-33 (Boyd, 1990)
pH	5,5-6,4	5,8-6,5	5,4-6,4	6,5-9 (Boyd, 1998)
DO (mg L ⁻¹)	3,8-5,7	4,0-4,6	3,7-4,8	> 4.0 (Avnimelech, 2007)
TAN (mg L ⁻¹)	0,08-0,46	0,08-0,46	0,16,-0,43	< 1 (Mahyuddin, 2008)
Nitrit (mg L ⁻¹) <i>Nitrite (mg L⁻¹)</i>	0,17-0,81	0,15-0,82	0,12-0,76	0.02–2 (Bhatnagar & Devi, 2019)
Nitrat (mg L ⁻¹) <i>Nitrate (mg L⁻¹)</i>	0,61-1,44	0,48-1,50	0,66-1,37	0,16-1,65 (Gunadi, 2012)
TSS (mg L ⁻¹)	0,18-0,92	0,14-0,96	0,15-1,24	200-1000 (De Schryver <i>et al.</i> , 2008)
Volume flok (ml L ⁻¹) <i>Floc volume (ml L⁻¹)</i>	0,40-11,67	0,40-11,50	0,40-10,67	-

Keterangan: DO= oksigen terlarut; TAN = total ammonia nitrogen, TSS= total padatan tersuspensi.

Note: DO= dissolved oxygen; TAN = total ammonia nitrogen, TSS= total suspended solid.



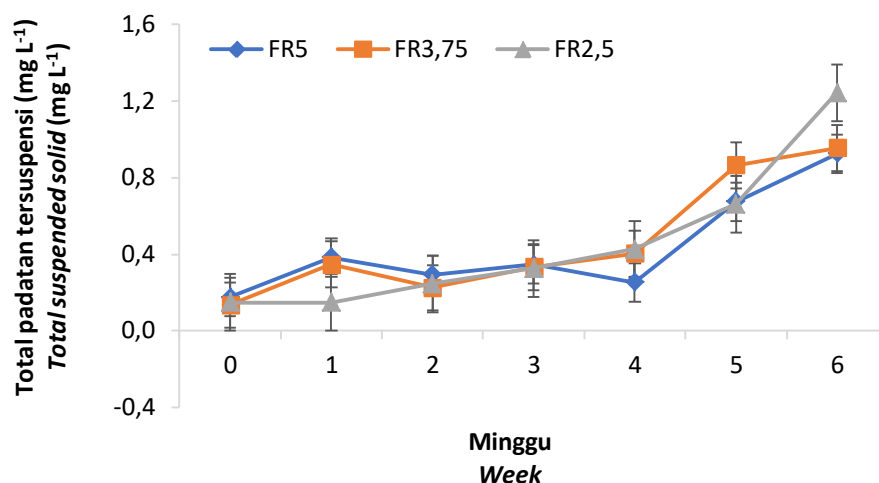
Gambar 1. Konsentrasi nitrit, nitrat, dan amoniak nitrogen total pada air selama 42-hari masa pemeliharaan ikan lele

Figure 1. Concentration of nitrite, nitrate, and total ammonia nitrogen in the water during 42-day catfish culture period

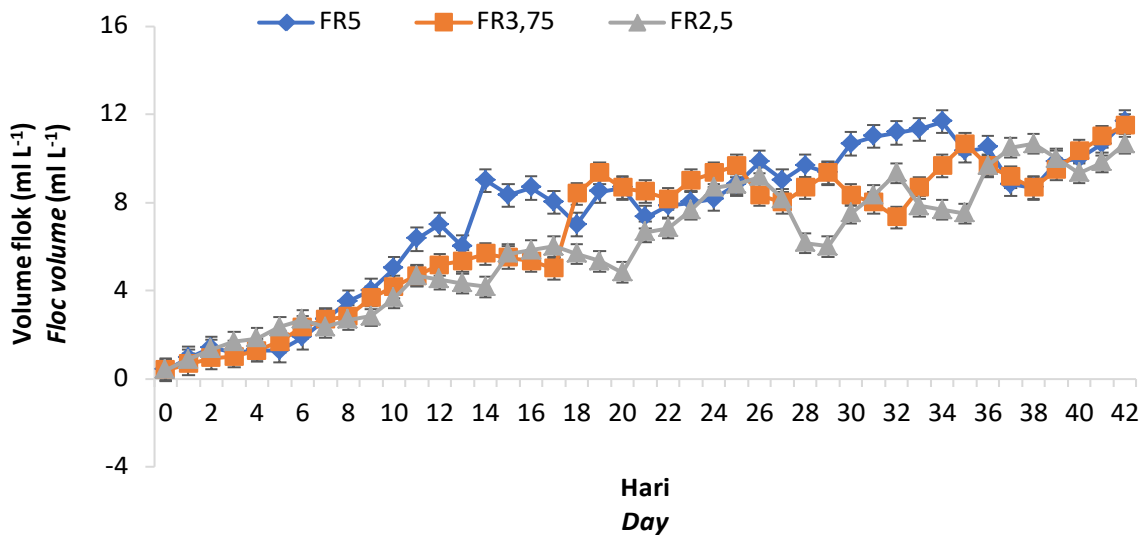
Nilai TSS dan volume flok merupakan parameter umum dalam pengukuran jumlah bioflok pada akuakultur (Schveitzer *et al.*, 2013; Fauji *et al.*, 2018). Nilai TSS dan volume flok pada 42 hari pemeliharaan ikan lele masing-masing berkisar 0,14–1,24 mg L⁻¹ dan 0,40–11,67 ml L⁻¹, dan tidak jauh berbeda antarperlakuan (Tabel 3). Kisaran nilai TSS pada penelitian ini tergolong aman menurut Schveitzer *et al.* (2013). Hasil pengamatan mingguan parameter TSS tidak menunjukkan adanya perbedaan tren fluktuasi antarperlakuan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa baik konsumsi ikan maupun tingkat pemberian pakan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan bioflok. Berbeda dengan TSS, volume flok menunjukkan tren nilai yang berbeda antarperlakuan, yaitu dari nilai tertinggi ke terendah: FR5, FR3,75, dan FR2,5 (Gambar 3), yang mengindikasikan bahwa pertumbuhan bioflok sejalan dengan tingkat pemberian pakan ikan lele. Hal tersebut berkaitan dengan dua hal, yaitu bahwa pertumbuhan bioflok dipengaruhi oleh jumlah nutrisi *input*, maupun indikasi bahwa jumlah bioflok yang dikonsumsi ikan lebih banyak pada tingkat pemberian pakan yang rendah seperti yang telah dikemukakan sebelumnya. Akan tetapi, perbedaan volume flok ini juga dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi mikrobiota bioflok. Bakteri heterotrofik *filamentous* dan beberapa mikroalga mampu meningkatkan volume flok karena memiliki morfologi yang lebih besar dibandingkan mikrobiota lainnya. Penelitian lebih lanjut

mengenai hubungan antara TSS, volume flok, dan komposisi bakteri pada bioflok perlu dilakukan untuk lebih mengerti mengenai dinamika pembentukan bioflok pada air pemeliharaan ikan.

Tidak adanya perbedaan yang besar antara kandungan nitrit dan nitrat antarperlakuan (Tabel 3) mengindikasikan bahwa level aktivitas mikroorganisme autotrofik yang tidak berbeda. Tren peningkatan jumlah nitrit lebih cepat dibandingkan dengan tren pengakumulasian nitrat pada air pemeliharaan (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena kecepatan aktivitas bakteri nitrifikasi pengoksidasi TAN menjadi nitrit (*ammonia oxidizing bacteria*, AOB) lebih cepat dibandingkan aktivitas bakteri nitrifikasi pengoksidasi nitrit menjadi nitrat (*nitrite oxidizing bacteria*, NOB) (Sepehri & Sarrafzadeh, 2019). Beberapa bakteri AOB antara lain *Nitrosomonas* dan *Nitrospira* (Wu *et al.*, 2016), sedangkan yang tergolong ke dalam kelompok bakteri NOB yaitu *Candidatus nitrotoga*, *Nitrospira*, dan *Nitrobacter* (Ma *et al.*, 2017; Han *et al.*, 2018). Lonjakan konsentrasi nitrit terjadi pada minggu keempat, diduga akibat adanya lonjakan konsentrasi ammonia pada waktu pengamatan yang sama. Pada minggu kelima, konsentrasi nitrit dan ammonia kembali turun, yang mengindikasikan terjadinya asimilasi ammonia baik secara heterotrof menjadi biomassa bakteri heterotrof, maupun secara nitrifikasi menjadi nitrit.



Gambar 2. Konsentrasi total padatan tersuspensi pada air selama 42-hari masa pemeliharaan ikan lele
 Figure 2. Concentration of total suspended solid in the water during 42-day catfish culture period



Gambar 3. Volume flok pada air selama 42-hari masa pemeliharaan ikan lele

Figure 3. Floc volume in the water during 42-day catfish culture period

KESIMPULAN

Tingkat pemberian pakan berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele yang dipelihara menggunakan teknologi bioflok. Semakin rendah tingkat pemberian pakan, maka semakin rendah bobot ikan dan laju pertumbuhan spesifik ikan lele. Kontribusi bioflok terhadap pertumbuhan ikan lele tidak dapat secara keseluruhan menggantikan peran pakan eksternal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada laboran dan teknisi laboratorium di lingkup Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, yang telah membantu selama masa pemeliharaan ikan dan analisis sampel penelitian.

DAFTAR ACUAN

Abidin, Z., Junaidi, M., Paryono, Cokrowati, N., & Yuniarti, S. (2015). Pertumbuhan dan konsumsi pakan ikan lele (*Clarias* sp.) yang diberi pakan berbahan baku lokal. *Depik*, 4(1), 33-39. doi: <https://doi.org/10.13170/depik.1.1.2360>

AOAC. 2020. Official Method of the Associa-

tion of Official Analytical Chemists. 17th ed. AOAC International, Gaithersburg, Md.

Avnimelech, Y. (2007). Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bioflocs technology ponds. *Aquaculture*, 264, 140-147.

Bhatnagar, A., & Devi, P. (2019). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environment Sciences*, 5(2), 1980-2009.

Biswas, A., H. Araki, T. Sakata, T. Nakamori, and K. Takii. 2019. Optimum fish meal replacement by soy protein concentrate from soymilk and phytase supplementation in diet of red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture* 506:51-59. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.03.023

BSN. 1991. Standar Nasional Indonesia SNI 06-2480-1991: Metode pengujian kadar nitrat dalam air dengan alat spektrofotometer secara brusin sulfat. Badan Standardisasi Nasional.

BSN. 2004. Standar Nasional Indonesia SNI 06-

- 6989.3-2004: Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. Badan Standardisasi Nasional.
- BSN. 2005. Standar Nasional Indonesia SNI-06-6989.30-2005: Air dan air limbah – Bagian 30 : Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat. Badan Standardisasi Nasional.
- Boyd, C.E. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station. Alabama: Auburn University.
- Boyd, C.E. (1998). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Alabama: Auburn University.
- Daniel, N. (2018). A review on replacing fish meal in aqua feeds using plant protein sources. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(2), 164-179.
- De Schryver, P., Crab, R., Defoirdt, T., Boon, N., & Verstraete, W. (2008). The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. *Aquaculture*, 277(3), 125-137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2008.02.019>.
- Deng, M., Chen, J Gou, J Hou, J., Li, D., & He, X. (2018). The effect of different carbon sources on water quality, microbial community and structure of biofloc systems. *Aquaculture* 482, 103-110. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.09.030>.
- Ebeling, J.M., Timmons, MB., & Bisogni, J.J. (2006). Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, 257(1-4), 346-358. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.03.019>.
- Ekasari, J., Angela, D., Waluyo, S.H., Bachtiar, T., Surawidjaja, E.H., Bossier P., & De Schryver, P. (2014). The size of biofloc determines the nutritional composition and the nitrogen recovery by aquaculture animals. *Aquaculture*, 426-427, 105-111. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.01.023>.
- Ekasari, J., Suprayudi, M.A, Wiyoto, W., Hazanah, R.F., Lenggara, G.S., Sulistiani, R., Alkahfi, M., & Zairin, M. (2016). Biofloc technology application in African catfish fingerling production: The effects on the reproductive performance of broodstock and the quality of eggs and larvae. *Aquaculture*, 464, 349-356. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.07.013>.
- Fauji, H., Budiardi, T., & Ekasari, J. (2018). Growth performance and robustness of African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in biofloc-based nursery production with different stocking densities. *Aquaculture Research*, 49(3), 1339-1346. doi: <https://doi.org/10.1111/are.13595>.
- Gunadi, B. (2012). Minimalisasi Limbah Nitrogen dalam Budidaya Ikan Lele *Clarias gariepinus* dengan Sistem Akuakultur Berbasis Jenjang Rantai Makanan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Han, S., Zeng, L., Luo, X., Xiong, X., Wen, S., Wang, B., Chen, W., & Huang, Q. (2018). Shifts in *Nitrobacter*- and *Nitrospira*-like nitrite-oxidizing bacterial communities under long-term fertilization practices. *Soil Biology and Biochemistry*, 124, 118-125. doi: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.05.033>.
- Hargreaves, J. (2013). *Biofloc Production Systems for Aquaculture*. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC) Publication No. 4503. Stoneville: United States Department of Aquaculture, National Institute of Food and Agriculture.
- Karapanagiotidis, I. T., M. N. Metsoviti, E. Z. Gkalogianni, P. Psoufakis, A. Asimaki, N. Katsoulas, G. Papapolymerou, and I. Zarkadas. 2022. The effects of replacing fishmeal by *Chlorella vulgaris* and fish oil by *Schizochytrium* sp. and *Microchloropsis gaditana* blend on growth performance, feed efficiency, muscle fatty acid composition and liver histology of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture* 561doi: [10.1016/j.aquaculture.2022.738709](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738709).

- Kim, S.K., Pang, Z., Seo, H.C., Cho, Y.R., Samocha, T., & Jang, I.K. (2014). Effect of bioflocs on growth and immune activity of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* postlarvae. *Aquaculture Research*, 45(2), 362-371. doi: <https://doi.org/10.1111/are.12319>.
- Kumar, V.S., Pandey, P.K., Anand, T., Bhuvaneshwari, G.R., Dhinakaran, A., & Kumar, S. (2018). Biofloc improves water, effluent quality and growth parameters of *Penaeus vannamei* in an intensive culture system. *Journal of Environmental Management*, 215, 206-215. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.015>.
- Liu, H., Li, H., Wei, H., Zhu, X., Han, D., Jin, J., Yang, Y., & Xie, S. (2019). Biofloc formation improves water quality and fish yield in a freshwater pond aquaculture system. *Aquaculture*, 506, 256-269. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.03.031>.
- Ma, B., Yang, L., Wang, Q., Yuan, Z., Wang, Y., & Peng, Y. (2017). Inactivation and adaptation of ammonia-oxidizing bacteria and nitrite-oxidizing bacteria when exposed to free nitrous acid. *Bioresource Technology*, 245 (Part A), 1266-1270. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.074>.
- Mahyuddin, K. (2008). *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mansour, A.T., & Esteban, M.A. (2017). Effects of carbon sources and plant protein levels in a biofloc system on growth performance, and the immune and antioxidant status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish & Shellfish Immunology*, 64, 202-209. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.03.025>.
- Meritha, W.W., Suprayudi, M.A., & Ekasari, J. (2018). Kinerja pertumbuhan dan ketahanan benih ikan patin terhadap stres salinitas dalam sistem bioflok dengan tingkat pakan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17(2), 113-119.
- Nguyen, H.Y.N., Trinh, T.L., Baruah, K., Lundh, T., & Kiessling, A. (2021). Growth and feed utilisation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed different protein levels in a clear-water or biofloc-RAS system. *Aquaculture*, 536. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736404>.
- Santika, L., Diniarti, N., & Astriana, B. H. (2021). Pengaruh Penambahan Ekstrak Kunyit pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pemanfaatan Pakan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(1), 48-57.
- Schveitzer, R., Arantes, R., Costódio, P.F.S., do Espírito Santo, C.M., Arana, L.V., Seiffert, W.Q., & Andreatta, E.R. (2013). Effect of different biofloc levels on microbial activity, water quality and performance of *Litopenaeus vannamei* in a tank system operated with no water exchange. *Aquacultural Engineering*, 56, 59-70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2013.04.006>.
- Sepehri, A., & Sarrafzadeh, M.H. (2019). Activity enhancement of ammonia-oxidizing bacteria and nitrite-oxidizing bacteria in activated sludge process: metabolite reduction and CO₂ mitigation intensification process. *Applied Water Science*, 9(5), 131. doi: <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1017-6>.
- Wilén, B.M., Onuki, M., Hermansson, M., Lumley, D., & Mino, Y. (2008). Microbial community structure in activated sludge floc analysed by fluorescence in situ hybridization and its relation to floc stability. *Water Research*, 42(8-9), 2300-2308. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.12.013>.
- Wu, J., He, C., van Loosdrecht, M.C.M., & Pérez, J. (2016). Selection of ammonium oxidizing bacteria (AOB) over nitrite oxidizing bacteria (NOB) based on conversion rates. *Chemical Engineering Journal*, 304, 953-961. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.07.019>.
- Zeller, D., Cashion, T., Palomares, M., & Pauly, D. (2018). Global marine fisheries discards: A synthesis of reconstructed data. *Fish and Fisheries*, 19(1), 30-39. doi: <https://doi.org/10.1111/faf.12233>.