

DEPURASI TIMBAL (PB) PADA IKAN NILA NIRWANA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) YANG DIBERI PAKAN SUBSTITUSI BUNGKIL KELAPA DAN KELAPA SAWIT

*LEAD DEPURATION (PB) ON NIRVANA TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS)
FEEDED WITH COCONUT CAKE AND PALM KERNEL CAKE SUBSTITUTION*

Farida¹, Kukuh Nirmala², D Djokosetiyanto², Hastiadi Hasan¹

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Pontianak

²Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

Email : farida11zf@gmail.com

Abstrak

Nirwana merupakan ikan konsumsi yang populer di Indonesia dan merupakan spesies budi daya yang penting. Nirwana banyak dibudidayakan di lokasi dengan karakteristik air yang berbeda sehingga dapat menyebabkan terkontaminasi oleh berbagai bahan beracun dan berbahaya termasuk timbal (Pb). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bungkil kelapa dan kelapa sawit untuk depurasi Pb dari ikan nirwana. Perlakuan dalam penelitian ini adalah pakan komersial 100% (Pk), 30% bungkil kelapa + 70% pakan (PBK) dan 30% bungkil kelapa sawit + 70% pakan (PBS). Ikan nila nirwana yang digunakan dengan bobot (100 ± 15 g) diinjeksi dengan 1 mg L^{-1} $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ secara intraperitoneal. Ikan uji dipelihara dalam drum plastik sebanyak sepuluh ekor per perlakuan dan diberi pakan secara at satiation dua kali sehari selama delapan hari. Hasil analisis AAS terhadap daging dan feses membuktikan bahwa sebagian besar Pb dibuang melalui feses. Konsentrasi Pb yang dikeluarkan melalui feses tertinggi adalah perlakuan PBS ($0,46 \text{ mg kg}^{-1}$) pada hari ke dua, hari ke empat, enam dan delapan konsentrasi Pb kurang dari $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$. Kandungan lemak pakan tertinggi pada perlakuan PBK 13,33% dan PBS 4,78% dengan kandungan serat kasar pada PBK 0,38% dan PBS 7,23%. Hasil ini menunjukkan bahwa bungkil kelapa dan kelapa sawit yang disubstitusikan ke dalam pakan dapat digunakan sebagai agen depurasi dan dapat mereduksi Pb dari ikan melalui feses.

Kata kunci: bungkil kelapa, bungkil kelapa sawit, depurasi, pakan, nila nirwana.

Abstract

Nila fish called Nirwana, which is widely consumed in Indonesia, is an important aquaculture species. Nirwana is extensively cultivated in ponds with different water characteristics that can certainly make the fish contaminated by various toxic and hazardous substances, including lead (Pb). This study aims to analyze the potential of coconut cake and palm kernel cake to depurate Pb from nirwana. The treatments in this study consisted of 100% commercial feed (Pk), 30% coconut cake + 70% commercial feed (PBK) and 30% palm kernel cake + 70% commercial feed (PBS). Each nirwana used was 100 ± 15 g in weight and injected with 1 mg L^{-1} of $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ intraperitoneally. Test fish were kept in ten plastic drums per treatment and was fed at satiation twice a day for eight days. The result of AAS analysis on flesh and feces proved that most Pb was excreted through feces. The highest concentration of Pb which was excreted through feces was PBS treatment ($1,46 \text{ mg kg}^{-1}$) on days two, four, six and eight when the Pb concentration was less than $0,001 \text{ mg kg}^{-1}$. The highest fat content in feed was on PBK treatment (13,33%) and PBS (4,78%) with crude fiber content in PBK 0,38% and PBS 7,23%. The results indicated that the coconut cake and palm kernel cake that were added to the feed used could serve as a depuration agent and can reduce Pb from fish through the feces.

Keywords: coconut cake, palm cake, lead depuration, feed, nirwana tilapia.

1. Pendahuluan

Ikan nila nirwana (nila ras wanayasa) merupakan ikan konsumsi yang dihasilkan dari proses pemuliaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*), menggunakan metode seleksi famili yang dilakukan Balai Pengembangan Benih Ikan Air Tawar (BPBIAT) Wanayasa. Sebagai ikan budi daya dengan tujuan konsumsi, ikan ini dibudidayakan di banyak tempat dengan beragam karakteristik lokasi dan sumber air yang dapat menyebabkan kontaminasi nirwana dengan logam berat beracun dan berbahaya seperti timbal (Pb).

Pb di perairan umum biasanya tersedia dalam bentuk garam nitrat dan sulfat. Kadar Pb di sedimen sungai Ciliwung pada stasiun Srengseng 18 mg kg⁻¹, stasiun Condet 41 mg kg⁻¹, stasiun Manggarai 61 mg kg⁻¹ dan kadar Pb di daging ikan sapu-sapu <0,02 mg kg⁻¹ (Ratmini, 2009). Masuknya Pb ke dalam sistem lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung akan berdampak pada kondisi perairan dan organisme yang hidup di dalamnya. Konsentrasi Pb tersebut akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya beban masukan yang mengandung Pb ke dalam perairan sehingga dapat terakumulasi dalam tubuh ikan.

Ikan memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi Pb dari perairan dalam jaringan tubuh, terutama jaringan tubuh yang mengandung banyak lemak seperti jaringan otot dan organ-organ *viscera*. Jerieska & Witeska (2006), menemukan Pb terakumulasi pada organ otot, ginjal dan tertinggi pada hati sehingga hati proporsional digunakan sebagai biomonitor polusi logam berat pada air. Toth *et al.* (2012) menemukan konsentrasi timbal dalam jaringan ikan mas (otot sebanyak 0,09-0,48 mg kg⁻¹, hepatopankreas 0,14-0,35 mg kg⁻¹, ginjal 0,19-0,80 mg kg⁻¹, gonad 0,27-0,66 mg kg⁻¹, kulit 0,24-3,79 mg kg⁻¹, insang 1,40-2,16 mg kg⁻¹, sirip 2,29-3,18 mg kg⁻¹). Menurut Robin (2012), kandungan Pb yang ditemukan pada organ daging ikan patin jambal yang dibudidayakan di lahan kolong bekas galian tambang timah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebanyak 3,57 mg kg⁻¹. Nilai tersebut aman dikonsumsi yang diperbolehkan untuk manusia yaitu 2 mg kg⁻¹ (Ditjen POM 1989).

Proses penyerapan dan akumulasi merupakan mekanisme yang unik dan berbeda-beda untuk setiap spesies ikan serta tingkat konsentrasinya linier dengan waktu. Senyawa Pb yang terakumulasi dapat berdampak lethal, sub lethal dan kronis terhadap ikan budi daya dan dapat mengalami biomagnifikasi saat masuk dalam rantai makanan serta akan berdampak pula pada manusia. Oleh karena itu perlu dilakukan

perlakuan pascapanen ikan yang dibudidayakan tersebut untuk membersihkan atau mengurangi konsentrasi Pb.

Pembersihan atau pengurangan Pb dari ikan dapat dilakukan dengan cara depurasi. Rahmawati *et al.* (2006) menyebutkan depurasi merupakan proses penanganan pascapanen yang bertujuan untuk membersihkan ikan dari bahan berbahaya dan beracun. Metode depurasi yang umum dilakukan adalah dengan pemeliharaan ikan dalam air yang bebas logam berat, sehingga diharapkan senyawa Pb akan luruh dan terlarut ke dalam air. Permasalahannya adalah Pb lebih bersifat lipofilik sehingga sukar terlarut dalam air apabila telah berikatan dalam lemak.

Metode depurasi lainnya yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan memberikan pakan tertentu yang memiliki kemampuan menyerap Pb dari jaringan tubuh ikan. Lemak yang terkandung dalam pakan, diharapkan dapat menyerap logam berat yang terdeposit dalam jaringan tubuh ikan. Metode ini didasarkan pada karakteristik senyawa Pb yang cenderung terikat pada substrat yang mengandung lemak. Savitri & Salami (2011) juga menemukan kecenderungan logam berat terikat dengan lemak dalam jaringan tubuh.

Sumber lemak dalam pakan komersial umumnya berasal dari tepung ikan atau minyak ikan, dalam penelitian ini sumber lemak ditambahkan bungkil kelapa dan kelapa sawit. Pemilihan bungkil kelapa dan kelapa sawit didasarkan pada kandungan lemak yang cukup tinggi. Pemanfaatan lemak kelapa yang berasal dari minyak maupun tepung kelapa telah berkembang. Penelitian yang dilakukan Aderolu & Akinremi (2009) menambahkan bahwa 5–10% minyak kelapa memberikan pertumbuhan yang baik pada ikan nila sedangkan Hertrampf & Piedad-Pascual (2000) merekomendasikan 5–15%. Konsekuensi tingginya lemak berdampak pada rendahnya kandungan protein daging ikan sehingga waktu pemberian pakan harus dibatasi.

Serat merupakan salah satu bagian terbesar dari proksimat bungkil kelapa 25–30%. Kandungan serat yang terlalu tinggi akan sulit dicerna oleh ikan, tetapi menurut Piliang & Djojosoebagio (2006) dalam jumlah tertentu serat juga penting untuk membantu proses pencernaan pakan. Karenanya, penambahan bahan yang mengandung serat kasar tinggi dalam bahan pakan diupayakan tidak lebih dari 30%.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bungkil kelapa dan bungkil kelapa sawit untuk depurasi Pb pada ikan nila nirwana. Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi kepada pembudidaya ikan dan masyarakat, bahwa pemanfaatan produk lokal sebagai bahan pakan

alternatif dapat meningkatkan keamanan pangan melalui mekanisme depurasi.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan selama dua minggu, bertempat di Laboratorium Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila nirwana dengan bobot 100 ± 15 g per ekor sebanyak 90 ekor yang dibagi menjadi tiga perlakuan dan tiga ulangan, larutan $Pb(NO_3)_2$, bungkil kelapa, bungkil sawit, pakan komersial dan larutan anastesia MS222, larutan fiksasi BNF, aquades dan aquabides. Peralatan yang digunakan adalah drum plastik volume 100 L, alatbedah, blower, blender, pellet moulding, termometer, indikator pH, timbangan digital, botol vial. Analisis konsentrasi Pb menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan penelitian adalah kontrol (pakan komersial), 30% bungkil kelapa + 70% pakan komersial, 30% bungkil kelapa sawit + 70% pakan komersial.

Penelitian ini dilakukan dengan empat tahap. Tahap pertama, pakan perlakuan dibuat secara manual dengan mencampurkan 70% bagian pakan komersial dengan 30% bungkil kelapa (Zuraida, 2012) dan mencampurkan 70% pakan komersial dengan 30% bungkil kelapa sawit (Pamungkas, 2011). Pakan komersial berbentuk pellet dihaluskan menjadi tepung, kemudian dicampur dengan tepung bungkil kelapa maupun bungkil kelapa sawit. Campuran dicetak menggunakan pellet moulding dengan ukuran $3 \pm 0,5$ mm, kemudian dijemur hingga kering. Pellet kering selanjutnya diuji proksimat untuk mengetahui kadar lemak dan serat kasar.

Tahap kedua, yaitu persiapan wadah dan media pemeliharaan. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah drum plastik dengan volume 100 L sebanyak sembilan unit. Drum plastik dicuci menggunakan deterjen sampai bersih

lalu dibilas dengan air tawar. Ikan uji yang digunakan adalah ikan nila nirwana ukuran ± 100 gr, yang diperoleh dari Balai Pengembangan Budidaya Air Tawar (BPBIAT) Wanayasa. Kemudian diadaptasikan dalam bak ukuran 2×3 m² selama dua minggu dan diberi pakan uji secara bertahap hingga ikan uji tersebut terbiasa dengan pakan uji. Selanjutnya dilakukan seleksi untuk persiapan injeksi Pb.

Tahap ketiga, injeksi Pb pada ikan uji dilakukan secara intraperitoneal. Pemaparan Pb ke dalam tubuh ikan uji dilakukan dengan cara injeksi sebanyak 1 mgL^{-1} . Ikan uji yang telah dipapar Pb, diadaptasikan kembali selama dua hari. Untuk menentukan apakah ikan uji sudah terpapar Pb, maka dilakukan analisis pada daging ikan uji tersebut menggunakan AAS dan analisis proksimat untuk mengetahui kadar lemak dan serat kasar dari daging ikan.

Tahap keempat, ikan uji yang telah diinjeksi Pb dipelihara selama delapan hari dalam drum plastik (sebanyak 10 ekor untuk masing-masing drum plastik) dan diberikan pakan uji sesuai dengan masing-masing perlakuan. Pakan diberikan dua kali sehari secara *atsiasi*. Sampling setiap perlakuan dan ulangan tersebut dilakukan pada hari ke empat, hari keenam dan hari kedelapan.

Data analisis konsentrasi Pb (dari daging ikan, feses dan air), kadar lemak dan serat kasar di daging ikan, kelangsungan hidup dan perubahan bobot tubuh ikan uji dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan deskriptif.

3. Hasil dan pembahasan

Hasil

Analisis proksimat pakan komersial, bungkil kelapasawit, bungkil kelapa, formulasi pakan komersial dengan bungkil kelapa sawit dan formulasi pakan komersial dengan bungkil kelapa diperoleh hasil tercantum dalam Tabel 1. Tabel ini menerangkan bahwa pakan yang telah disubstitusi dapat meningkatkan kadar lemak pakan yaitu 4,78% campuran PBS dan 13,33% campuran PBK.

Tabel 1. Persentase bobot basah proksimat bahan substitusi pakan dan pakan

Sampel	Air	Abu	Protein	Lemak	Karbohidrat	
					Serat kasar	BETN
Pk	7,47	6,31	18,95	1,88	2,27	63,12
BS	6,64	4,45	13,57	11,26	11,83	52,25
BK	7,71	3,38	12,95	42,61	1,07	32,28
PBS	9,98	5,39	17,49	4,78	7,23	55,13
PBK	11,14	18,80	23,35	13,33	0,83	32,55

Keterangan : Pk (pakan komersial), BS (Bungkil kelapa sawit), BK (Bungkil kelapa), PBS (Pk+BS), PBK (Pk+BK)

Tabel 2. Persentase bobot basah proksimat daging nila nirwana

Hari ke	Perlakuan	Lemak	Serat kasar	Air
0	Sebelum injeksi	1,38	0,14	78,05
2	Setelah injeksi	0,87	0,43	78,67
4	Pk	0,78	0,07	79,05
	PBS	0,75	0,50	79,60
	PBK	0,90	0,00	79,70
6	Pk	0,89	0,00	78,86
	PBS	0,82	0,40	78,99
	PBK	0,95	0,00	78,15
8	Pk	0,84	0,03	79,11
	PBS	0,84	0,21	78,84
	PBK	0,86	0,61	77,45

Keterangan : Pk (pakan komersial), BS (Bungkil kelapa sawit), BK (Bungkil kelapa), PBS (Pk+BS), PBK (Pk+BK)

Tabel 2 menjelaskan bahwa kadar lemak daging nila nirwana sebelum injeksi adalah 1,38% dan setelah injeksi menjadi 0,87%. Akhir penelitian kadar lemak Pk dan PBS menjadi 0,84% sedangkan PBK menjadi 0,86%.

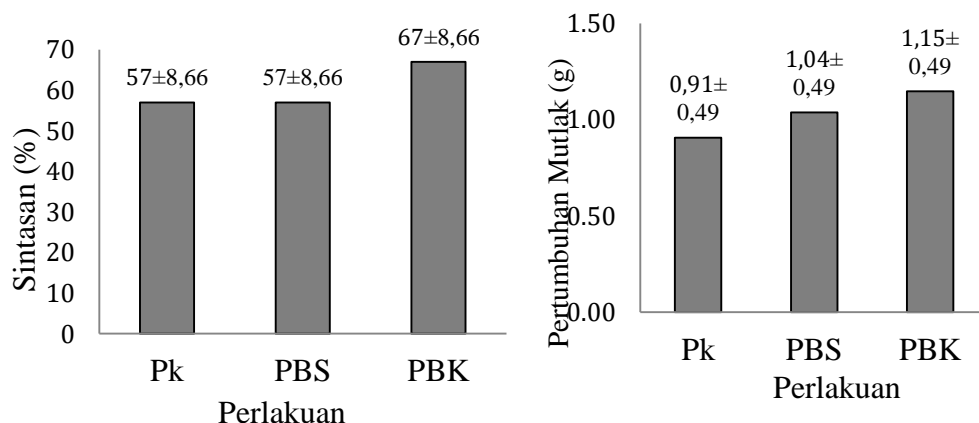
Tabel 3. Konsentrasi Pb daging, feses dan air selama penelitian

Sampel	Harike-	Kontrol	Perlakuan		
			Pk	PBS	PBK
Daging (mg kg ⁻¹)	0;2;4;6;8		<0,001	<0,001	<0,001
Feses (mg kg ⁻¹)	2;4;6;8		0,24	0,46	0,34
Air (mg kg ⁻¹)		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Keterangan : Pk (pakan komersial), BS (Bungkil kelapa sawit), BK(Bungkil kelapa), PBS (Pk+BS), PBK (Pk+BK)

Tabel 3 menjelaskan bahwa konsentrasi Pb di feses pada hari ke 2 tertinggi adalah pada perlakuan PBS 1,46 mg kg⁻¹, selanjutnya PBK 0,34

mg kg⁻¹ dan terendah pada 0,24 mg kg⁻¹ sedangkan konsentrasi Pb pada daging adalah <0,001mg kg⁻¹, konsentrasi Pb di air adalah <0,001 mg kg⁻¹.



Gambar 1. Sintasan dan pertumbuhan ikan uji selama penelitian terhadap pakan komersial (Pk), pakan komersial yang disubstitusibungkil sawit (PBS), pakan komersial yang disubstitusibungkil kelapa (PBK).

Pembahasan

Formulasi pakan dapat meningkatkan kadar lemak pakan, dari 1,88% lemak pakan komersil menjadi 4,78% pada perlakuan PBS dan 13,33% perlakuan PBK (Tabel 1). Penambahan lemak 10% memberikan pertumbuhan yang baik pada ikan cichlid (Dabrowski&Portella, 2006). Hasil ini tidak linier dengan serat kasar, terlihat bahwa terjadi peningkatan serat kasar pada perlakuan PBS, sementara pada perlakuan PBK serat kasar menjadi lebih rendah daripada bahan baku. Serat kasar merupakan bagian yang sulit dicerna, keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan. Piliang & Djojoseobagio (2006) menjelaskan bahwa pakan tanpa serat akan mengakibatkan feses dengan kandungan air rendah lebih lama berada dalam usus. Konsekuensi dari serat terlalu tinggi mengganggu penyerapan zat nutrisi makanan dan koefisien cerna menjadi rendah.

Rendahnya kandungan serat pakan perlakuan PBK dapat terjadi karena perlakuan asam selama preparasi sampel saat uji proksimat. Selain itu, serat kasar BK mudah mengalami degradasi melalui proses enzimatis. Krishna *et al.* (2010) menerangkan bahwa karakteristik produk kelapa lebih mudah larut dan mudah mengalami degradasi enzimatis dibandingkan kelapa sawit. Heradewi (2007) menjelaskan bahwa limbah padat industri kelapa sawit merupakan limbah lignoselulosa yang sulit dikonversi menjadi bahan yang lebih sederhana seperti konversi komponen selulosa menjadi gula sederhana (glukosa). Ikatan lignin pada selulosa yang sangat erat dan rumit memerlukan perlakuan tersendiri sebelum pengolahan.

Proksimat daging ikan sangat ditentukan oleh komposisi proksimat pakan. Kondisi ini berhubungan dengan kebutuhan nutrisi harian yang hampir sepenuhnya diperoleh dari pakan. Kebutuhan nutrisi harian akan digunakan untuk energi pertumbuhan dan apabila terjadi serangan penyakit atau racun maka sebagian besar energi akan digunakan untuk pertahanan tubuh. Lemak bagi ikan merupakan cadangan energi utama setelah protein dan sebagian besar disimpan dalam jaringan otot (Sargent *et al.* 2002) dan jugadisimpan di hati. Pemanfaatan lemak untuk energi pertahanan tubuh tampak nyata (Tabel 2). Cadangan lemak menyusut hampir 40% setelah injeksi Pb, yaitu dari 1,38% menjadi 0,87% pada hari kedua. Menurut Balfry & Higgs (2001), lemak berperan penting dalam respon pertahanan tubuh. Setelah perlakuan pakan, status lemak tidak mengalami kenaikan yang nyata. Kondisi ini terjadi karena sebagian besar lemak pakan digunakan untuk menyerap sebagian besar Pb dari

jaringan. Meskipun demikian diantara semua perlakuan, padaperlakuan PBK, ikan mampu mempertahankan cadangan lemak tubuh lebih baik.

Penyebaran Pb di lingkungan secara alamiah diatur oleh pH, zat-zat pengkelat, keadaan oksidasi komponen mineral dan sistem redoks sehingga Pb dapat berada dalam bentuk fase cair dan padat. Transisi antara fase cair dan padat dapat mengalami pengkelatan dan mengendap atau membentuk koloid, terionisasi pada lingkungan asam dan terbentuk larutan. Daging ikan merupakan lingkungan yang semi padat dan sebagian besar cairan berada dalam bentuk air yang terikat dalam sel sehingga penyebaran Pb dalam daging ikan dapat terjadi melalui proses difusi aktif melalui darah dan terdeposit dalam lemak. Connell dan Miller (2006) berpendapat bahwa gangguan metabolisme lemak dapat menyebabkan kegagalan fungsi hati, termasuk akumulasi lemak patologis dalam hati.

Aktivitas air bebas dalam daging mudah mengalami pencucian, baik difusi melalui membran kulit maupun sirkulasi darah. Kondisi ini memungkinkan terjadinya eliminasi logam Pb dari dalam daging. Senyawa Pb yang diangkut melalui darah akan difiltrasi oleh hati dan ginjal, selanjutnya akan dibuang melalui urin dan atau feses. Hasil analisis AAS terhadap daging dan feses (Tabel 3), membuktikan bahwa sebagian besar Pb dibuang melalui feses. Konsentrasi Pb dalam daging ikan lebih kecil dari 0,001 mgkg⁻¹ dan konsentrasi Pb di air lebih kecil dari 0,001 mgL⁻¹. Konsentrasi Pb yang dikeluarkan melalui feses berbeda antar perlakuan, yang terbesar pada perlakuan PBS 1,46 mgkg⁻¹ pada hari ke-2 setelah injeksi, selanjutnya hari ke-4, ke-6 dan ke-8 konsentrasi Pb lebih rendah dari 0,001 mgkg⁻¹. Keluarnya sebagian besar Pb melalui feses membuktikan bahwa keberadaan lemak yang berasal dari bungkil kelapa dan kelapa sawit mampu memberikan pengaruh yang kuat terhadap sistem pertahanan tubuh untuk mendepurasi Pb melalui feses.

Kemampuan ikan untuk mempertahankan diri terhadap masuknya xenobiotik sangat dipengaruhi oleh vitalitas, yaitu dari asupan pakan. Komponen pakan yang penting diantaranya protein dan lemak dibutuhkan dalam proporsi lebih besar. Lemak dalam jumlah yang cukup dapat bertindak sebagai pengganti protein sehingga sejumlah dapat digunakan untuk pertumbuhan dan pertahanan tubuh. Penelitian Orire dan Sadiku (2011) telah membuktikan bahwa pemanfaatan lemak 10% dari sawit mampu bertindak sebagai *protein sparing effect* pada ikan nila. Tingginya lemak bungkil kelapa dan kelapa sawit dapat

menyediakan pasokan energi bagi nila nirwana untuk menghadapi faktor stress dari logam Pb.

Nila nirwana mampu memanfaatkan lemak pakan ditunjukkan dengan tingginya sintasan (>50%) dengan sintasan yang tertinggi adalah perlakuan PBK (67%±8,66), PBS dan Pk masing-masing 57%±8,66 (Gambar 2). Nila nirwana yang mampu bertahan hidup hingga hari ke-8 juga menunjukkan adanya pertumbuhan bobot yaitu 1,15g±0,49 pada perlakuan PBK, 1,04g±0,49 perlakuan PBS dan 0,91g±0,49 perlakuan Pk (Gambar 2). Hal ini membuktikan bahwa pakan komersil yang disubstitusi BS dan BK dapat digunakan untuk depurasi Pbdan tetap memberikan efek pertumbuhan. Hasil penelitian ini dan beberapa penelitian lain (Aderolu dan Akinremi 2009) membuktikan bahwa bungkil kelapa maupun bungkil kelapa sawit berpotensi menggantikan sebagian atau seluruh peran tepung ikan dalam bahan pakan.

4. Kesimpulan

Bungkil kelapa dan kelapa sawit yang disubstitusikan ke dalam pakan dapat digunakan sebagai agen depurasi dan dapat mereduksi logam Pb melalui feses. Energi yang diperoleh dari lemak pakan mampu menambah bobot ikan. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk melindungi pakan dengan kandungan bungkil kelapa dan kelapa sawit terhadap potensi oksidasi lemak dan meningkatkan kemampuan depurasinya terhadap xenobiotik lainnya.

Daftar Pustaka

- Aderolu AZ, dan Akinremi OA. 2009. Dietary effects of coconut oil and peanut oil in improving biochemical characteristic of *Clarias gariepinus* Juvenile. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 9: 105–110.
- Balfry SK dan Higgs DA. 2001. Influence of dietary lipid composition on the immune system and disease resistance of finfish. In Lim C and Webster CD (ed.). *Nutrition Fish Health*. Food Products Press. pp.213–228.
- Connell WD and Miller JG. 2006. Kimia dan ekotoksikologi pencemaran. Koestoer Y. (Penerjemah). Universitas Indonesia Press. Jakarta. 520p.
- Ditjen POM. 1989. Keputusan Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan tentang batas maksimum cemaran logam berat pada makanan. No.0372/B/SK/VII/89.
- Heradewi. 2007. Isolasi lignin dari lindi hitam proses pemasakan *Organosolv* serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hertrampf JW dan Piedad-Pascual F. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. *Kluwer Academic Publishers*. pp.446–472.
- Jerieska B dan Witeska M. 2006. The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. In Twardowska I (ed.). *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation*, Springer. pp.3–23.
- Krishna GAG, Raj G, Singh AB, Kumar PPK dan Chandrashekar P. 2010. Coconut oil: chemistry, production and its applications. Review. Departemen of Lipid Science and Traditional Food, Central Food Technology Research Institute (CSIR), Mysore. pp.15-27.
- Pamungkas, W.S. 2011. Uji efektifitas penambahan enzim cairan rumen domba terhadap penurunan serat kasar dan nilai pencernaan bungkil kelapa sawit sebagai pakan benih ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*). [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Piliang, W dan Djojoso bagio, S.A. 2006. Fisiologi Nutrisi Volume I. IPB Press.
- Rahmawati S, Salami IRS dan Oktaviatun. 2006. Cooper and Lead Depuration in Nila Fish (*Oreochromis niloticus* L.). Departemen of Environmental Engineering. Institute Teknologi Bandung. pp.1-6.
- Ratmini NA. 2009. Kandungan logam berat timbal (Pb), merkuri (Hg) dan cadmium (cd) pada daging ikan sapu-sapu (*hyposarcus pardalis*) di sungai Ciliwung stasiun Srengseng, Condet dan Manggarai. *Vis Vitalis*. Vol. 02. No.1. Jakarta. pp.1-7.
- Robin. 2012. Analisis bioakumulasi timbale (Pb) pada ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) dan patin jambal (*Pangasius djambal*) yang dibudidayakan di kolong tua pasca tambang timah Bangka Belitung [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Savitri PO dan Salami IRS. 2011. Kajian kandungan logam berat pada ikan air tawar di pasar tradisional dan pasar swalayan Kota Bandung. Program studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. pp.1-12
- Sargent JR, Tocher DR dan Bell JG. 2002. The Lipids. In Halver JE and Hardy RW (ed.). Third Edition. *Fish Nutrition*. Academic Press pp.182-246
- Toth T, Andreji J, Toth J, Slavik M, Arvay J, Stanovic R. 2012. Cadmium, lead and

mercury contents in fishes – Case Study.
*Journal of Microbiology, Biotechnology
and Food Sciences*.pp.837-847.

Zuraida, Dedi S, Nur B.P.U. 2013. Efektifitas
penggunaan enzim cairan rumen domba
terhadap penurunan serat kasar bungkil
kelapa sebagai bahan baku pakan ikan.
Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia.
pp.117-126.