

PENGARUH KADAR L-ASCORBYL-2-PHOSPHATE MAGNESIUM YANG BERBEDA SEBAGAI SUMBER VITAMIN C DALAM PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN PATIN *Pangasius hypophthalmus* UKURAN SEJARI

Effect of L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium as a Vitamin C Source in Different Doses on Growth of Patin *Pangasius Hypophthalmus* Fingerlings

D. Jusadi, B. A. Dewantara dan I. Mokoginta

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680

ABSTRACT

This study was aimed to determine optimum dose of L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium in the diet of patin, *Pangasius hypophthalmus* fingerlings. Five isoprotein and isocaloric diets containing different dose of L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium, i.e. 0, 25, 75 and 100 mg/kg diet were used in this experiment. Fish with an average size of 5.00 ± 0.11 g were maintained at a density of 15 fish per aquarium. Fish were fed three times a day *at satiation*, for 40 days. The results of study shows that vitamin C content in fish body increased as the vitamin C level of the diet increased. Similar pattern to vitamin C content was also found in protein retention, lipid retention, daily growth rate, and feed efficiency ($p < 0.05$). Thus, it can be concluded that the most optimum dose of L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium as vitamin C source for patin fingerlings in this experiment was 100 mg Vit C/kg diet. Higher dose of L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium than 100 mg/kg diet however need to be further verified.

Keywords: vitamin C, patin, *Pangasius hypophthalmus*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kadar optimum L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium dalam pakan ikan patin, *Pangasius hypophthalmus* ukuran sejari. Lima macam pakan isoprotein dan isokalori mempunyai kandungan L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium berbeda, berturut-turut 0, 25, 50, 75 dan 100 mg/kg pakan telah digunakan dalam penelitian ini. Benih berukuran rata-rata $5,00 \pm 0,11$ g dipelihara dalam akuarium dengan kepadatan 15 ekor per akuarium. Ikan diberi pakan tiga kali sehari, secara *at satiation*, selama 40 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar vitamin C tubuh meningkat sejalan dengan kadar vitamin C pakan. Demikian pula retensi protein, retensi lemak laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan mengikuti pola yang sama seperti kandungan vitamin C tubuh ($p < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kadar vitamin C L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium terbaik dalam pakan ikan patin adalah 100 mg/kg pakan, namun perlu diteliti lebih lanjut kadar L-Ascorbyl-2 Phosphate Magnesium yang lebih tinggi dari 100 mg/kg pakan.

Kata kunci: vitamin C, ikan patin, *Pangasius hypophthalmus*.

PENDAHULUAN

Ikan memerlukan suplai makanan dengan kandungan nutrisi yang memenuhi kebutuhan nutrisinya dan seimbang untuk dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Unsur nutrisi yang terkandung dalam pakan harus mencakup protein, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin. Walaupun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit,

vitamin mempunyai peranan sangat besar dalam proses fisiologis ikan. Vitamin harus didapatkan dari pakan, karena tubuh tidak dapat membuatnya sendiri. Vitamin dibutuhkan oleh ikan untuk proses metabolisme dalam tubuh untuk pertumbuhan, kebutuhan basal dan reproduksi. Tingkat kebutuhan vitamin ini antara lain dipengaruhi oleh ukuran ikan, umur ikan, laju pertumbuhan ikan,

temperature air dan komposisi pakan (Furuichi, 1988).

Vitamin C berperan menormalkan fungsi kekebalan, mengurangi stres dan mempercepat penyembuhan luka pada ikan. Defisiensi vitamin C pada ikan dapat menyebabkan pendarahan internal dan eksternal, mengurangi pertumbuhan bobot serta peka terhadap infeksi bakteri. Vitamin C merupakan vitamin yang larut dalam air dan cenderung tidak stabil. Agar vitamin C stabil, dapat digunakan dalam bentuk seperti L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium (L-AP-Mg), L-Ascorbyl-2-Sulphate (L-AS), L-Ascorbyl-2-Polyphosphate (L-APp) dan bentuk lainnya sehingga penggunaannya dapat lebih efisien dalam pakan. Pada penelitian ini, L-AP-Mg dipilih sebagai sumber vitamin C pakan ikan patin ukuran sejari karena senyawa ini cukup stabil selama proses pembuatan, penyimpanan maupun setelah pakan ada di dalam air. Menurut Azwar (1997), L-AP-Mg yang hilang selama proses pembuatan sebesar 4,51%, sedangkan yang hilang ketika berada dalam air setelah 12 menit yaitu sebesar 12,17%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium sebagai sumber vitamin C dalam pakan dengan kadar yang berbeda sehingga diperoleh dosis optimum bagi pertumbuhan

ikan patin *Pangasius hypophthalmus* ukuran sejari.

BAHAN DAN METODE

Pakan

Pakan yang digunakan mempunyai kandungan protein 40% dengan rasio C/P 8 kkal DE/g protein, dengan 75% sumber protein pakan berasal dari tepung ikan. Perlakuan yang diberikan sebanyak 5 buah dengan kandungan vitamin C yang berbeda-beda pada tiap-tiap komposisi pakan. Sumber vitamin C yang digunakan yaitu L-Ascorbyl-2-Phosphate magnesium dengan bahan aktif 46%. Pakan pertama adalah pakan yang tidak diberikan L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium atau pakan kontrol. Pakan ke-2, 3, 4 dan 5 masing-masing merupakan pakan yang ditambahkan L-Ascorbyl-2-Phosphate Magnesium berturut-turut sebanyak 25, 50, 75 dan 100 mg/kg pakan. Komposisi pakan selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Pakan yang diberikan dalam penelitian ini adalah pakan buatan berbentuk pelet kering. Setelah pakan dibuat, pakan tersebut kemudian dianalisa kembali secara proksimat. Konsentrasi vitamin C yang terdapat dalam pakan juga dianalisa. Hasil analisa disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi pakan perlakuan (%)

Bahan pakan	Perlakuan/kadar L-AP-Mg (mg/kg pakan)				
	0	25	50	75	100
Tepung ikan	40,94	40,94	40,94	40,94	40,94
Tepung kedelai	10,47	10,47	10,47	10,47	10,41
Pollard	28,26	28,26	28,26	28,26	28,26
Minyak ikan	4,80	4,82	4,82	4,82	4,82
Minyak jagung	5,51	5,51	5,51	5,51	5,51
Cholin Chloride	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Campuran vitamin (tanpa vit C)	0,3375	0,3375	0,3375	0,3375	0,3375
L-AP-Mg	-	0,0025	0,0050	0,0075	0,0010
Maizena	1,1625	1,1600	1,1575	1,550	1,1525
Mineral	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
CMC	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tabel 2. komposisi proksimat dan kadar vitamin C pakan (% bobot kering)

Komposisi proksimat	Perlakuan/kadar L-AP-Mg (mg/kg pakan)				
	0	25	50	75	100
Protein	40,30	39,80	39,30	39,30	40,53
Lemak	15,40	15,36	15,30	15,57	15,40
Serat kasar	4,10	5,15	5,60	6,00	4,05
Abu	12,24	12,98	12,48	12,33	12,16
BETN*	27,30	26,60	26,60	25,69	27,03
Kadar air	4,64	3,63	3,78	4,23	4,76
Kadar <i>Ascorbic Acid</i> pakan (mg/kg)	8,02	19,22	38,45	55,63	69,71

*BETN = 100% - % (Protein + Lemak + Serat kasar + Abu + Kadar air)

Pemeliharaan ikan dan pengumpulan data

Ikan yang dijadikan sebagai bahan penelitian adalah ikan patin *Pangasius hypophtalmus* dengan bobot rata-rata $5,00 \pm 0,11$ g yang berasal dari Ciluar, Bogor. Sebelum penelitian dimulai, ikan diadaptasikan terlebih dahulu terhadap kondisi lingkungan laboratorium dan pakan perlakuan. Masa adaptasi dilakukan selama 20 hari dan selesai setelah ikan berespon baik terhadap pakan perlakuan. Sebelum penelitian dimulai ikan dipuasakan selama 24 jam, kemudian ditimbang untuk mengetahui bobot awal ikan. Benih ikan tersebut dipelihara dalam 15 wadah penelitian berupa akuarium. Ukuran akuarium adalah $50 \times 30 \times 35$ cm yang diisi air sebanyak 40 liter. Akuarium dilengkapi dengan aerasi dan saringan air. Setiap wadah diisi 15 ekor ikan. Pakan diberikan ke ikan secara *at satiation* (sekenyangnya) dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari. Sebelum pemberian pakan dimulai, feses ikan pada setiap akuarium disiphon terlebih dahulu.

Air yang digunakan berasal dari air sungai. Sebelum dimasukkan ke wadah, air tersebut ditampung dalam bak tandon sebagai stok dan diaerasi terlebih dahulu selama 24 jam. Penyiphonan dilakukan setiap pagi sebelum ikan diberi pakan. Air yang terbuang diisi kembali sehingga volume air tetap 40 liter. Pergantian air sebanyak 40-60% dilakukan setiap minggu sekali. Selama percobaan, suhu air berkisar antara $27-29$ °C, pH 5,86-6,37, oksigen terlarut 6,21-6,91 mg/l dan amoniak 0,01-0,1 mg/l. Kondisi kualitas air selama penelitian tersebut berada dalam

kisaran normal untuk pemeliharaan ikan patin.

Masa pengamatan dimulai sejak ikan ditebar ke dalam wadah-wadah perlakuan. Untuk mengetahui pertumbuhan ikan dilakukan sampling setiap 10 hari sekali. Banyaknya pakan yang diberikan selama penelitian dicatat untuk dijadikan dasar dalam perhitungan tingkat efisiensi pakan. Pemeliharaan dilakukan selama 40 hari. Di akhir penelitian sampel tubuh ikan diambil untuk kemudian dianalisa secara proksimat serta dianalisa kadar vitamin C tubuhnya.

Analisa kimia

Analisa kimia yang dilakukan adalah analisa proksimat yang bertujuan untuk mengevaluasi kualitas pakan atau tubuh ikan secara kimiawi. Analisa tersebut meliputi analisa protein, lemak, abu, serat kasar dan kadar air dari pakan dan ikan.

Analisa protein dilakukan dengan menggunakan metoda Kjeldahl, sedangkan analisa lemak menggunakan Ekstraksi. Analisa kadar air dengan metode pengeringan dalam oven pada suhu 110 °C. Analisa kadar abu dengan pemanasan dalam tanur bersuhu 600 °C, serta analisa serat kasar dengan metoda pelarutan pada asam dan basa kuat. Sedangkan BETN merupakan selisih dari sisa bahan yang sudah dihitung ($BETN = 100\% - \% \text{ protein} - \% \text{ lemak} - \% \text{ air} - \% \text{ abu} - \% \text{ serat kasar}$). Prosedur analisa proksimat mengikuti prosedur analisa Takeuchi (1988). Konsentrasi vitamin C pada tubuh ikan juga diukur. Analisa vitamin C ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer.

Analisa statistik

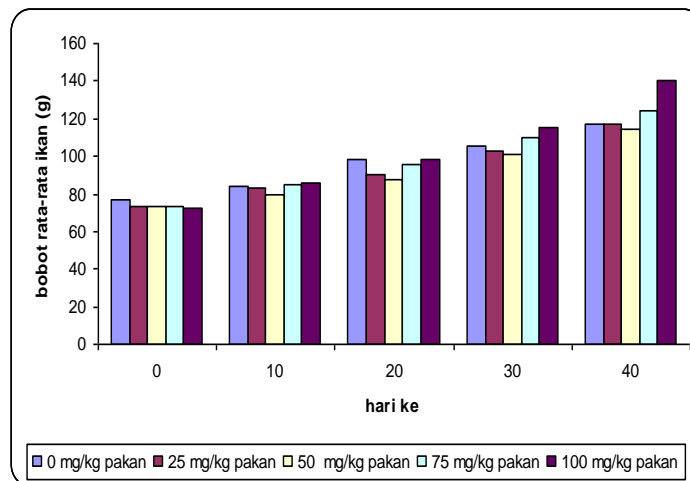
Rancangan percobaan yang dipergunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Pengaruh antar perlakuan dapat diketahui melalui analisis ragam atau uji F (Steel dan Torrie, 1991). Untuk melihat hubungan antar perlakuan digunakan analisis regresi. Adapun parameter yang diuji dengan analisa statistik adalah laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein dan retensi lemak. Sedangkan data hasil analisa kandungan vitamin C pada tubuh ikan dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perubahan bobot biomassa selama percobaan disajikan pada Gambar 1. Berdasarkan gambar 1 tersebut terlihat bahwa bobot biomassa ikan tertinggi diperoleh pada kadar L-AP-Mg 100 mg/kg, sedangkan perlakuan 75, 50, 25 dan 0 mg/kg pakan menghasilkan bobot biomassa yang relatif sama.

Pengaruh pemberian vitamin C dalam pakan terhadap laju pertumbuhan harian, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak, kadar vitamin C dalam tubuh dan kelangsungan hidup setiap perlakuan disajikan dalam Tabel 3.



Gambar 1. Bobot biomassa ikan patin *Pangasius hypophthalmus* selama penelitian

Tabel 3. Rata-rata konsumsi pakan (KP), kadar vitamin C ikan, retensi protein (RP), retensi lemak (RL), laju pertumbuhan harian (LPH), efisiensi pakan (EP) dan kelangsungan hidup setelah dipelihara 40 hari

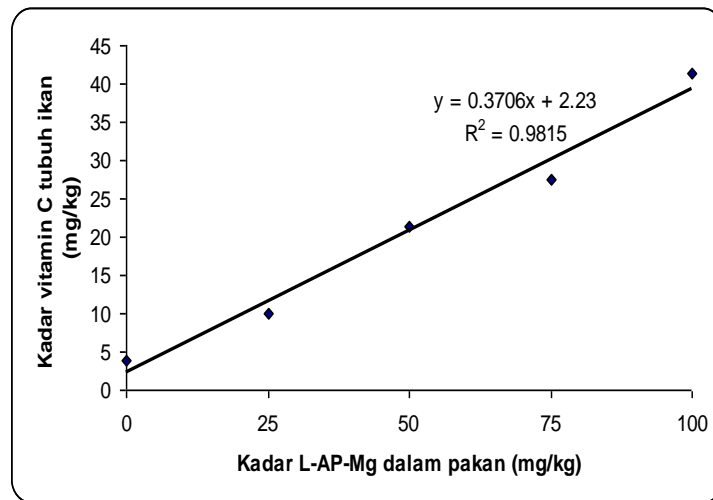
Parameter	Perlakuan/Kadar L-AP-Mg (mg/kg pakan)				
	0	25	50	75	100
KP (%)	33,23 ± 5,66	34,57 ± 4,80	31,20 ± 3,56	31,26 ± 2,13	31,22 ± 4,29
Kadar vitamin C tubuh (mg/kg)	3,76 ± 0,63	9,94 ± 1,30	21,34 ± 1,10	27,41 ± 1,32	41,35 ± 1,06
RP (%)	16,66 ± 1,67	21,27 ± 3,08	23,54 ± 0,98	26,27 ± 1,78	31,93 ± 0,46
RL (%)	13,62 ± 1,39	17,86 ± 1,84	26,36 ± 1,87	28,96 ± 1,03	33,95 ± 1,03
LPH (%)	1,03 ± 0,11	1,26 ± 0,12	1,29 ± 0,20	1,45 ± 0,11	1,85 ± 0,38
EP (%)	32,30 ± 2,15	37,30 ± 1,56	38,40 ± 3,34	42,00 ± 4,04	51,00 ± 1,70
SR (%)	97,60 ± 3,86	95,50 ± 3,86	95,50 ± 3,86	95,50 ± 3,86	95,50 ± 3,86

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa tingkat konsumsi pakan antar perlakuan sama, tetapi karena adanya perbedaan kadar L-AP-Mg dalam pakan ternyata menyebabkan kadar vitamin C tubuh ikan patin berbeda ($p < 0,05$). Hubungan antara kadar L-AP-Mg dalam pakan dengan kadar vitamin C tubuh berbentuk linier (Gambar 2). Semakin tinggi L-AP-Mg dalam pakan maka kadar vitamin C tubuh semakin tinggi.

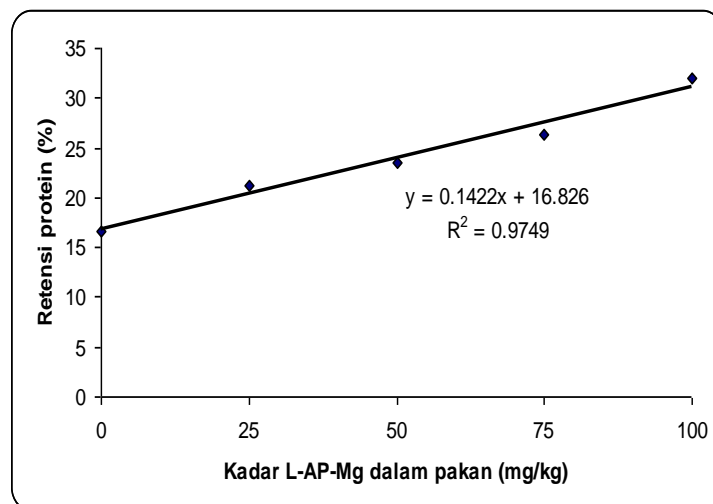
Pada Tabel 3 juga terlihat adanya perbedaan kadar L-AP-Mg dalam pakan

menyebabkan perbedaan retensi protein ($p < 0,05$). Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan retensi protein berbentuk linear (Gambar 3). Semakin tinggi kadar L-AP-Mg dalam pakan maka retensi protein semakin tinggi.

Lebih lanjut Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan kadar L-AP-Mg menyebabkan perbedaan retensi lemak ($p < 0,05$).



Gambar 2. Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan kadar vitamin C tubuh



Gambar 3. Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan retensi protein

Hubungan antara kadar L-AP-Mg dalam pakan dengan retensi lemak berbentuk linier (Gambar 4). Semakin tinggi kadar L-AP-Mg dalam pakan maka retensi lemak semakin tinggi.

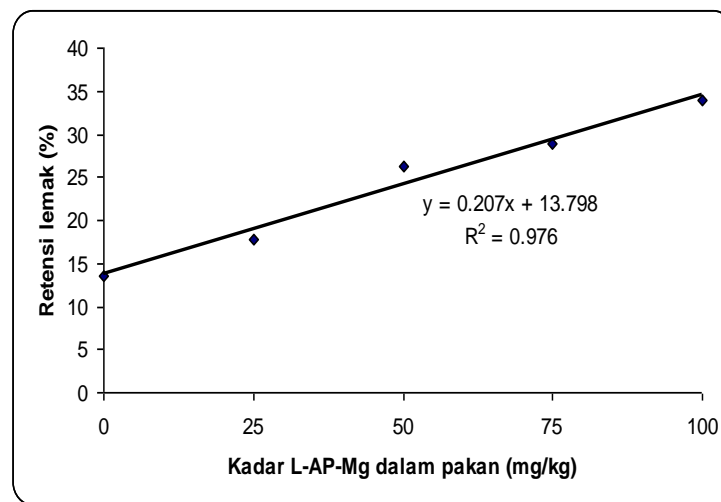
Adanya perbedaan tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan juga menyebabkan perbedaan laju pertumbuhan harian ($P < 0,05$). Hubungan antara kadar L-AP-Mg dalam pakan dengan laju pertumbuhan harian berbentuk linier (Gambar 5). Semakin tinggi kadar L-AP-Mg dalam pakan maka laju pertumbuhan harian semakin tinggi.

Adanya perbedaan tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan juga menyebabkan

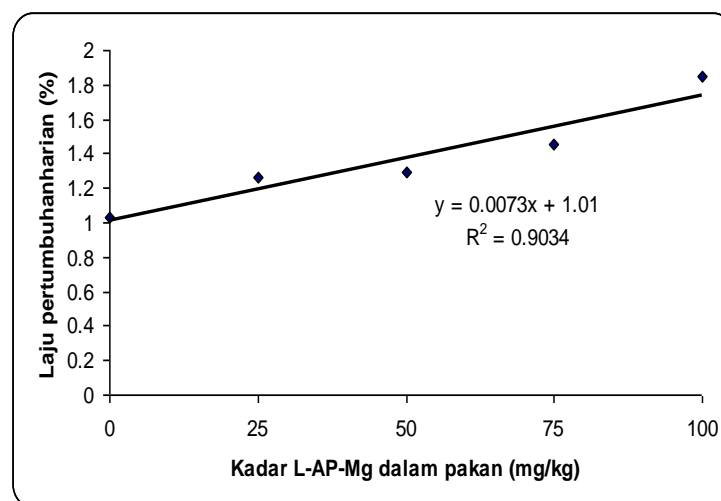
perbedaan efisiensi pakan ($P < 0,05$). Hubungan antara kadar L-AP-Mg dalam pakan dengan efisiensi pakan berbentuk linier (Gambar 6). Semakin tinggi kadar L-AP-Mg dalam pakan maka efisiensi pakan juga semakin tinggi.

Penambahan L-AP-Mg dalam pakan ternyata dapat mempengaruhi komposisi proksimat tubuh ikan di akhir penelitian. Komposisi rata-rata proksimat tubuh ikan patin disajikan pada Tabel 4.

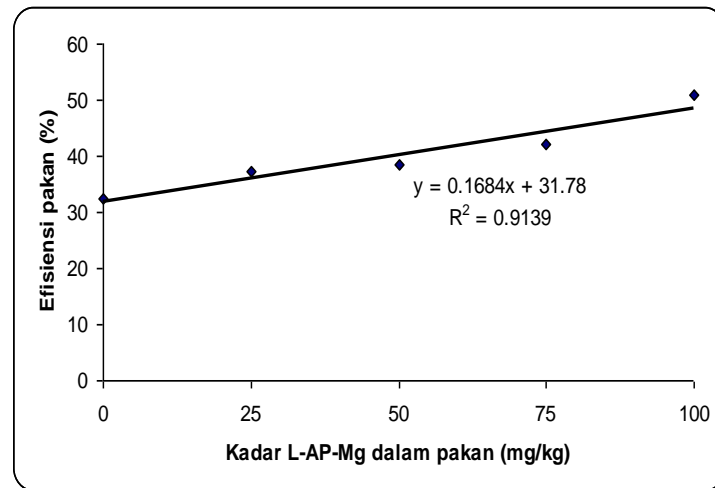
Dari Tabel 4 terlihat bahwa kadar protein turun dengan semakin tingginya kadar L-AP-Mg yang ditambahkan dalam pakan, sedangkan lemak semakin meningkat.



Gambar 4. Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan retensi lemak



Gambar 5. Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan laju pertumbuhan harian



Gambar 6. Hubungan antara tingkat pemberian L-AP-Mg dalam pakan dengan efisiensi pakan

Tabel 4. Komposisi rata-rata proksimat tubuh ikan pada awal dan akhir penelitian (% bobot kering)

Komposisi proksimat	Perlakuan/kadar L-AP-Mg (mg/kg pakan)					
	Awal penelitian	0	25	50	75	100
Protein	70,10	70,20 ± 1,13	69,30 ± 1,84	67,00 ± 1,84	66,20 ± 0,30	66,10 ± 1,60
Lemak	10,61	16,10 ± 1,60	17,40 ± 0,85	20,30 ± 1,00	20,97 ± 0,04	21,01 ± 1,00
Abu	16,50	12,14 ± 1,22	11,72 ± 0,45	11,45 ± 0,07	11,37 ± 1,32	11,10 ± 0,85
Air	82,29	77,89 ± 3,55	75,80 ± 0,28	73,90 ± 1,60	72,50 ± 2,12	72,00 ± 3,25

Pembahasan

Pakan yang diberikan pada penelitian ini merupakan pakan yang memiliki kadar protein, energi serta tingkat konsumsi yang sama. Namun dengan kadar vitamin C yang berbeda-beda antar perlakuan. Perbedaan kadar vitamin C dalam pakan tersebut ternyata berpengaruh terhadap kadar vitamin C dalam tubuh ikan. Kandungan vitamin C tubuh ikan patin setelah penelitian lebih tinggi daripada sebelum penelitian, kadar vitamin C tubuh naik sejalan dengan kenaikan kadar L-AP-Mg dalam pakan.

Kadar vitamin C ikan tertinggi dijumpai pada perlakuan pakan dengan kandungan L-AP-Mg 100 mg/kg pakan, yaitu 41,35 mg/kg sedangkan terendah sebesar 3,75 mg/kg yaitu pada perlakuan tanpa penambahan L-AP-Mg. Rendahnya kadar vitamin C tubuh pada perlakuan pakan tanpa

suplementasi L-AP-Mg disebabkan oleh karena vitamin C dalam tubuh digunakan untuk proses metabolisme, sementara suplai vitamin C dari pakan tidak mencukupi.

Ikan yang kekurangan vitamin C akan menunjukkan gejala defisiensi yang dapat dilihat secara visual pada penampilannya. Selain pertumbuhan menurun, perubahan warna kulit, erosi sirip dan kulit, kerusakan filamen insang juga dapat menyebabkan tingkat kematian yang tinggi (Tacon, 1991). Namun pada penelitian ini gejala-gejala tersebut tidak ditemukan. Hal ini kemungkinan karena waktu penelitian yang relatif singkat yaitu 40 hari, sedangkan untuk menunjukkan gejala defisiensi perlu waktu yang relatif lama. Seperti yang dilaporkan oleh Wilson dan Poe (1973) bahwa periode ketidaknormalan vertebra, scoliosis dan lordosis pada channel catfish dalam

penelitian kebutuhan vitamin C terlihat setelah 3 bulan pemeliharaan.

Perbedaan kadar vitamin C dalam pakan juga menyebabkan retensi lemak antar perlakuan berbeda, dimana semakin tinggi kadar vitamin C pakan menyebabkan retensi lemak semakin meningkat, sehingga kadar lemak ikan juga naik. Hal tersebut terjadi karena adanya fungsi anti oksidan dari vitamin C yang akan melindungi asam lemak tidak jenuh sehingga tidak teroksidasi, sehingga tetap dalam keadaan baik. Selain itu lemak yang terdiri dari asam lemak n-6 dan asam lemak n-3 merupakan komponen membran sel yang dapat mempengaruhi sifat fluiditas membran (Furuichi, 1988), sehingga secara tidak langsung akan mempengaruhi kelancaran metabolisme sel dalam tubuh yang akhirnya berakibat baik pada pertumbuhan.

Peningkatan kadar vitamin C pakan ternyata menyebabkan semakin tingginya retensi protein. Hal tersebut terjadi karena adanya proses metabolisme yang semakin baik dengan semakin meningkatnya retensi lemak, termasuk retensi asam lemak tidak jenuh yang merupakan asam lemak esensial. Selain itu adanya peranan vitamin C yang semakin tinggi dalam proses hidroksilasi dari asam amino prolin dan lysin yang akan menghasilkan hidroksiprolin dan hidroksilysin. Masumoto (1991) menyatakan bahwa hidroksiprolin dan hidroksilysin merupakan komponen utama dalam pembentukan kolagen. Kolagen adalah sejenis protein dalam tubuh, jumlahnya antara 20-35% dari total protein tubuh. Pada proses hidroksilasi, vitamin C berperan mempertahankan status tereduksi atom besi, sehingga aktivitas enzim hidroksilase terpelihara dengan baik (Masumoto, 1991).

Dengan semakin tingginya retensi protein dan retensi lemak, pertumbuhan ikan semakin tinggi, sehingga penggunaan pakan pun menjadi efisien. Hal tersebut terlihat dengan semakin meningkatnya nilai efisiensi pakan sejalan dengan semakin tingginya kadar vitamin C dalam pakan. Dosis tertinggi pada penelitian ini (100 mg/kg pakan) merupakan dosis terbaik yang menghasilkan pertumbuhan tertinggi. Namun dosis tersebut masih lebih rendah jika dibandingkan dengan

hasil penelitian Mustin dan Lovell (1992) pada benih ikan channel catfish berukuran 1,5 g. Pertumbuhan tertinggi dicapai pada saat ditambahkan L-AP-Mg dengan bahan aktif 46% sebanyak 120 mg/kg pakan. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Abdul Muis (1998) tentang pengaruh pemberian L-AP-Mg terhadap pertumbuhan ikan gurame, diperoleh pertumbuhan tertinggi pada pemberian L-AP-Mg sebanyak 250 mg/kg pakan. Jadi ada kemungkinan dosis diatas 100 mg/kg pakan dapat diberikan pada fingerlings ikan patin.

KESIMPULAN

Pertumbuhan ikan patin yang diberi L-AP-Mg dalam pakannya, lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi penambahan L-AP-Mg. Penambahan L-AP-Mg 100 mg/kg pakan menghasilkan pertumbuhan ikan patin tertinggi pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwar, Z. L. 1997. Pengaruh Ascorbyl-Phosphat Magnesium sebagai Sumber Vitamin C terhadap Perkembangan Ovarium dan Penampilan Larva Ikan Nila (*Oreochromis* sp.). Disertasi. Program Pascasarjana. IPB.
- Furuichi, M. 1998. Dietary Requirements. P. 21-78 in Fish Nutrition and Mariculture. T. Watanabe (ed.), Kanazawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency.
- Masumoto, T., H. Hosokawa and S. Shimeno. 1991. Ascorbic Acid Role in Aquaculture Nutrition Workshop. Dean M. Akiyama and Ronie K. H. Tan (Editors). American Soybean Association, Singapore.
- Muis, A. 1998. Pengaruh Perbedaan Kadar L-Ascorbil-2-phosphat Magnesium sebagai Sumber Vitamin C dalam

- Pakan terhadap Pertumbuhan benih ikan Gurame (*Osp[hronemus gouramy*). Skripsi Program Studi Budidaya Perairan. IPB.
- Mustin, W. G. and Lovell, R. T. 1992. Na-L-Ascorbil-2-monophosphate as A Sources of Vitamin C for Channel Catfish. *Aquaculture* 105:95-100.
- Steel, G. D. and Torrie, J. H. R. 1984. Principles and Procedure of Statistik. McGraw-Hill, Inc. Tokyo. 363 pp.
- Tacon, A. G. J. 1991. Vitamin Nutrition in Shrimp and Fish. P.10-41 In Proceeding of The Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Dean M. Kiyama and Ronie K. H. Tan (Editor). American Soybean Association, Singapore.
- Takeuchi, T. 1988. Laboratory Work – Chemical Evaluation of Dietary Nutrien p. 2798-289 In Fish Nutrition and Mariculture. JICA Teks Book.
- Wilson, P. R. and W. E. Poe. 1973. Impaired Collagen Formation in The Scorbutic Channel Catfish. *J. Nutr.* 103 : 1359-1364.