

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

RESPONS FISILOGIS DAN KINERJA PERTUMBUHAN IKAN NILA PADA MEDIA RENDAH AMONIA DAN DIBERI SUPLEMEN ASAM GLUTAMAT

Titin Kurniasih^{1*)#}, Dedi Jusadi²⁾, Muhammad Agus Suprayudi³⁾, Sri Nuryati⁴⁾,
Muhammad Zairin Jr.⁵⁾, dan Eddy Supriyono⁶⁾

¹⁾ Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²⁾ Balai Riset Perikanan Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No. 1, Bogor 16129

(Naskah diterima: 3 Juni 2020; Revisi final: 29 Juli 2020; Disetujui publikasi: 6 Agustus 2020)

ABSTRAK

Ketika dipapar media tinggi amonia, ikan nila mengalami perubahan metabolisme asam amino yang cukup signifikan, dan suplementasi asam glutamat berguna untuk memperbaiki perubahan yang merugikan akibat paparan amonia. Akan tetapi informasi mengenai aspek metabolisme asam amino pada ikan nila yang dipapar amonia rendah masih sangat terbatas. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi asam glutamat pada ikan nila merah yang dipelihara pada media budidaya rendah amonia terhadap respons fisiologis dan kinerja pertumbuhan. Ikan nila dengan bobot rata-rata $9,97 \pm 0,38$ g ditebar sebanyak 20 ekor pada setiap akuarium (padat tebar $1,0 \text{ g L}^{-1}$). Empat jenis pakan isoprotein (kadar protein 28%) dan isoenergi ($4245 \pm 22,48 \text{ kkal kg}^{-1}$) disuplementasi asam glutamat masing-masing sebanyak 0% (Glu 0), 0,75% (Glu 0,75), 1,5% (Glu 1,5) dan 2,25% (Glu 2,25). Setiap perlakuan diberi empat ulangan. Penelitian ini dilakukan selama 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang ditambah glutamat memberi efek pada respon fisiologis ikan. Aktivitas enzim *aspartate aminotransferase* (AST) pada Glu 2,25 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, yang menjadi indikasi penurunan beban kerja hati. Ada kecenderungan peningkatan kadar aspartat, alanin, leusin, isoleusin dan valin pada jaringan hati seiring dengan meningkatnya kadar suplementasi asam glutamat. Di dalam penelitian ini, kinerja pertumbuhan ikan tidak berbeda nyata antar perlakuan. Kesimpulannya adalah bahwa konsumsi pakan yang ditambah asam glutamat 2,25% mampu memperbaiki respons fisiologis ikan akibat menurunnya beban kerja hati yang dicirikan dengan penurunan nilai AST, serta meningkatnya kandungan beberapa asam amino hati, walau belum mampu memperbaiki kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan oleh ikan nila. Informasi ini berguna untuk pengembangan riset terkait aspek metabolisme asam amino pada ikan nila yang terpapar media tinggi amonia.

KATA KUNCI: ikan nila; enzim *aminotransferase*; asam glutamat; ALT; AST

ABSTRACT: *Physiological response and growth performance of Nile tilapia cultured in low environmental ammonia and fed with glutamic acid-supplemented feed. By: Titin Kurniasih, Dedi Jusadi, Muhammad Agus Suprayudi, Sri Nuryati, Muhammad Zairin Jr., and Eddy Supriyono*

When exposed to high ammonia aquatic environment, Nile tilapia experienced a significant change in hepatic amino acid metabolism and glutamic acid supplementation can reduce the effects of the adverse change. However, there are no sufficient information on the amino acid metabolism of tilapia exposed to low environmental ammonia. This research was performed to evaluate the effects of oral supplementation of glutamic acid on the aminotransferase enzymes activity and growth performance of red tilapia reared in low environmental ammonia (LEA) with NH_4 concentration of 0.10 mg L^{-1} . Fish with an average weight of $9.97 \pm 0.38 \text{ g}$ were stocked with an initial rearing density of 1.0 g L^{-1} (20 fish in each aquarium). Four isonitrogenous (crude protein 28%) and isocaloric ($4246 \pm 22.48 \text{ kcal kg}^{-1}$) experimental diets were prepared with supplementation of different ratios of glutamic acid at 0%

Korespondensi: Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan.
Jl. Sempur No. 1, Bogor 16129, Indonesia
Tel. + 62 251 8313200
E-mail: siflounder@gmail.com; dedidj@apps.ipb.ac.id

(Glu0), 0.75% (Glu0.75), 1.5% (Glu1.5) and 2.25% (Glu2.25) to feed, respectively. All treatment groups were arranged quadruplicate. Fish were fed with the diets for 60 days. The results showed that the supplementation of glutamic acid in the diet affected the physiological response of the fish. The aspartate aminotransferase (AST) activity of Glu2.25 was significantly lower compared to that of the other treatments, which indicated a decrease in liver workload. There is a tendency of increased levels of hepatic free aspartate, alanine, leucine, isoleucine, and valine following the increase of glutamic acid supplementation level. The fish growth performance was insignificantly different between the treatments. It is concluded that a diet supplemented with 2.25% of glutamic acid could improve the physiological response of red tilapia, although no significant growth improvement should be expected. These research finding could serve as an important basic information for future research on amino acid and endogenous ammonia metabolism in Nile tilapia exposed to high ammonia aquatic environment.

KEYWORDS: red tilapia; aminotransferase; glutamic acid; low environmental ammonia

PENDAHULUAN

Glutamat merupakan asam amino non esensial yang menjadi penting pada kondisi tertentu (Watford, 2015). Salah satu peran penting asam glutamat yang belum banyak dikaji adalah kemampuannya dalam detoksifikasi ammonia dengan cara mengikat amonia di dalam tubuh ikan untuk berubah menjadi glutamin. Detoksifikasi ini berlangsung dengan bantuan enzim *glutamine synthetase* (GSase) (Hegazi *et al.*, 2010; Saha *et al.*, 2007). Pada kondisi paparan *high environmental ammonia* (HEA), kadar amonia plasma darah pun meningkat bahkan melebihi kadar ammonia lingkungannya. Pemaparan kronis ikan nila pada konsentrasitotal amonia nitrogen (TAN) 5-10 mg L⁻¹, menyebabkan peningkatan kadar TAN plasma sebanyak dua kali lipat dibandingkan konsentrasi TAN pada media lingkungannya (Hegazi & Hasanein, 2010). Akibatnya, tubuh secara aktif akan melakukan mekanisme detoksifikasi ammonia endogenus dengan menggunakan asam glutamat. Oleh karena itu diduga kebutuhan tubuh ikan terhadap asam glutamat akan meningkat ketika terpapar HEA. Hegazi *et al.* (2010) melaporkan adanya defisiensi asam glutamat dan aspartate ketika ikan nila terpapar amonia dengan konsentrasi TAN 5-10 mg L⁻¹.

Glutamat dapat disintesis secara *de novo* dalam tubuh ikan dengan cara transaminasi yang melibatkan enzim *aminotransferase* seperti *alanine aminotransferase* (ALT) dan *aspartate aminotransferase* (AST). AST mengatalisasi transaminase aspartat menjadi glutamat, sedangkan ALT mengatalisasi transaminase alanin menjadi glutamat. Selain ALT dan AST, masih ada enzim *branch chain amino acid* (BCAA) *transferase* yang mengatalisasi transaminasi asam-asam amino rantai bercabang leusin, isoleusin dan valin menjadi glutamate (Cooper & Jeitner, 2016). Ketika kebutuhan tubuh terhadap asam glutamate meningkat dan kadarnya tidak mencukupi, maka tubuh akan menyintesis asam glutamat dari asam-asam amino tersebut.

Besarnya kebutuhan asam glutamat pada ikan nila sangat dipengaruhi oleh besarnya kadar amonia

lingkungannya. Hegazi *et al.* (2010) yang meneliti paparan HEA pada konsentrasi 5 mg L⁻¹ (pH 7,8 ± 0,06) dan 10 mg L⁻¹ TAN (pH 8,08 ± 0,08) untuk *fingerling* ikan nila, melaporkan adanya penurunan aspartat pada 5 mg L⁻¹ TAN, serta adanya penurunan aspartat dan asam glutamat pada 10 mg L⁻¹ TAN. Semakin tinggi paparan konsentrasi amonia pada ikan, diduga defisiensi asam glutamat dan asam-asam amino yang terlibat dalam pembentukan asam glutamat (AAPAG), seperti aspartat, alanin, leusin, isoleusin dan valin, akan semakin besar, sehingga level suplementasi asam glutamat yang diperlukan untuk mencegah transaminasi AAPAG juga semakin besar.

Penelitian suplementasi asam glutamat dalam pakan untuk mencukupi kebutuhannya yang meningkat ketika ikan terpapar HEA baru dilakukan Ngaddi *et al.* (2019) pada ikan lele. Selain itu, penelitian suplementasi asam glutamat dilakukan pada kondisi media air ideal dengan konsentrasi amonia rendah. Penelitian suplementasi asam glutamat pada ikan sejauh ini masih bervariasi hasilnya. Sebagian melaporkan adanya peningkatan (Hughes, 1985; Oehme *et al.*, 2010), adanya penurunan (Figueiredo-Silva *et al.*, 2010; Mambrini & Kaushik, 1994), atau tidak ada efek terhadap performa pertumbuhan (Ngaddi *et al.*, 2019; Kirchner *et al.*, 2003). Penelitian Zhao *et al.* (2015) dilakukan pada kondisi amonia ideal pada konsentrasi NH₄⁺ < 0,05 mg L⁻¹. Zhao *et al.* (2015) melaporkan bahwa suplementasi asam glutamat pada ikan *grass carp* mampu meningkatkan kapasitas antioksidan usus, kemampuan pencernaan dan penyerapan nutrisi, serta meningkatkan pertumbuhan. Caballero-Solares *et al.* (2015) melaporkan bahwa suplementasi dengan glutamat meningkatkan retensi protein pada ikan *Sparus aurata*. Zhao *et al.* (2015) dan Caballero-Solares *et al.* (2015) menunjukkan bahwa dalam kondisi paparan amonia ideal pun, tubuh ikan tetap memerlukan suplementasi asam glutamat untuk kepentingan fisiologi pencernaan dan metabolisme.

Dinamika sintesis asam glutamat dalam tubuh dan kinerja enzim-enzim yang mengatalisasi pembentukan asam glutamat melalui transaminasi AAPAG ketika ikan nila berada dalam paparan amonia air rendah belum

pernah dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan dan respons fisiologis ikan nila yang diberi pakan disuplementasi asam glutamat. Pemeliharaan dilakukan dengan sistem intensif pada air media mengandung amonia berkonsentrasi rendah.

BAHAN DAN METODE

Pakan Uji

Empat jenis pakan percobaan dirancang isonitrogen (kadar protein pakan berkisar 28%) dan isokalori ($4246 \pm 22,48$ kkal kg^{-1}). Masing-masing pakan disuplementasi dengan asam glutamate sebanyak 0% (Glu0); 0,75% (Glu0,75); 1,5% (Glu1,5); dan 2,25% (Glu2,25). Asam glutamat diperoleh dari Sigma Aldrich dengan nama produk *L-glutamic acid 99% FCC* (product number W328502). Analisis proksimat bahan baku pakan dan pakan percobaan dilakukan mengikuti prosedur Cunniff & Association of Official Analytical Chemists (1995). Kandungan asam amino pakan diuji dengan deteksi alat *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) di laboratorium uji Saraswanti Indo Genetech, Bogor Indonesia. Komposisi bahan baku

dan proksimat pakan percobaan masing-masing disajikan pada Tabel 1 dan 2, sedangkan komposisi asam amino disajikan pada Tabel 3.

Pemeliharaan Ikan Uji

Ikan nila merah jantan monoseks diperoleh dari Departemen Budidaya Perairan, FPIK, IPB. Ikan uji terlebih dahulu diaklimatisasi selama empat minggu sebelum menjalani masa penelitian dan diberi pakan komersial. Setelah aklimatisasi, ikan (bobot $9,97 \pm 0,38$ g) ditebar ke dalam 16 buah akuarium berukuran 100 cm x 50 cm x 50 cm yang diisi air volume 200 liter. Masing-masing akuarium diisi 20 ekor ikan sehingga kepadatan awal adalah $1,0$ g L^{-1} . Pakan diberikan secara satiasi tiga kali sehari pada pukul 07.00, 13.00 dan 19.00 WIB. Ikan dipelihara dengan jenis pakan berbeda selama 60 hari. Jumlah konsumsi pakan harian dicatat, sehingga jumlah konsumsi pakan selama pemeliharaan dan nilai konversi pakan bias dihitung. Di akhir penelitian, ikan dipuasakan selama satu hari, lalu dihitung jumlah ikan yang hidup dan seluruh ikan ditimbang bobotnya. Penghitungan dan penimbangan tersebut sebagai data untuk menghitung sintasan dan laju pertumbuhan spesifik ikan.

Tabel 1. Komposisi pakan uji (g 100 g⁻¹ pakan)
 Table 1. The ingredient composition of test feed (g/100 g¹ of feed)

Bahan baku pakan <i>Feed ingredients</i>	Perlakuan suplementasi asam glutamat <i>Glutamic acid supplementation treatment</i>			
	0	0.75	1.5	2.25
Tepung ikan (<i>Fish meal</i>)	5.00	5.00	5.00	5.00
Tepung daging tulang (MBM)	2.00	2.00	2.00	2.00
Tepung limbah ternak (PBM)	5.00	4.25	3.5	2.75
Tepung kedelai (<i>Soybean meal</i>)	33.00	33.00	33.00	33.00
Polar (<i>Pollard</i>)	22.00	22.00	22.00	22.00
Tepung terigu (<i>Wheat flour</i>)	25.60	25.50	25.40	25.25
Sagu	3.05	3.05	3.05	3.05
Metionin (<i>Methionine</i>)	0.50	0.50	0.50	0.50
Minyak ikan (<i>Fish oil</i>)	1.40	1.40	1.40	1.40
Minyak sawit (<i>Palm oil</i>)	-	0.10	0.20	0.35
Minyak jagung (<i>Corn oil</i>)	0.80	0.80	0.80	0.80
Asam glutamat (<i>Glutamic acid</i>)	-	0.75	1.5	2.25
PMC	0.20	0.20	0.20	0.20
<i>Choline chloride</i>	0.05	0.05	0.05	0.05
<i>Di-calcium phosphate</i>	0.30	0.30	0.30	0.30
Premix	0.20	0.20	0.20	0.20
Vitamin C (<i>Stay-C</i>)	0.02	0.02	0.02	0.02
<i>α-tocopherol acetate</i>	0.03	0.03	0.03	0.03
<i>Biomim Phytase 5000</i>	0.05	0.05	0.05	0.05
Garam (<i>Salt</i>)	1.00	1.00	1.00	1.00
Total	100	100	100	100

Keterangan (Note): *Meat bone meal* (MBM), *Poultry by-product meal* (PBM), *polymethylcarbamide* (PMC)

Tabel 2. Komposisi proksimat (% pakan) pakan uji
 Table 2. Proximate composition (% as fed) of test feed

Nutrien Nutrients	Perlakuan suplementasi asam glutamat Glutamic acid supplementation treatment			
	0	0.75	1.5	2.25
Protein kasar (<i>Crude protein</i>)	28.75	28.47	28.23	28.04
Lemak kasar (<i>Crude fat</i>)	6.96	7	6.93	7.02
Serat kasar (<i>Crude fiber</i>)	2.53	2.75	2.96	2.88
Kadar abu (<i>Ash</i>)	5.93	5.91	5.85	5.85
BETN (NFE)	48.83	49.11	48.52	48.88
Kadar air (<i>Moisture</i>)	7.02	6.77	7.52	7.34
Energi (<i>Energy</i>) (kcal GE/kg)	5,358.095	5,347.485	5,294.155	5,299.515

Tabel 3. Profil asam amino pakan uji (g 100 g⁻¹ pakan)
 Table 3. The amino acid profile of test feed (g 100 g⁻¹ as fed diets)

Asam amino Amino acid	Perlakuan suplementasi asam glutamat Glutamic acid supplementation treatment			
	0	0.75	1.5	2.25
Arginin (<i>Arginine</i>)	3.14	3.18	3.33	3.31
Fenilalanin (<i>Phenylalanine</i>)	0.18	0.18	0.17	0.19
Histidin (<i>Histidine</i>)	0.01	0.01	0.01	0.01
Isoleusin (<i>Isoleucine</i>)	0.37	0.35	0.35	0.4
Lisin (<i>Lysine</i>)	3.71	3	3.24	3.54
Leusin (<i>Leucine</i>)	0.37	0.36	0.36	0.4
Treonin (<i>Threonine</i>)	0.03	0.02	0.02	0.02
Valin (<i>Valine</i>)	0.46	0.41	0.43	0.4
Glisin (<i>Glycine</i>)	4.11	3.9	4.08	4.02
Aspartat (<i>Aspartate</i>)	0.06	0.04	0.04	0.03
Alanin (<i>Alanine</i>)	0.56	0.4	0.37	0.41
Tirosin (<i>Tyrosine</i>)	0.12	0.25	0.31	0.3
Prolin (<i>Proline</i>)	0.46	0.42	0.48	0.5
Serin (<i>Serine</i>)	0.18	0.14	0.13	0.14
Asam glutamat (<i>Glutamic acid</i>)	0.3	1.46	2.92	4.73
L-triptofan <i>L-tryptophan</i>	0.23	0.23	0.23	0.23
L-metionin <i>L-methionine</i>	1.98	2.01	2	1.97
L-sistein <i>L-cysteine</i>	0.34	0.33	0.33	0.33

Selama masa pemeliharaan, konsentrasi total amonia nitrogen (TAN) di akuarium diukur dengan metode Phenat (Baird *et al.*, 2017). Nilai pH air media berkisar 6,9-7; dan suhu media mengikuti suhu kamar berkisar antara 27°C-28°C, kandungan oksigen 6,5-7,5 mg L⁻¹, dan nitrit berkisar antara 0,04-0,07 mg L⁻¹. Konsentrasi TAN berada pada kisaran 0,5-0,11 mg L⁻¹ TAN sepanjang masa pemeliharaan. Air pemeliharaan diganti sebanyak 90 persen dari volume totalnya setiap 24 jam, dengan air tandon yang sudah disiapkan.

Evaluasi Kinerja Pertumbuhan dan Pemanfaatan Pakan

Parameter pemanfaatan pakan dikaji melalui jumlah konsumsi pakan (JKP), konversi pakan (*feed conversion ratio*, FCR), retensi protein, rasio efisiensi protein dan retensi lemak. Kinerja pertumbuhan dikaji melalui parameter laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate* SGR) dan sintasan. Analisis proksimat bobot awal dan akhir tubuh ikan uji dilakukan dengan metode Cunniff & Association of Official Analytical Chemists (1995).

Evaluasi Metabolism Asam Amino dan Detoksifikasi Amonia Endogenus

Aktivitas metabolisme asam amino dan detoksifikasi amonia dalam tubuh ikan dievaluasi melalui pengujian kadar amonia plasma, aktivitas GSase otak, kadar glutamin otak, aktivitas enzim ALT dan AST plasma, dan kadar asam amino bebas hati. Pengukuran kadar amonia plasma dimulai dengan preparasi contoh darah mengikuti prosedur Saha & Ratha (1989) dan dianalisis kadar amonia darahnya dengan metode Phenat (Baird *et al.*, 2017). Aktivitas enzim GSase diuji melalui reaksi α -glutamyl transferase sebagaimana dipaparkan oleh Webb & Brown (1976) dan detail pengerjaannya dijabarkan oleh Minet *et al.* (1997) dan Peng *et al.* (2016). Kadar glutamin otak diukur menggunakan kit *Sigma Glutamine Glutamate Determination (catalog number Gln-01)*. Pengukuran aktivitas enzim *aspartate aminotransferase (AST)* dan *alanine aminotransferase (ALT)* dilakukan dengan mengambil contoh darah segar ikan dan disentrifugasi pada 1.300 g selama 10-20 menit (Tuck *et al.*, 2009), dan plasma diuji dengan kit *Human Gesellschaft fur Biochemica and DiagnosticambH Germany*. Pengujian kadar asam amino bebas (AAB) hati dilakukan di laboratorium profesional (Saraswanti Indo Genetech, Bogor Indonesia) dengan deteksi menggunakan *Ultra Performance Liquid Chromatography (UPLC)*.

Analisis Data

Data kinerja pertumbuhan, pemanfaatan pakan, metabolisme asam amino dan konversi amonia dianalisis menggunakan analisis ragam dengan uji Anova pada selang kepercayaan 95% (Gomez & Gomez, 1984). Perbedaan nyata di antara perlakuan diuji lanjut dengan uji Duncan.

Hasil

Pada penelitian ini, ikan dipapar LEA ($< 0,10 \text{ mg L}^{-1}$ TAN). Data menunjukkan bahwa pemberian asam glutamat pada ikan nila yang dipelihara pada LEA dengan kisaran dosis hingga 2,25% berpengaruh sama pada seluruh kinerja pertumbuhan ikan. Adanya perbedaan berat individu akhir, di mana Glu 2,25 lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan tiga perlakuan lainnya, lebih disebabkan karena berat individu awal pada Glu 2,25 lebih tinggi dari Glu-0; Glu-0,75; dan Glu-1,5 (Tabel 4).

Kadar amonia plasma darah, aktivitas GSase otak dan kadar glutamin otak pada Tabel 5 tidak berbeda nyata antara perlakuan. Penambahan glutamat di pakan sampai 2,25% tidak menyebabkan terjadinya perubahan tiga parameter uji tersebut. Nilai ALT di semua perlakuan juga tidak berbeda nyata, tetapi nilai AST di perlakuan Glu-1,5 mulai terjadi penurunan, untuk

kemudian secara signifikan nilai AST di perlakuan Glu-2,25 berbeda nyata dengan perlakuan Glu-0.

Kandungan asam amino bebas yang terlibat dalam pembentukan glutamate (AAPAG) yaitu leusin, isoleusin, valin, aspartate, dan alanin, ditampilkan pada Gambar 1. Kelima jenis asam amino tersebut memiliki kecenderungan yang sama, yakni seiring dengan meningkatnya kadar glutamat di perlakuan, masing-masing asam amino nilainya meningkat.

BAHASAN

Pada kondisi LEA, kadar amonia endogenus ikan pada akhir masa pemeliharaan berkisar antara 25,33-25,87 mg L^{-1} , tidak berbeda antar perlakuan. Nilai amonia darah ini sangat rendah apabila dibandingkan dengan amonia darah lele yang dibudidayakan pada kondisi HEA (Ngaddi *et al.*, 2019). Perbedaan kadar amonia darah pada dua kondisi lingkungan berbeda sesuai dengan temuan Saha *et al.* (2007), Sinha *et al.* (2013), dan Shin *et al.* (2016) bahwa kadar amonia plasma darah dipengaruhi konsentrasi amonia lingkungan, yang semakin meningkat bersamaan dengan meningkatnya konsentrasi amonia lingkungan. Selanjutnya kadar amonia plasma yang tidak berbeda di antara empat perlakuan, menyebabkan aktivitas konversi amonia menjadi glutamin oleh GSase berada pada level yang sama pula. Diketahui bahwa aktivitas GSase akan terpengaruh signifikan oleh kadar paparan amonia lingkungan dan kadar amonia plasma (Hegazi *et al.*, 2010; Saha *et al.*, 2002). Aktivitas GSase yang sama menyebabkan konsentrasi glutamin di otak, sebagai hasil konversi juga berada pada level yang sama. Aktivitas GSase di penelitian ini jauh lebih rendah dari data aktivitas GSase pada otak ikan nila yang dilaporkan oleh Hegazi *et al.* (2010), yang memberikan paparan HEA sebesar 10 mg L^{-1} dan 5 mg L^{-1} dengan aktivitas GSase otak masing-masing sebesar 95 dan 70 $\mu\text{mol min}^{-1} \text{g}^{-1}$ otak.

Terdeteksinya aktivitas GSase pada penelitian ini, menandakan bahwa tubuh selalu berupaya untuk melakukan detoksifikasi amonia, yaitu untuk mengeliminasi amonia yang dihasilkan dari katabolisme asam amino. Glutamat tergolong asam amino non-esensial karena dapat disintesis secara *de novo* dengan cara transaminasi yang melibatkan enzim *aminotransferase* untuk aspartat, alanine, dan asam-asam amino rantai bercabang leusin, isoleusin, dan valin (Cooper & Jeitner, 2016). Suplementasi asam glutamat pada kadar yang berbeda menyebabkan perbedaan kandungan asam amino bebas AAPAG, yakni masing-masing asam amino tersebut kadarnya meningkat seiring dengan peningkatan dosis suplementasi asam glutamat di pakan (Gambar 1).

Tabel 4. Bobot rata-rata individu awal (Bo), bobot rata-rata individu akhir (Bt), konsumsi pakan (KP), retensi lemak (RL), retensi protein (RP), rasio konversi pakan (RKP), rasio efisiensi protein (REP), laju pertumbuhan spesifik (LPS), dan sintasan ikan nila merah yang diberi pakan mengandung asam glutamat kadar berbeda, dipelihara selama 60 hari

Table 4. Initial mean weight (IW), final mean weight (FW), feed consumption (FC), lipid retention (LR), protein retention (PR), feed conversion ratio (FCR), protein efficiency ratio (PER), specific growth rate (SGR), and survival rate (SR) of red tilapia fed with different doses of glutamic acid for 60 days of rearing

Parameter Parameters	Perlakuan suplementasi asam glutamat Glutamic acid supplementation treatment			
	0	0.75	1.5	2.25
Bo (IW) (g)	9.91 ± 0.28 ^a	9.37 ± 0.45 ^a	9.90 ± 0.11 ^a	10.15 ± 0.09 ^b
Bt (FW) (g)	68.44 ± 5.67 ^a	64.08 ± 3.07 ^a	64.33 ± 4.84 ^a	74.76 ± 1.45 ^b
KP (FC) (g/ekor/fish)	90.46 ± 14.69 ^a	81.93 ± 8.34 ^a	81.38 ± 11.79 ^a	97.13 ± 5.11 ^a
RL (LR) (%)	64.01 ± 16.30 ^a	68.40 ± 20.84 ^a	69.94 ± 21.06 ^a	71.58 ± 13.27 ^a
RP (PR) (%)	29.00 ± 2.96 ^a	32.39 ± 2.19 ^a	32.22 ± 1.74 ^a	31.87 ± 2.05 ^a
RKP (FCR)	1.54 ± 0.12 ^a	1.50 ± 0.09 ^a	1.49 ± 0.12 ^a	1.50 ± 0.09 ^a
REP (PER)	2.27 ± 0.17 ^a	2.36 ± 0.13 ^a	2.39 ± 0.19 ^a	2.38 ± 0.15 ^a
LPS ((SGR) (%/hari/days)	3.22 ± 0.12 ^a	3.20 ± 0.18 ^a	3.12 ± 0.13 ^a	3.33 ± 0.03 ^a
Sintasan/Survival rate (SR) (%)	100 ^a	100 ^a	100 ^a	100 ^a

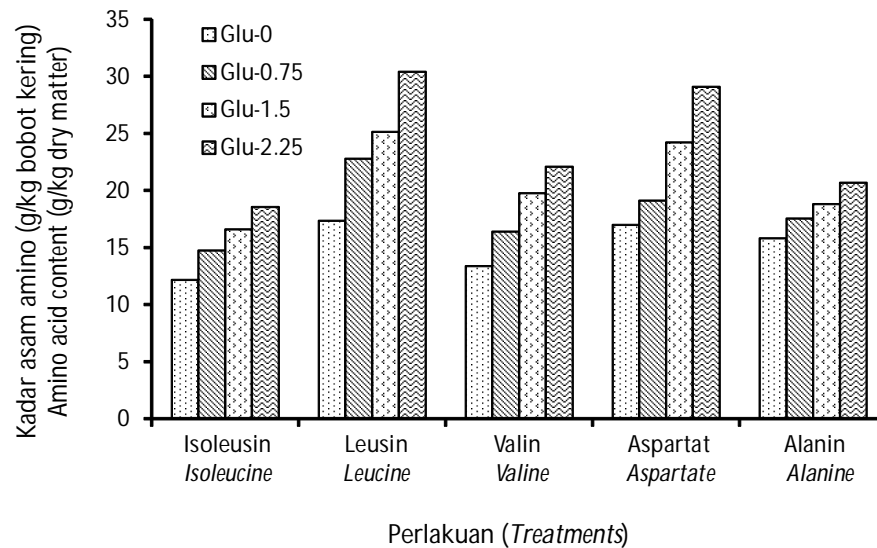
Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) (Different superscript letters in the same row indicate significantly different ($P < 0,05$))

Tabel 5. Kandungan amonia plasma darah (APD), kadar glutamin otak (GO), aktivitas enzim glutamine synthetase (GSase), aktivitas enzim alanine aminotransferase (ALT) dan aspartate aminotransferase (AST) pada ikan nila yang disuplementasi asam glutamat

Table 5. Blood plasma ammonia (BPA) content, brain glutamine (BG) content, glutamine synthetase (GSase), alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) activity of nile tilapia fed four doses of dietary glutamic acid supplementation

Parameter Parameters	Perlakuan suplementasi asam glutamat Glutamic acid supplementation treatment			
	0	0.75	1.5	2.25
APD (BPA) (mg L ⁻¹)	25.33 ± 1.11 ^a	25.87 ± 0.51 ^a	25.33 ± 0.62 ^a	25.69 ± 1.19 ^a
GO (BG) (μmol g ⁻¹)	4.43 ± 0.38 ^a	4.40 ± 0.34 ^a	4.33 ± 0.33 ^a	4.38 ± 0.46 ^a
GSase (μmol min ⁻¹ g ⁻¹)	20.70 ± 2.84 ^a	21.12 ± 1.68 ^a	20.08 ± 2.77 ^a	20.91 ± 2.06 ^a
ALT (μmol min ⁻¹ mL ⁻¹)	30.15 ± 4.96 ^a	27.48 ± 2.16 ^a	24.05 ± 3.50 ^a	24.03 ± 3.36 ^a
AST (μmol min ⁻¹ mL ⁻¹)	39.85 ± 4.64 ^b	38.73 ± 4.83 ^{ab}	34.98 ± 2.04 ^{ab}	31.90 ± 2.91 ^a

Keterangan (Note): Huruf superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) (Different superscript letters in the same row indicate significantly different ($P < 0,05$))



Gambar 1. Kadar asam amino bebas tertentu pada jaringan hati ikan nila merah diberi pakan mengandung asam glutamat berbeda dan dipelihara pada media berkadar amonia rendah.

Figure 1. Contents of specific free amino acids in the liver of red tilapia fed with different levels of glutamic acid and reared in a low environmental ammonia.

Keadaan ini diduga disebabkan karena suplementasi asam glutamat dapat mengurangi penggunaan AAPAG dalam metabolisme pembentukan glutamat di dalam tubuh, sehingga akan mengurangi beban kerja hati yang terindikasi dari penurunan nilai AST.

Kinerja hati dan organ tubuh lain bias diamati dari nilai ALT dan AST. Di dalam penelitian ini, tidak terdapat perbedaan nilai ALT akibat konsumsi glutamat pada dosis yang berbeda, namun seiring dengan meningkatnya suplementasi glutamat di pakan, terutama di perlakuan Glu-2,25; terjadi penurunan nilai AST sebesar 20% dari perlakuan Glu-0. Penurunan nilai AST menjadi indikasi adanya perbaikan fungsi hati dan organ lainnya di dalam tubuh ikan (Li *et al.*, 2018), karena ketersediaan glutamat di tubuh meningkat, sehingga beban hati berkurang untuk melakukan transaminase beberapa asam amino, khususnya kelompok AAPAG. Namun demikian, peningkatan respons fisiologi ikan tersebut belum mampu memperbaiki kinerja pertumbuhan ikan nila merah (Tabel 4).

KESIMPULAN

Dalam keadaan terpapar amonia rendah, pemberian suplemen asam glutamat sebanyak 2,25% dapat memperbaiki respons fisiologis ikan akibat menurunnya beban kerja hati yang dicirikan dengan penurunan nilai AST, serta meningkatnya kandungan

AAPAG. Perbaikan respons fisiologis ini belum mampu memperbaiki kinerja pertumbuhan ikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan Perikanan yang telah memberikan kesempatan beasiswa pendidikan program S3 (doktor) di Insitut Pertanian Bogor.

DAFTAR ACUAN

- Baird, R., Eaton, A.D., Rice, E.W., & Bridgewater, L. (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. American Public Health Association.
- Caballero-Solares, A., Viegas, I., Salgado, M.C., Siles, A.M., Sáez, A., Metón, I., Baanante, I.V., & Fernández, F. (2015). Diets supplemented with glutamate or glutamine improve protein retention and modulate gene expression of key enzymes of hepatic metabolism in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 444, 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.03.025>.

- Cooper, A.J.L. & Jeitner, T.M. (2016). Central role of glutamate metabolism in the maintenance of nitrogen homeostasis in normal and hyperammonemic brain. *Biomolecules*, 6(16), 33.
- Cunniff, P. & Association of Official Analytical Chemists. (1995). *Official methods of analysis of AOAC international*. Association of Official Analytical Chemists.
- Figueiredo-Silva, A.C., Corraze, G., Kaushik, S., Peleteiro, J.B., & Valente, L.M.P. (2010). Modulation of blackspot seabream (*Pagellus bogaraveo*) intermediary metabolic pathways by dispensable amino acids. *Amino Acids*, 39, 1401-1416.
- Gomez, K.A. & Gomez, A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Wiley & Sons.
- Hegazi, M.M., Attia, Z.I., Hegazi, M.A.M., & Hasanein, S.S. (2010). Metabolic consequences of chronic sublethal ammonia exposure at cellular and sub-cellular levels in Nile tilapia brain. *Aquaculture*, 299, 149-156.
- Hegazi, M.M. & Hasanein, S.S. (2010). Effects of chronic exposure to ammonia concentrations on brain monoamines and ATPases of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 151(4), 420-425. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2010.01.006>.
- Hughes, S.G. (1985). Evaluation of glutamic acid and glycine as sources of non-essential amino acids for lake trout (*Salvelinus namaycush*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*). *Comp. Biochem. Physiol.*, 81A(3), 669-671.
- Kirchner, S., Kaushik, S., & Panserat, S. (2003). Low protein intake is associated with reduced hepatic gluconeogenic enzyme expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *The Journal of Nutrition*, 133(8), 2561-2564. <https://doi.org/10.1093/jn/133.8.2561>.
- Li, C., Zhang, M., Li, M., Zhang, Q., Qian, Y., & Wang, R. (2018). Effect of dietary alanyl-glutaminedipeptide against chronic ammonia stress induced hyperammonemia in the juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Comp. Biochem. Physiol., Part C*, 213, 55-61.
- Mambrini, M. & Kaushik, S.J. (1994). Partial replacement of dietary protein nitrogen with dispensable amino acids in diets of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 19A(2), 469-477.
- Minet, R., Villie, F., Marcollet, M., Meynial-Denis, D., & Cynober, L. (1997). Measurement of glutamine synthetase activity in rat muscle by a colorimetric assay. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 268(1-2), 121-132. [https://doi.org/10.1016/s0009-8981\(97\)00173-3](https://doi.org/10.1016/s0009-8981(97)00173-3). <https://doi.org/10.32491/jii.v19i3.500>.
- Ngaddi, A., Jusadi, D., Wasjan, & Supriyono, E. (2019). Evaluasi penggunaan monosodium glutamat terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3), 337-348.
- Oehme, M., Grammes, F., Takle, H., Zambonino-Infante, J.-L., Refstie, S., Thomassen, M.S., Rørvik, K.-A., & Terjesen, B.F. (2010). Dietary supplementation of glutamate and arginine to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) increases growth during the first autumn in sea. *Aquaculture*, 310(1-2), 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.09.043>.
- Peng, I.-C., Bott, A.J., & Zong, W.-X. (2016). Spectrophotometric determination of glutamine synthetase activity in cultured cells. *Bio-Protocol*, 6(19). <https://doi.org/10.21769/BioProtoc.1959>.
- Saha, N., Dutta, S., & Bhattacharjee, A. (2002). Role of amino acid metabolism in an air-breathing catfish, *Clarias batrachus* in response to exposure to a high concentration of exogenous ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 133, 235-250.
- Saha, N. & Ratha, B.K. (1989). Comparative study of ureogenesis in freshwater, air-breathing teleosts. *Journal of Experimental Zoology*, 252(1), 1-8. <https://doi.org/10.1002/jez.1402520102>.
- Saha, N., Datta, S., Kharbuli, Z.Y., Biswas, K., & Bhattacharjee, A. (2007). Air-breathing catfish, *Clarias batrachus* upregulates glutamine synthetase and carbamyl phosphate synthetase III during exposure to high external ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B*, 147, 520-530. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2007.03.007>.
- Shin, K.W., Kim, S.-H., Kim, J.-H., Hwang, S.D., & Kang, J.-C. (2016). Toxic effects of ammonia exposure on growth performance, hematological parameters, and plasma components in rockfish, *Sebastes schlegelii*, during thermal stress. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(44), 8.
- Sinha, A.K., Giblen, T., AbdElgawad, H., De Rop, M., Asard, H., Blust, R., & De Boeck, G. (2013). Regu-

- lation of amino acid metabolism as a defensive strategy in the brain of three freshwater teleosts in response to high environmental ammonia exposure. *Aquatic Toxicology*, 130(131), 86-96. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1016/j.aquatox.2013.01.003>.
- Tuck, M.K., Chan, D.W., Chia, D., Godwin, A.K., Grizzle, W.E., Krueger, K.E., Rom, W., Sanda, M., Sorbara, L., Stass, S., Wang, W., & Brenner, D.E. (2009). Standard operating procedures for serum and plasma collection: Early detection research network consensus statement standard operating procedure integration working group. *Journal of Proteome Research*, 8(1), 113-117. <https://doi.org/10.1021/pr800545q>.
- Watford, M. (2015). Glutamine and glutamate: Non-essential or essential aminoacids?. *Animal Nutrition*, 1, 119-122.
- Webb, J.T. & Brown, G.W. (1976). Some properties and occurrence of glutamine synthetase in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative Biochemistry*, 54(1), 171-175. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(76\)90077-8](https://doi.org/10.1016/0305-0491(76)90077-8).
- Zhao, Y., Hu, Y., Zhou, X.-Q., Zeng, X.-Y., Feng, L., Liu, Y., Jiang, W.-D., Li, S.-H., Li, D.-B., Wu, X.-Q., Wu, C.-M., & Jiang, J. (2015). Effect of dietary glutamate supplementation on growth performance, digestive system activities and antioxidant capacity in intestine of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 7. <https://doi.org/10.1111/anu.12215>.