Hayati, Maret 2003, hlm. 25-29
ISSN 0854-8587

Vol. 10, No. 1

Pengaruh Kromium dalam Pakan terhadap Kadar Glukosa Darah, Kuosien Respiratori, Ekskresi NH_3-N, dan Pertumbuhan Ikan Gurami

Effects of Dietary Chromium on the Blood Glucose Level, Respiratory Quotient, NH_3-N Excretion, and Growth of Giant Gouramy

SUBANDIYONO[1‡*], ING MOKOGINTA[1], TOHA SUTARDI[2]

[1]*Jurusan Budi Daya Perairan, FPIK, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680*
[2]*Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fapet, Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Bogor 16680*

Diterima 25 Juni 2002/Disetujui 10 September 2002

This research was conducted in order to investigate the effects of dietary chromium (Cr^{+3}) on the blood glucose levels, RQ values, NH_3-N excretion, and the growth of giant gouramy (*Osphronemus gouramy*, Lac.). Three isoprotein and isoenergy diets with three level supplementation of $CrCl_3 6H_2O$, namely diet A (0 ppm $CrCl_3$), diet B (10 ppm $CrCl_3$), and diet C (20 ppm $CrCl_3$) were used in this experiment. Results showed that the highest peak of blood glucose level in gouramy with diet B was found 7 hours post prandial at 95.86 $\pm$ 1.80 mg/100 ml of blood, while that with diet A and C at 9 hours post prandial, at 95.89 $\pm$ 0.67 and 102.67 $\pm$ 0.42 mg/100 ml of blood, respectively. The RQ value for gouramy with diets A, B, and C was 0.80 $\pm$ 0.02, 0.99 $\pm$ 0.02, and 0.73 $\pm$ 0.02, respectively. NH_3-N excretion of gouramy with diet A increased till 5 hours post prandial, while that with diets B and C increased until 4 hours post prandial and began to decrease afterwards. The daily growth rate of diets B and C were higher than the diet without chromium supplementation (diet A).

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, desakan internasional sangat kuat untuk menciptakan sistem budi daya ikan yang ramah lingkungan. Salah satunya ialah dengan meminimumkan limbah N-organik. Peningkatan pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi metabolisme dapat menunjang penggunaan protein secara maksimum untuk pertumbuhan somatik. Hal ini berarti bahwa pakan tersebut menjadi lebih efisien dan limbah N-organik menjadi lebih sedikit.

Kromium trivalensi (Cr^{+3}) merupakan unsur kelumit esensial, baik untuk manusia, ruminansia, dan nonruminansia termasuk ikan (Mertz 1993, NRC 1997, Lukaski 1999, Xi *et al.* 2001). Kromium trivalensi diketahui sebagai komponen mineral esensial dari faktor toleransi glukosa (*glucose tolerance factor*, GTF). Kromium trivalensi berperan aktif dalam metabolisme melalui GTF. GTF berkromium dapat memperkuat potensi insulin dalam transfer glukosa ke sel, lipogenesis, glikogenesis, dan transpor serta pengambilan asam amino oleh sel. Kromium diduga mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan karbohidrat dan protein pakan untuk pertumbuhan. Apabila protein dimanfaatkan dengan lebih efisien untuk pertumbuhan maka limbah N-organik dapat diminimumkan.

Efisiensi penggunaan karbohidrat pakan untuk energi berkaitan dengan transpor glukosa darah ke dalam sel, dapat dievaluasi dengan mengukur kadar glukosa darah setelah pemberian pakan (*post prandial*). Pemenuhan pasok kebutuhan energi metabolisme dari protein ataupun nonprotein (karbohidat dan lemak) pakan dapat diduga dari hasil penghitungan nilai kuosien respiratori (*respiratory quotient*, RQ) yang juga dapat mengindikasikan adanya penggantian sejumlah protein oleh karbohidrat. Fenomena penggantian tersebut dapat didukung dengan penurunan nilai total N yang diekskresikan ke lingkungan. Peningkatan efisiensi pemanfaatan protein diharapkan dapat meningkatkan deposisi protein tubuh, berarti terjadi pertumbuhan positif. Hasil penelitian pada ikan menunjukkan bahwa ada pengaruh yang nyata dari kromium pakan terhadap pertumbuhan dan penggunaan karbohidrat oleh nilai hibrida (*Oreochromis niloticus* >< *O. aureus*) (Shiau & Lin 1993).

Tujuan dari penelitian ini mengkaji pengaruh kromium pakan terhadap peningkatan pemanfaatan karbohidrat melalui pengukuran pola glukosa darah, nilai RQ, total ekskresi NH_3-N, dan pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).

BAHAN DAN METODE

Pakan. Tiga macam pakan yang isoprotein dan isoenergi dengan kadar $CrCl_3 6H_2O$ yang berbeda, yaitu 0 (perlakuan A), 10 (perlakuan B), dan 20 ppm $CrCl_3$ (perlakuan C). Komposisi bahan dan proksimat pakan disajikan pada Tabel 1.

‡ Alamat kini: Jurusan Perikanan, FPIK, Universitas Diponegoro, Jalan Hayam Wuruk 4A, Semarang 50239
* Penulis untuk korespondensi, E-mail: subandiyono@hotmail.com

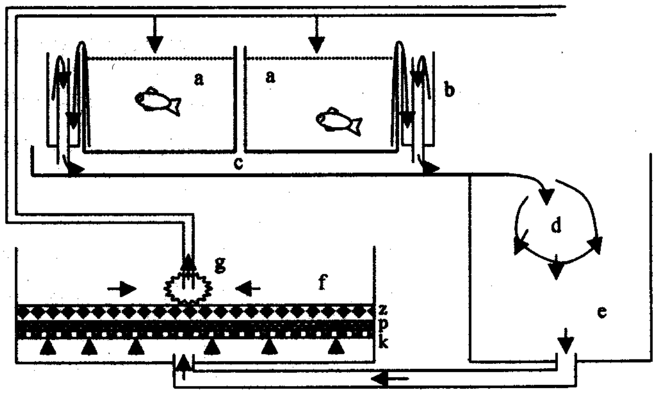
Tabel 1. Komposisi bahan dan proksimat pakan uji (dalam % bobot kering)

Bahan pakan	Kadar $CrCl_3$ (ppm)		
	0 (Perlakuan A)	10 (Perlakuan B)	20 (Perlakuan C)
Tepung ikan	24.000	24.000	24.000
Tepung rebon	16.850	16.850	16.850
Tepung terigu	41.380	41.380	41.380
Minyak ikan	4.680	4.680	4.680
Minyak jagung	3.800	3.800	3.800
Vitamin*	2.000	2.000	2.000
Mineral**	5.870	5.870	5.870
Khamir	0.300	0.300	0.300
$CrCl_3$	0.000	0.001	0.002
Selulosa	0.002	0.001	0.000
Carboxymethil Cellulose	1.120	1.120	1.120
Komposisi proksimat:			
Protein	33.350	33.030	33.130
Lemak	9.010	8.880	9.000
BETN	43.330	43.250	43.620
Serat Kasar	2.930	3.400	2.850
Energi (kkal)***	297.980	295.690	297.940

* Dalam mg/kg pakan: vitamin B_1 60, vitamin B_2 100, vitamin B_6 40, vitamin B_{12} 100, vitamin C 2000, vitamin K_3 50, vitamin A/D_3 400, vitamin E 200, Ca-pantotenat 100, inositol 2000, biotin 300, asam folat 15, niasin 400, kolin klorida 500; ** Dalam g/kg pakan: $MgSO_4{\cdot}7H_20$ 7.5, NaCl 0.5, $NaH_2PO_4{\cdot}2H_2O$ 12.5, KH_2PO_4 16.0, $CaHPO_4{\cdot}2H_2O$ 6.53, Fe sitrat 1.25, $ZnSO_4{\cdot}7H_2O$ 0.1765, $MnSO_4{\cdot}4H_2O$ 0.081, $CuSO_4{\cdot}5H_2O$ 0.0155, KIO_3 0.0015, $CoSO_4$ 0.0003; *** Protein = 3.5 kkal/g, Lemak = 8.1 kkal/g, Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) = 2.5 kkal/g

Pemeliharaan Ikan dan Pengumpulan Peubah Uji. Ikan gurami yang digunakan berasal dari petani ikan di Parung. Sebanyak 60 ekor ikan dengan ukuran yang kira-kira sama digunakan dalam penelitian ini. Ikan diambil secara acak untuk tiga perlakuan (A, B, dan C). Sebanyak 20 ekor untuk masing-masing perlakuan ditimbang sehingga bobot rata-rata ikan untuk perlakuan A ialah 49.76 $\pm$ 6.35 g/ekor, perlakuan B ialah 41.11 $\pm$ 5.66 g/ekor, dan perlakuan C ialah 29.89 $\pm$ 1.36 g/ekor. Ikan pada masing-masing perlakuan dipelihara dalam sebuah akuarium bervolume 100 liter dan setiap akuarium diisi dengan 5 ekor ikan. Ikan dipelihara selama 35 hari. Penelitian ini diulang empat kali. Mereka diberi pakan 2 kali sehari pada pagi dan sore hari secara *at satiation*. Pada penelitian ini digunakan sistem resirkulasi semi-tertutup (Gambar 1). Kotoran ikan di dalam akuarium dan saluran pembuangan disifon pada pagi dan sore hari hingga total volume air yang dikeluarkan setiap hari $\pm$ 50%. Air yang hilang diganti dengan air baru dengan volume yang sama. Kantung filter dicuci setiap pagi dan sore hari. Bak filter dan akuarium dibersihkan 2 kali seminggu bersamaan mengganti air hingga 80% volume. Selama penelitian, suhu air dipertahankan pada 29.5 $\pm$ 1.0°C. Data penunjang lain mengenai kualitas air yang meliputi kandungan oksigen terlarut, pH, alkalinitas, dan NH_3-N diukur sekali setiap minggu pada saat sebelum dan sesudah pergantian air.

Sebelum diberi pakan secara *at satiation* ikan terlebih dahulu dipuasakan selama 24 jam. Pengukuran kadar CO_2, O_2, dan NH_3-N air dilakukan setiap jam selama 5 jam, dimulai setelah ikan berhenti makan (jam ke-0). Selama pengukuran, aerasi dan sirkulasi air dihentikan. Pengukuran juga dilakukan terhadap air tanpa ikan dari akuarium dengan ukuran dan pada rangkaian sistem yang sama. Pengukuran dalam wadah tersebut digunakan sebagai kontrol. Pada akhir penelitian, diukur kadar CO_2 dan O_2 terlarut guna penentuan nilai RQ, sedangkan pengukuran total NH_3-N terlarut dilakukan guna penentuan tingkat ekskresi ikan uji.



Gambar 1. Diagram sistem resirkulasi semi-tertutup yang dipergunakan pada pemeliharan ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). a. akuarium, b. outlet pengatur ketinggian air, c. saluran pembuangan, d. kantung filter, e. bak pembuangan, f. bak filter, g. pompa sub-mersibel, z: zeolit, p: pasir, k: kerikil, ➔: arah aliran air.

Ikan dari semua ulangan pada perlakuan yang sama dipindahkan ke dalam satu wadah. Selanjutnya, ikan-ikan tersebut dibagi secara acak menjadi 6 kelompok dan masing-masing kelompok ikan dimasukkan ke dalam sebuah akuarium. Ikan sisa sebanyak 2 ekor dipelihara dalam sebuah akuarium yang lain. Kemudian, ikan dipuasakan selama 24 jam. Pengambilan darah dilakukan setelah ikan diberi pakan secara *at satiation*. Sampel darah diperlukan guna pengukuran kadar glukosa darah ikan. Ikan dibius dengan benzokain 12.5 ppm. Sampel darah diambil dari vena bagian ekor ikan pada jam ke-5, 7, 9, 12, dan 18 *post prandial* serta jam ke-0 (sebelum pemberian pakan) menggunakan *spuit* bervolume 1 ml yang telah dibasahi dengan larutan antikoagulan natrium sitrat 3.8%. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung eppendorf bervolume 1.5 ml. Selanjutnya guna mendapatkan plasma darah, tabung eppendorf yang berisi sampel darah disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm dengan suhu 4°C selama 5 menit. Dalam kondisi masih terbius, ikan ditimbang secara individu guna penghitungan laju pertumbuhan harian individu (LPH). LPH dihitung menggunakan rumus Huisman (1976): LPH = $\{(W_t/W_o)^{1/t}-1\}\times 100$; dengan W_t adalah bobot ikan pada awal penelitian (g), W_o adalah bobot ikan pada akhir penelitian (g), dan t adalah lama waktu pemeliharaan (hari). Nilai efisiensi pakan dihitung berdasarkan pada hasil bagi antara perolehan bobot ikan (yaitu selisih antara bobot akhir dan bobot awal penebaran) dan bobot total pakan yang dikonsumsi selama penelitian.

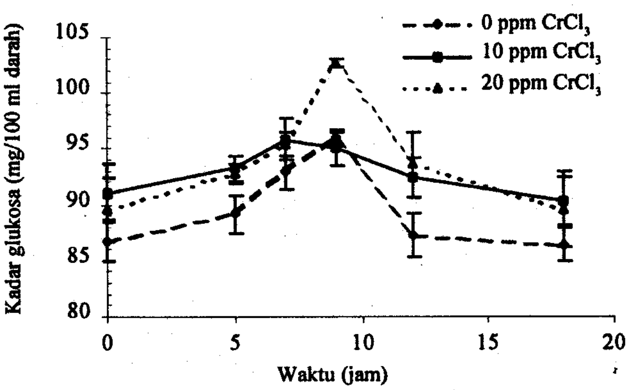
Analisis Kimia. Analisis kimia dilakukan guna penentuan kadar glukosa plasma darah, produksi karbon dioksida, konsumsi oksigen, ekskresi total NH_3-N, dan kandungan nutrien pakan uji. Kadar glukosa darah diukur berdasarkan pada metode Wedemeyer dan Yasutake (1977). Plasma darah (50 µl) dilarutkan dalam campuran O-toluidin – asam asetat glasial (3.5 ml) dan dipanaskan dalam water bath pada suhu 100°C selama 10 menit. Nilai absorbansinya dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 nm. Kadar CO_2 diukur dengan metode alkalimetri menggunakan indikator fenolftalin-Na_2CO_3, sedangkan O_2 diukur dengan metode azide modifikasi dari Winkler (APHA *et al.* 1975). Kandungan total NH_3-N diukur dengan metode phenate (APHA *et al.* 1975) dan dibaca nilai absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 630 nm. Kandungan nutrien pakan, yaitu protein, karbohidrat, dan lemak dianalisis secara proksimat.

Analisis Statistika. Penelitian ini disusun dalam rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan 4 ulangan. Data kadar glukosa plasma (titik awal, puncak, maupun akhir), laju pertumbuhan harian individu, efisiensi pakan, dan konsumsi pakan dianalisis nilai tengahnya (ANOVA) dengan menggunakan program SPSS 10.0. Uji F dilakukan guna mengetahui signifikansi perbedaan diantara perlakuan. Bilamana diperlukan, dilakukan uji lanjut beda nyata terkecil. Selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Nilai RQ, pola ekskresi NH_3-N, dan pola perubahan glukosa darah dianalisis secara deskriptif.

HASIL

Glukosa Darah. Pola perubahan kadar glukosa darah ikan gurami sebelum (jam ke-0) dan setelah pemberian pakan (jam ke-5, 7, 9, 12, dan 18) disajikan pada Gambar 2. Kadar glukosa darah pada jam ke-0 antarperlakuan tidak berbeda nyata ($p>0.05$). Kadar glukosa darah pada titik puncak dari masing-masing perlakuan berbeda nyata, perlakuan C lebih tinggi dari pada perlakuan A dan B. Pada jam ke-18, kadar glukosa darah dari semua perlakuan sudah kembali pada posisi semula. Waktu untuk mencapai titik puncak kadar glukosa darah berbeda satu sama lain. Perlakuan B mencapai titik puncak kadar glukosa darah pada jam ke-7, perlakuan A dan C pada jam ke-9 *post prandial*. Bobot pakan yang dikonsumsi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan. Bobot pakan yang dikonsumsi pada perlakuan A, B, dan C masing-masing 3.84 ± 0.43, 3.98 ± 0.38, dan 3.51 ± 0.26 g.

Kuosien Respiratori. Nilai RQ pada perlakuan pakan berkromium mengalami perubahan. Nilai RQ pada perlakuan A mendekati nilai 0.8, sedangkan pada perlakuan B mendekati nilai 0.1, dan perlakuan C mendekati nilai 0.7 (Tabel 2).



Gambar 2. Pola perubahan kadar glukosa darah ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) selama 18 jam setelah pemberian pakan.

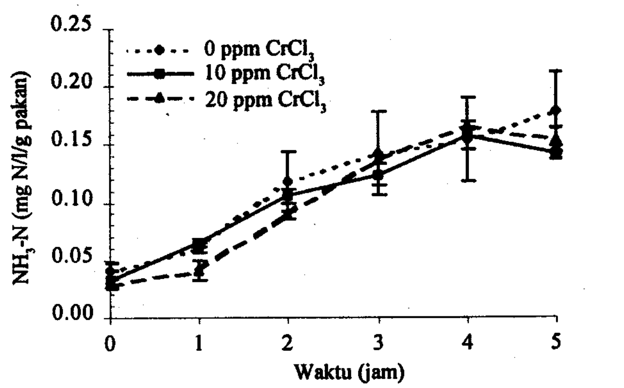
Ekskresi NH_3-N. Kurva ekskresi amonia total untuk setiap gram bobot pakan yang dikonsumsi ikan gurami selama 5 jam disajikan pada Gambar 3. Laju ekskresi NH_3-N hingga jam ke-4 (masih belum mengalami penurunan) untuk perlakuan A, B, dan C masing-masing ialah sebesar 0.033, 0.025, dan 0.030 mg N/l/g pakan/jam.

Laju Pertumbuhan Harian dan Efisiensi Pakan. Nilai laju pertumbuhan harian individu (LPH) dan nilai efisiensi pakan dari ikan gurami setelah dipelihara selama 35 hari disajikan pada Tabel 3. Bobot ikan pada akhir penelitian ialah 89.84 ± 9.72, 90.16 ± 9.63, dan 65.49 ± 2.58 g/ekor masing-masing untuk perlakuan A, B, dan C. Kenaikan bobot ikan pada perlakuan A, B, dan C masing-masing ialah sebesar 40.08 $\pm$ 3.92, 49.05 ± 4.20, dan 35.60 ± 2.41 g/ekor. Perlakuan B dan C memberikan nilai LPH yang lebih baik daripada perlakuan A. Nilai LPH pada perlakuan B dan C tidak berbeda nyata. Nilai efisiensi dan bobot total konsumsi pakan antarperlakuan tidak berbeda nyata ($p>0.05$).

Data Penunjang. Kualitas air pada saat sebelum dan sesudah pergantian air selama pemeliharaan menunjukkan kandungan oksigen terlarut berkisar antara 4.60 sampai 6.33 ppm, pH berkisar antara 6.61 sampai 6.74, alkalinitas berkisar antara 36.04 sampai 48.05 ppm, kesadahan berkisar antara 40.04 sampai 52.05, dan NH_3-N berkisar antara 0.667 sampai 1.228 ppm.

Tabel 2. Rataan produksi CO_2 dan konsumsi O_2 per gram bobot pakan yang dikonsumsi ikan (mg/l/jam/g pakan) serta nilai kuosien respiratori (RQ) untuk setiap jam selama 4 jam pertama setelah pemberian pakan

Perlakuan	Rataan CO_2 (mg/l/jam/g pakan)	Rataan O_2 (mg/l/jam/g pakan)	Rataan RQ
A 0 ppm $CrCl_3$	0.10 ± 0.019	0.13 ± 0.022	0.80 ± 0.016
B 10 ppm $CrCl_3$	0.09 ± 0.005	0.09 ± 0.006	0.99 ± 0.016
C 20 ppm $CrCl_3$	0.07 ± 0.005	0.10 ± 0.007	0.73 ± 0.025



Gambar 3. Kurva ekskresi total amonia (NH_3-N) per gram pakan yang dikonsumsi ikan gurami (*Osphronemus gouramy*).

Tabel 3. Laju pertumbuhan harian individu (LPH), total konsumsi pakan (TKP) dan efisiensi pakan dari ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) yang dipelihara selama 35 hari

Perlakuan	LPH* (%)	TKP (% bobot kering)	Efisiensi pakan (% bobot kering)
A 0 ppm $CrCl_3$	1.73 ± 0.125a	205.60 ± 17.792a	19.45 ± 0.290a
B 10 ppm $CrCl_3$	2.31 ± 0.143b	251.77 ± 23.479a	19.54 ± 0.323a
C 20 ppm $CrCl_3$	2.27 ± 0.133b	195.09 ± 12.023a	18.28 ± 0.728a

* Dihitung menggunakan formula Huisman (1976), huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata ($p>0.05$)

PEMBAHASAN

Kadar glukosa plasma darah pada jam ke-0 (24 jam setelah ikan dipuasakan) segera meningkat hingga mencapai titik puncak setelah ikan mengonsumsi sejumlah pakan dan menurun kembali hingga tingkat semula 18 jam setelah makan (Gambar 2). Pola perubahan seperti itu terjadi pada semua perlakuan. Hal ini dibuktikan dengan data kadar glukosa semua perlakuan pada jam ke-0 dan jam ke-18 yang tidak berbeda nyata ($p>0.05$). Pada perlakuan B, titik puncak kadar glukosa darah dicapai pada jam ke-7 *post prandial,* yaitu sebesar 95.86 $\pm$ 1.80 mg/100 ml darah. Sedangkan pada perlakuan A dan C puncak tersebut dicapai pada jam ke-9 masing-masing dengan nilai sebesar 95.89 $\pm$ 0.67 dan 102.67 $\pm$ 0.42 mg/100 ml darah. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian $CrCl_3$ 10 ppm dalam pakan dapat mempercepat tercapainya waktu puncak kadar glukosa plasma darah bila dibandingkan dengan pakan tanpa pemberian $CrCl_3$, namun kadar glukosa plasma darah pada titik puncak tidak berbeda nyata ($p>0.05$). Hal ini diduga penambahan $CrCl_3$ 10 ppm dalam pakan dapat mempercepat transportasi glukosa dalam darah masuk ke dalam sel. Menurut Mertz (1993), proses ini terkait dengan regulasi insulin yang lebih sempurna atau dengan kata lain, bioaktivitas insulin naik dengan adanya kromium. Hal ini memberi indikasi bahwa glukosa darah dapat segera dimanfaatkan oleh sel sebagai sumber energi metabolisme. Disamping itu, fluktuasi kadar glukosa dalam darah antara jam ke-0 hingga ke-18 pada perlakuan B juga terlihat relatif lebih kecil bila dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya. Kisaran kadar glukosa darah pada perlakuan B ialah sebesar 5.61 mg/100 ml darah, sedangkan pada perlakuan A dan C masing-masing adalah sebesar 9.55 dan 13.09 mg/100 ml darah (Gambar 2). Hal ini mengisyaratkan bahwa kromium dalam pakan pada tingkat tertentu berperan penting dalam meregulasi kestabilan metabolisme glukosa darah.

Kromium dapat meningkatkan kinerja insulin dalam transpor glukosa darah melalui faktor toleransi glukosa (GTF). Kromium dalam GTF membentuk kompleks insulin-reseptor insulin untuk memfasilitasi respons dari jaringan yang sensitif terhadap insulin. Menurut NRC (1997) hewan yang toleransi glukosanya terganggu terlihat defisien akan GTF dan suplementasi kromium dapat meningkatkan toleransi glukosa.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan $CrCl_3$ dalam pakan hingga 20 ppm menyebabkan kadar glukosa darah saat mencapai titik puncak menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya (Gambar 2). Hal ini mungkin disebabkan terjadi peningkatan efisiensi absorbsi karbohidrat pakan. Peningkatan bioaktivitas insulin oleh kromium terjadi hingga tingkat tertentu. Bila peningkatan bioaktivitas insulin tidak mampu mengimbangi peningkatan absorbsi glukosa ke dalam darah maka tingkat glukosa dalam darah akan terus meningkat hingga mencapai titik puncak dan akan segera turun kembali sejalan dengan penurunan absorbsi glukosa. Kadar glukosa darah hingga jam ke-7 pada perlakuan B dan C berada pada tingkat yang sama. Diduga bahwa pada titik tersebut bioaktivitas insulin telah mencapai tingkat maksimum dan peningkatan suplai glukosa ke dalam darah berakibat pada peningkatan kadar glukosa darah. Kadar glukosa darah pada perlakuan C setelah jam ke-7 terus meningkat tajam hingga mencapai titik puncak pada jam ke-9. Kemudian, kadar glukosa darah segera menurun hingga tingkat tertentu. Pada jam ke-12, kadar glukosa darah pada perlakuan C telah mencapai tingkat yang sama dengan B dan keduanya terus menurun hingga mencapai tingkat homeostasi 18 jam setelah pemberian pakan. Hal ini mengindikasikan bahwa keseimbangan antara kapasitas kinerja maksimum dari insulin dengan suplai glukosa ke dalam darah telah terganggu sejak jam ke-7 *post prandial* dan terbentuk kembali jam ke-12 *post prandial.*

Hertz *et al.* (1989) juga melaporkan bahwa penambahan kromium dapat meningkatkan transpor glukosa darah pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). Adanya $CrCl_3$ dalam darah menyebabkan glukosa dapat segera dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme sehingga sejumlah protein tertentu dapat dimanfaatkan lebih efisien untuk pertumbuhan tanpa harus mengubahnya menjadi sumber energi. Hal ini berarti bahwa kromium mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan atau mampu meningkatkan deposisi protein. Kromium juga meningkatkan pasok glukosa darah dari pakan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk metabolisme sel, diduga dikarenakan peningkatan efisiensi absorbsi glukosa ke dalam aliran darah. Hal ini juga memberikan konsekuensi yang sama, yaitu meningkatkan peran protein untuk pertumbuhan. Tabel 3 memperlihatkan nilai laju pertumbuhan harian individu dari pakan B dan C lebih tinggi dibandingkan dengan pakan A.

Berdasarkan pada nilai RQ untuk perlakuan B dan C menunjukkan bahwa kromium juga berperan dalam pemanfaatan nutrien nonprotein sebagai sumber energi dalam metabolisme (Tabel 2). Pemanfaatan sejumlah protein untuk energi metabolisme pada perlakuan A ditekan dan diganti dengan sumber energi nonprotein lainnya pada pakan berkromium. Nilai RQ sangat erat berkaitan dengan katabolisme nutrien. Nilai RQ sebesar 1.0 mengindikasikan terjadi katabolisme karbohidrat. Bila nilai RQ mendekati 1.0 maka proses katabolisme didominasi oleh protein, sedangkan nilai RQ sebesar 0.7 menggambarkan terjadi metabolisme lemak (Huisman 1987). Nilai RQ pada perlakuan A sebesar 0.80 menunjukkan bahwa sebagian besar energi untuk metabolisme pada ikan gurami cenderung berasal dari perombakan protein dan lemak. Penambahan kromium ke dalam pakan ternyata mampu mengurangi pemanfaatan protein sebagai energi metabolisme. Hal ini terlihat dari nilai RQ pada perlakaun B maupun C, yaitu masing-masing sebesar 0.99 dan 0.73 yang menunjukkan bahwa karbohidrat dan lemak lebih banyak digunakan sebagai sumber energi metabolisme. Ikan gurami yang diberi pakan dengan kadar kromium 10 ppm mampu memanfaatkan lebih banyak karbohidrat sebagai sumber energi. Bila kadar kromium ditingkatkan hingga 20 ppm maka sebagian besar kebutuhan energi dipenuhi dari hasil metabolisme lemak. Dengan demikian, keberadaan kromium dalam pakan mampu menggeser peran protein sebagai sumber energi dan digantikan oleh karbohidrat-lemak (nonprotein). Fenomena seperti ini mampu mendorong atau meningkatkan deposisi protein untuk pertumbuhan (Tabel 3).

Kromium berperan dalam deposisi protein atau biosintesis protein karena keterkaitannya dengan peran insulin dalam meregulasi pengambilan asam amino oleh jaringan. Xi *et al.* (2001) melaporkan bahwa suplementasi Cr-organik dalam bentuk kromium pikolinat (CrPic) dapat meningkatkan persentase jaringan rendah lemak dalam karkas babi. Selanjutnya dijelaskan bahwa peningkatan retensi protein pada hewan yang diberi pakan mengandung CrPic disebabkan oleh pengambilan asam amino oleh sel-sel otot untuk sintesis protein, penurunan kadar kortisol (hormon utama yang bertanggung jawab untuk katabolisme nutrien), dan peningkatan kandungan *insulin-like growth factor*-I (IGF-I) yang menghasilkan peningkatan pada retensi protein. IGF-I merupakan suatu faktor pertumbuhan anabolik yang sangat efektif.

Fenomena pergeseran dominasi pemanfaatan protein menjadi nonprotein pakan sebagai sumber energi metabolisme sel ditunjukkan pula pada pola ekskresi NH_3-N oleh ikan. NH_3-N hasil metabolisme sebagian besar diekskresikan bersama dengan urin dan sebagian kecil melalui insang. Gambar 3 memperlihatkan fluktuasi kadar NH_3-N dalam media air. Kadar NH_3-N meningkat terus hingga tingkat tertentu. Kadar NH_3-N dari perlakuan A cenderung meningkat terus hingga jam ke-5, tetapi pada perlakuan B dan C puncaknya terjadi pada jam ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa kromium mampu menekan ekskresi NH_3-N dengan lebih cepat. Fenomena tersebut mengisyaratkan ada penurunan sejumlah protein pakan yang dikatabolisme. Nilai RQ dari perlakuan B dan C juga mengindikasikan dominasi pemanfaatan nutrien nonprotein sebagai sumber energi metabolisme. Sebaliknya, katabolisme protein pakan pada perlakuan A diduga terus terjadi hingga jam ke-5. Fenomena tersebut mendukung postulat terjadi deposisi protein yang lebih tinggi pada perlakuan B dan C sebagaimana ditunjukkan pada nilai LPH (Tabel 3). Dengan demikian, suplementasi $CrCl_3$ ke dalam pakan ikan gurami mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi metabolisme sel dan efisiensi penggunaan protein untuk pertumbuhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pascasarjana-IPB yang telah memberi bantuan dana. Terima kasih juga disampaikan kepada Kardiyo Praptokardiyo dan Sri Hastuti yang telah banyak membantu hingga penelitian selesai dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

[APHA] American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 1975. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Ed ke-14. Washington: APHA.

Hertz Y, Mader Z, Hepher B, Gertler A. 1989. Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): the Effects of cobalt and chromium. *Aquaculture* 76:255-267.

Huisman EA. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L., and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture* 9:259-273.

Huisman EA. 1987. *Principles of Fish Production*. Wageningen: Wageningen Agricultural University.

Lukaski HC. 1999. Chromium as supplement. *Annu Rev Nutr* 19:279-302.

Mertz W. 1993. Chromium in human nutrition: A Review. *J Nutr* 123:626-633.

[NRC] National Research Council. 1997. *The Role of Chromium in Animal Nutrition*. Washington: National Acad Pr.

Shiau SY, Lin SF. 1993. Effects of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrate in tilapia (*Oreochromis niloticus x O. aureus*). *Aquaculture* 110:321-330.

Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1977. *Clinical Methods for the Assessment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health*. Technical Paper of the U.S. Fish and Wildlife Service. Vol. ke-89. Washington: U.S. Depart. of the Interior Fish and Wildlife Service.

Xi G, Xu Z, Wu S, Chen S. 2001. Effect of chromium picolinate on growth performance, carcass characteristics, serum metabolites and metabolism of lipid in pigs. *Asian-Australian Journal of Animal Sciences* 14:155-296.