

**Resistensi Terhadap Stres dan Respons Imunitas
Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*, Lac.)
Yang Diberi Pakan Mengandung Kromium-Ragi**

(Stress Resistance and Immunity Response of
Giant Gouramy (*Osphronemus gouramy*, Lac.) Fed on Diet Containing Chromium-yeast)

Sri Hastuti, Ing Mokoginta, Darnas Dana, Toha Sutardi

RESISTENSI TERHADAP STRES DAN RESPONS IMUNITAS IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy*, Lac.) YANG DIBERI PAKAN MENGANDUNG KROMIUM-RAGI

(Stress Resistance and Immunity Response of
Giant Gouramy (*Osphronemus gouramy*, Lac.) Fed on Diet Containing Chromium-yeast)

Sri Hastuti¹, Ing Mokoginta², Darnas Dana², Toha Sutardi³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar kromium optimum yang dapat meningkatkan resistensi terhadap stres dan mengkaji peran kromium dalam meningkatkan respons imunitas ikan gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac.). Empat macam ransum isoprotein dan isokalori dengan kandungan kromium Cr⁺³-ragi sebesar 0.0 ppm (pakan A), 1.5 ppm (pakan B), 3.0 ppm (pakan C) dan 4.5 ppm (pakan D) diberikan pada ikan contoh dengan bobot 25±2.18 g selama 40 hari. Pada akhir pemeliharaan, ikan diberi perlakuan stres suhu dingin ? -9°C selama 5 menit untuk mengetahui resistensinya terhadap stres. Contoh darah diambil pada jam ke 0, 0.6, 2, 3, 4, 5, 7, 9, dan 18 pasca stres. Kadar glukosa darah meningkat dan mencapai nilai puncak 100.00, 58.31, 58.86 and 88.43 mg/dl masing-masing untuk perlakuan A, B, C dan D. Kadar kortisol plasma darah pada perlakuan A, B, C dan D masing-masing adalah 53.22, 20.65, 31.67, 40.57 µg/dl. Ikan sisa sebanyak 20 ekor, diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophyla* 0.1 ml dengan kepadatan 10⁶ cfu/ml, dipelihara selama 14 hari untuk mengetahui respons imunitasnya. Perubahan total leukocyte dan total immunoglobuline pada perlakuan B masing-masing mencapai 272% dan 10.11 µg/dl, sedangkan nilai hematocrite pada sebelum dan sesudah infeksi adalah 51.87 dan 44.77% dengan jumlah erytrosite mencapai 399 500 dan 239 500 sel/mm³. Perlakuan B disarankan dapat digunakan untuk menghasilkan ikan yang paling resisten terhadap stres dan yang dapat meningkatkan respons imunitasnya.

Kata kunci: Kromium, glukosa darah, stres, imunitas, ikan gurami.

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the optimum level of trivalent chromium-yeast on stress resistance and immunity response of giant gourami (*Osphronemus gouramy*, Lac.). Four isoprotein and iso-energy diets containing different level of chromium, namely diet A (0.0 ppm Cr⁺³), diet B (1.5 ppm Cr⁺³), diet C (3.0 ppm Cr⁺³) and diet D (4.5 ppm Cr⁺³) were fed to the fish with the body weight of 25±2.18 g for 40 days. At the end of the experiment, the fish was subjected to temperature stress ? -9°C for 5 minute in order to evaluate the stress resistance. Blood sampling were done at 0, 0.6, 3, 4, 5, 7, 9, 18 hours after the temperature stress. Blood glucose level after temperature stress increased and reached the highest value at 100.00, 58.31, 58.86 and 88.43 mg/dl for treatment A, B, C and D, respectively. Plasma cortisol level of treatment A, B, C and D was 53.22, 20.65, 31.67, 40.57 µg/dl, respectively. Twenty fish were injected with *Aeromonas hydrophyla* 0.1 ml 10⁶ cfu, than reared for 14 days to observe its immunity response. The total change of leukocyte and the total immunoglobuline of treatment B were 272% and 10.11 µg/dl, respectively. The hematocrite values of treatment B before and after infection were 51.87 and 44.77%, while for the erytrosite counts was 399 500 and 239 500 sel/mm³. It was suggested that the fish fed on diet B was more stress-resistance and able to improve its immunity.

Key words: Chromium, blood glucose, stress, immunity, giant gourami

PENDAHULUAN

Ikan gurami berpotensi tumbuh dengan cepat. Kemampuan tumbuh ikan tersebut telah

dibuktikan beberapa peneliti, diantaranya Cahyoko (1995), Mokoginta *et al* (1996 dan 1999), Mubin (1994), Jusadi *et al* (2000) dan Suprayudi *et al* (2000). Namun permasalahan yang dihadapi dalam budidaya ikan gurami adalah angka kelangsungan hidup yang rendah (Mokoginta, 1995), yaitu hanya mencapai 50% (Arlia, 1994). Rendahnya nilai kelangsungan hidup ikan ini disebabkan oleh karena ikan ini mudah mengalami stres.

¹ Mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Perairan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (PS -AIR, SPs-IPB), Bogor.

² Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor (FPIK, IPB), Bogor.

³ Departemen Ilmu Nitrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor (Fapet, IPB), Bogor.

Stres menggambarkan kondisi terganggunya *homeostasi* hingga berada diluar batas normal serta proses-proses pemulihan untuk diperbaiki. Selye adalah orang pertama yang mengemukakan konsep stres pada tahun 1956, yaitu suatu adaptasi perubahan fisiologis yang dihasilkan dari berbagai stresor lingkungan (Adam, 1990). Dalam kondisi stres terjadi realokasi energi metabolik aktivitas *investasi* (seperti pertumbuhan dan reproduksi) menjadi aktivitas untuk memperbaiki *homeostasi*, seperti *respirasi*, pergerakan, regulasi hidromineral dan perbaikan jaringan (Wendelaar, 1997). Kebutuhan energi untuk memperbaiki *homeostasi* selama stres dipenuhi oleh proses *glukogenolisis* dan *glukoneogenesis* yang menghasilkan glukosa. Pasok glukosa ke dalam sel target sangat bergantung pada kinerja insulin. Stres berpengaruh pada jalur metabolik yang menekan sistem imunitas ikan (Anderson, 1996), sehingga ikan yang mudah stres rentan terhadap penyakit.

Kromium yang diketahui sebagai *trace elemen esensial* berpotensi sebagai *imunomodulator* dalam respons imunitas spesifik (Sohn *et al*, 2000). Peran kromium secara fisiologis nampak melalui komponen GTF (faktor toleransi glukosa) dalam mengaktivasi kerja insulin (Mertz, 1993). Kromium mampu menekan kadar hormon *kortisol* selama stres (Burton, 1995). *Kortisol* diketahui sebagai hormon yang menekan sistem kekebalan tubuh (Anderson, 1990). Oleh karena itu penambahan kromium (Cr^{+3} -ragi) diharapkan dapat meningkatkan resistensi terhadap stres dan respons imunitas ikan gurami.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar kromium optimum yang dapat meningkatkan resistensi terhadap stres dan mengkaji peran kromium dalam meningkatkan respons imunitas ikan gurami.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, mulai bulan Februari-Agustus 2003.

Pakan

Pakan uji disusun dari bahan utama tepung ikan dan tepung bungkil kedelai sebagai

sumber protein (Suprayudi *et al.*, 2000), tepung terigu sebagai sumber karbohidrat, minyak ikan dan minyak jagung sebagai sumber lemak ditambah vitamin dan mineral *mix* sesuai kebutuhan ikan gurami (Mokoginta *et al*, 1996), serta CMC dan *selulose*.

Empat macam ransum isoprotein dan isokalori (Tabel 1) dengan kandungan kromium Cr^{+3} -ragi sebesar 0.0 ppm (pakan A), 1.5 ppm (pakan B), 3.0 ppm (pakan C) dan 4.5 ppm (pakan D) digunakan sebagai perlakuan. Kromium dalam pakan uji ini berasal dari kromium-ragi.

Pemeliharaan Ikan

Ikan gurami yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 200 ekor, dengan bobot rata-rata 25 ± 2.18 gram/ekor. Setiap perlakuan (A, B, C dan D) menggunakan 50 ekor ikan yang diambil secara acak. Ikan tersebut dipelihara dalam akuarium berdimensi 50x40x35 cm, dengan padat penebaran 10 ekor/akuarium. Selama 40 hari ikan uji diberi pakan perlakuan 2 kali sehari pada pagi dan sore hari sampai ikan kenyang (*at satiation*). Feses ikan disipon setiap hari. Penggantian air dilakukan setiap hari sebanyak $\pm 50\%$ dari total volume. Untuk menjaga stabilitas suhu air digunakan termostat. Aerasi digunakan untuk menjamin ketersediaan oksigen terlarut dalam air pemeliharaan. Selama pemeliharaan, suhu, oksigen terlarut, CO_2 -bebas, pH, amonia, dan alkalinitas air masing-masing adalah 29-30°C, 6.02-6.25 ppm, 3.93-3.96 ppm, 6.88-7.25, 0.149-0.529 ppm, dan 16.50-21.36 ppm.

Pengumpulan Peubah Uji

Pada akhir pemeliharaan ikan dipuasakan selama 48 jam dan diberi perlakuan stres suhu dingin ?-9°C. Ikan dipindahkan ke wadah dengan suhu 20-21°C selama 5 menit. Setelah itu ikan dikembalikan ke akuarium berisi air dengan suhu 29-30°C. Selanjutnya darah diambil dari *vena caudalis* ikan pada jam ke 0, 0.6 (40 menit), 2, 3, 4, 5, 7, 9, dan 18 pascastres. Setiap titik contoh digunakan 5 ekor ikan sebagai ulangan. Total ikan yang digunakan 180 ekor untuk semua perlakuan. Pengambilan contoh darah sebanyak 1 ml dilakukan dengan menggunakan *sprit* bervolume 2.5 ml yang telah dibasahi *natrium sitrat* 3.8% sebagai anti koagulan. Contoh darah dimasukkan dalam tabung *eppen-*

dorf dan disentrifusi dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan plasmanya. Sebelum pengambilan contoh darah, ikan dibius dengan MS222 12.5 ppm. Pengukuran kadar glukosa darah mengikuti metode Wedemeyer dan Yasutake (1977). Hormon kortisol diukur pada 40 menit pascastres dengan teknik radioimmunoassay.

Tabel 1. Komposisi Bahan dan Proksimat Pakan Uji*

Bahan Pakan (%)	Kadar Kromium (ppm Cr ⁺³) / Perlakuan			
	0.0 / A	1.5 / B	3.0 / C	4.5 / D
Tepung ikan	21.03	21.03	21.03	21.03
Tepung kedelai	35.54	35.54	35.54	35.54
Tepung terigu	23.93	23.93	23.93	23.93
Minyak ikan	2.12	2.12	2.12	2.12
Minyak jagung	1.26	1.26	1.26	1.26
Vitamin	2.00	2.00	2.00	2.00
Mineral	5.87	5.87	5.87	5.87
Ragi	0.50	0.33	0.17	0.00
Kromium-Ragi (900.0 ppm Cr ⁺³)	0.00	0.17	0.33	0.50
Selulosa	5.90	5.90	5.90	5.90
Carboxymethyl Cellulose	1.85	1.85	1.85	1.85
Komposisi proksimat (% bobot kering):				
Protein	32.55	32.53	32.79	32.48
BETN	39.30	40.50	40.73	41.85
Lemak	6.33	6.26	6.22	6.17
Serat Kasar	9.16	8.32	7.77	7.11
Energi (kkal)	263.43	265.79	266.95	268.32

*Dimodifikasi dari Mokoginta et al (1996) dan Suprayudi et al (2000).

Ikan sisa sebanyak 20 ekor (5 ekor untuk tiap perlakuan) diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* 0.1 ml dengan kepadatan 10⁶ CFU/ml dengan cara injeksi *intramuscular*. Ikan dipelihara selama 14 hari dan diambil darahnya untuk pengukuran total leukosit, total imunoglobulin, eritrosit dan hematokrit. Guna mengetahui respons imunitas ikan, pengukuran peubah diatas dilakukan pada saat sebelum dan setelah infeksi bakteri. Total leukosit, total imunoglobulin dan hematokrit diukur dengan mengikuti metode Anderson dan Siwicki (1993). Pengukuran eritrosit mengikuti metode Wedemeyer dan Yasutake (1977).

Analisis Data

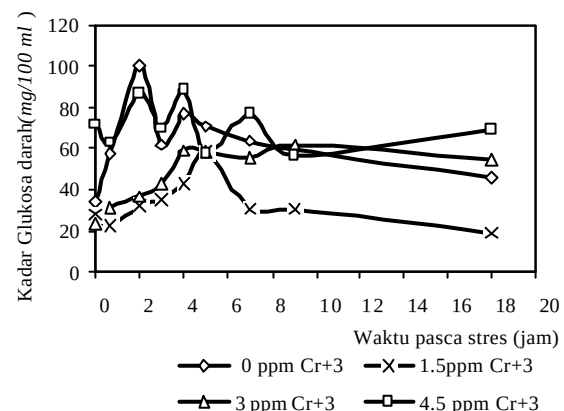
Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap. Untuk mengetahui nyata tidaknya per-

bedaan antara perlakuan, kortisol, total leukosit, hematokrit, eritrosit dan total imunoglobulin dianalisis keragamannya dengan menggunakan program SPSS 10.0. Selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%. Pola perubahan glukosa darah pascastres dianalisis secara diskriptif.

HASIL

Glukosa Darah Pascastres Suhu

Pengaruh kromium-ragi dalam pakan ikan gurami terhadap performa glukosa darah pascastres disajikan dalam Gambar 1. Kadar glukosa darah ikan gurami terlihat mengalami peningkatan setelah diberi stres. Nilai puncak glukosa darah pascastres rata-rata mencapai 100 dan 88.43 mg/dl masing-masing untuk perlakuan A (0.0 ppm Cr⁺³) dan D (4.5 ppm Cr⁺³). Puncak glukosa darah pascastres perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³) dan C (3.0 ppm Cr⁺³) memperlihatkan nilai yang lebih rendah, yaitu 58.31 dan 58.86 mg/dl.



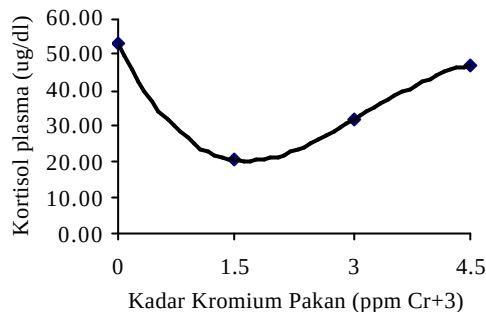
Gambar 1. Pola Glukosa Darah Pascastres Ikan Gurami Setelah Mengonsumsi Pakan Berkromium Selama 40 Hari

Penambahan kromium-ragi dalam pakan ikan gurami sebesar 1.5 ppm Cr⁺³ terlihat dapat menekan kadar glukosa darah pascastres pada tingkat yang paling rendah. Apabila pemberian kromium-ragi dalam pakan ditingkatkan menjadi 3.0 hingga 4.5 ppm, fungsi kromium dalam menekan kadar glukosa darah terlihat menurun.

Kortisol

Kadar kortisol plasma darah ikan gurami pascastres disajikan pada Gambar 2. Suplementasi kromium-ragi ke dalam pakan dapat

menurunkan konsentrasi *kortisol* plasma selama stres. Nilai *kortisol* terendah pada keadaan stres diperoleh pada perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³), yaitu 20.65 ug/dl.

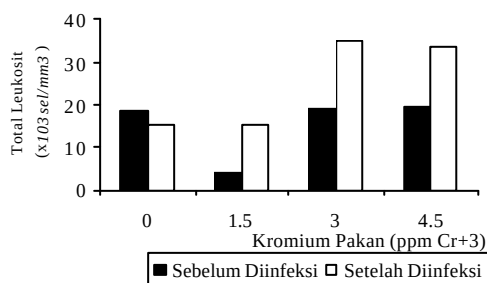


Gambar 2. Kadar Kortisol Plasma Darah Ikan Gurami Pascastres Pada Akhir Penelitian.

Total Leukosit

Total *leukosit* dalam darah mengalami perubahan setelah ikan diinfeksi (Gambar 3). Total *leukosit* ikan gurami yang mengkonsumsi pakan yang mengandung kromium-ragi mengalami peningkatan setelah terinfeksi bakteri. Sebaliknya total *leukosit* ikan yang tidak diberi kromium (perlakuan A) mengalami penurunan. Total sel *leukosit* tertinggi diperoleh dari ikan yang mengkonsumsi pakan perlakuan C (3.0 ppm Cr⁺³), yang nilainya sama dengan perlakuan D (4.5 ppm Cr⁺³) ($p > 0.05$). Setelah diinfeksi, nilai tersebut meningkat masing-masing sebesar 85 dan 73%.

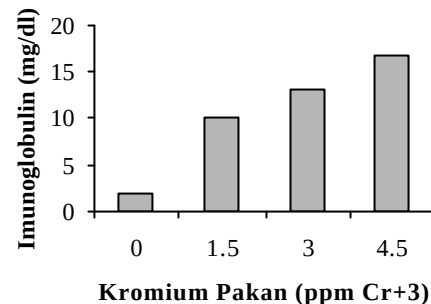
Perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³) menghasilkan total *leukosit* terendah, yaitu 4 090 sel/mm³ pada saat sebelum diinfeksi bakteri. Nilainya naik 272% setelah diinfeksi *Aeromonas* sp.



Gambar 3. Total Leukosit Ikan Gurami (*Ophronemus gouramy* Lac.) Sebelum dan Setelah Diinfeksi Bakteri *Aeromonas* sp.

Total Immunoglobulin

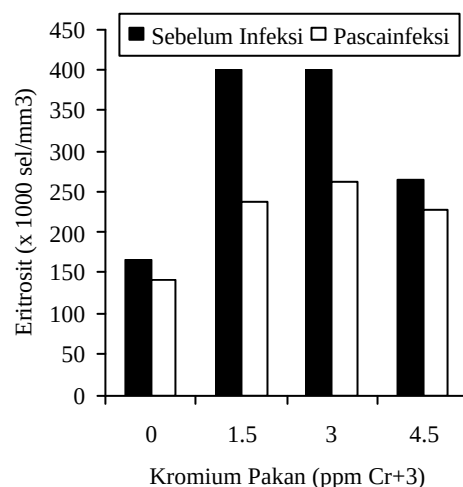
Total *immunoglobulin* ikan gurami pasca-infeksi bakteri disajikan dalam Gambar 4. Suplementasi Cr⁺³-ragi dalam pakan berpengaruh terhadap peningkatan nilai total *immunoglobulin*. Total *immunoglobulin* pada perlakuan kontrol (0 ppm Cr⁺³) senilai 2.022 ug/dl dan meningkat menjadi 10.012, 13.103, 16.551 ug/dl masing-masing untuk perlakuan B, C dan D.



Gambar 4. Immunoglobulin Ikan Gurami Setelah Mengonsumsi Pakan Berkromium pada 14 Hari Pascainfeksi Bakteri

Eritrosit

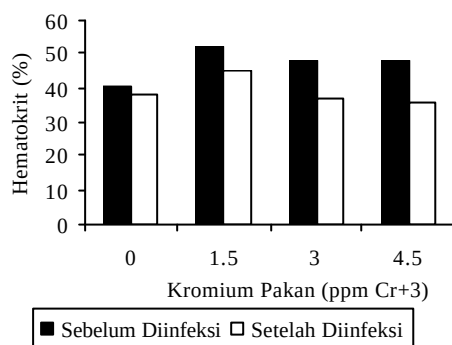
Kromium-ragi dapat meningkatkan jumlah sel *eritrosit* (Gambar 5). Nilai *eritrosit* yang sama tinggi dengan nilai penurunan pasca-infeksi yang sama besar diperoleh pada perlakuan B dan C. Peningkatan kadar Cr⁺³-ragi pada perlakuan D memperlihatkan respons penurunan sel *eritrosit*. Jumlah sel *eritrosit* yang lebih rendah ditemukan pada perlakuan D ($p < 0.05$).



Gambar 5. Eritrosit Ikan Gurami Sebelum dan Setelah 14 Hari Diinfeksi Bakteri pada Akhir Penelitian

Hematokrit

Hematokrit menggambarkan prosentase eritrosit dalam darah ikan gurami. Nilainya mengalami penurunan setelah diinfeksi (Gambar 6). Ikan yang mengkonsumsi pakan perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³) menghasilkan prosentase *hematokrit* tertinggi baik sebelum maupun setelah diinfeksi bakteri. Sedangkan prosentase *hematokrit* pada perlakuan A, C, maupun D tidak berbeda ($p>0.05$).



Gambar 6. Hematokrit Ikan Gurami Sebelum dan Setelah 14 Hari Infeksi Bakteri pada Akhir Penelitian

PEMBAHASAN

Perubahan kadar glukosa darah setelah ikan mengalami stres suhu menggambarkan respons tubuh terhadap stres. Kurva glukosa darah yang abnormal tinggi (*hiperglisemia*) terjadi pada ikan yang diberi perlakuan stres (Gambar 1). Perubahan toleransi glukosa ini terjadi akibat gangguan kerja insulin, yaitu dimulai dari sintesis sampai dengan bereaksi dan terdegradasinya hormon tersebut (Linder, 1992). Hambatan regulasi insulin terjadi akibat tersekresinya hormon *kortisol* selama stres, yang bersifat antagonis terhadap produksi insulin.

Suplementasi kromium pada tingkat optimum mampu mereduksi efek negatif stres suhu (Sahin, et al, 2002). Penambahan Cr⁺³-ragi 1.5 ppm (perlakuan B) dalam pakan ikan gurami menghasilkan puncak kadar glukosa darah pascastres terendah, yaitu 58.31 mg/dl pada jam ke 5. Pola glukosa darah tersebut selanjutnya turun pada jam ke 7. Pada waktu tersebut kadar glukosa darah sudah kembali ke normal. Jika dihubungkan dengan *kortisol* plasma, ikan yang mengkonsumsi pakan B (1.5 ppm Cr⁺³) juga mempunyai nilai *kortisol* pascastres terendah,

yaitu 20.65 ug/dl. Rendahnya kadar glukosa darah dan *kortisol* pascastres mencerminkan terjadinya penekanan tingkat stres. Mekanisme penekanan kadar glukosa dan *kortisol* pascastres diduga terkait dengan aktivasi insulin yang disebabkan peran Cr⁺³-ragi. Dugaan ini berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang memperlihatkan penurunan kadar glukosa darah dan *kortisol* pascastres ikan sebagai efek pemberian injeksi insulin 2 IU/100 g bobot badan.

Stres menyebabkan terjadinya *hiperglisemia*. Kadar glukosa darah yang tinggi tersebut diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam memperbaiki homeostasi. Keberhasilan transfer glukosa ke dalam sel target sangat ditentukan kinerja insulin. Kromium yang merupakan bagian GTF dapat meningkatkan kinerja insulin. Apabila kinerja insulin meningkat, maka masuknya glukosa ke dalam sel akan lebih efektif sehingga glukosa segera tersedia sebagai sumber energi. Naiknya transfer glukosa ke dalam sel yang disebabkan peran kromium mengakibatkan turunnya kadar glukosa dalam darah dengan cepat. Di lain pihak, keberhasilan kromium dalam menekan hormon *kortisol* selama stres (Burton, 1995 dan Berger, 1996) diharapkan mampu menekan efek stres akut sehingga respons tubuh terhadap infeksi akan lebih baik.

Kadar glukosa darah pascastres pada perlakuan A, C maupun D mengalami kenaikan dan beresilasi pada level tinggi hingga jam ke 18. Kondisi ini mencerminkan kegagalan mencapai homeostasi glukosa akibat stres pada tingkat tinggi (Brown, 1993). Makin tinggi kadar glukosa darah mengindikasikan tingginya tingkat stres yang dialami ikan. Tingginya kadar glukosa darah dan bertahan pada tingkat yang tinggi mengindikasikan terjadinya tingkat stres yang sangat tinggi (Brown, 1993). Tingginya stres pada perlakuan A, C maupun D juga terlihat dari besarnya kadar *kortisol* plasma, masing-masing 53.22, 31.67, dan 40.57 ug/dl. Dalam keadaan normal nilai *kortisol* plasma ikan ± 0.5 ug/dl dan pada saat stres nilainya meningkat hingga 5 sampai 50 ug/dl (Wendelaar, 1997).

Selain menekan tingkat stres, adanya kromium-ragi juga dapat meningkatkan kemampuan ikan gurami dalam merespons masuknya infeksi bakteri. Peningkatan respons imunitas tersebut digambarkan dari naiknya total sel *leukosit* dan total *imunoglobulin* pascainfeksi. Efek kromium terhadap peningkatan *imunoglobulin*

juga ditemukan pada induk babi (Van de Ligt, *et al*, 2002). Sebaliknya, total *leukosit* ikan gurami yang mengkonsumsi pakan kontrol (A: 0 ppm Cr⁺³) mengalami penurunan, dari 18.82 menjadi 15.49 (ribu sel/mm³). Selanjutnya, kadar *imunoglobulin* total pada perlakuan A juga rendah, yaitu 2.02 mg/dl. Penurunan tersebut mencerminkan turunnya respons imunitas ikan setelah diinfeksi bakteri.

Usaha tubuh untuk menekan pertumbuhan bakteri yang menginfeksi dapat digambarkan dari turunnya ketersediaan Fe dalam darah (Linder, 1992). Bilamana *hematokrit* dan *eritrosit* dapat menggambarkan ketersediaan Fe, maka fenomena penurunan nilainya dapat menggambarkan respons imunitas. Perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³) dan C (3.0 ppm Cr⁺³) menghasilkan nilai *hematokrit* dan *eritrosit* yang sama tinggi dan setelah infeksi nilai penurunannya sama besar. Dari data ini dapat diartikan bahwa suplementasi Cr⁺³-ragi 1.5 hingga 3.0 ppm menghasilkan respons imunitas terbaik, namun peningkatan suplementasi Cr⁺³-ragi hingga 4.5 ppm responsnya terlihat mulai turun kembali. Jika dikaitkan dengan resistensi terhadap stres, ikan yang mengkonsumsi pakan perlakuan B (1.5 ppm Cr⁺³) juga terlihat paling resisten, yang digambarkan oleh pola kadar glukosa darah pascastres dan hormon *kortisol* yang lebih rendah dibandingkan dengan lainnya.

Stres berpengaruh pada sistem kekebalan ikan melalui jalur metabolik (Anderson, 1996). Respons fisiologis stres melibatkan sekresi hormon *kortisol* yang selanjutnya akan mempengaruhi mobilisasi energi, katabolisme dan fungsi fisiologis lain. Tingginya hormon *kortisol* dapat mempengaruhi resistensi ikan terhadap penyakit. Proses-proses kekebalan baik seluler maupun humoral membutuhkan energi. Pada kondisi stres, tubuh ikan menjastifikasi pembelanjaan energi ke proses-proses yang mengkonsumsi energi (Schreck, 1996). Ikan yang lebih resisten terhadap stres akan menekan penggunaan energi untuk menangani stres, sehingga tersedia cukup energi untuk proses-proses sintesis antibodi.

Kadar *imunoglobulin* babi yang diberi pakan dengan suplemen kromium menunjukkan korelasi negatif dengan tingkat stres (Van de Light, *et al*, 2002). Hal ini diindikasikan dengan tingginya kadar *imunoglobulin* yang diikuti dengan penurunan kadar *kortisol*. Namun

pada penelitian ini, ikan yang diberi pakan dengan suplemen kromium-ragi menunjukkan tidak adanya keterkaitan antara total *imunoglobulin* dengan kadar *kortisol*. Oleh karena itu, diduga terdapat mekanisme lain yang terlibat dalam fenomena tersebut yang hingga saat ini masih belum jelas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Suplementasi kromium-ragi ke dalam pakan sebesar 1.5 ppm Cr⁺³ dapat meningkatkan respons tubuh ikan terhadap stres dan imunitas ikan gurami secara maksimal.

Saran

Dalam penyusunan formulasi pakan untuk ikan yang mudah stres seperti gurami, perlu ditambahkan mineral kromium dalam bentuk Cr⁺³-ragi sebesar 1.5 ppm, untuk menjamin keberhasilan produksi ikan tersebut. Perlu dikaji lebih lanjut mekanisme peran kromium terhadap total *imunoglobulin* pada ikan gurami.

PUSTAKA

- Adam, S. M. 1990. **Status and use of biological indicators for evaluating the effects of stress on fish**, p8: 1-8. In: Adams, S. M. (ed). **Biological indicators of stress in fish**. American Fisheries Symposium.
- Anderson, D. P. 1996. **Environmental factors in fish health: Immunological aspects**, p. 289-305. In: Iwama G. and T. Nakanishi (eds.). **The fish immune system**. Academic Press, New York.
- Anderson, D. P. 1990. **Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks**, p.8: 38-58. In: Adams, S. M. (ed). **Biological indicators of stress in fish**. American Fisheries Symposium.
- Anderson, D. P. and A. K. Siwicki. 1993. **Basic hematology and serology for fish health programs**, p. 1-24. **Second Symposium on Diseases in Asian Aquaculture 'Aquatic Animal Health and the Environment'**. Phuket, Thailand.
- Arlia, A. 1994. **Pengaruh kadar protein pakan buatan terhadap pertumbuhan benih ikan gurame (*Osporonemus gouramy*, Lacepede)**. Tesis, Program Pascasarjana, IPB.
- Berger, L. L. 1996. **Trace mineral: Keys to Immunity**. <http://www.saltinstitute.org/salt.css>. 11/4/2001.
- Brown, J. A. 1993. **Endocrine responses to environmental pollutants**, p.277-291. In: Rankin, J. C. and F. B. Jemsen (eds.) **Fish ecophysiology**. Chapman & Hall, London.

- Burton, J. L. 1995. **Supplemental chromium: its benefits to the bovine immune system.** Animal Feed Science and Technology. 53(2): 117-133.
- Cahyoko, Y. 1995. **Pengaruh beberapa jenis karbohidrat dalam pakan terhadap pertumbuhan benih gurami (*Osphronemus gouramy*, Lacepede).** Tesis. Program Pascasarjana IPB.
- Jusadi, D., A. Muis, dan I. Mokoginta. 2000. **Kebutuhan vitamin C benih ikan gurame *Osphronemus gouramy*.** J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia. 7(1): 17-26.
- Linder, M. C. 1992. **Nutrisi dan metabolisme karbohidrat,** p.261-344. In: Linder, M.C. (Ed.). **Biokimia nutrisi dan metabolisme (Terjemahan).** UI-Press, Jakarta, Indonesia.
- Mertz, W. 1993. **Chromium in human nutrition: A review.** J. Nutr., 123: 626-633.
- Mokoginta, I., M. A. Suprayudi, dan M. Setiawati. 1995. **Kebutuhan optimum protein dan energi pakan benih ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.).** J. Pen. Perikanan Indonesia, 1(3): 82-94.
- Mokoginta, I., M. A. Suprayudi, dan M. Setiawati. 1996. **Kebutuhan nutrisi ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac) untuk pertumbuhan dan reproduksi.** Lap. Pen. HB. II/4, Dirbinlitabmas, Dikti, Depdikbud. IPB.
- Mokoginta, I., T. Takeuchi; M. A. Suprayudi; Y. Wiramiharja dan M. Setiati. 1999. **Pengaruh sumber karbohidrat yang berbeda terhadap pencernaan pakan, efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.).** J. Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, VI(2): 13-19.
- Mubin, S. B. 1994. **Pengaruh tingkat pemberian pakan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac) berukuran 2.5 gram, pada suhu media 29°C.** Skripsi, Fak. Perikanan, IPB.
- Sahin, K., O. Ozbey, M. Onderci, G. Cikim and M. H. Aysondu. 2002. **Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying japanese quail.** J. Nutr. 132: 1265-1268.
- Schreck, C. B. 1996. **Imunomodulation: Endogenous factors,** p.311-327. In: Iwama G. And T. Nakanishi (eds.). **The fish immune system.** Academic Press, New York.
- Sohn, K. S, M. K. Kim, J. D. Kim and In. K. Han. 2000. **The role of Immunostimulants in monogastric animal and fish.** Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13: 1178-187.
- Suprayudi, M. A., T. Takeuchi, I. Mokoginta and T. Kartikasari. 2000. **The Effect of additional arginine in the high defatted soybean meal diet on the growth of giant gouramy *Osphronemus gouramy* Lac.** Fish. Sci., 66: 807-811.
- Van de Ligt, J. L. G., M. D. Lindemann, R. J. Harmon, H. J. Monegue and G. L. Cromwell. 2002. **Effect of chromium tripicolinate supplementation on porcine immune response during the periparturient and neonatal period.** J. Anim. Sci. 80:456-466 pp.
- Wedemeyer G. A. and W. T. Yasutake. 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. U. S. Depart. of the Interior Fish and Wildlife Service, Washington, D.C., USA. 18 pp.
- Wendelaar, B.S.E. 1997. **The stress response in fish.** Physiol. Rev. 77: 591 – 625.