

**EFEKTIFITAS PEMANFAATAN KARBOHIDRAT
MELALUI PEMBERIAN KROM ORGANIK YANG DIINKORPORASI
DARI JAMUR *Rhizopus oryzae* DALAM PAKAN TERHADAP
KINERJA PERTUMBUHAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

**EFFECTIVENESS OF CARBOHYDRATE UTILIZATION
THROUGH ORGANIC CHROMIUM THAT INCORPORATED
FROM FUNGUS *Rhizopus oryzae* IN FEED
ON GROWTH PERFORMANCE OF SNAKEHEAD (*Channa striata*)**

ANDI KHAERIYAH

P0100314411



**PROGRAM PASCASARJANA ILMU-ILMU PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2018**

**EFEKTIFITAS PEMANFAATAN KARBOHIDRAT MELALUI
PEMBERIAN KROM ORGANIK YANG DIINKORPORASI DARI JAMUR
Rhizopus oryzae DALAM PAKAN TERHADAP KINERJA
PERTUMBUHAN IKAN GABUS (*Channa striata*)**

**EFFECTIVENESS OF CARBOHYDRATE UTILIZATION THROUGH
ORGANIC CHROMIUM THAT INCORPORATED FROM FUNGUS
Rhizopus oryzae IN FEED ON GROWTH PERFORMANCE OF
SNAKEHEAD (*Channa striata*)**

DISERTASI

Sebagai Salah satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Doktor

Program studi

Ilmu Perikanan

Disusun dan Diajukan Oleh

ANDI KHAERIYAH

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2018

DISERTASI

EFEKTIFITAS PEMANFAATAN KARBOHIDRAT MELALUI PEMBERIAN
KROM ORGANIK YANG DIINKORPORASI DARI JAMUR *Rhizopus oryzae*
DALAM PAKAN TERHADAP KINERJA PERTUMBUHAN IKAN GABUS
(*Channa striata*)

Disusun dan diajukan oleh

ANDI KHAERIYAH
Nomor Pokok P0100314411

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi

pada tanggal 25 Juni 2018

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, M.S

Promotor

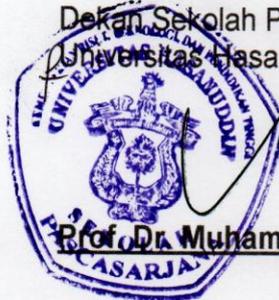
Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si
Ko-Promotor

Dr. Ir. Zainuddin, M.Si
Ko-Promotor

Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian

Prof. Dr. Ir. Darmawan Salman, MS.

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,



Prof. Dr. Muhammad Ali, S.E., M.S.

Promotor : Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, M.S

Ko-Promotor : Prof. Dr. Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si

: Dr. Ir. Zainuddin, M.Si

Penguji : Prof. Dr. ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc

: Dr. Ir. Siti Aslamyah, M.P

: Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.App.,Sc

: Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc

Penguji Eksternal : Prof.Ir.Johannes Hutabarat, M.Sc.,Ph.D

KATA PENGANTAR

BISMILLAHIRRAHMANIRRAHIM

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penulisan disertasi. dengan judul **“Efektifitas pemanfaatan karbohidrat melalui pemberian krom organik yang diinkorporasi dari jamur (*Rhizopus oryzae*) dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan ikan gabus (*Channa striata*)”** dapat diselesaikan. Shalawat dan salam kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah menjadi uswatun khasanah dan menuntun kita untuk tetap istiqamah.

Dalam melakukan penelitian dan penyusunan disertasi penulis menghadapi beberapa kendala, namun atas petunjuk, bimbingan, arahan, bantuan dan doa dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan disertasi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat Bapak dan Ibu.

1. Prof. Dr. Ir. Haryati Tandipayuk, M.S, Prof. Dr.Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si, Dr.Ir. Zainuddin, M.Si.
2. Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc., Dr. Ir. St. Aslamyah, M.P., Dr. Ir. Dody Dharmawan Trijuno, M.App., Sc. Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc,
3. Prof. Ir. Johannes Hutabarat, M.Sc., Ph.D, selaku Penguji eksternal.
4. Rektor Universitas Hasanuddin, Direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Ketua Program Studi S3 Ilmu Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin, serta seluruh staf dan karyawan sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
5. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi dan Pengelolah Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN)
6. Pimpinan, staf dan karyawan Universitas Muhammadiyah Makassar
7. Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Sulawesi Selatan
8. Ketua Lembaga Pengembangan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Makassar

9. Dekan, Wakil Dekan, Ketua Jurusan, rekan-rekan dosen, dan karyawan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Makassar
10. Kamaruddin, S.Pi.,M.Si., Ahmad. S.P., Tibu Alam, S.Pi., Abdul Malik. S.Pi., M.Si atas bantuannya selama penelitian dan penyusunan Disertasi ini.
11. Yang tercinta ayahanda almarhum Andi Bakri Kasim dan Ibunda Masturi atas kasih sayang serta doa yang tiada henti untuk keberhasilan penulis.
12. Terkhusus kepada Suami tercinta H.Makmur Selman, atas bimbingan, kepercayaan, keikhlasan dan pengertiannya sehingga penulis termotivasi dalam menyelesaikan rangkaian studi ini.
13. Putra putriku tersayang Ilmi Amaliyah Makmur, S.pd, As'Adul Islam Makmur,S.Kom, Annisa Rahma Makmur, Nurul Ainun Fitri Makmur, Menantu Musyarrifuddin, SE. atas kesabaran, pengertian dan doanya. Teristimewa cucunda Arsyila Azkadina yang menjadi penyemangat
14. Saudara- saudari dan keponakanku yang telah memberikan bantuan, dukungan serta doanya yang tulus.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada teman-teman Program Doktor Ilmu Pertanian SPs Universitas Hasanuddin angkatan 2014 terkhusus kepada Adinda Murni, S.Pi., M.Si dan Jumiati, S.P.,MM , teman-teman Alumni Perikanan angkatan 1986 dan Alumni SMA Muhammadiyah I Makassar angkatan 1983 atas doa dan dukungannya.

Penulis berharap semoga Disertasi ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Amiin

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya semoga kita semua mendapat rahmat, berkah dan Ridha Allah SWT. Aamiin Yaa Rabbal alamin.

Makassar, 6 Juni 2018

Penulis

ABSTRAK

ANDI KHAERIYAH. *Efektivitas Pemanfaatan Karbohidrat Melalui Pemberian Krom Organik yang Diinkorporasi dari Jamur (*Rhizopus oryzae*) dalam Pakan terhadap Kinerja Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*)* (dibimbing oleh Haryati, Yusri Karim, dan Zainuddin).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik ke dalam pakan serta interaksi keduanya untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan benih ikan gabus (*Channa striata*).

Penelitian dilaksanakan pada September 2016 sampai dengan September 2017. Krom yang digunakan adalah krom organik hasil inkorporasi melalui proses fermentasi jamur *Rhizopus oryzae*. Pakan yang digunakan adalah pakan pellet yang mengandung kadar karbohidrat-protein dan disuplementasi dengan krom organik dengan konsentrasi yang berbeda. Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama adalah kadar karbohidrat-protein berbeda dalam pakan, yaitu (a) karbohidrat 40%-protein 35%; (b) karbohidrat 35%-protein 40%; (c) karbohidrat 30%-protein 45%; dan (d) karbohidrat 25%-protein 50% dan faktor kedua adalah suplementasi krom organik pada pakan dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu (a) 3 ppm; (b) 5 ppm; dan (c) 7 ppm.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbohidrat 35%-protein 40% yang disuplementasi krom organik 5 ppm menghasilkan kinerja pertumbuhan tertinggi pada benih ikan gabus (*Channa striata*).

Kata kunci: ikan gabus, karbohidrat-protein, krom organik, *Rhizopus oryzae*



ABSTRACT

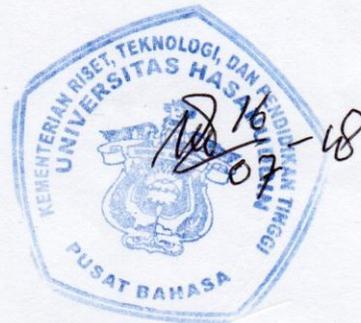
ANDI KHAERIYAH. *The Effectiveness of Carbohydrate Utilization through Organic Chrome Treatment Incorporated from Mushroom (*Rhizopus oryzae*) in Woof on Cork Fish (*Channa striata*) growth performance* (supervised by Haryati, Yusri Karim and Zainuddin).

The research aimed to evaluate the carbohydrate content – woof protein supplemented by the organic chrome into the woof and the interaction of both to improve the growth performance and cork fish (*C. striata*) seed exposure.

The research was conducted from September 2016 to September 2017. The chrome used was the organic chrome as the incorporation result through the mushroom (*Rhizopus oryzae*) fermentation process. The woof used was the pellet woof containing the carbohydrate- protein contents and supplemented by the organic chrome with the different concentrations. The research used the factorial pattern with the complete randomised basic design. The first factor, the carbohydrate – protein contents were different namely A: carbohydrate 40% - protein 35%, B: carbohydrate 35% - protein 40%, C: carbohydrate 30% - protein 45%, C: carbohydrate 25% - protein 50%, and the second factor was the organic chrome supplementation of the woof with the different concentrations namely A: 3 ppm, B: 5 ppm, C: 7 ppm.

The research result indicates that the carbohydrate 35% - protein 40% supplemented by the organic chrome of 5 ppm yield the highest growth performance of the cork fish (*Channa striata*) seed.

Key words: Cork fish, carbohydrate – protein, organic chrome, *Rhizopus oryzae*.



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan gabus (*Channa striata*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar bernilai ekonomis tinggi yang saat ini pemanfaatannya tidak lagi terbatas sebagai bahan makanan segar, seiring dengan dijadikannya ikan gabus sebagai salah satu bahan makanan sumber albumin bagi penderita hipoalbumin dan beberapa penyakit lainnya, sehingga dari sisi pemasaran produk albumin ini memiliki sasaran pasar yang jelas.

Ikan gabus mudah dibudidayakan karena memiliki kemampuan yang luas dalam mentolerir parameter kualitas air (suhu dan oksigen terlarut). Namun yang menjadi kendala bagi para pembudidaya adalah tingginya harga pakan terkait dengan sifat ikan gabus sebagai organisme pemakan daging (karnivora) yang membutuhkan protein pakan berkisar antara 45–60 % (Yulisman *et al.* 2003 ; Laining *et al.* 2003 ; Kabangnga *et al.* 2004, Schalekamp *et al.*, 2015). Pakan merupakan salah satu komponen penting yang sangat menentukan keberhasilan usaha budidaya. Hampir 60-70% dari total biaya produksi digunakan untuk pembelian pakan (Haryati *et al.* 2010).

Protein merupakan sumber energi pakan yang mahal, terutama protein yang berasal dari tepung ikan. Protein merupakan zat terpenting dari semua zat gizi yang diperlukan ikan karena merupakan zat penyusun

dan sumber energi utama bagi ikan (Haryati *et al*, 2009). Pada ikan, protein lebih efektif digunakan sebagai sumber energi dari pada karbohidrat (Elsayed dan Garling, 1988). Hal ini disebabkan rendahnya kemampuan meregulasi konsentrasi glukosa plasma yang diduga disebabkan terjadinya defisiensi hormone insulin (Hung & Storebakken. 1994).

Rendahnya kemampuan ikan dalam memanfaatkan glukosa untuk energi metabolisme berkaitan dengan bioaktivitas dan kapasitas kinerja insulin. Pada tingkat seluler glukosa memerlukan fasilitas pengangkut, yaitu *glucose transporter* (GLUT) agar dapat melewati membran sel dan masuk ke dalam sitosol sebelum dimetabolisme lebih lanjut menjadi energi, bantuan Insulin memegang peranan penting untuk menstimulasi GLUT (*glucose transporter*) memasukkan glukosa dari darah menuju sel, dan kegiatan ini sangat ditentukan oleh keberadaan kromodulin yang dikenal sebagai GTF (*glucose tolerance factor*) yaitu suatu oligopeptida yang salah satu unsur pembentuknya adalah kromium yang berperan dalam meningkatkan afinitas kinerja hormone insulin. (Vincent, 2000; Cefalu *et al.*, 2002) menyatakan bahwa peningkatan aktifitas insulin yang berkaitan dengan naiknya sensitivitas maupun kuantitas reseptor insulin akan mempercepat aliran glukosa darah ke dalam sel target untuk segera dimanfaatkan sebagai sumber energi, sehingga pemanfaatan glukosa darah yang semakin cepat dapat mengurangi katabolisme protein sebagai sumber energi dan akan meningkatkan efisiensi penggunaan protein yang

diharapkan akan meningkatkan deposisi protein tubuh dan berujung pada terjadinya penambahan bobot atau pertumbuhan.

Oleh sebab itu perlu dilakukan berbagai upaya peningkatan aktifitas GTF (*Glucose Tolerant Factor*) sehingga penggunaan protein sebagai sumber energi dapat dikurangi dan pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi dapat ditingkatkan. Protein diharapkan digunakan untuk pertumbuhan dan penggantian jaringan yang rusak, bukan sebagai sumber energi. Peningkatan penggunaan karbohidrat oleh ikan diharapkan dapat meningkatkan kadar karbohidrat dan mengurangi kadar protein dalam komposisi pakan buatan, sehingga dapat menurunkan harga pakan.

Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan memberikan suplemen kromium organik ke dalam pakan sebagai mikronutrien yang berperan memacu aktifitas insulin untuk membawa glukosa ke dalam sel dan selanjutnya akan mengubah glukosa menjadi energi. Senyawa krom organik dapat dibuat dengan menggunakan berbagai macam jamur dan substrat yang mengandung pati tinggi. Namun efisiensi inkorporasi krom tertinggi diketahui jika menggunakan *Rhizopus orizae* (Astuti, 2005), dengan menggunakan substrat dasar ubi jalar yang merupakan sumber karbohidrat yang mengandung pati tinggi (Zainuddin *et al*, 2015).

Penelitian tentang suplementasi kromium pada pakan telah dilakukan terutama pada ikan-ikan herbivora antara lain (Hertz *et al*, 1989). Penambahan Cr dapat meningkatkan transport glukosa darah pada ikan

mas dan ikan nila (Shiau dan Lin, 1993; Shiau dan Liang, 1995; Aisiyah dan Adriani. 2012; Setyo, 2006), ikan gurami (Subandiono dan Hastuti 2004) Namun demikian, informasi tentang suplemen krom yang terinkorporasi melalui jamur *Rhizopus oryzae* yang kemudian diaplikasikan pada ikan gabus belum ditemukan, sehingga penelitian mengenai peran krom organik sebagai suplemen pakan untuk meningkatkan efektifitas pemanfaatan karbohidrat pada ikan gabus perlu dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapakah kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik dalam pakan serta interaksi keduanya yang dapat memberikan respon terbaik untuk meningkatkan pencernaan protein, pencernaan serat, dan pencernaan lemak benih ikan gabus (*C. striata*) ?
2. Berapakah kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik dalam pakan serta interaksi keduanya yang dapat meningkatkan *influx* glukosa darah, retensi protein, retensi lemak efisiensi pakan, kadar albumin, dan eksresi amoniak benih ikan gabus (*C. striata*) ?
3. Berapakah kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik ke dalam pakan serta interaksi keduanya untuk

meningkatkan pertumbuhan dan sintasan benih ikan gabus (*C. striata*) ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengevaluasi kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik serta interaksi keduanya terhadap kinerja pertumbuhan benih ikan gabus. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk

1. Mengevaluasi kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik serta interaksi keduanya yang dapat memberikan respon terbaik untuk meningkatkan pencernaan protein, pencernaan serat, dan pencernaan lemak benih ikan gabus (*C. striata*) ?
2. Mengevaluasi kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik dalam pakan serta interaksi keduanya yang dapat meningkatkan *influx* glukosa darah, retensi protein, retensi lemak efisiensi pakan, kadar albumin, dan ekskresi amoniak benih ikan gabus (*C. striata*) ?
3. Mengevaluasi kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik ke dalam pakan serta interaksi keduanya untuk meningkatkan pertumbuhan dan sintasan benih ikan gabus (*C. striata*) ?

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diketahuinya formula pakan yang mampu menekan produk limbah bernitrogen yang dapat mendukung

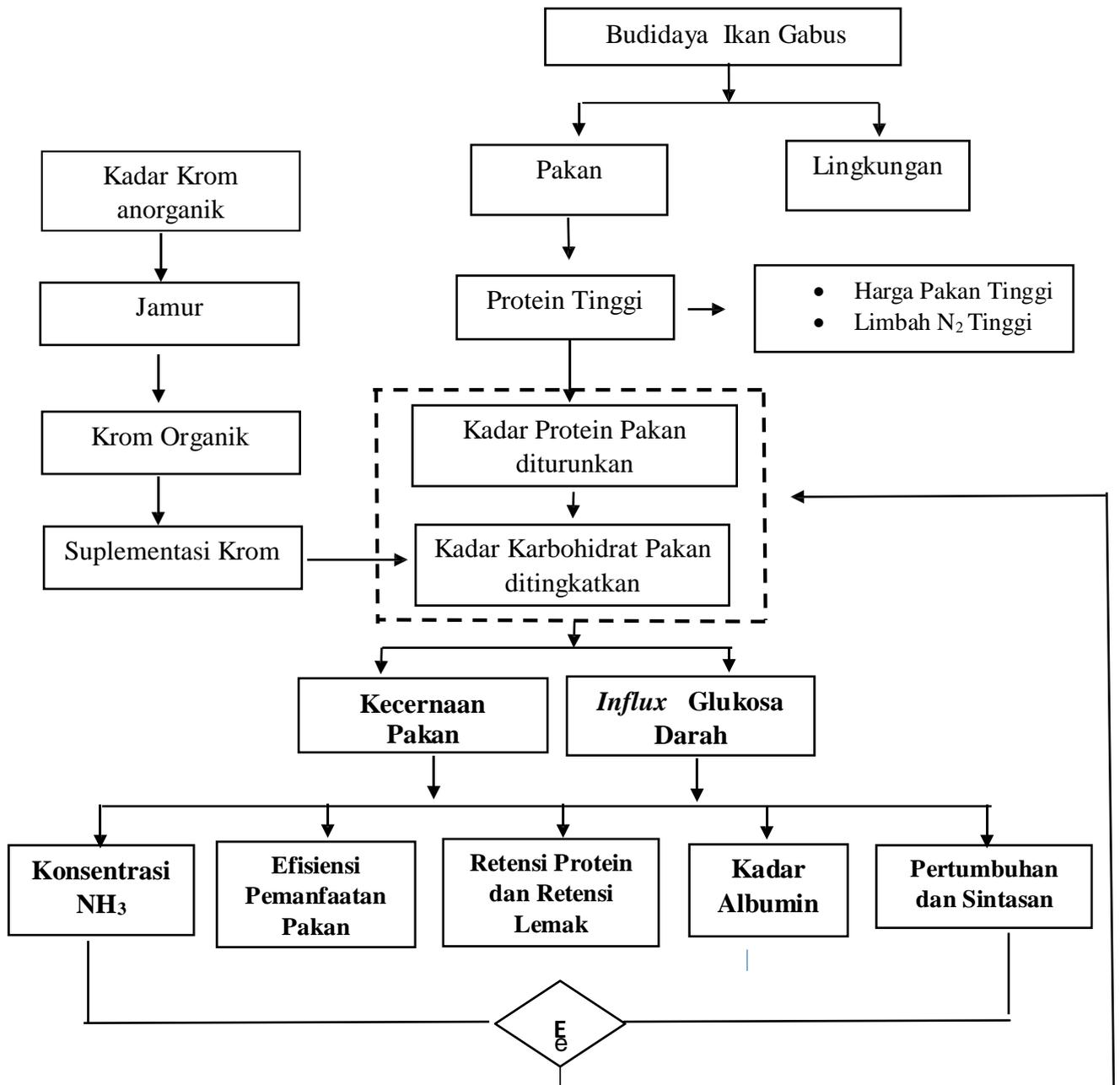
terciptanya kegiatan budidaya yang ramah lingkungan. Selain itu sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya.

D. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik yang terbaik dapat meningkatkan pencernaan protein, pencernaan serat, dan pencernaan lemak benih ikan gabus (*C. striata*)
2. Pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik yang terbaik dapat meningkatkan *influx* glukosa darah, eksresi amoniak, efisiensi pakan, retensi protein, retensi lemak, dan kadar albumin benih ikan gabus (*C. striata*)
3. Pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik yang terbaik dapat meningkatkan pertumbuhan dan sintasan benih ikan gabus (*C. striata*)

E. Kerangka Konseptual



Gambar 1. Bagan kerangka konseptual penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Ikan Gabus (*Channa striata*)

Ikan gabus merupakan jenis ikan air tawar yang dapat hidup di sungai, danau, kolam, bendungan, rawa sawah, parit, muara-muara sungai, danau dan dapat pula hidup di perairan dengan kadar oksigen rendah, bahkan tahan terhadap kekeringan (Lisyanto dan Andriyanto, 2009). Ikan gabus sebagai hasil perikanan darat dengan daerah penangkapan di perairan umum di wilayah Indonesia, diantaranya : Jawa, Sumatra, Sulawesi, Bali, Lombok, Singkep, Flores, Ambon, dan Maluku dengan nama yang berbeda.

Secara morfologi ikan gabus digambarkan memiliki kepala simetris seperti ular dan bersisik, sebelah depan agak gepeng dengan mulut lebar dan dapat dijulurkan, langit-langit mulut memiliki dua baris gigi kecil dan runcing, badan simetris, sirip punggung panjang dan bersatu serta berjari jari lemah sebanyak 37-43 buah, sirip dubur berjari jari lemah sebanyak 21-27 buah, mempunyai labirin, sisik pada rusuk sebanyak 52-57 buah warna hitam dengan sedikit belang pada punggung dan putih pada bagian bawahnya (Extrada *et al*, 2013) Bentuk tubuh ikan gabus dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Bentuk Tubuh Ikan Gabus (Foto pribadi, 2017)

B. Kebiasaan Makan Ikan Gabus

Ikan gabus merupakan ikan karnivora yang makanan utamanya adalah udang, cacing, katak, serangga dan semua jenis ikan. Menurut Allington (2002), pada masa larva, ikan gabus memakan zooplakton dan pada ukuran fingerling memakan ikan-ikan kecil, serangga dan udang. pada fase pasca larva ikan gabus memakan makanan yang mempunyai ukuran yang lebih besar, seperti *Daphnia* dan *Cyclops*.

C. Kandungan Nutrisi Ikan Gabus

Hasil penelitian Gantohe (2012) menunjukkan bahwa ikan gabus mengandung protein sebesar 19,26% (bb) atau 79,9% (bk) dan mengandung albumin sebesar 45,29% (bb) atau 82,78% (bk) dari total protein. Asfar *et al.* (2014) menemukan bahwa ikan gabus mengandung kadar protein sebesar 25,5% (bb) dan albumin sebesar 24% (bb) ; Supandi *et al.*, (2016) menyatakan bahwa ikan gabus diolah menjadi tepung maka diperoleh kadar protein sebesar 76,9% (bk) dan albumin sebesar 24,25%

(bk) dari total protein, Prastari *et al*, 2017. mengemukakan bahwa ikan gabus betina dengan bobot 1 kg memiliki protein sebesar 20,14%.

Asfar *et al.* (2014) melaporkan bahwa kandungan nutrisi ikan gabus terdiri atas protein, asam amino, asam lemak, dan mineral yang selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi ikan Gabus

Kandungan	Satuan	Kadar	Sumber
Protein	%	13.9	K.Marimutu <i>et al.</i> (2012)
Asam amino			
Phenylalanine	g/100 AA	4.734	LH Gam <i>et al.</i> (2005)
Isoleucine	g/100 AA	5.032	
Leucine	g/100 AA	8.490	
Methionine	g/100 AA	3.318	
Valine	g/100 AA	5.128	
Threonine	g/100 AA	5.039	
Lysine	g/100 AA	9.072	
Histidine	g/100 AA	2.857	
Aspartic	g/100 AA	9.571	Tawali <i>et al.</i> (2012)
Glutamic	g/100 AA	14.153	
Alanine	g/100 AA	5.871	
Proline	g/100 AA	3.618	
Arginine	g/100 AA	8.675	
Serine	g/100 AA	4.642	
Glycine	g/100 AA	4.815	
Cysteine	g/100 AA	0.930	
Tyrosine	g/100 AA	4.100	
Lemak	%	5.9	K. Marimutu <i>et al.</i> (2012)
Asam Lemak (AL)			
C16:0 asam Palmitic	% dari total AL	30.39	
C18:1 Asam oleat	% dari total AL	12.04	
C18:2 Asam linolieat	% dari total AL	8.34	
C20:4 Asam Arachidonat	% dari total AL	19.02	
C22:6 Asam dokosaheksaenoat	% dari total AL	15.18	
Total Abu	%	0.77	K.Marimutu <i>et al.</i> (2012)
Mineral			
Na (Natrium)	mg/kg	346	
K (Kalium)	mg/kg	2195	
Ca (kalsium)	mg/kg	290	
Mg (Magnesium)	mg/kg	215	
Fe (Zat Besi)	mg/kg	6.4	
Zn (Zink/Seng)	mg/kg	5.1	

Menurut Kusumaningrum *et al.*, (2014) kandungan protein ikan gabus lebih tinggi dari pada bahan pangan lain yang dikenal sebagai sumber protein seperti telur, daging ayam maupun daging sapi. Kadar protein per 100 g ikan gabus adalah 25,2 g dan lebih tinggi dibandingkan telur yakni sebesar 12,8 g, daging ayam sebesar 18,2 g serta daging sapi sebesar 18,8 g.

D. Albumin Ikan Gabus

Albumin merupakan salah satu fraksi protein yang terkandung dalam sarkoplasma (plasma ikan). Montgomery *et al.* (1983) menjelaskan bahwa albumin mempunyai dua fungsi utama, yaitu mengangkut molekul-molekul kecil melewati plasma dan cairan sel, serta memberi tekanan osmotik didalam kapiler. Fungsi utama albumin sebagai pembawa molekul-molekul kecil erat kaitannya dengan bahan metabolisme dan berbagai macam obat yang kurang larut. Bahan metabolisme tersebut adalah asam-asam lemak bebas dan bilirubin. Dua senyawa kimia tersebut kurang dapat larut dalam air tetapi harus diangkut melalui darah dari satu organ satu ke organ lain agar dapat dimetabolisme atau diekskresi. Albumin berperan membawa senyawa kimia tersebut, dan peran ini disebut protein pengangkut non spesifik.

Kegunaan lain dari albumin adalah sebagai transportasi obat-obatan, sehingga tidak menyebabkan penimbunan obat dalam tubuh yang akhirnya dapat menyebabkan racun. Baker (2002) Jenis obat-obatan yang

tidak mudah larut air seperti aspirin, antikoagulan, dan obat tidur memerlukan peran albumin dalam transportasinya.

Albumin merupakan protein yang paling banyak dalam plasma darah kira-kira 60% dari total plasma 4.5 g/dl. Albumin bisa didapatkan dari HSA (*Human Serum Albumin*), putih telur, dan ikan gabus. Akan tetapi, harga HSA yang sangat mahal dan putih telur dapat menyebabkan peningkatan kadar kolesterol sehingga ikan gabus dijadikan alternatif lain (Suprayitno dan Mujiharto, 2008 ; Sulistiyati 2010). Menurut Carvallo (1998) Ikan gabus memiliki keunggulan, yaitu 70% protein, 21% albumin, asam amino yang lengkap, mikronutrien zink, selenium dan iron. Ikan gabus mengandung albumin yang tidak dimiliki oleh ikan lainnya seperti ikan lele, ikan gurami, ikan nila, dan ikan mas. Watanabe (1988) melaporkan bahwa kadar albumin pada ikan gabus erat kaitannya dengan pertumbuhan.

Pertumbuhan adalah perubahan ukuran panjang, bobot dan volume selama periode tertentu. Pertumbuhan ikan erat kaitannya dengan ketersediaan protein. Hal ini dapat dimengerti mengingat hampir 65-75% daging bobot kering ikan terdiri dari protein. Rohmawati (2010) menyatakan bahwa semakin berat bobot badan ikan gabus, maka kandungan albumin cenderung meningkat. Selanjutnya Suwandi *et al*, (2014).

E. Kebutuhan Nutrisi Ikan Gabus

Fungsi utama makanan adalah sebagai penyedia energi bagi aktivitas sel-sel tubuh. Karbohidrat, lemak dan protein merupakan zat gizi dalam makanan yang berfungsi sebagai energi tubuh. Protein bersama dengan mineral dan air merupakan bahan baku utama dalam pembentukan sel-sel dan jaringan tubuh, sedangkan protein bersama-sama dengan mineral dan vitamin berfungsi dalam pengaturan keseimbangan asam basa, pengaturan tekanan osmotik cairan tubuh, serta pengaturan proses metabolisme dalam tubuh. Adapun lemak dalam bentuk fosfolipid dan kolesterol juga sedikit berperan dalam pembentukan dinding sel (NRC, 1977).

Ikan, seperti juga hewan lainnya tidak mempunyai kebutuhan nutrisi yang pasti, namun ikan membutuhkan nutrisi yang seimbang untuk keberlangsungan hidupnya. Afrianto dan Liviawati (2005) mengemukakan bahwa kebutuhan nutrisi untuk tiap species ikan berbeda-beda dan sering berubah-ubah dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis ikan, ukuran, lingkungan dan musim.

a. Protein

Kebutuhan protein dapat didefinisikan sebagai jumlah protein yang dibutuhkan atau jumlah biomassa perhari yang disesuaikan pencernaan pakan. Beberapa faktor biotik yang dapat mempengaruhi kebutuhan protein organisme budidaya yaitu spesies, keadaan fisiologis, ukuran, dan

karakteristik pakan (kualitas protein dan ratio energi protein), sedangkan faktor abiotik adalah suhu dan salinitas (Kureshy and Davis 2002)

Protein berfungsi sebagai zat pembangun yang membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan, pengganti jaringan yang rusak, reproduksi, sebagai zat pengatur dalam pembentukan enzim dan hormon serta penjaga dan pengatur berbagai karbon di dalamnya yang dapat difungsikan sebagai sumber energi pada saat kebutuhan energi tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Subandiyono dan Astuti, 2004).

Kebutuhan ikan akan protein dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain ; jenis ikan, umur ikan atau ukuran ikan, kualitas protein, pencernaan pakan dan kondisi lingkungan (Watanabe, 1988), Selanjutnya dikatakan bahwa penggunaan protein oleh ikan berbeda untuk setiap jenis ikan, kualitas protein dalam pakan secara langsung dipengaruhi oleh pola asam amino esensial. Asam amino yang terserap dalam usus akan digunakan untuk; 1) Mengganti dan memelihara jaringan protein dan senyawa nitrogen; 2) Pertumbuhan (peningkatan protein tubuh) ; 3) Sebagai sumber energi. Peranan paling penting adalah untuk memelihara jaringan tubuh dan untuk pertumbuhan sedangkan sebagai sumber energi dapat diganti oleh karbohidrat dan lemak (Furuichi, 1988). Asam amino yang digunakan sebagai sumber energy akan dideaminasi dan dilepaskan sebagai ammonia yang akan dikeluarkan melalui insang.

Selanjutnya Chuapoehek (1987) menyatakan bahwa untuk ikan, kadar protein optimal dalam pakan sangat penting sebab jika protein terlalu

rendah akan mengakibatkan pertumbuhan rendah dan daya tahan terhadap penyakit menurun. Kebutuhan protein ikan pada umumnya berkisar 35-50% (Hepher, 1990) ikan karnivora 40-60% dan omnivora 25-35% (Craig and Helfrich, 2010).

Pakan yang mempunyai kualitas protein yang baik (optimal) akan menghasilkan ekskresi nitrogen yang lebih sedikit dari pada pakan yang mempunyai kualitas protein yang buruk (melampaui kisaran optimal) (Furuichi, 1988). Ketidakcukupan protein dalam pakan akan menurunkan pertumbuhan. Disisi lain, kelebihan protein pakan tidak akan disimpan dalam tubuh, melainkan akan dirombak di dalam hati menjadi senyawa yang mengandung unsur N, seperti NH_3 (amonia) dan NH_4OH (amonium hidroksida). Hardy (1989) menambahkan bahwa jika protein terlalu banyak disuplai dari pakan, maka hanya sebahagian kecil yang akan digunakan untuk membuat protein baru dan sisanya akan dikonversi menjadi energi.

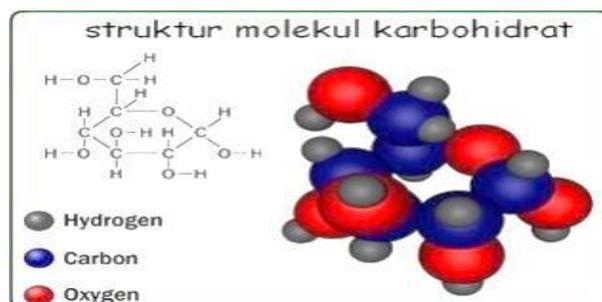
b. Karbohidrat

Karbohidrat adalah zat organik yang mengandung unsur karbon, hidrogen, dan oksigen dalam perbandingan yang berbeda-beda (Church dan Pond, 1988). Secara Kimia karbohidrat merupakan derivat dari aldehid dan keton (Gambar 3). Karbohidat merupakan nama kelompok senyawa organik yang mempunyai struktur molekul berbeda-beda meskipun masih terdapat persamaan dari sudut fungsinya (Carlson, *et al.* 2009)

Karbohidrat adalah salah satu makro nutrien yang cukup penting dalam pakan ikan, merupakan sumber energi pakan yang paling murah

dibandingkan protein dan lemak (Zainuddin *et al*, 2015). Karbohidrat yang masuk ke tubuh berasal dari makanan. Sel-sel di dalam tubuh tidak dapat langsung menyerap karbohidrat, tetapi karbohidrat tersebut harus dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana lagi yaitu monosakarida, terutama dalam bentuk glukosa. melalui proses digesti di saluran pencernaan. Setelah berubah menjadi glukosa, baru akan terjadi metabolisme glukosa di tingkat sel (respirasi sel) (Maclver, *et al*. 2008)

Karbohidrat dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu: 1) monosakarida, 2) disakarida, dan 3) polisakarida. Monosakarida merupakan gula sederhana, seperti glukosa, fruktosa dan galaktosa. Disakarida terdapat dalam laktosa, maltosa dan sukrosa. Contoh penting dari polisakarida adalah dekstrin, pati, selulosa dan glikogen. Fungsi utama dari karbohidrat adalah menyediakan keperluan energi tubuh, selain itu karbohidrat juga mempunyai fungsi lain, yaitu karbohidrat diperlukan bagi kelangsungan proses metabolisme lemak. Juga karbohidrat mengadakan suatu aksi penghematan terhadap protein.



Gambar 3. Struktur molekul karbohidrat (Church dan Pond, 1988).

Pentingnya penggunaan karbohidrat dalam pakan dikarenakan beberapa hal: (a) sebagai sumber energi yang jauh lebih murah bila

dibandingkan dengan protein, sehingga karbohidrat dapat menekan biaya produksi dan menurunkan total harga pakan (Cruz-Suarez *et al.*, 1994), (b) pada tingkat tertentu, karbohidrat mampu men-substitusi energi yang berasal dari protein pakan (*Protein sparing effect*) dan karena itu efisiensi pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan dapat ditingkatkan (Rosas *et al.*, 2000), (c) sebagai binder, karbohidrat (terutama yang berasal dari bahan pakan tertentu) mampu meningkatkan kualitas fisik pakan dan menurunkan prosentase abu pakan, (d) sebagai komponen tanpa nitrogen, maka penggunaan karbohidrat dalam jumlah tertentu dalam pakan dapat menurunkan sejumlah limbah ber-nitrogen sehingga meminimalkan dampak negatif dari pakan terhadap lingkungan (Kaushik and Cowey, 1991).

Pakan yang dikonsumsi ikan akan menyediakan energi yang sebagian besar digunakan untuk metabolisme yang meliputi energi untuk hidup, aktivitas, dan pencernaan makanan, sedangkan sebagian yang lainnya dikeluarkan dalam bentuk feses dan bahan ekskresi lainnya (Webster dan Lim, 2002). Kemampuan menggunakan karbohidrat sebagai sumber energi berbeda diantara spesies ikan. Yamamoto *et al* (2001) menyatakan bahwa ikan umumnya lebih efisien dalam mencerna dan memanfaatkan protein dan lemak, tetapi dalam memanfaatkan karbohidrat sangat bervariasi bergantung pada kompleksitas karbohidrat. Menurut Mokoginta dan Ing, (2005) hal tersebut disebabkan oleh aktivitas enzim amylase yang berbeda untuk spesies ikan, dan biasanya ikan karnivor lebih

terbatas dalam memanfaatkan karbohidrat dibandingkan ikan omnivor dan herbivor.

Ikan omnivor umumnya mampu memanfaatkan karbohidrat lebih tinggi (kadar optimum 30-40%) sedangkan ikan karnivora memanfaatkan karbohidrat pada kadar optimum 10-20% (Furuichi, 1988). Ikan yang diberi pakan tanpa karbohidrat memiliki laju pertumbuhan yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan pakan yang diberi karbohidrat (Wilson, 1994). Namun pemberian karbohidrat yang terlalu tinggi akan mengakibatkan pertumbuhan ikan menurun dan tidak efektifnya pakan yang diberikan (Zonneveld *et al.*, 1991). Pertumbuhan fingerling *catfish* lebih tinggi ketika pakannya mengandung karbohidrat dibandingkan hanya mengandung lemak sebagai sumber energi nonprotein (NRC, 1993)

Di dalam sistem pencernaan, semua jenis karbohidrat yang dikonsumsi terhidrolisa menjadi glukosa untuk kemudian diabsorpsi oleh aliran darah dan ditempatkan ke berbagai organ dan jaringan tubuh. Molekul glukosa hasil hidrolisis berbagai macam jenis karbohidrat inilah yang kemudian akan berfungsi sebagai dasar bagi pembentukan energi di dalam tubuh. Melalui berbagai tahapan dalam proses metabolisme, sel-sel yang terdapat di dalam tubuh dapat mengoksidasi glukosa menjadi CO₂ dan H₂O dimana proses ini juga akan disertai dengan produksi energi. Proses metabolisme glukosa yang terjadi didalam tubuh ini akan memberikan kontribusi hampir lebih dari 50% bagi ketersediaan energi (Mokoginta *et al.* 2005)

Karbohidrat dalam makanan makhluk hidup terutama digunakan sebagai sumber energi. Demikian pula pada ikan, karbohidrat digunakan sebagai sumber energi, meskipun penggunaannya lebih rendah dibandingkan hewan terestrial (Fitriani dan Jubaedah, 2011). Pengaruh karbohidrat pada pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kadar karbohidrat dalam pakan, tingkat pencernaan karbohidrat, jumlah pakan yang masuk, kondisi lingkungan, dan spesies ikan (Jusadi *et al.* 2014).

Penggunaan karbohidrat dalam pakan adalah penting dikarenakan beberapa hal: (a) sebagai sumber energi yang jauh lebih murah bila dibandingkan dengan protein, maka karbohidrat dapat menekan biaya produksi yang pada akhirnya dapat menurunkan total harga pakan, (b) pada tingkat tertentu, karbohidrat mampu men-substitusi energi yang berasal dari protein pakan ('sparing' protein pakan) dan karena itu efisiensi pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan dapat ditingkatkan (Rosas *et al.*, 2000), (c) sebagai binder, karbohidrat (terutama yang berasal dari bahan pakan tertentu) mampu meningkatkan kualitas fisik pakan dan menurunkan prosentase 'debu pakan' (Hastings dan Higgs, 1980), (d) sebagai komponen tanpa nitrogen, maka penggunaan karbohidrat dalam jumlah tertentu dalam pakan dapat menurunkan sejumlah limbah ber-nitrogen sehingga meminimalkan dampak negatif dari pakan terhadap lingkungan (Kaushik dan Cowey, 1991).

c. Lemak

Sumber energi lain yang berperan sebagai "*protein sparing effect*" selain karbohidrat adalah lemak. Energi untuk seluruh aktivitas tersebut diharapkan sebagian besar berasal dari nutrien non protein (lemak dan karbohidrat). Apabila sumbangan energi dari bahan non protein tersebut rendah, maka protein akan didegradasi untuk menghasilkan energi, sehingga fungsi protein sebagai nutrien pembangun jaringan tubuh akan berkurang. Menurut Shiau dan Chuang (1995); Peres *et al.* (1999) menyatakan bahwa *protein sparing effect* oleh karbohidrat dan lemak dapat menurunkan biaya produksi (pakan) dan mengurangi pengeluaran limbah nitrogen ke lingkungan.

Lemak pada pakan mempunyai peranan penting bagi ikan, karena berfungsi sebagai sumber energi dan asam lemak esensial, memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan sel yang penting bagi organ tubuh tertentu, membantu dalam penyerapan vitamin yang larut dalam lemak dan untuk mempertahankan daya apung tubuh.

Menurut Craig dan Helfrich (2010), lemak adalah salah satu makronutrien dengan kandungan energi yang tinggi yang dapat dimanfaatkan sebagai *protein sparing effect* dalam pakan budidaya. Satu unit lemak yang sama mengandung energi dua kali lipat dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Jika lemak dapat menyediakan energi untuk pemeliharaan metabolisme maka sebagian besar protein yang

dikonsumsi dapat digunakan tubuh untuk pertumbuhan dan bukan digunakan sebagai sumber energi (NRC, 1993).

Ikan menggunakan lemak untuk energi, komponen struktur sel dan pemeliharaan integritas biomembran (Takeuchi, 1988). Furuichi (1998) selanjutnya menyatakan bahwa lemak juga dapat dimanfaatkan untuk membangun struktur sel dan mempertahankan integritas membran melalui penggunaan fosfolipid. Lemak adalah sumber energi dan mengandung 2,25 kali energi karbohidrat, dan memegang peranan penting dalam metabolisme hewan seperti mensuplai asam lemak esensial, sebagai pelarut vitamin, dan prekursor untuk hormon-hormon steroid (Setiawati *et al.*, 2013). Pada ikan, lemak dapat berperan mempertahankan daya apung tubuh (NRC, 1977)

Ikan membutuhkan pakan dengan kandungan nutrisi yang cukup dan umumnya pakan diformulasikan dari bahan mentah nabati dan hewani secara bersama-sama untuk mencapai keseimbangan kandungan nutrisi pakan. Daging ikan terdiri atas beberapa komponen, seperti protein, lipid, vitamin, dan mineral, yang semuanya berkontribusi terhadap komposisi daging secara keseluruhan. Komposisi tubuh ikan dipengaruhi oleh faktor-faktor eksogen dan endogen (Huss, 1995).

Lemak merupakan sumber energi yang sangat penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan (National Research Council, 1977). Ikan mengeluarkan lebih banyak energi dengan lemak sebagai sumber utamanya (Wassef dan Shehata, 1991; Caponio *et al.*, 2004).

Jaringan kaya lemak biasanya diketahui mengandung trigliserida sebagai lemak utama, sedangkan jaringan rendah lemak dapat didominasi oleh fosfolipid pada ikan nila (Sargent *et al.*, 1999). Kebutuhan lemak bagi ikan berbeda-beda dan sangat tergantung dari stadium ikan, jenis ikan, dan lingkungan. Kadar lemak yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penyimpanan lemak yang berlebihan didalam tubuh ikan sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada ginjal, edema, dan anemia yang dapat menimbulkan kematian (Akbar, 2001).

Viera *et al.* (2012) melaporkan bahwa perubahan kandungan protein selama pertumbuhan sebanding dengan perubahan kadar lemak dalam daging ikan nila. Kandungan protein yang meningkat di dalam tubuh ikan maka kadar lemak akan menurun. Mokoginta *et al* (2005), menyatakan bahwa kadar Cr^{+3} pakan ternyata mempengaruhi kadar lemak dan karbohidrat tubuh. Kadar karbohidrat tubuh menggambarkan kadar glikogen. Kadar lemak tubuh semakin rendah dengan kadar Cr^{+3} pakan. Sebaliknya kadar karbohidrat (dalam hal ini glikogen) semakin tinggi sejalan dengan naiknya kadar Cr^{+3} pakan. Setyo (2006), menyatakan pertumbuhan kelompok ikan nila yang diberi pakan berkadar kromium 1,5 ppm lebih efisien, dibandingkan dengan kelompok ikan yang diberi pakan berkadar kromium 3; 4,5; dan 6 ppm ataupun perlakuan ikan yang diberi pakan tanpa mengandung kromium. Prioritas penggunaan zat nutrien sebagai sumber energi adalah glukosa (glikogen), Lemak (asam lemak dan gliserol), kemudian protein (asam amino), sehingga lemak dipakai untuk proses

lipolisis jika glukosa dalam darah kurang sewaktu kelaparan yang menyebabkan glikogen dan lemak menurun dari berbagai jaringan.

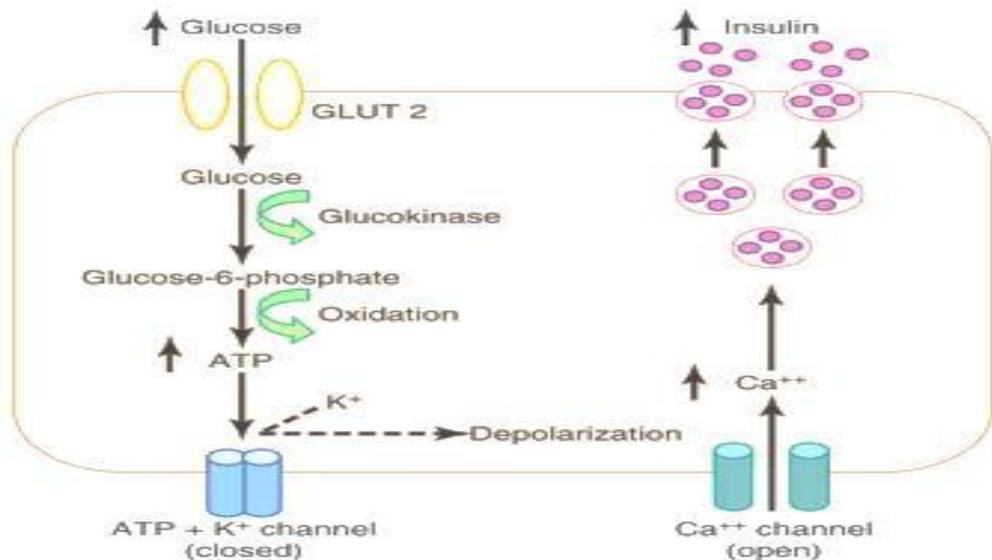
F. Hormon Insulin

Insulin dalam bahasa latin “insula” yang berarti pulau merupakan hormon yang dihasilkan di pulau-pulau langerhans kelenjar pankreas. Fungsi insulin adalah untuk mengatur kadar normal glukosa darah. Insulin bekerja melalui memperantarai uptake glukosa seluler, regulasi metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein, serta mendorong pemisahan dan pertumbuhan sel melalui efek mitogenik pada insulin (Wilcox, 2005) Hormon insulin bertugas untuk mengatur metabolisme karbohidrat dalam tubuh. Dalam keadaan normal, insulin disintesis kemudian disekresikan ke dalam darah sesuai kebutuhan tubuh untuk regulasi glukosa darah (Manaf, 2014)

Sebagian besar pulau langerhans terdiri atas sel-sel beta yang memproduksi dan menyimpan insulin yang akan dikeluarkan ketika dibutuhkan (Clemmon, 2012). Dalam hal ini insulin digunakan sebagai alat angkut yang akan membawa glukosa dalam darah menuju ke sel-sel target yaitu sel lemak, otot dan hepar untuk melakukan fungsi fisiologis sehingga kadarnya dalam darah tidak berlebihan.

Menurut (Guyton and Hall, 2011) bahwa glukosa merupakan kunci regulator sekresi insulin oleh sel β pankreas dengan memberikan respon berupa pengeluaran hormon insulin setiap kali makanan masuk ke dalam

tubuh. Mekanisme sekresi insulin oleh sel β pankreas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mekanisme Sekresi Insulin (Guyton and Hall, 2011)

Pada saat berada dalam darah, glukosa harus berikatan dengan perantara untuk dapat masuk ke dalam sel melewati membran sel. Perantara tersebut berupa senyawa yang disebut dengan GLUT (*glucose transporter*) yaitu GLUT-2. Setelah masuk ke dalam sel β pankreas, glukosa akan mengalami reaksi-reaksi biologi hingga terjadi sekresi insulin kemudian menuju ke sirkulasi (Manaf, 2014). Insulin menjadi alat transport glukosa dalam aliran darah hingga masuk ke dalam sel yang dituju.

Insulin yang berikatan dengan reseptor pada jaringan perifer seperti jaringan otot dan lemak. Ikatan menghasilkan sinyal yang akan meregulasi glukosa dalam sel dengan peningkatan GLUT-4 dan mendorong penempatannya pada membrane sel (Longo, *et al.* 2012). Tahap awal mekanisme kerja insulin dimulai dengan terikatnya insulin pada reseptor

(*IR/Insulin Receptor*) yang terdiri dari 2 subunit dan masing-masing subunit terdiri dari dua rantai peptida, yaitu peptida α (IR- α) dan β (IR- β). Pengikatan insulin pada IR akan mengakibatkan fosforilasi silang pada gugus-gugus tirosin tertentu pada IR- β . Tahap selanjutnya insulin akan meneruskan sinyal melalui sejumlah protein tertentu yang sebagian merupakan enzim. Insulin meningkatkan transport glukosa melalui lintasan P13-kinase dan Cbl yang berperan dalam translokasi vesikel intraselular yang berisi transporter glukosa GLUT-4. Glukosa yang masuk ke dalam sel melalui GLUT-4 selanjutnya akan mengalami proses metabolisme (Longo, *et al*, 2012).

Insulin adalah peptida hormon yang dihasilkan oleh pankreas ketika konsentrasi glukosa dalam kondisi normal (70-140 mg/dL). Sekresi hormon ini juga distimulasi oleh beberapa asam amino seperti arginin dan leusin. Reseptor insulin terletak di hampir seluruh membran sel yang ada dalam tubuh kecuali pada otak, ginjal, dan sel-darah merah, sebab sel-sel tersebut dapat menyerap glukosa tanpa bantuan insulin (Martini, *et al*. 2006)

Mikro mineral Cr^{+3} merupakan bagian dari kromodulin yang dapat mengaktifkan reseptor insulin dan selanjutnya akan mengefektifkan kerja insulin terhadap sel-sel jaringan tubuh. Insulin merupakan hormon anabolisme yang memacu transfer glukosa darah dan asam amino ke dalam sel (Vincent, 2000; Cefalu *et al.*, 2002). Selanjutnya glukosa di dalam sel dapat digunakan sebagai sumber energi, dikonversi menjadi glikogen di hati dan jaringan otot atau dikonversi menjadi lemak di hati dan jaringan adiposa (Mertz, 1998; Groff dan Gropper, 2000). Mokoginta *et al* (2005)

melaporkan bahwa suplementasi Cr^{+3} yang semakin tinggi akan memacu aktivitas insulin, yang selanjutnya akan lebih memacu sintesis glikogen dari lemak. Hal ini ditunjukkan oleh kadar karbohidrat (glikogen) tubuh yang semakin tinggi dan kadar lemak yang semakin rendah. Adanya penyimpanan glikogen yang semakin tinggi menjelaskan bahwa glukosa darah yang masuk ke sel-sel jaringan tubuh akibat naiknya efektifitas kerja insulin tersebut semakin tinggi yang berarti energi yang tersedia dalam sel akan semakin tinggi; sebagian disimpan sebagai glikogen dan sebagian lagi digunakan sebagai sumber energi. Naiknya ketersediaan energi dari karbohidrat ini memberi peluang sebagian besar protein (asam amino) akan digunakan untuk sintesis protein tubuh.

G. Kromium (Cr)

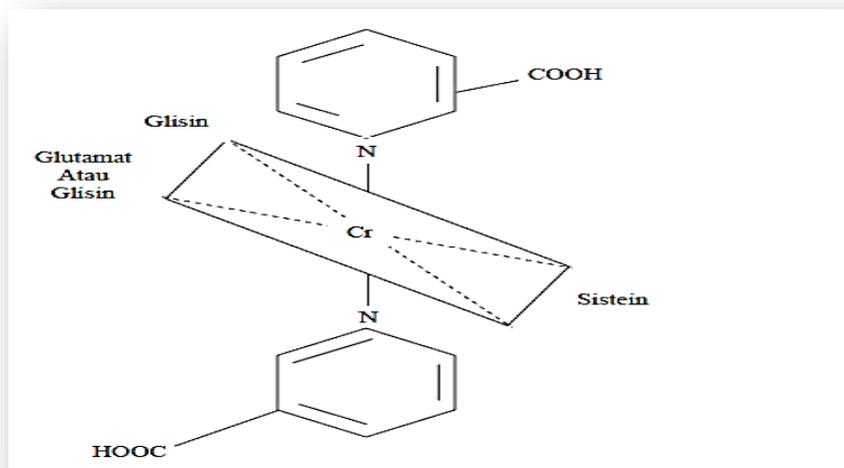
Krom merupakan mineral yang tergolong dalam unsur transisi dan mempunyai bilangan oksidasi 0, +2, +3, +4, dan +6, namun umumnya krom bervalensi tiga merupakan bentuk yang paling stabil. Unsur Cr^{+2} jarang terdapat dalam sistem biologis, karena jika kontak dengan udara akan ditransformasikan menjadi Cr^{+3} . Unsur Cr^{+4} bersifat toksik, tetapi dalam saluran pencernaan dapat ditransformasikan menjadi bentuk Cr^{+3} , sedangkan Cr^{+6} bersifat toksik, dapat berikatan protein dan asam nukleat serta berikatan dengan materi genetik yang menyebabkan Cr^{+6} bersifat karsinogenik. Unsur Cr^{+6} dalam saluran pencernaan mengalami bioreduksi menjadi Cr^{+3} oleh organisme (Groff dan Gropper, 2000 ; NRC, 1993). Nama

krom diambil dari nama Yunani, *Chroma* yang artinya warna, karena unsur ini terdiri dari beberapa warna yang berbeda.

Kromium dalam bentuk trivalensi (Cr^{+3}), diketahui sebagai komponen mineral esensial penting dari GTF (*glucose tolerance factor*), yaitu suatu komponen hati yang larut dalam air, plasma darah dan beberapa ekstrak biologis serta sel (Linder, 1992). GTF merupakan kompleks Cr^{+3} dengan 2 bagian asam nikotinat dan 3 asam amino, terutama glisin, glutamat, sistein atau sistin (Hepher, 1990; Linder, 1992)

Unsur krom pertama kali dilaporkan sebagai mineral yang esensial pada tahun 1959. Unsur krom dalam senyawa kompleks yang disebut GTF terlibat dalam interaksi antara insulin dan sel reseptor yang memungkinkan banyak pasokan glukosa ke dalam sel. Sel akan mengubahnya menjadi energy yang diperlukan untuk sintesis protein, peningkatan imunitas, glikogenesis, lipogenesis, transpor dan pengambilan asam amino oleh sel, mempengaruhi sintesis asam nukleat dan memainkan peranan dalam ekspresi gen (Vincent dan Davis, 1997; NRC, 1997). Kemungkinan struktur GTF berkromium yang diusulkan Mertz yang dapat dilihat pada Gambar 10

Defisiensi krom dapat menyebabkan hiperkolesterolemia (kolesterol darah tinggi), hiperglycemia (glukosa darah tinggi), glicosuria (glukosa urin tinggi), mengganggu toleransi glukosa, rendahnya inkorporasi asam amino (metionin, glisin, serin) pada protein hati, mengganggu metabolisme karbohidrat, protein, lemak, dan menurunkan sensitifitas jaringan perifer terhadap insulin (Underwood *et al.* 1973)



Gambar 5. Kemungkinan struktur GTF ber- Cr yang diusulkan Mertz (1979)

Kromium mempunyai potensi penting terutama dalam metabolisme karbohidrat. Selain itu, kromium mempunyai potensi dalam metabolisme lipid, protein dan asam nukleat. Oleh sebab itu, kromium mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan karbohidrat dan lipid sebagai sumber energi, serta protein untuk pertumbuhan guna meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan (Akbar, *et al.* 2011)

Fungsi utama Cr adalah untuk meningkatkan aktivitas insulin dalam metabolisme glukosa dan untuk mempertahankan kecepatan transpor glukosa dari darah ke dalam sel. Cr juga berperan dalam mengaktifkan kerja beberapa enzim. Defisiensi Cr menyebabkan terganggunya toleransi glukosa (*Glucose Tolerance*). Defisiensi yang lebih parah akan mengakibatkan pertumbuhan terganggu, hiperglikemia (*hyperglycemia*), glikosaria (*glycosaria*) dan meningkatnya kadar kolesterol dalam serum. Struktur GTF tersusun dari kompleks antara Cr^{3+} dengan 2 molekul asam

nikotinat dan 3 asam amino yang terkandung dalam glutathione yaitu glutamat, glisin dan sistein (Linder, 1992). Kromium secara biologis aktif sebagai komponen dari GTF yang meningkatkan sensitivitas sel dan jaringan terhadap penggunaan glukosa dan insulin, tanpa adanya kromium GTF tidak aktif (Underwood *et al.*, 1973). Sumber alami GTF adalah kapang, organ hati, merica, keju dan daging (Winarno, 1985).

H. Senyawa Kromium organik

Senyawa Cr pikolinat terbentuk dari Cr^{+3} yang mengikat 3 molekul asam pikolinat. Apabila 3 molekul asam pikolinat atau nikotinat diikat oleh Cr^{+3} maka akan terbentuk Cr pikotinat atau Cr ikotinat. Pada keadaan alami Cr berikatan dengan asam nikotinat sehingga Cr yang berasal dari asam nikotinat lebih disukai karena sifat alaminya. Asam pikolinat dan asam nikotinat keduanya merupakan isomer yang hanya berbeda pada posisi penempelan asam karboksilat pada cincin piridin. Pada asam pikolinat pada posisi tiga, sedangkan asam nikotinat pada posisi dua, kedua bentuk tersebut sama efektifnya dalam mempengaruhi metabolisme energi (Groff dan Gropper, 2000). Asam pikolinat dan asam nikotinat dapat dihasilkan oleh jamur/kapang dari metabolisme triptopan

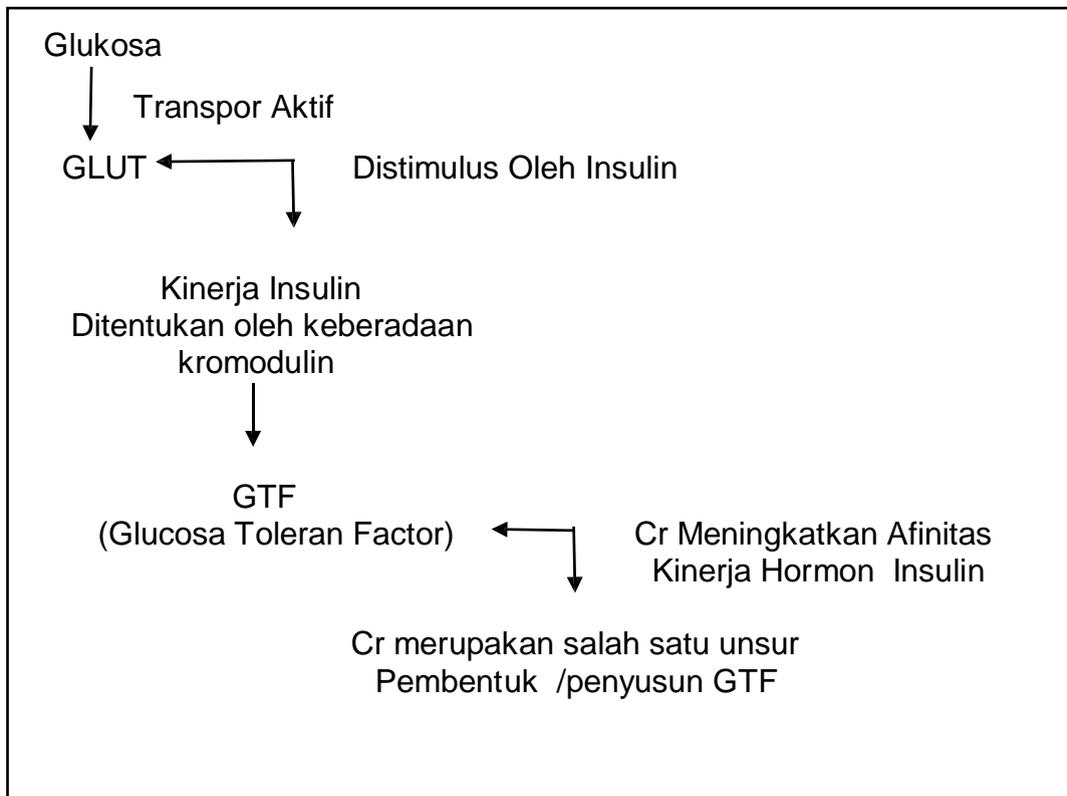
Komplek Cr organik terdapat dalam bentuk Cr *chelate*, Cr proteinat dan Cr pikolinat (Linder, 1992). Senyawa Cr proteinat merupakan Cr organik yang didapat dari protein ragi. Salah satu ragi yang banyak mengandung Cr adalah ragi bir karena banyak mengandung senyawa kompleks yang mengandung Cr dan aktif secara biologis yang dikenal dengan GTF (Groff

dan Gropper, 2000). Kromium dalam bentuk organik lebih mudah larut dan mudah diabsorpsi, sedangkan Cr anorganik lebih bersifat karsinogenik

I. Tingkat Keracunan Kromium

Mineral Cr merupakan unsur mikro yang bersifat paling kurang beracun (Groff dan Gropper, 2000). Keracunan yang diakibatkan Cr jarang terjadi disebabkan: (a) terjadinya bioreduksi Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} oleh berbagai organisme (NRC, 1997), (b) tingkat toleransi hewan terhadap Cr^{6+} sangat tinggi, yaitu lebih dari 1000 ppm berat kering pakan dan untuk Cr^{3+} mencapai 3000 ppm berat kering pakan (NRC, 1997; Underwood and Suttle, 1999), (c) senyawa kompleks Cr heksavalen segera diendapkan begitu hendak mencapai usus halus dan hampir tidak dapat diserap karena membentuk kompleks dengan bobot molekul besar (NRC, 1993; Groff dan Gropper, 2000) dan (d) akumulasi Cr dalam tubuh sangat jauh di bawah ambang bahaya karena homeostasis Cr bersifat negatif dan cenderung menurun sejalan dengan peningkatan umur (Vincent, 2000).

J. Peran Kromium dalam Metabolisme



(Bagan : Peran Cr Dalam Proses Metabolisme Glukosa)

Glukosa hasil hidrolisis karbohidrat secara enzimatik diserap dan diangkut secara aktif masuk ke dalam darah. Transpor aktif glukosa dari darah ke dalam sel memerlukan bantuan insulin. Kromium dapat meningkatkan kinerja insulin melalui *glucose tolerance faktor* (GTF) dimana kromium akan membentuk suatu kompleks dengan insulin dan reseptor insulin untuk memfasilitasi respon jaringan yang sensitif terhadap insulin. Menurut NRC (1977), hewan yang toleransi glukosanya terganggu memperlihatkan defisiensi GTF, dan suplementasi kromium dapat meningkatkan toleransi glukosa (Subandiono, 2004)

K. Kromium Dalam Metabolisme Nutrien

Peranan Cr dalam metabolisme nutrien antara lain meningkatkan potensi aktivitas insulin, yakni sebagai komponen dari GTF yang dapat meningkatkan asupan glukosa ke dalam sel. Selain esensial dalam metabolisme karbohidrat, Cr juga dibutuhkan dalam metabolisme lemak dan protein (Mertz, 1998; NRC, 1997). Peran Cr terkait dengan kinerja hormon insulin, yaitu memacu pembentukan glikogen sebagai energi cadangan yang berasal dari kelebihan glukosa sebagai sumber energi metabolis baik di organ hati maupun di otot.

Suplementasi Cr dapat meningkatkan pasokan glukosa oleh sel, glukosa yang berasal dari hasil hidrolisa karbohidrat pada saluran pencernaan akan masuk ke dalam darah yang sebagian dimanfaatkan sebagai sumber energi dalam sel dan sebagian lagi disimpan sebagai energi cadangan dalam bentuk glikogen baik di hati maupun di otot (Underwood and Suttle, 1999; NRC, 1997)

Peran Cr dalam metabolisme lipid tidak tergantung dari pengaruhnya terhadap metabolisme glukosa. Defisiensi Cr dapat menyebabkan hiperkolesterolemia, yaitu tingginya kadar kolesterol di dalam darah. Unsur Cr berperan dalam homeostasis kolesterol darah. Penambahan Cr pada ransum yang rendah akan Cr dapat menurunkan level kolesterol darah dan menghambat kecenderungan peningkatan kolesterol seiring dengan meningkatnya umur (Underwood and sutle, 1999). Unsur Cr menurunkan kolesterol LDL (*low density lipoprotein*), triasilgliserol

dan meningkatkan kolesterol HDL (*high density lipoprotein*) (NRC, 1977). Defisiensi Cr dapat menyebabkan rendahnya inkorporasi asam amino pada protein hati dan menyebabkan gangguan untuk pengikatan asam amino, diantaranya glisin, serin dan metionin. Pada sel kelenjar ambing hewan ruminansia, pengambilan glukosa tidak ditentukan oleh insulin, namun insulin sangat dibutuhkan untuk pengambilan asam amino khususnya asam aspartat, valin, isoleusin, leusin, metionin, lisin, asam glutamat, treonin, asparagin dan tirosin (NRC, 1997; Underwood and Suttle, 1999).

L. Glucose Tolerance Factor (GTF)

Schmidt dan Furlong. 2012. menyatakan bahwa jamur/kapang mengandung substansi yang mampu meningkatkan pengambilan glukosa dan meningkatkan potensi aktifitas insulin. Substansi ini kemudian diketahui sebagai faktor toleransi glukosa *Glucose Tolerance Factor* (GTF). Struktur GTF tersusun dari kompleks antara Cr⁺³ dengan 2 molekul asam nikotinat dan 3 asam amino yang terkandung dalam glutathion yaitu glutamat, glisin dan sistein (Linder, 1992). Unsur Cr merupakan komponen aktif dalam struktur GTF, sehingga tanpa adanya Cr pada pusat atau intinya, GTF tidak dapat bekerja mempengaruhi insulin (Burton, 1995).

M. Fermentasi oleh *Rhizopus oryzae*

Rhizopus oryzae adalah kelompok mikroba yang tergolong dalam fungi. Fardiaz (1992) mendefinisikan fermentasi sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino. Fermentasi oleh jamur/kapang, khamir dan bakteri bisa terjadi secara anaerobik dan anaerobik fakultatif.

Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat (Asnawati, 2008).

Jamur yang diinokulasikan ke dalam suatu media, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan diri dengan media dan kondisi lingkungan sekitarnya. Pada fase ini belum terjadi pembelahan sel karena beberapa enzim belum disintesis. Fase selanjutnya adalah fase pertumbuhan awal dimana sel mulai membelah dengan kecepatan yang masih rendah karena baru selesai tahap penyesuaian diri. Pertumbuhan logaritmik terjadi ketika inokulum mengalami pertumbuhan dan berkembang biakan yang cepat sampai dicapai pertumbuhan lambat. Pertumbuhan lambat disebabkan berkurangnya zat nutrisi di dalam media dan adanya hasil metabolisme yang dapat menghambat pertumbuhan. Fase berikutnya adalah fase pertumbuhan statis dimana jumlah sel pada fase ini tetap. Bila inkubasi dilanjutkan pada fase ini tidak akan menambah jumlah sel, melainkan jumlah sel hidup akan berkurang serta adanya lisis (pecahnya sel karena suatu anti bodi) yang menyebabkan massa sel menurun sampai terjadi kematian (Fardiaz, 1992).

Ciri-ciri spesifik *R. oryzae* , menurut Fardiaz (1992) adalah 1) hifa nonseptat atau tidak bersekat, 2) mempunyai stolon dan rhizoid yang warnanya gelap jika sudah tua, 3) sporangiofora tumbuh pada noda dimana terbentuk pula rhizoid, 4) sporangia biasanya besar dan berwarna hitam, 5) kolumela agak bulat, 6) aposifis berbentuk seperti cangkir, 7) tidak mempunyai sporangiola, 8) membentuk hifa vegetatif yang melakukan

penetrasi pada substrat dan hifa fertil yang memproduksi sporangia pada ujung sporangiofora dan 9) pertumbuhannya cepat, membentuk miselium seperti kapas. Jamur *R. oryzae* berkembang biak membentuk zigospora yang terbentuk secara seksual dan sporangiopora yang terbentuk secara aseksual

N. Kecernaan Pakan

Nilai kecernaan suatu pakan atau disebut juga dengan koefisien pencernaan (*digestibility*) disamping menggambarkan kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan juga dapat menggambarkan kualitas pakan yang dikonsumsi oleh ikan. Lovell (1989) mendefinisikan kecernaan sebagai bagian dari pakan yang diserap oleh hewan. Pakan yang masuk ke dalam saluran pencernaan akan dicerna menjadi senyawa sederhana berukuran mikro, dimana protein dihidrolisis menjadi asam-asam amino atau peptida sederhana, lemak menjadi gliserol dan asam lemak menjadi gula sederhana (Halver dan Hardy, 2002).

Proses kecernaan pakan baik fisik maupun kimia memegang peranan penting. Hidrolisis nutrient makro dimungkinkan dengan adanya beberapa enzim pencernaan seperti protease, karboksilase, dan lipase (Zonneveld *et al.*, 1991). Setiawati *et al.* (2013) mengemukakan bahwa rendahnya serat kasar dalam pakan menyebabkan tingginya daya cerna dan penyerapan zat-zat makanan didalam alat pencernaan ikan. Selama pakan berada dalam usus ikan, nutrient dicerna oleh berbagai enzim menjadi bentuk yang dapat diserap oleh dinding usus dan masuk dalam

sistem peredaran darah. Senyawa-senyawa sederhana tersebut kemudian diabsorpsi melalui sel-sel epitel yang terdapat di dinding usus, selanjutnya melalui peredaran darah dialirkan ke seluruh tubuh. Pakan yang dicerna oleh ikan dapat diukur sehingga diperoleh nilai pencernaan (koefisien pencernaan). Sebaliknya pakan yang mengandung serat kasar tinggi akan menghasilkan feses yang lebih banyak sehingga serat kasar yang tidak tercerna tersebut dapat membawa zat-zat makanan yang seharusnya dicerna.

O. Eksresi Amonia

Limbah metabolisme nitrogen (amonia-N) yang dikeluarkan ikan merupakan sumber utama senyawa limbah N terlarut dari suatu sistem akuakultur. Senyawa-senyawa ini dapat menurunkan produktivitas sistem dan merupakan sumber pencemaran bagi lingkungan (Usman *et al.* 2016).

Menurut Brune *et al.* (2003) dari seluruh nitrogen dalam pakan yang diberikan kepada ikan, sebanyak 25% digunakan ikan untuk tumbuh, 60% dikeluarkan dalam bentuk NH_3 dan 15% dikeluarkan bersama feses. Dengan demikian, potensi pasokan amonia ke dalam air budidaya ikan adalah sebesar 75% dari kadar nitrogen dalam pakan. Wyk dan Avnimelech (2007) menyatakan bahwa sebanyak 70–80% nitrogen dalam pakan diubah menjadi amonia oleh ekskresi langsung maupun melalui mineralisasi oleh bakteri, sebanyak 33% nitrogen yang terkandung dalam pakan ikan akan diekskresikan oleh ikan dan dapat didaur ulang (Crab *et al.*, 2007).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2016 sampai September 2017. Inkorporasi krom organik pada jamur *R. oryzae* melalui proses fermentasi dilakukan di laboratorium Bioteknologi Pusat Kegiatan Penelitian Universitas Hasanuddin, Makassar. Analisis serapan atom untuk mengetahui jumlah krom organik yang dihasilkan melalui jamur dilakukan di laboratorium Balai Pertanian Kabupaten Maros. Pembuatan pakan dan analisis kandungan nutrisi pakan uji, dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi BALITKANTA Kabupaten Maros. Aplikasi pakan terhadap benih ikan gabus dilakukan di Balai Benih Ikan (BBI) Bantimurung Kabupaten Maros.

B. Alat dan Bahan

a. Krom organik

Krom yang digunakan pada penelitian ini adalah krom organik hasil inkorporasi jamur *R. Oryzae*. Produksi Cr organik dilakukan berdasarkan hasil penelitian Astuti *et al.* (2010) ; Asnawati (2008), dengan cara menginkorporasikan Cr ke dalam fungi melalui proses fermentasi. Substrat dasar yang digunakan adalah ubi jalar. Ubi jalar diiris tipis, kemudian dicampur dengan larutan Cr anorganik 1000 ppm, triptofan 600mg/kg, medium selektif dan air.. Campuran substrat kemudian disterilkan menggunakan autoclave selama 20 menit pada suhu 110°C, 15 psi.

Setelah dingin, substrat diratakan pada nampan plastik dan ditambahkan starter/inokulan. Bagian atas nampan ditutup dengan plastik, dan disusun dalam rak. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya kontaminasi tetapi masih ada udara yang masuk. Inkubasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang, kemudian produk dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C. Setelah kering, produk dihaluskan sehingga berbentuk butiran halus dan siap digunakan.

Inkorporasi Cr ke dalam protein fungi (Cr organik) diukur dengan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) menurut metode Carry dan Allaway (1971). Satu gram sampel Cr organik dimasukkan ke dalam tabung dan ditambahkan larutan TCA 20%. Setelah konsentrasi krom yang terinkorporasi diketahui, selanjutnya dilakukan suplementasi pada pakan sesuai perlakuan.

b. Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan gabus yang berasal dari panti pembenihan Mega Farm Indonesia provinsi Daerah Istimewa Jogjakarta. berukuran panjang ± 3 cm dan bobot $\pm 0,8$ g. Ikan gabus yang dijadikan sampel terlebih dahulu diaklimatisasi dengan lingkungan pemeliharaan selama 1 jam kemudian dilakukan adaptasi pakan selama 1 minggu sebelum diberi pakan uji sesuai perlakuan baik yang dipelihara pada waring maupun pada akuarium.

c. Pakan Uji

Persiapan Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan pellet yang mengandung kadar karbohidrat-protein sesuai perlakuan kemudian disuplementasi dengan kandungan krom organik yang diikorporasikan melalui proses fermentasi jamur *R. oryzae*. Proses pembuatan pakan diawali dengan persiapan bahan baku, pencampuran bahan baku pakan, pencetakan pakan, pengeringan pakan, serta pengemasan pakan. Bahan baku pakan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Komposisi kimia bahan baku pakan terlihat pada Tabel 3. Ikan diberi pakan sampai kenyang (*at satiation*) sebanyak 3 kali sehari yaitu pada pukul 7.00, jam 12.00 dan pukul 17.00 WITA.

Tabel 2. Analisis Proksimat Bahan Baku pakan

Bahan	Protein (%)	Lemak (%)	S.Kasar (%)	K.Abu (%)	NFE (%)	Total
Tepung Ikan	60,2	9,8	1,1	15,7	13,2	100
Tepung Rebon	65,34	6,44	4,06	16,03	8,13	100
Tepung Kanji	0,2	0,1	1	7	91,7	100
Gluten	70	0	0,12	0,95	28,93	100
Tepung Kedelai	38,5	16,5	4,2	7	33,8	100
Tepung Terigu	9,1	1,68	0,22	1,2	87,8	100
Dedak Halus	12,21	11,5	7,5	11,3	57,49	100

Tabel 3. Formulasi Pakan Uji Benih Ikan Gabus

Bahan	A(50:25) (%)	B(45:30) (%)	C(40:35) (%)	D(35:40) (%)
Tepung Ikan	45	41,5	39	39
Tepung Rebon	27	21	20	17
Tepung Kanji	6	15,5	18	25
Gluten	6	11	6	1
Tepung Kedelai	9	7	10	12
Tepung Terigu	1	0	2	0
Dedak Halus	1	1	2	3
Minyak Ikan	1	1	1	1
Vitamin dan Mineral	2	2	2	2
Total	100	100	100	100

Tabel 4. Hasil analisis proximat pakan yang diberikan pada hewan uji selama penelitian untuk setiap perlakuan

NO	PERLUKUAN	KOMPOSISI (%)				
		ABU (%)	PROTEIN (%)	LEMAK (%)	SERAT (%)	BETN (%)
1	K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	18,19	35,33	6,91	5,79	33,78
2	K.40%, P.35%, Cr. 5ppm	18,14	35,35	6,93	5,74	33,84
3	K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	18,16	35,33	6,92	5,75	33,84
4	K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	18,20	39,90	6,67	5,46	29,77
5	K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	18,17	39,97	6,62	5,45	29,79
6	K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	18,22	39,80	6,73	5,52	29,73
7	K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	17,85	45,06	6,81	3,05	27,23
8	K.30%, P.45%, Cr. 5ppm	17,87	45,02	6,81	3,05	27,25
9	K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	17,85	45,06	6,84	3,01	27,24
10	K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	18,51	49,95	6,30	4,02	21,22
11	K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	19,10	49,75	6,03	4,01	21,11
12	K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	18,55	49,90	6,32	4,01	21,22

d. Air Media

Air yang digunakan sebagai air media pemeliharaan adalah air tanah yang disaring dengan menggunakan filter bag. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap minggu selama pemeliharaan.

e. Wadah Pemeliharaan

Wadah pemeliharaan yang digunakan terdiri atas dua jenis yakni; kolam waring dan akuarium kaca. Waring yang digunakan berukuran panjang, lebar dan tinggi 50 x 50 x 100 cm yang dipasang secara acak pada kolam tanah, digunakan sebagai wadah pemeliharaan untuk pengamatan kadar glukosa darah, retensi, albumin, efisiensi, pertumbuhan dan sintasan. Setiap wadah ditebari ikan sebanyak 20 ekor. Sedangkan akuarium yang digunakan berukuran panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 50 x 40 x 35 cm. Bagian sisi wadah ditutup dengan plastik hitam, digunakan sebagai wadah pemeliharaan untuk pengamatan pencernaan dan ekskresi amoniak. Khusus untuk wadah akuarium sebelum digunakan, terlebih dahulu didesinfektan dengan klorida (kaporit) dan dinetralkan dengan thiosulfat. Wadah percobaan diisi air sebanyak 50 L air tawar. Air yang digunakan telah disterilkan dengan 150 ppm klorida selama 24 jam dan selanjutnya dinetralkan dengan 75 ppm thiosulfat dan dilengkapi dengan aerasi.



Gambar 5. Kolam W aring, W adah Pemeliharaan Benih Ikan Gabus Untuk Pengamatan Glukosa Darah, Retensi, Efisiensi Pakan, Kadar Albumin, Pertumbuhan dan Sintasan.



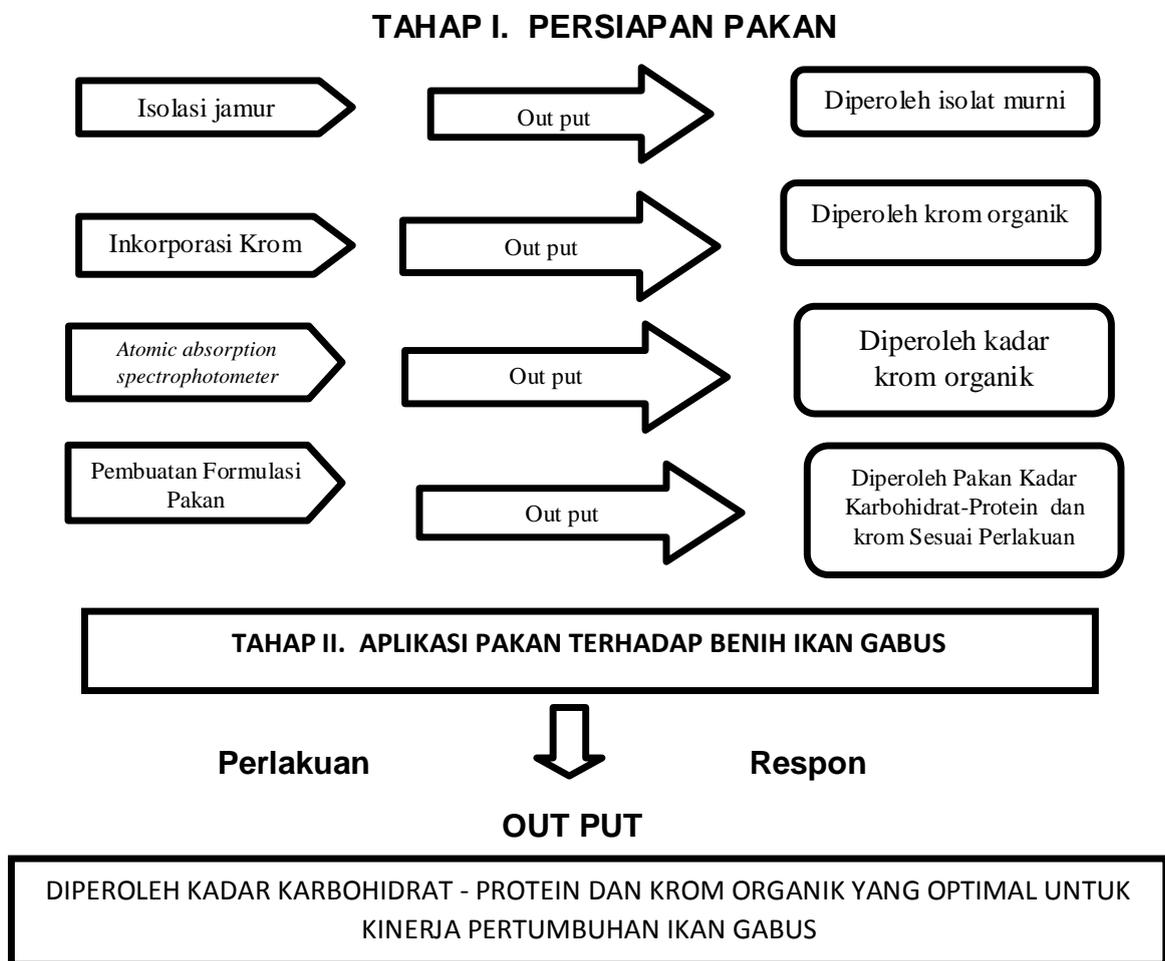
Gambar 6. Akuarium kaca, wadah pemeliharaan benih ikan gabus untuk pengamatan pencernaan dan eksresi amoniak

f. Pemeliharaan Ikan Gabus

Pemeliharaan hewan uji diawali dengan proses aklimatisasi terhadap suhu lingkungan (media pemeliharaan) dan aklimatisasi terhadap pakan perlakuan selama 7 hari, kemudian dilanjutkan dengan penimbangan awal.

Proses pemeliharaan ikan dilakukan selama 60 hari dan pemberian pakan perlakuan diberikan sebanyak 3 kali sehari pada pukul 07.00, 12.00 dan 19.00.00 WITA secara *atsatiation*. Sampling dilakukan setiap 7 hari untuk mengetahui pertambahan bobot hewan uji. Penggantian air dilakukan setiap sampling sebanyak 30%.

C. Tahapan Penelitian



D. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pola faktorial dengan rancangan dasar acak lengkap. Faktor pertama adalah kadar karbohidrat-protein berbeda dalam pakan, dan faktor kedua adalah suplementasi krom pada pakan dengan konsentrasi berbeda. Adapun perlakuannya sebagai berikut :

- (A) Kandungan karbohidrat pakan sebesar 40%, protein 35%
- (B) Kandungan karbohidrat pakan sebesar 35%, protein 40%
- (C) Kandungan karbohidrat pakan sebesar 30%, protein 45%
- (D) Kandungan karbohidrat pakan sebesar 25%, protein 50%

Setiap kadar karbohidrat - protein mempunyai ulangan sebanyak 3 kali. Faktor kedua adalah penambahan suplemen krom pada pakan dengan konsentrasi berbeda.

Adapun perlakuannya sebagai berikut :

- (A) Konsentrasi krom 3 ppm
- (B) Konsentrasi krom 5 ppm
- (C) Konsentrasi krom 7 ppm

Setiap perlakuan konsentrasi krom dalam pakan mempunyai ulangan sebanyak 3 kali, dengan demikian penelitian ini terdiri atas 12 kombinasi perlakuan dan 36 satuan percobaan

E. Pengukuran Parameter

a. Kualitas pakan

Analisis kualitas pakan dilakukan dengan cara analisis proksimat. Analisa proksimat yang dilakukan terdiri atas: protein, lemak, serat kasar,

abu, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan kadar air (lampiran 1).
 Kecernaan protein, serat dan lemak pakan dihitung dengan menggunakan
 formula : Takeuchi, 1988)

1. Kecernaan Protein

$$\text{Kecernaan protein} = \left(\frac{a - a'}{b} \right) \times 100$$

2. Kecernaan Serat

$$\text{Kecernaan serat} = \left(\frac{a - a'}{b} \right) \times 100$$

3. Kecernaan Lemak

$$\text{Kecernaan lemak} = \left(\frac{a - a'}{b} \right) \times 100$$

Keterangan :

a = % Cr₂O₃ dalam pakan

a' = % Cr₂O₃ dalam feses

b = % protein/serat/lemak dalam pakan

b' = % protein/serat/lemak dalam feses

b. Pengukuran kadar glukosa dalam darah

Kadar glukosa darah diamati pada periode satu dan dua bulan masa pemeliharaan. Ikan dipuaskan selama 48 jam, pengambilan darah dimulai pada jam ke 0 (sebelum pemberian pakan) dan jam ke 1,2,3,4,5 setelah ikan diberi pakan sampai kenyang. Sampel darah diambil dari vena caudal dengan menggunakan test strip, setelah sampel darah pada test strip merata, kemudian test strip tersebut dipasang pada lubang glucometer dan selanjutnya automatic glucometer mulai mengukur kadar glukosa darah (hasil pengukuran terlihat pada layar display dalam hitungan mundur

c. Pengukuran Eksresi NH₃ – N

Total NH₃-N yang dieksresikan dianalisis 1-5 jam setelah pemberian pakan dan dihitung berdasarkan persamaan yang digunakan oleh Ming (1985) sebagai berikut :

$$\text{NH}_3\text{-N mg/jam} = V(\text{NH}_3\text{N})_{t_1} - (\text{NH}_3\text{-N})_{t_0}$$

Keterangan :

(NH₃-N)_{t₁} = Konsentrasi ammonia pada saat t₁ (mg/l)
(NH₃-N)_{t₀} = Konsentrasi ammonia pada saat t₀ (mg/l)
V = total volume air di dalam wadah (liter)

d. Retensi Protein dan Retensi Lemak

Retensi protein dapat diketahui dengan melakukan analisis proximat protein tubuh ikan pada awal dan akhir percobaan, dan kandungan protein pakan, mengikuti metode (AOAC 1990). Rumus retensi protein sebagai berikut.

$$\text{RP} = \frac{\text{F} - \text{L}}{\text{P}} \times 100$$

Keterangan :

RP = Retensi Protein (%)
Fp = Jumlah protein tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g)
Lp = Jumlah protein tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g)
P = Jumlah protein yang dikonsumsi ikan (g)

Nilai retensi lemak dapat diketahui dengan melakukan analisis proximat lemak tubuh ikan pada awal dan akhir penelitian, serta lemak pakan dengan mengikuti metode (AOAC 1990). Rumus perhitungan retensi lemak sebagai berikut:

$$RL = \frac{F - L1}{L} \times 100$$

Keterangan : RL = Retensi lemak (%)

F = Jumlah lemak tubuh ikan pada akhir pemeliharaan (g)

L1 = Jumlah lemak tubuh ikan pada awal pemeliharaan (g)

L = Jumlah lemak yang dikonsumsi ikan selama pemeliharaan (g)

e. Efisiensi Pakan (EP)

Efisiensi pakan dihitung berdasarkan persamaan (Takeuchi, 1988) :

$$EP = \frac{(W_t + W_a) - W_f}{F} \times 100$$

Keterangan :

EP = Efisiensi pakan (%)

W_o = Biomassa ikan pada awal percobaan (g)

W_t = Biomassa ikan pada waktu t (g)

W_a = Biomassa ikan yang mati selama percobaan (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama percobaan (g)

f. Pengukuran kadar albumin

Pengukuran kadar albumin dilakukan pada awal dan akhir penelitian dengan cara, daging ikan difillet kemudian dilakukan perhitungan kandungan albumin dengan menggunakan spektrofotometer (Chasanah et

al, 2015).

H. Laju Pertumbuhan

Laju pertumbuhan bobot individu dihitung mengikuti Dehaghani *et al.* (2015) dengan menggunakan rumus pertumbuhan mutlak bio massa dari Ricker (1979) sebagai berikut :

$$\text{SGR (\%)} = 100 \times [\text{Ln } W_2 - \text{Ln } W_1] / T$$

W_2 = bobot individu rata-rata pada akhir penelitian (g)

W_1 = bobot individu rata-rata pada awal penelitian (g)

T = lama pemeliharaan (hari)

i. Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan mutlak ikan uji dihitung mengikuti Dehaghani *et al.* (2015)

$$Wg = W_2 - W_1$$

Keterangan :

Wg = Pertumbuhan Biomassa mutlak (g)

W_2 = Biomassa ikan pada akhir penelitian (g)

W_t = Biomassa ikan pada awal penelitian (g)

j. Sintasan Benih Ikan Gabus

Sintasan benih ikan gabus pada setiap perlakuan dihitung pada akhir penelitian berdasarkan rumus Effendie (1997) sebagai berikut;

$$\text{SR} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan :

SR = Kelangsungan hidup ikan (%)

N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

k. Kualitas Air

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air. Adapun parameter yang diukur adalah suhu, pH, oksigen terlarut, dan amonia. Suhu diukur dengan menggunakan thermometer, pH diukur dengan menggunakan pH meter, O₂ terlarut dengan DO meter, sedangkan amoniak diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Suhu, pH, dan O₂ diukur 2 kali sehari yakni pagi (pukul 8.00) dan sore hari yakni (pukul 17.00). Adapun amoniak diukur 1 kali seminggu selama penelitian.

F. Analisis Data

Kecernaan protein, pencernaan karbohidrat, pencernaan lemak, retensi protein, retensi lemak, efisiensi pemanfaatan pakan, kadar albumin, ekskresi amonia, pertumbuhan dan sintasan pada masing-masing perlakuan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) apabila terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan selang kepercayaan 95% (Gazpers, 1991) menggunakan program SPSS versi 24. Adapun kadar glukosa darah dan kualitas air dianalisis secara deskriptif

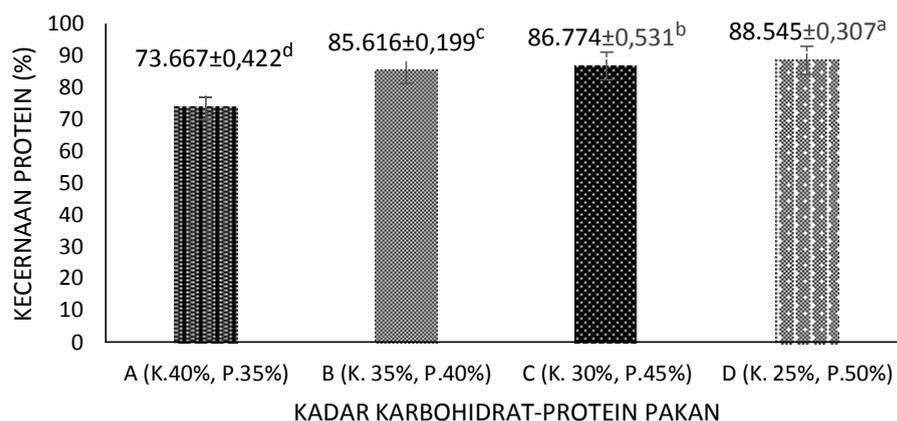
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

a. Kecernaan Protein Pakan (%)

Kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda selama penelitian disajikan pada Lampiran 6. Dan nilai rata-ratanya disajikan pada Gambar 7.



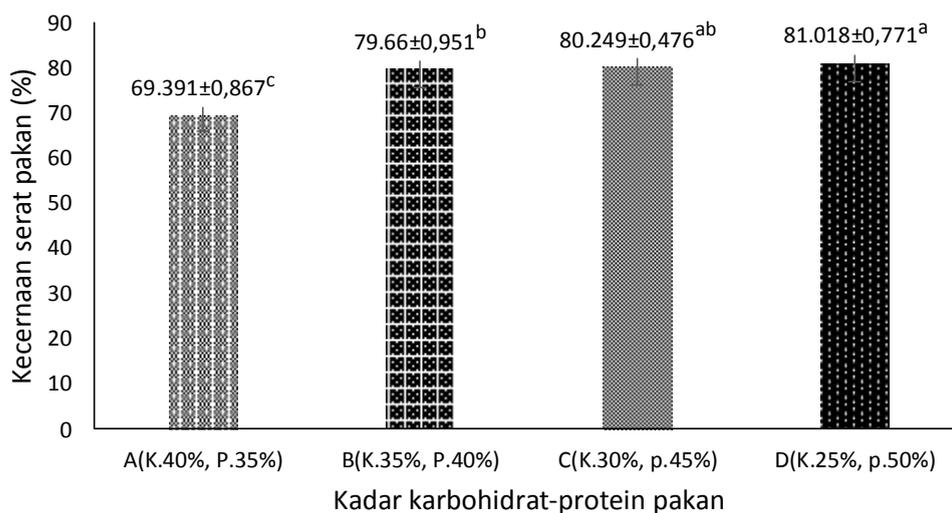
Gambar 7. Tingkat Kecernaan protein pakan benih ikan gabus pada berbagai kadar karbohidrat-protein dan krom yang berbeda

Hasil analisis ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase kecernaan protein, akan tetapi pemberian konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kecernaan protein. Berdasarkan Gambar 7, terlihat bahwa kecernaan protein pakan tertinggi

diperoleh pada perlakuan kadar karbohidrat 25%, protein 50% dengan nilai 88,55% dan terendah pada kadar karbohidrat 40%, protein 35% dengan nilai 73,667%.

b. Kecernaan Serat Pakan (%)

Kecernaan serat pakan benih ikan gabus dengan kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik yang berbeda, disajikan pada lampiran 9. Dan nilai rata-ratanya disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Tingkat Kecernaan serat pakan benih ikan gabus pada kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda

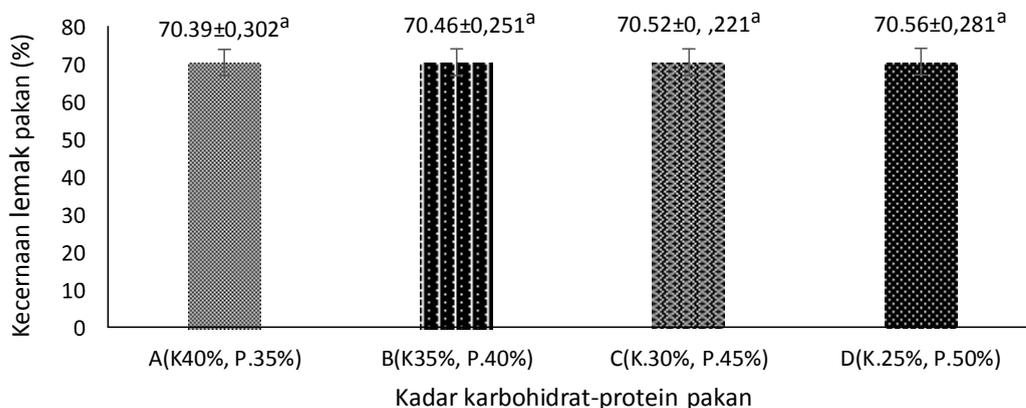
Hasil analisis ragam (Lampiran 10) menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein pakan yang berbeda memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase kecernaan serat, akan tetapi pemberian konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya tidak

berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap pencernaan serat pakan benih ikan gabus.

Berdasarkan hasil pengamatan yang disajikan pada Gambar 8, menunjukkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35% menghasilkan nilai pencernaan serat terendah yakni 69,39% Sedangkan nilai pencernaan serat tertinggi diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 25%, protein 50% dengan nilai 81,018%.

c. Kecernaan Lemak Pakan (%)

Kecernaan lemak pakan benih ikan gabus dengan kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik yang berbeda, selama penelitian disajikan pada Lampiran 12. Dan nilai rata-ratanya disajikan pada Gambar 9.



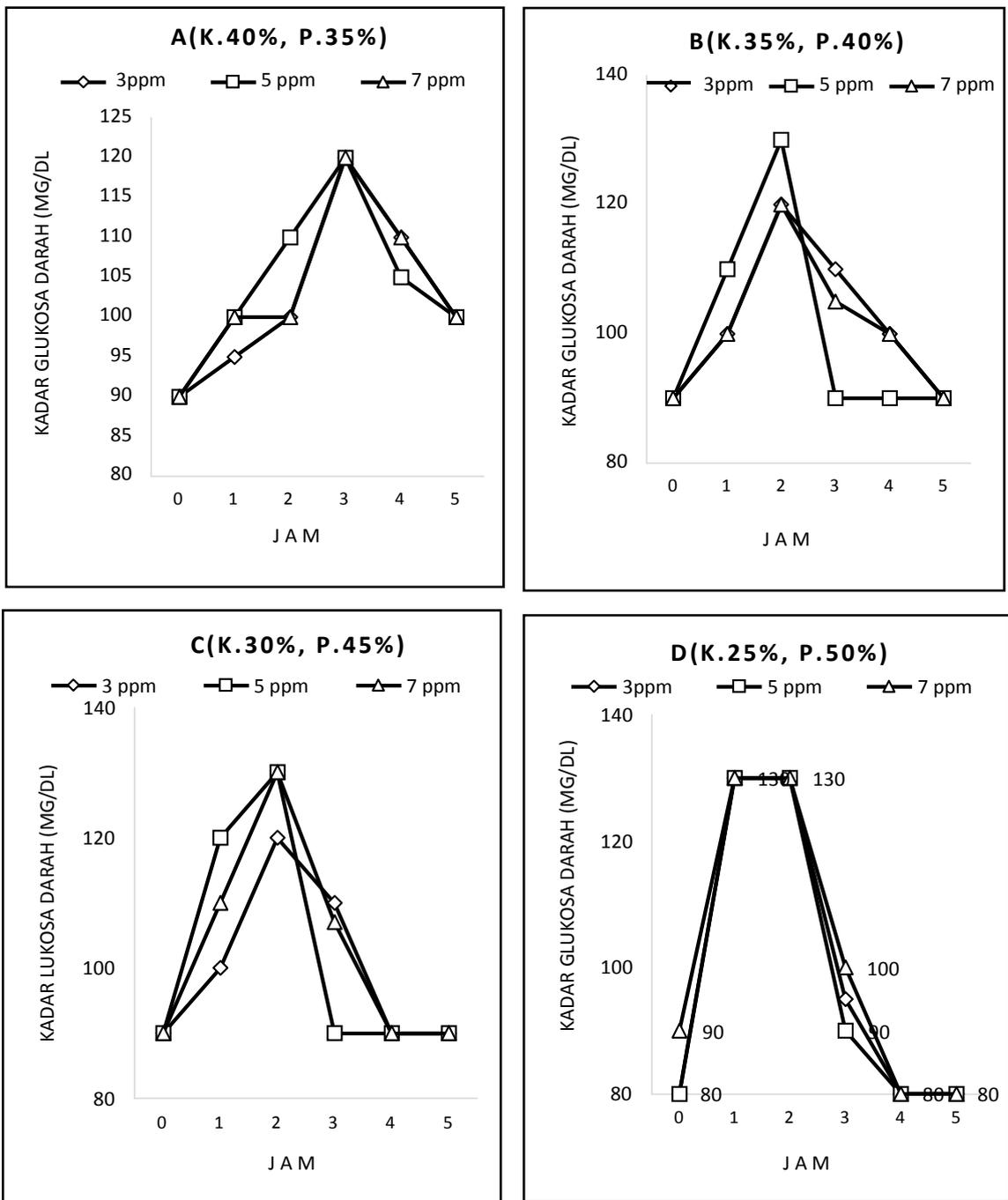
Gambar 9: Tingkat Kecernaan lemak (%) pakan benih ikan gabus pada kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 13) menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein pakan dan suplementasi krom organik

dengan konsentrasi yang berbeda serta interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase pencernaan lemak pakan benih ikan gabus. Hal ini menunjukkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda (3, 5, dan 7 ppm) kesemuanya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pencernaan lemak benih ikan gabus.

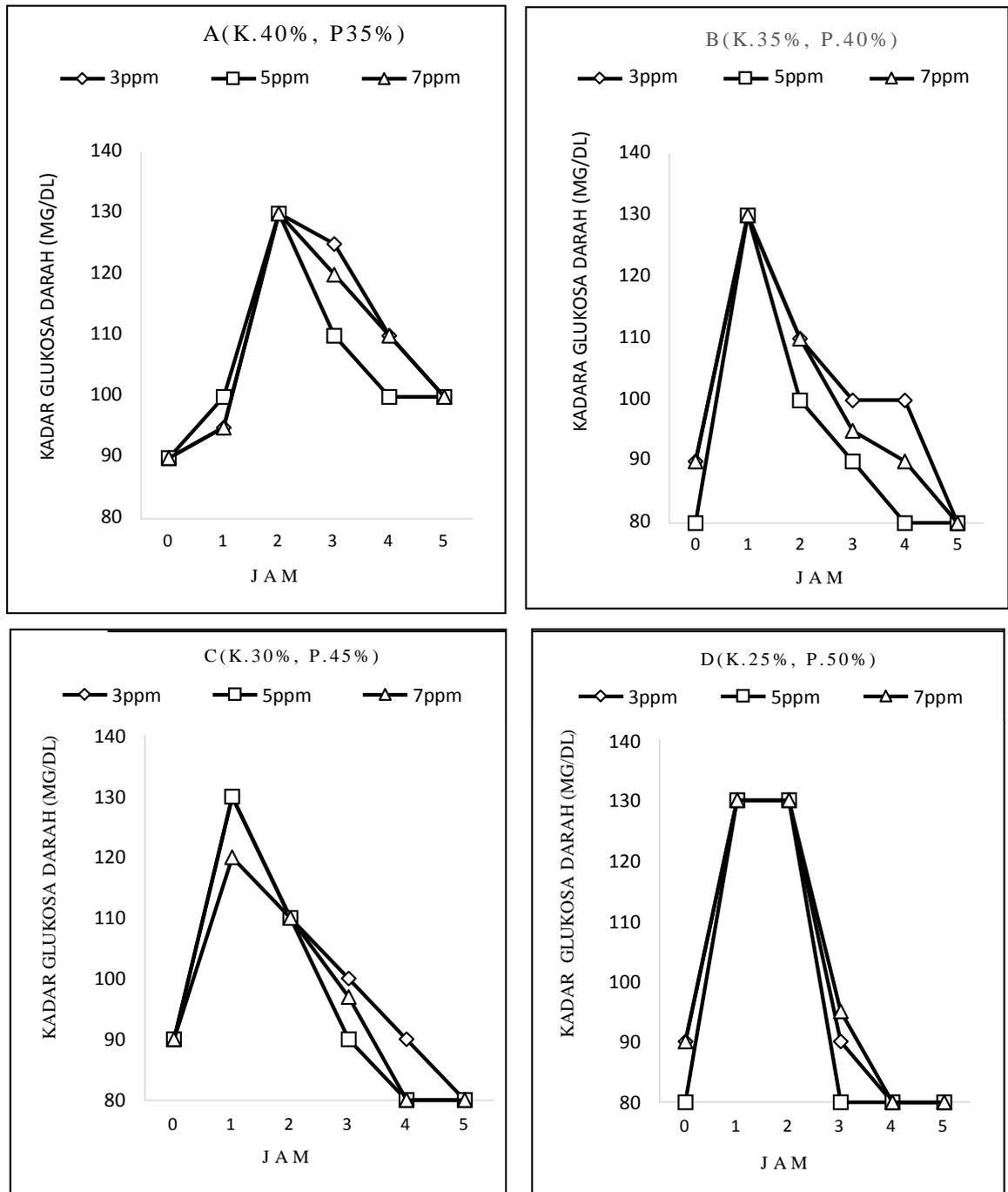
d. Pola Glukosa Darah Periode Satu dan Dua Bulan Pemeliharaan

Hasil pengukuran kadar glukosa darah (mg/dL) ikan gabus periode satu dan dua bulan pemeliharaan yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan krom organik yang berbeda disajikan pada Lampiran 15 dan 16. Pola glukosa darah periode satu dan dua bulan pemeliharaan disajikan pada Gambar 10 dan 11



Gambar 10. Kadar glukosa darah benih ikan gabus yang disuplementasi krom dengan konsentrasi yang berbeda pada periode satu bulan pemeliharaan

Keterangan Gambar : K = Karbohidrat P = Protein
Jam = Waktu setelah pemberian pakan



Gambar 11. Kadar glukosa darah benih ikan gabus yang disuplementasi krom dengan konsentrasi yang berbeda pada periode dua bulan pemeliharaan

Keterangan Gambar : K = Karbohidrat P = Protein
 Jam = Waktu setelah pember

Pola kadar glukosa darah periode satu dan dua bulan pemeliharaan yang ditunjukkan pada Gambar 10 dan 11 memperlihatkan pola yang hampir sama. pada jam ke 0 (sebelum pemberian pakan), dimana semua perlakuan baik karbohidrat tinggi maupun karbohidrat rendah menunjukkan kadar glukosa darah awal 80-90 mg/dL. Namun pengukuran kadar glukosa darah jam ke-1 sampai jam ke-5 (1 jam sampai lima jam) setelah pemberian pakan menunjukkan adanya perubahan kadar glukosa darah pada kelompok ikan untuk semua perlakuan. Perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat tinggi (K. 40%, P.35%) memperlihatkan *influx* glukosa darah yang berbeda pada periode pemeliharaan 1 dan 2 bulan, dimana pada periode pemeliharaan 1 bulan mengalami puncak kenaikan glukosa darah (120 mg/dL) pada waktu 3 jam setelah pemberian pakan, dan pada periode pemeliharaan 2 bulan memperlihatkan puncak kenaikan kadar glukosa darah (130 mg/dL) pada waktu 2 jam setelah pemberian pakan. Namun puncak penurunan glukosa darah pada periode pengamatan 1 dan 2 bulan memperlihatkan kadar (100 mg/dL) dan waktu yang sama (5 jam setelah pemberian pakan) untuk semua perlakuan konsentrasi krom.

Pada perlakuan kadar K.35%-P.40% dan kadar K.30%-P.45% menunjukkan *influx* glukosa darah yang hampir sama, Pada periode pemeliharaan 1 bulan, puncak kenaikan glukosa darah masing-masing terjadi pada waktu 2 jam setelah pemberian pakan (130 mg/dL), sedangkan pada periode pemeliharaan 2 bulan mengalami puncak kenaikan glukosa darah (130 mg/dL) pada waktu 1 jam setelah pemberian pakan. Namun

memperlihatkan puncak penurunan kadar glukosa darah yang berbeda. Perlakuan kadar K.35%-P.40% dan kadar K.30%-P.45% menunjukkan puncak penurunan kadar glukosa darah (90 mg/dL) pada waktu 3 jam pasca pemberian pakan dan tidak mengalami perubahan hingga jam ke 5 pasca pemberian pakan. Sedangkan pada periode pemeliharaan 2 bulan menunjukkan penurunan glukosa darah (90 mg/dL) dimulai pada waktu 3 jam setelah pemberian pakan dan puncak penurunan kadar glukosa darah (80 mg/dL) terjadi 4 jam pasca pemberian pakan. Puncak penurunan kadar glukosa darah dengan nilai 80 mg/dL terlihat pada suplementasi krom 5 ppm sedangkan penurunan puncak kadar glukosa darah dengan suplementasi krom 3 dan 7 ppm terjadi pada jam ke lima dengan nilai 80 dan 90 mg/dL.

Perlakuan kadar K.25%-P.50%, yang disuplementasi krom dengan konsentrasi 3,5 dan 7 ppm untuk periode pemeliharaan 1 bulan dan 2 bulan menunjukkan puncak kenaikan kadar glukosa darah yang sama. Puncak kenaikan kadar glukosa darah (130 mg/dL) terjadi 1 jam hingga 2 jam setelah pemberian pakan. Perlakuan kadar K.25%-P.50%, untuk suplementasi krom 3,5 dan 7 ppm pada periode pemeliharaan 1 bulan menunjukkan awal penurunan kadar glukosa darah (95, 90 dan 95 mg/dL) terjadi pada waktu 3 jam pasca pemberian pakan, dan mencapai puncak penurunan glukosa darah pada waktu 4 jam pasca pemberian pakan untuk semua konsentrasi suplemen krom organik. Sedangkan pada periode pemeliharaan 2 bulan, puncak penurunan glukosa darah (80 mg/dL) untuk

perlakuan kadar K.25%-P.50%, yang disuplementasi krom organik 5 ppm dicapai pada waktu 3 jam pasca pemberian pakan, sedangkan suplementasi krom organik 3 dan 7 ppm dicapai 4 jam pasca pemberian pakan

e. Retensi Protein

Retensi protein ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat–protein dan krom organik yang berbeda disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata tingkat retensi protein pakan pada benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan krom yang berbeda

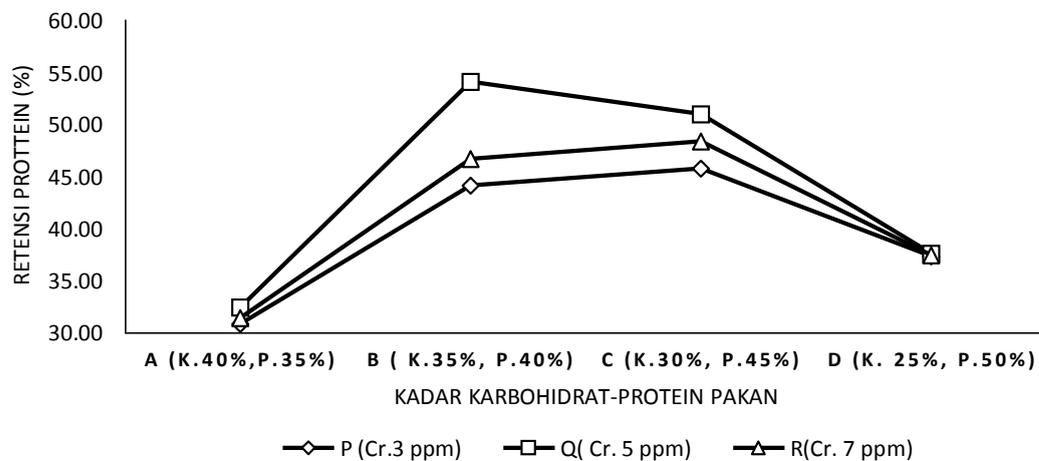
Perakuan	Rataan retensi protein (%)
K.40%, P.35%, Cr. 3ppm	30.876 ± .057 ⁱ
K.40%, P.35%, Cr. 5ppm	32.467 ± .070 ^h
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	31.428 ± .030 ⁱ
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	44.175 ± .085 ^f
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	54.125 ± .087 ^a
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	46.717 ± .127 ^d
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	45.801 ± .166 ^e
K.30%, P.45%, Cr. 5ppm	51.007 ± .047 ^b
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	48.400 ± .377 ^c
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	37.346 ± .167 ^g
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	37.587 ± .140 ^g
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	37.467 ± .905 ^g

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 18) menunjukkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda serta interaksinya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) pada persentase retensi protein pakan benih ikan gabus .

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 19) memperlihatkan bahwa retensi protein tertinggi (54,12%) diperoleh pada kadar karbohidrat 35%-protein 40% dan krom 5ppm berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Sedangkan terendah ditunjukkan pada perlakuan karbohidrat 40%, protein 35% dan krom 3 ppm dengan nilai 30,88%.



Gambar 12: Interaksi kadar karbohidrat-protein pakan dan suplementasi krom organik yang berbeda terhadap retensi protein benih ikan gabus (%)

Hasil interaksi antara kadar karbohidrat-protein dan krom organik berbeda yang disajikan pada Gambar 12 di atas menunjukkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat 40%-protein 35% baik yang disuplementasi krom organik 3, 5, maupun 7 ppm menghasilkan nilai

retensi protein terendah, dan mengalami kenaikan pada kadar karbohidrat 35%-protein 40% dan karbohidrat 30%-protein 45%, dan mengalami penurunan kembali pada kadar karbohidrat 25%-protein 50%. Suplementasi krom organik 5 ppm memberikan persentasi retensi protein tertinggi dibanding dengan suplemen krom organik 3 dan 7 ppm, baik pada karbohidrat-protein tinggi, maupun rendah. .

f. Retensi Lemak

Retensi lemak ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat–protein dan krom organik yang berbeda disajikan pada

Tabel 6

Tabel 6. Rata-rata tingkat retensi lemak benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein berbeda dan disuplementasi dengan konsentrasi krom organik yang berbeda

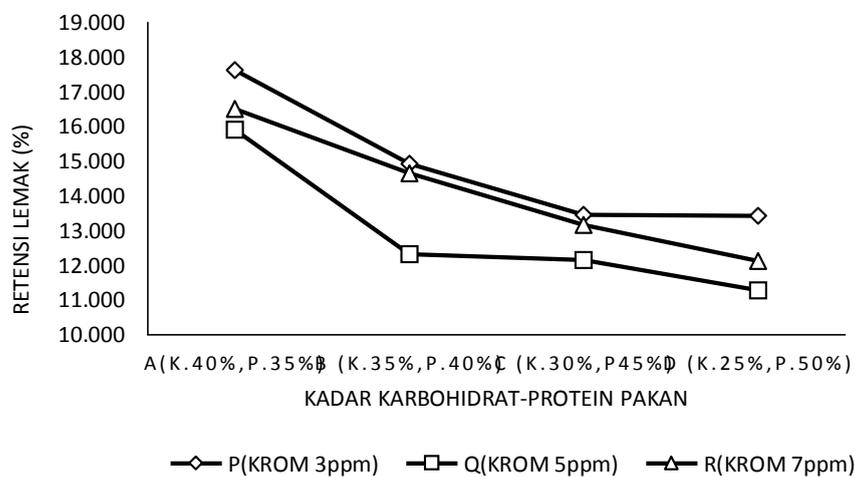
Perlakuan	Rataan retensi lemak (%)
K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	17,620 ± 0,361 ^a
K .40%, P.35%, Cr. 5ppm	15,903 ± 0,150 ^c
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	16,507 ± 0, 208 ^b
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	14,930 ± 0,892 ^d
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	12,330 ± 0,159 ^f
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	14,647 ± 0,457 ^d
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	13,463 ± 0,023 ^e
K .30%, P.45%, Cr. 5ppm	12,157 ± 0,029 ^f
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	13,163 ± 0,,064 ^e
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	13,430 ± 0,218 ^e
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	11,277 ± 0 ,071 ^f
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	12,117 ±0, 080 ^f

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom

Hasil analisis ragam (Lampiran 20), menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein dengan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase retensi lemak pakan benih ikan gabus

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 21), menunjukkan bahwa nilai retensi lemak tertinggi diperoleh pada perlakuan karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3 ppm, yakni 17,62% dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Nilai retensi lemak terendah adalah kadar karbohidrat 25%, protein 50%, krom 7 ppm dengan nilai 12,117% dan tidak berbeda dengan kadar karbohidrat 25%-protein 50%, krom 3 ppm, dan karbohidrat 30%-protein 45% krom 5 ppm, namun memperlihatkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan lainnya.



Gambar 13. Interaksi kadar karbohidrat-protein pakan dan suplementasi kromium organik yang berbeda terhadap retensi lemak benih ikan gabus

Hasil interaksi antara kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom organik terhadap nilai retensi lemak yang disajikan pada Gambar 13,

menunjukkan bahwa nilai retensi lemak terendah diperoleh pada kadar karbohidrat 25%, protein 50% dan krom 5 ppm dengan nilai 11,28% , nilai retensi lemak tertinggi diperoleh pada pakan dengan kadar karbohidrat 40%-protein 35% dan krom 3 ppm dengan nilai 17,62%.

g. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan krom organik yang berbeda serta interaksi keduanya disajikan pada Table 7.

Tabel 7 . Rata-rata efisiensi pakan benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein berbeda dan disuplementasi dengan konsentrasi krom organik yang berbeda

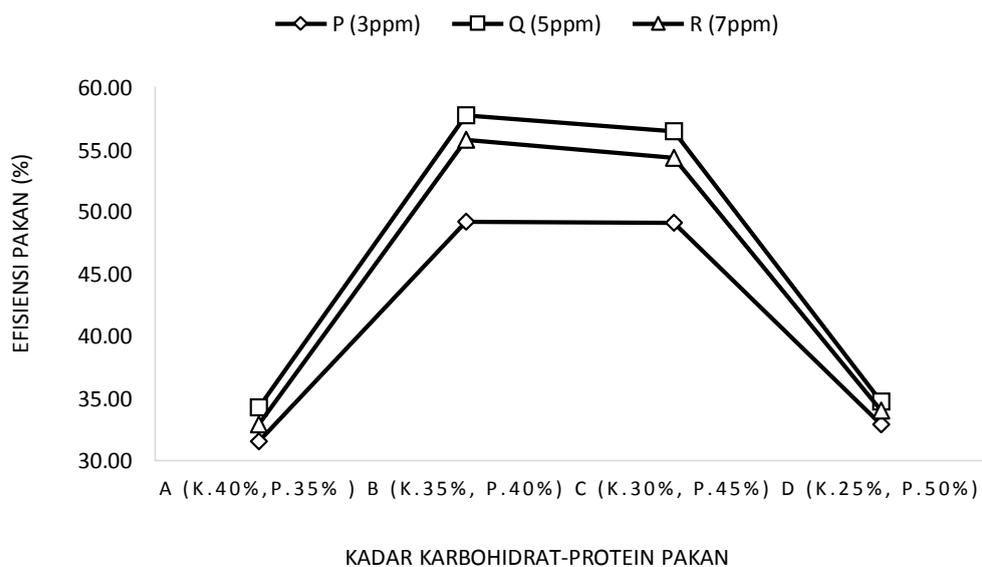
PERLAKUAN	Rata-rata
K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	31,53±0,947 ^{hg}
K .40%, P.35%, Cr. 5ppm	34,27±0,072 ^{fe}
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	32,90±0,5147 ^{gf}
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	49,20±0,3868 ^d
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	57,76±1,974 ^a
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	55,78±0,966 ^{cb}
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	49,14±0,566 ^d
K .30%, P.45%, Cr. 5ppm	56,45±0,865 ^{ba}
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	54,34±0,809 ^c
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	32,90±0,475 ^{gf}
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	34,75±0,554 ^e
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	34,01±0,480 ^{fe}

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom organik

Hasil analisis ragam (Lampiran 23), menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase efisiensi pakan benih ikan gabus.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 24), menunjukkan bahwa nilai efisiensi pakan pada perlakuan kadar karbohidrat 35%, protein 40%, krom 5 ppm, memperlihatkan nilai efisiensi pakan tertinggi 57,76% dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Sedangkan terendah pada kadar karbohidrat 40%- protein 35% dan krom organik 3 ppm



Gambar 14 : Interaksi kadar karbohidrat-protein pakan dan konsentrasi suplement krom organik yang berbeda terhadap efisiensi pakan benih ikan gabus

Interaksi antara kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi suplement krom organik terhadap efisiensi pakan yang disajikan pada Gambar 14, terlihat bahwa efisiensi pakan benih ikan gabus yang diberi

pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi suplemen kromium berbeda menunjukkan pola yang sama baik pada kadar karbohidrat 25%, protein 50%, maupun kadar karbohidrat 40%, protein 35%. Akan tetapi suplementasi kromium 5 ppm menunjukkan tingkat efisiensi pakan tertinggi dibandingkan dengan suplementasi kromium 3 dan 7 ppm. Tingkat efisiensi pakan tertinggi diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 35%, protein 45%, Cr 5 ppm dengan nilai 57,76% dan kadar karbohidrat 30%, protein 45% yakni 56,45%, Cr 5 ppm sedangkan terendah pada kadar karbohidrat 40%, protein 35%, Cr 3 ppm dengan nilai 31,53%, dan kadar karbohidrat 25%, protein 50%, Cr 3 ppm sebesar 32,90%.

h. Kandungan Albumin

Kandungan albumin ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar kadar karbohidrat-protein dan krom organik yang berbeda serta interaksi keduanya disajikan pada Tabel 8

Tabel 8 : Rata-rata persentase kandungan albumin benih ikan Gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda

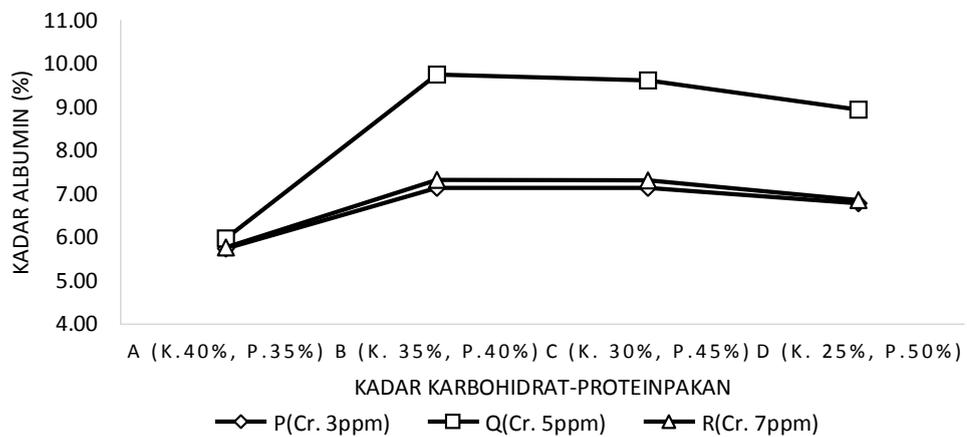
Perlakuan	Rata-rata
K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	5,737±0,035 ^d
K .40%, P.35%, Cr. 5ppm	5,967±0,021 ^{dc}
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	5,753±0,050 ^d
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	7,133±0,015 ^b
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	9,737±0,142 ^a
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	7,313±0,021 ^b
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	7,127±0,055 ^b
K .30%, P.45%, Cr. 5ppm	9,607±0,021 ^a
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	7,300±0,010 ^b
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	6,770±0,046 ^{cb}
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	8,930±0,330 ^a
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	6,847±1,649 ^b

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)
 K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom organik

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 27) kadar karbohidrat-protein pada pakan yang disuplementasi dengan krom organik dengan konsentrasi berbeda serta interaksi keduanya memberikan pengaruh yang nyata ($P<0,05$) terhadap persentase kadar albumin benih ikan gabus.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 28) pada perlakuan kadar karbohidrat 35%-protein 40%, krom 5 ppm menghasilkan albumin tertinggi

(9,737%), namun tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan kadar karbohidrat 30%, protein 45% dan krom 5ppm dan kadar karbohidrat 25%, protein 50%, krom 5 ppm, akan tetapi nyata berbeda ($P<0,05$) dengan perlakuan lainnya. Kadar albumin terendah (5,74%) diperoleh pada pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3 ppm dan tidak berbeda nyata dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35%, krom 7 ppm serta kadar karbohidrat 40%, namun nyata berbeda dengan perlakuan lainnya.



Gambar 15. Interaksi kadar karbohidrat pakan dan konsentrasi suplemen krom organik yang berbeda terhadap kadar albumin (%) benih ikan gabus

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 15 terlihat bahwa persentase kadar albumin benih ikan gabus tertinggi diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 35%, protein 40%, krom 5 ppm dengan nilai 9,737% dan pakan dengan kadar karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5 ppm dengan nilai 9,607%. Sedangkan terendah diperoleh pada pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3

ppm dan pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35%, krom 7 ppm.

i. Eksresi Amoniak Periode Satu Sampai Lima Jam

Kadar karbohidrat-protein pakan yang disuplementasi krom organik berbeda terhadap kadar amoniak pada media pemeliharaan ikan gabus periode pengamatan 1-5 jam disajikan pada Lampiran 29. Sedangkan nilai rata-ratanya disajikan pada Tabel 9

Tabel 9. Nilai rata-rata kandungan amoniak (ppm) periode 1-5 jam pada media pemeliharaan benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat – protein dan konsentrasi krom organik yang berbeda

Perlakuan	Rata-Rata Hasil Kandungan Eksresi Amoniak /Jam				
	1 jam	2 jam	3 jam	4 jam	5 jam
(K.40%,P.35%,Cr.3 ppm)	0,007±0,001 ^a	0,014±0,001 ^b	0,030±0,001 ^a	0,033±0,002 ^d	0,033±0,002 ^{ed}
(K.40%,P.35%,Cr.5 ppm)	0,005±0,001 ^b	0,007±0,000 ^d	0,020±0,0006 ^c	0,031±0,002 ^{ed}	0,031±0,004 ^g
(K.40%,P.35%,Cr.7 ppm)	0,006±0,001 ^a	0,013±0,001 ^b	0,031±0,0006 ^a	0,045±0,002 ^c	0,045±0,009 ^{gf}
(K.35%,P.40%,Cr.3 ppm)	0,006±0,001 ^b	0,012±0,002 ^{cb}	0,025±0,005 ^b	0,028±0,002 ^{fe}	0,028±0,002 ^d
(K.35%,P.40%,Cr.5 ppm)	0,005±0,001 ^{dc}	0,010±0,002 ^c	0,009±0,0000 ^e	0,018±0,008	0,018±0,002 ^g
(K.35%,P.40%,Cr.7 ppm)	0,004±0,000 ^{cb}	0,012±0,002 ^{cb}	0,019±0,0006 ^c	0,025±0,007 ^{fe}	0,025±0,003 ^{ed}
(K.30%,P.45%,Cr.3 ppm)	0,006±0,001 ^a	0,007±0,006 ^d	0,010±0,0006 ^{ed}	0,029±0,001 ^{fe}	0,029±0,004 ^c
(K.30%,P.45%,Cr.5 ppm)	0,005±0,001 ^{cb}	0,006±0,006 ^d	0,009±0,0006 ^e	0,006±0,0030	0,006±0,002 ^g
(K.30%,P.45%,Cr.7 ppm)	0,006±0,001 ^{ba}	0,008±0,0006 ^d	0,014±0,0006 ^d	0,029±0,005 ^{fe}	0,029±0,012 ^{fe}
(K.25%,P.50%,Cr.3 ppm)	0,006±0,001 ^b	0,013±0,004 ^a	0,029±0,0006 ^a	0,092±0,003 ^b	0,092±0,002 ^a
(K.25%,P.50%,Cr.5 ppm)	0,004±0,001 ^f	0,009±0,0034 ^b	0,024±0,001 ^b	0,051±0,0006 ^c	0,051±0,002 ^c
(K.25%,P.50%,Cr.7 ppm)	0,003±0,001 ^{fe}	0,011±0,0023 ^{cb}	0,033±0,006 ^a	0,114±0,0044 ^a	0,114±0,006 ^b

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom organik

Hasil analisis ragam (Lampiran 31) menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap konsentrasi amoniak pada media pemeliharaan benih ikan gabus periode satu jam.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 32) memperlihatkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35% dan krom 3 ppm menghasilkan konsentrasi ekskresi amoniak tertinggi (0,007 ppm) dan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan karbohidrat 40%, protein 35%, dan krom 7 ppm, dan karbohidrat 30%, protein 45%, krom 3 ppm. Akan tetapi nyata berbeda dengan perlakuan lainnya. Kadar karbohidrat 25%-protein 50% dan krom 5 ppm menunjukkan konsentrasi ekskresi amoniak terendah (0,0053 ppm) dan tidak berbeda dengan perlakuan pakan dengan karbohidrat 25%, protein 50% krom 7 ppm, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Interaksi antara perlakuan kadar karbohidrat pakan dan suplementasi kromium organik dengan dosis berbeda terhadap ekskresi amoniak periode pengamatan satu jam setelah pemberian pakan pada media pemeliharaan benih ikan gabus pada Gambar 16a menunjukkan bahwa kombinasi semua perlakuan kadar karbohidrat–protein yang disuplementasi krom organik 5 ppm memperlihatkan kadar ekskresi amoniak terendah, sedangkan tertinggi.diperlihatkan pada kombinasi semua kadar karbohidrat–protein dengan krom organik 3 ppm.

Hasil analisis ragam ekskresi amoniak periode dua jam yang ditunjukkan pada (Lampiran 34) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik dengan konsentrasi berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsentrasi amoniak.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 35) memperlihatkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat 25%-protein 50% dan krom 3 ppm menghasilkan konsentrasi ekskresi amoniak tertinggi (0,0177 ppm) dan nyata berbeda dengan perlakuan lainnya, sedangkan terendah (0,0063 ppm) pada kadar karbohidrat 30%-protein 45% dan krom 5 ppm dan tidak berbeda nyata dengan karbohidrat 40%, protein 35% dan krom 5 ppm, kadar karbohidrat 40%-protein 35%, krom 5ppm, kadar karbohidrat 45%-protein 30%, serta kadar karbohidrat 45%-protein 30%, krom 5 ppm, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Interaksi antara karbohidrat-protein pakan dan suplementasi kromium yang berbeda terhadap konsentrasi amoniak periode pengamatan dua jam yang diperlihatkan pada Gambar 16b, bahwa ekskresi amoniak terendah diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 30%-protein 45% dan krom organik 5 ppm, dan tertinggi pada kadar karbohidrat 25%, protein 50% dan krom 3 ppm.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 37) menunjukkan bahwa pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsentrasi amoniak pada media pemeliharaan benih ikan gabus periode pengamatan tiga jam setelah pemberian pakan.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 38) memperlihatkan bahwa karbohidrat 25%-protein 50% dan krom 7 ppm menghasilkan konsentrasi

eksresi amoniak tertinggi (0,033 ppm) dan terendah (0,0087 ppm) pada kadar karbohidrat 30%-protein 45% dan krom 5 ppm

Interaksi antara karbohidrat-protein pakan dan suplementasi kromium yang berbeda terhadap konsentrasi amoniak periode pengamatan tiga jam yang diperlihatkan pada Gambar 16c menunjukkan bahwa eksresi amoniak terendah diperoleh pada kadar karbohidrat 30%, protein 45%, krom organik 5 ppm, dan pada karbohidrat 25%, protein 50%, krom 3 ppm.

Hasil analisis ragam (Lampiran 40) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsentrasi amoniak pada media pemeliharaan benih ikan gabus periode pengamatan empat jam setelah pemberian pakan.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 41) memperlihatkan bahwa karbohidrat 25%, protein 50% dan krom 7 ppm menghasilkan konsentrasi eksresi amoniak tertinggi (0,114 ppm) dan nyata berbeda dengan perlakuan lainnya. Sedangkan karbohidrat 35%, protein 40%, krom 5 ppm menunjukkan konsentrasi eksresi amoniak terendah (0,018 ppm) namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Interaksi antara karbohidrat-protein pakan dan suplementasi kromium yang berbeda terhadap konsentrasi amoniak periode pengamatan empat jam yang diperlihatkan pada Gambar 16d menunjukkan bahwa eksresi amoniak terendah diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar

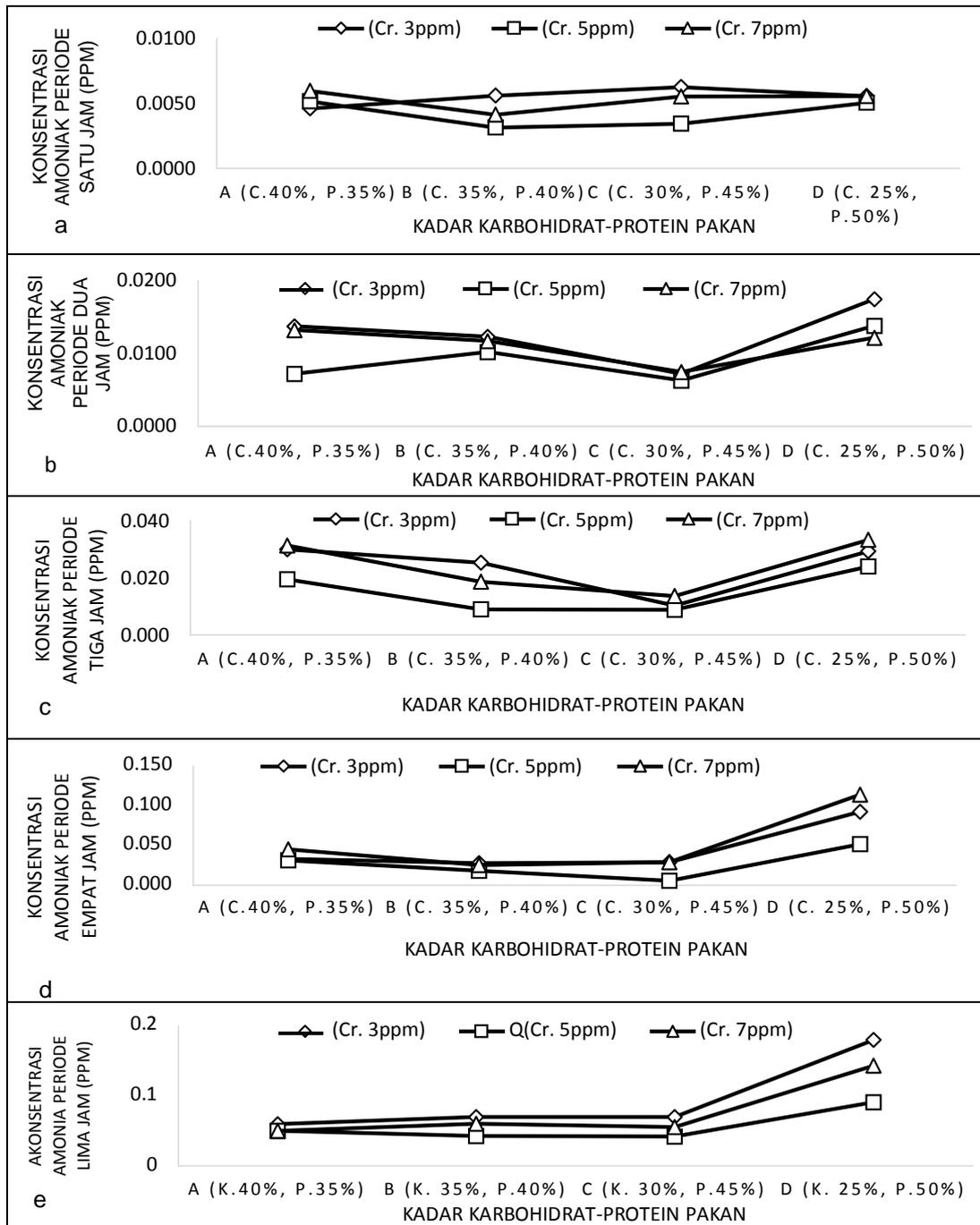
karbohidrat 30%, protein 45%, krom organik 5 ppm, dan ekskresi amoniak tertinggi diperoleh pada karbohidrat 25%-protein 50% dan krom 3 ppm.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 43) menunjukkan bahwa perlakuan pemberian pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap konsentrasi amoniak pada media pemeliharaan benih ikan gabus periode pengamatan lima jam setelah pemberian pakan.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 44) memperlihatkan bahwa perlakuan pemberian pakan dengan kadar karbohidrat 25%, protein 50% dan krom 3 ppm menghasilkan konsentrasi ekskresi amoniak tertinggi ((0,179 ppm) dan nyata berbeda dengan perlakuan lainnya. Sedangkan karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5 ppm menunjukkan konsentrasi ekskresi amoniak terendah (0,043 ppm) dan tidak berbeda dengan perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 35%-protein 40% dan krom organik 5 ppm, serta karbohidrat 40%-protein 35%, krom 5ppm, namun berbeda dengan perlakuan lainnya.

Interaksi antara karbohidrat-protein pakan dan suplementasi kromium yang berbeda terhadap konsentrasi amoniak periode pengamatan lima jam yang diperlihatkan pada Gambar 16e, menunjukkan bahwa ekskresi amoniak terendah diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 30%, protein 45%, krom organik 5ppm, dan ekskresi amoniak

tertinggi diperoleh pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 25%, protein 50% dan krom 3ppm



Gambar 16. Interaksi kadar karbohidrat-protein pakan dan konsentrasi suplement krom organik yang berbeda terhadap kadar amoniak periode 1-5 jam pada media pemeliharaan benih ikan gabus.

I. Laju Pertumbuhan Relatif

Laju pertumbuhan ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar kadar karbohidrat-protein dan krom organik yang berbeda serta interaksi keduanya disajikan pada Lampiran 45, dan nilai rata-ratanya disajikan pada Tabel 10.

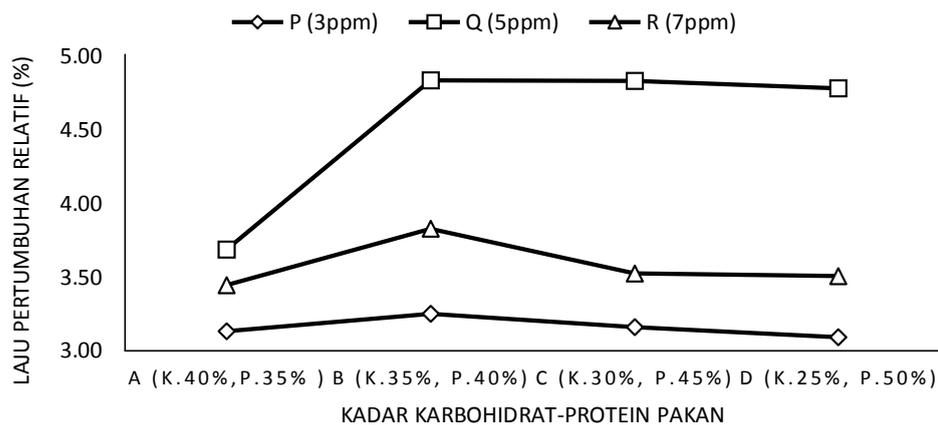
Tabel 10. Rata-rata pertumbuhan relatif (%) benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom organik yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata
K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	3,13±0,003 ^f
K .40%, P.35%, Cr. 5ppm	3,68±0,101 ^c
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	3,44±0,141 ^d
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	3,25±0,047 ^e
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	4,82±0,015 ^a
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	3,82±0,017 ^b
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	3,16±0,021 ^{fe}
K .30%, P.45%, Cr. 5ppm	4,82±0,017 ^a
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	3,52±0,067 ^d
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	3,09±0,057 ^f
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	4,77±0,035 ^a
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	3,50±0,656 ^d

Keterangan : Huruf sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$)

K = Karbohidrat P = Protein Cr = Krom organik

Hasil analisis ragam (Lampiran 46), menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase laju pertumbuhan relatif benih ikan gabus. Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 47) memperlihatkan bahwa laju pertumbuhan relatif benih ikan gabus tertinggi didapatkan pada kadar karbohidrat 35%, protein 40% dan krom 5ppm namun tidak berbeda nyata dengan karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5ppm dan kadar karbohidrat 25%, protein 50%, kromium 5ppm, akan tetapi nyata lebih tinggi dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Persentase laju pertumbuhan relatif terendah diperoleh pada kadar karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3ppm, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan karbohidrat 25%, protein 50%, krom 3ppm dan kadar karbohidrat 30%, protein 35%, krom 3ppm, akan tetapi nyata lebih rendah dan berbeda dengan perlakuan lainnya.



Gambar 17. Interaksi kadar karbohidrat-protein pakan dan konsentrasi suplement krom organik yang berbeda terhadap laju pertumbuhan relatif benih ikan gabus

Hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 17 menunjukkan bahwa laju pertumbuhan relatif tertinggi pada benih ikan gabus selama 2 bulan pemeliharaan dicapai pada karbohidrat 35%, protein 40%, krom 5 ppm yaitu 4,82 g, dan karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5 ppm, yaitu 4,82 g, disusul karbohidrat 25%, protein 50%, krom 5 ppm dengan nilai 4,77g. sedangkan yang paling rendah yaitu pada karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3 ppm yaitu 3,13 g.

m. Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan mutlak ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan krom organik yang berbeda serta interaksi keduanya disajikan pada Lampiran 48. Nilai rata-ratanya disajikan pada Tabel 11.

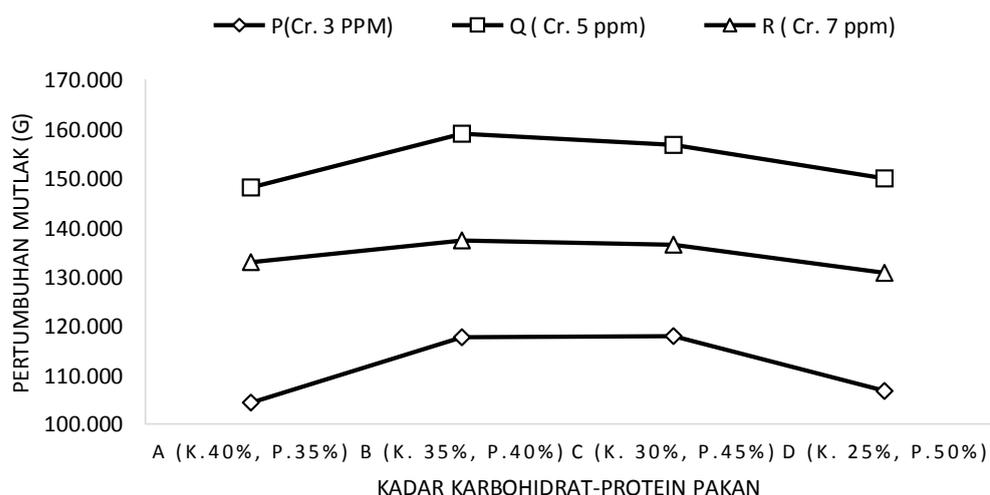
Tabel 11. Rata-rata pertumbuhan mutlak benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom organik yang berbeda.

Pertumbuhan	Rata-Rata Pertumbuhan (g)
K..40%, P.35%, Cr. 3ppm	104,4±0,403 ^f
K .40%, P.35%, Cr. 5ppm	148,1±0,360 ^b
K. 40%, P.35%, Cr. 7ppm	132,8±0,985 ^d
K. 35%, P.40%, Cr. 3ppm	117,6±0,632 ^e
K. 35%, P.40%, Cr. 5ppm	159,0±0,817 ^a
K. 35%, P.40%, Cr. 7ppm	137,3±0,968 ^c
K. 30%, P.45%, Cr. 3ppm	117,8±0,805 ^e
K .30%, P.45%, Cr. 5ppm	156,7±0,990 ^a
K. 30%, P.45%, Cr. 7ppm	136,4±1,177 ^c
K. 25%, P.50%, Cr. 3ppm	106,7±1,386 ^f
K. 25%, P.50%, Cr. 5ppm	149,9±0,716 ^b
K. 25%, P.50%, Cr. 7ppm	130,7±0,105 ^d

Keterangan: K = karbohidrat P = Protein Cr = Krom

Hasil analisis ragam (Lampiran 49) menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein dan konsentrasi krom yang berbeda serta interaksi keduanya, memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan mutlak benih ikan gabus.

Hasil uji lanjut Duncan (Lampiran 50) memperlihatkan bahwa persentase laju pertumbuhan mutlak tertinggi didapatkan pada perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 30%, protein 45% dan krom 5 ppm dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan kadar karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5 ppm, namun nyata lebih tinggi dan berbeda dengan perlakuan lainnya. Sedangkan laju pertumbuhan mutlak terendah didapatkan pada karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3 ppm, dan tidak berbeda dengan karbohidrat 25%, protein 50%, krom 3 ppm. Namun nyata lebih rendah dan berbeda dengan perlakuan lainnya.



Gambar 18. Interaksi kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda terhadap laju pertumbuhan mutlak (g) benih ikan gabus

Pada Gambar 18, menunjukkan bahwa semua kombinasi perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat - protein yang disuplementasi krom organik 5 ppm menghasilkan persentase pertumbuhan mutlak tertinggi, sedangkan krom organik 3 ppm menghasilkan persentase pertumbuhan mutlak terendah.

Pertumbuhan mutlak tertinggi (159 g) diperoleh pada karbohidrat 35%, protein 40% dan krom organik 5 ppm, pertumbuhan mutlak terendah (104,4%) diperoleh pada karbohidrat 40%, protein 35%, krom 3 ppm

n. **Sintasan**

Sintasan atau tingkat kelangsungan hidup merupakan nilai persentasi jumlah ikan yang hidup selama periode pemeliharaan (Effendie, 2002). Sintasan benih ikan gabus yang dicapai pada penelitian ini untuk semua perlakuan menunjukkan nilai 100%. Sintasan benih ikan gabus antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan.

o. **Kualitas Air**

Parameter kualitas air pada media pemeliharaan benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda selama penelitian disajikan pada Tabel 12

Tabel 12. Data hasil pengukuran kualitas air media pemeliharaan benih ikan gabus yang diberi pakan dengan kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik yang berbeda.

NO	Parameter	Kisaran yang diperoleh	Kisaran yang diperbolehkan
1	Suhu (°C)	28-29,5°C	15-40°C (Pillay, 1995) 28-31°C (Khaeruddin <i>et al.</i> , 2015)
2	pH	6,7-7,2	6,5-8,5 (Muflikhah <i>et al.</i> 2008)
3	DO(ppm)	5,3-6,9	>2ppm (Adriani, 1995) >2mg ⁻¹ (Kordi, 2011)
4	Amoniak (ppm)	0.003-018	≤ 0,2ppm (Mardoni 2005) ≤ 0,62 -2,42 ppm (Almaniar, 2011)

REKAPITULASI HASIL PENELITIAN

Tabel 13. Rekapitulasi Hasil Penelitian

Parameter	K.40%-P.35%			K.35%-P.40%			K.30%-P.45%			K.25%-P.50%		
	Cr 3ppm	Cr 5ppm	Cr 7ppm									
Kecernaan Protein												√
Kecernaan Serat												√
Kecernaan Lemak	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Kadar Glukosa Darah					√							
Retensi Protein					√							
Retensi Lemak	√											
Efisiensi Pakan					√							
Kadar Albumin					√							
Eksresi Amoniak					√							
Pertumbuhan					√							
Sintasan	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

B. Pembahasan

Tingginya pencernaan protein pada kadar karbohidrat 25%,-protein 50% disebabkan ikan gabus merupakan ikan karnivora yang memiliki aktifitas dan konsentrasi enzim protease lebih tinggi dibanding ikan lainnya (herbivora dan omnivora), sehingga kemampuan mencerna protein pakan menjadi lebih besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Yamin dan Palinggi (2016) bahwa pada prinsipnya nilai pencernaan ikan terhadap pakan buatan

yang diberikan tergantung pada tingkat penerimaan ikan dan enzim yang dimilikinya.

Hal lain yang menyebabkan tingginya nilai pencernaan protein pada penelitian ini adalah bahwa krom yang digunakan adalah krom yang terinkorporasi ke dalam protein fungi/jamur melalui proses fermentasi. Menurut Winarno (1985) bahwa *R. oryzae* / kapang tempe merupakan mikroorganisme yang dapat menguraikan molekul protein menjadi monomernya yaitu asam amino, sehingga lebih mudah untuk dicerna. Kapang tempe / *R. oryzae* menghasilkan enzim hidrolitik, seperti amilase, protease, lipase dan pektinase yang dapat membantu dalam proses pencernaan pakan. Amalia *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kehadiran enzim dalam pakan buatan dapat membantu dan mempercepat proses pencernaan, sehingga nutrisi dapat cukup tersedia untuk pertumbuhan dan sintasan ikan.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya terkait pencernaan protein pada jenis ikan karnivora antara lain yang dilaporkan oleh Laining *et al.* (2003) bahwa pencernaan protein ikan karnivora khususnya pada ikan kerapu pasir cenderung meningkat dengan meningkatnya kadar protein pakan. Persentase nilai pencernaan protein yang didapatkan pada penelitian ini yakni 88,545% lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Marzuqi dan Anjusary (2013) yang menghasilkan persentase pencernaan protein tertinggi sebesar 96% pada ikan kerapu tikus, Puspasari (2015) melaporkan persentase pencernaan protein pada ikan sidat sebesar 92,01% dan lebih

tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Aslamyah (2011) mendapatkan nilai kecernaan protein pada benih ikan bandeng sebesar 85,27%.

Perbedaan kecernaan dapat terjadi karena adanya pengaruh aktifitas enzim. Fujaya (2004) menyatakan bahwa selain aktivitas enzim, nilai kecernaan yang berbeda dapat disebabkan oleh jumlah/nilai kadar nutrien pada komposisi pakan. Namun hasil penelitian kecernaan protein yang diperoleh masih dalam kisaran kecernaan protein normal ikan secara umum yakni sebesar 70-95% (NRC 1997).

Tingginya nilai kecernaan serat pada karbohidrat 25%-protein 50% dibandingkan kecernaan serat pada perlakuan lainnya, dikarenakan pada perlakuan tersebut kadar karbohidrat pakan rendah dengan kandungan serat juga rendah 4,01% sehingga ikan gabus secara maksimal dapat memanfaatkan pakan yang diberikan. Hal ini sejalan dengan pendapat Marzuqi dan Anjusary. (2013) bahwa ikan karnivora umumnya memiliki aktivitas enzim kecernaan serat yang rendah sehingga menyebabkan tingkat kecernaan pakan yang mengandung pati juga sangat rendah.

Terkait dengan kecernaan serat, adanya keterlibatan jamur *Rhizopus orizae* pada proses inkorporasi krom, menunjukkan kemampuan cerna ikan gabus mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shusmita *et al.*, (2017) bahwa, *R. oryzae* dalam fermentasinya dapat menghasilkan enzim hidrolitik seperti amylase. Lipase, selulose, dan protease yang dapat membantu dalam proses pencernaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar karbohidrat-protein pakan memperoleh nilai pencernaan lemak yang tidak berbeda antar perlakuan. Hal ini disebabkan oleh karena pakan yang digunakan pada penelitian ini memiliki kandungan lemak yang sama, sehingga tidak memberikan pengaruh terhadap nilai pencernaan lemak pakan.

Nilai pencernaan lemak yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian yang didapatkan Marzuqi dan Anjusary (2013) pada ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) yakni 95,75%, dan Agustono (2014) ikan gurami dengan nilai pencernaan serat 95,56%, dan Puspasari (2015) pada ikan sidat (*Anguilla marmorata*) yakni 89,37. Tingginya nilai pencernaan yang dihasilkan ikan kerapu pasir dan ikan sidat dibandingkan dengan nilai pencernaan ikan gabus pada penelitian tersebut disebabkan adanya perbedaan kadar lemak yang terkandung dalam pakan. Hal ini sejalan dengan pendapat Sagada *et al.* (2017) menyatakan bahwa pencernaan pakan dipengaruhi oleh komposisi kimia pakan, dan fraksi pakan. Selanjutnya Usman *et al.*, (2013) menyatakan bahwa nilai pencernaan lemak dipengaruhi oleh jumlah lemak yang terkandung dalam pakan.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa benih ikan gabus periode 1 bulan pemeliharaan pada perlakuan kadar karbohidrat 40%-protein 35% yang disuplementasi krom organik dengan konsentrasi yang berbeda (3,5, dan 7 ppm) menunjukkan puncak kenaikan dan penurunan kadar glukosa darah yang lebih lambat jika dibandingkan dengan perlakuan

lainnya. Hal ini disebabkan pakan dengan kadar K.40%-P.35% memiliki persentase karbohidrat yang tinggi melampaui kemampuan cerna ikan gabus selaku ikan karnivora, sehingga pemasukan glukosa ke dalam darah menjadi lambat. Yamamoto *et al.*, (2001) melaporkan bahwa ikan karnivora memiliki kemampuan yang terbatas dalam memanfaatkan karbohidrat dari pada ikan omnivora dan herbivora, sehingga meskipun perlakuan ini telah disuplementasi dengan krom yang terinkorporasi melalui jamur *R. oryzae*, namun belum dapat memberikan kemampuan maksimal pada ikan gabus dalam mencerna pakan tersebut. Rendahnya pemasukan kadar glukosa ke dalam darah berdampak pada lambatnya *influx* glukosa menuju sel untuk segera dimanfaatkan sebagai energy metabolisme. Marzuqi dan Anjusary. (2013) menyatakan bahwa karbohidrat dalam pakan pertama-tama akan dipecah menjadi monosakarida melalui proses digesti di saluran pencernaan. Setelah berubah menjadi glukosa, baru akan terjadi metabolisme glukosa di tingkat sel (respirasi sel). Selanjutnya Subandiono (2004) menjelaskan bahwa kadar glukosa darah merupakan resultante atau hasil perimbangan sesaat antara laju pemasukan glukosa dari saluran pencernaan ke dalam aliran darah, dan laju pemasukan glukosa darah ke dalam sel pada proses metabolisme glukosa.

Pada perlakuan kadar K.35%-P.40% dan K.30%-P.45% yang disuplementasi dengan krom organik 5 ppm menunjukkan penurunan kadar glukosa darah yang lebih cepat pada periode pemeliharaan 1 bulan maupun periode pemeliharaan 2 bulan. Hal ini diduga terjadi karena adanya

suplementasi krom organik yang terinkorporasi melalui proses fermentasi jamur *R. oryzae*.

Jamur *R. oryzae* dalam fermentasinya dapat menghasilkan enzim pencernaan sehingga pakan dengan kadar K.35%-P.40%, dan pakan dengan kadar K.30%-P.40% mampu dicerna oleh ikan gabus secara sempurna, dan berimplikasi pada kecepatan laju pemasukan glukosa dari saluran pencernaan ke dalam aliran darah. Selanjutnya dengan kehadiran krom 5 ppm sebagai suplemen pakan mempercepat terjadinya *influx* glukosa darah ke dalam sel. Sahin *et al* (2002) melaporkan bahwa terjadi keterkaitan antara kromium dan peningkatan kadar insulin dalam darah. Peningkatan insulin dalam darah akan mempercepat pemasukan glukosa darah ke dalam sel, sehingga mempercepat terjadinya penurunan kadar glukosa darah. Hertz *et al.* (1989) menyatakan bahwa kromium dapat meningkatkan aliran glukosa darah ke dalam sel dan menyebabkan glukosa dapat segera dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme sehingga protein dapat dimanfaatkan lebih efisien untuk pertumbuhan tanpa harus mengubah menjadi sumber energi.

Terjadinya keterlambatan penurunan glukosa darah pada perlakuan suplemen krom organik dengan konsentrasi 7 ppm pada semua level karbohidrat menunjukkan bahwa pemberian krom yang melampaui batas toleransi menyebabkan terjadinya penundaan turunnya kadar glukosa darah. Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan bioaktivitas (*GTF*)

yang berkaitan dengan telah terlampauinya kisaran optimum dari fungsi kromium (menuju ke titik jenuh).

Rendahnya *influx* glukosa darah pada suplementasi krom organik 3 ppm untuk semua level karbohidrat menunjukkan bahwa konsentrasi krom yang disuplementasi ke dalam pakan tidak mampu meningkatkan *influx* glukosa darah, serta transportasi glukosa menuju sel rendah, sehingga glukosa dalam darah tidak dapat segera dimanfaatkan oleh sel sebagai sumber energy metabolisme. Hal ini sesuai dengan pendapat Underwood dan Suttle (1999) Groff dan Gropper (2000) dalam Subandiyono dan Astuti, 2004; Subandiono (2004) menambahkan bahwa kromium sebagai mikro mineral pada konsentrasi rendah atau tinggi diatas maupun di bawah dari kisaran optimum dapat menurunkan fungsi biologisnya dan menghambat terjadinya aliran glukosa darah ke dalam sel. Hal ini menunjukkan bahwa kromium dalam pakan pada tingkat tertentu berperan penting dalam pengaturan kestabilan kadar glukosa darah.

Pada perlakuan kadar K.25%-P.50% *influx* glukosa darah yang lebih cepat dibandingkan perlakuan kadar karbohidrat lainnya, baik pada periode pemeliharaan 1 bulan maupun periode pemeliharaan 2 bulan. Terjadinya kecepatan peningkatan kadar glukosa darah pada perlakuan pakan dengan kadar K.25%-P.50% dikarenakan pakan tersebut mengandung karbohidrat yang rendah dan protein yang tinggi, sehingga benih ikan gabus dapat mencerna dengan sempurna dan berimplikasi pada tingginya kadar glukosa darah. Namun berbeda dengan perlakuan lainnya, pada perlakuan K.25%-

P.50%, puncak kadar glukosa darah terjadi pada waktu 1 jam pasca pemberian pakan, namun mengalami keterlambatan penurunan glukosa darah yakni 3 jam pasca pemberian pakan. Hal ini dikarenakan tingginya konsentrasi glukosa dalam darah, sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mentransfer ke sel yang membutuhkan sebagai energy metabolisme.

Tingginya nilai retensi protein yang diperoleh pada suplementasi krom organik 5 ppm dikarenakan krom 5 ppm merupakan konsentrasi optimal yang mampu meningkatkan *influx* glukosa dalam darah ikan gabus, Hal ini terlihat pada hasil pengukuran glukosa darah yang ditunjukkan pada (Lampiran 17 dan 18) dimana konsentrasi krom 5 ppm memperlihatkan *influx* glukosa darah yang lebih tinggi dibanding *influx* glukosa darah pada konsentrasi 3 dan 7 ppm. Dengan demikian karbohidrat pada pakan dimanfaatkan untuk menghasilkan energi, dan protein lebih banyak diretensi untuk kebutuhan pembentukan jaringan dan pertumbuhan.

Hasil penelitian tersebut di atas sejalan dengan hasil penelitian Akbar *et al.* (2009) bahwa ikan betok yang diberi pakan mengandung kromium 5% kemudian ditambahkan dengan starter *R. oryzae* menghasilkan retensi protein tertinggi dibanding dengan suplemen krom 1 dan 10%, namun berbeda dengan hasil penelitian yang dilaporkan Sari *et al.* (2008) yang menyatakan bahwa Penambahan kromium-ragi dalam pakan sampai 3.20 ppm secara nyata meningkatkan nilai retensi protein pakan ikan baung dari 30.28% menjadi 44.32%. sedangkan penambahan

krom dengan konsentrasi 1,47 dan 4,59 ppm memberikan retensi protein yang rendah. Demikian halnya dengan hasil penelitian Liu *et al.* (2010) yang menghasilkan retensi protein tertinggi pada suplementasi krom 0,8 ppm. Adanya perbedaan konsentrasi suplementasi kromium terhadap retensi protein diduga dipengaruhi oleh sifat ikan (herbivora, omnivora, karnivora), dimana ikan karnivora membutuhkan kromium lebih tinggi dibanding ikan herbivora dan omnivora untuk meningkatkan retensi protein.

Rendahnya nilai retensi protein pada perlakuan kombinasi kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik 3 dan 7 ppm pada pakan membuktikan bahwa krom 3 ppm merupakan konsentrasi yang rendah untuk dapat mengaktifkan *GTF* dalam meningkatkan *influx* glukosa dalam darah, sehingga pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi tidak maksimal, akibatnya protein dikatabolis untuk menghasilkan energi, sehingga berimplikasi terhadap rendahnya retensi protein. Rendahnya nilai retensi protein pada perlakuan pemberian pakan dengan penambahan krom 7 ppm menunjukkan bahwa konsentrasi krom organik 7 ppm merupakan konsentrasi yang melebihi batas optimal dari fungsi kromium, sehingga kromium yang ditambahkan ke dalam pakan tidak berpengaruh atau bahkan dapat menghambat aliran/*influx* glukosa darah. Hasil penelitian tersebut sejalan dengan pendapat Groff dan Gropper (2000); Lall (2002) dalam Subandiono (2004) bahwa fungsi kromium menurun seperti pakan tanpa kromium, jika konsentrasinya rendah atau tinggi melampaui kisaran optimumnya.

Terkait dengan hal tersebut di atas Mertz (1979) menyatakan bahwa krom hadir sebagai senyawa kompleks yang disebut *Glucose Tolerance Factor (GTF)* atau kromodulin. Kromodulin memicu aktivitas insulin, membawa banyak glukosa ke dalam sel, sel-sel akan merubah glukosa menjadi energi. Tambahan energi ini sebagai sumber untuk sintesis protein, pertumbuhan jaringan, pemeliharaan sel dan peningkatan fertilitas. Kromium sebagaimana mikromineral esensial lainnya, memiliki nilai kisaran tertentu agar berfungsi secara optimal.

Tingginya persentase retensi lemak pada perlakuan K.40%-P.35% dan krom 3 ppm dikarenakan konsentrasi 3 ppm merupakan konsentrasi yang menghasilkan *influx* glukosa darah rendah, sehingga kadar glukosa darah hingga lima jam setelah pemberian pakan (*post profunda*) belum kembali pada kadar glukosa awal (Gambar 11 dan 12). Hal ini membuktikan bahwa karbohidrat pakan cukup untuk memenuhi kebutuhan energi benih ikan gabus, sehingga lemak lebih banyak diretensi.

Rendahnya nilai retensi lemak pada K.25%-P.50% dan krom 5 ppm disebabkan pada perlakuan tersebut persentase karbohidrat sangat rendah, oleh karena itu ikan gabus memanfaatkan sebahagian besar lemak pakan untuk keperluan energi metabolisme sehingga jumlah lemak yang mampu diretensi lebih rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Puspasari (2015) yang menghasilkan nilai retensi lemak berbanding terbalik dengan nilai retensi protein.

Tingginya nilai efisiensi pakan pada kombinasi perlakuan kadar K.35%-P.40%, dan K.30%-P.45%, yang disuplementasi masing-masing krom 5 ppm menunjukkan bahwa pemberian kromium 5 ppm dalam pakan mampu menekan penggunaan protein sebagai sumber energi dan meningkatkan *protein sparing effect* dari karbohidrat dan/atau lemak, sehingga mampu memanfaatkan energi yang terdapat dalam pakan terutama karbohidrat dan lemak pakan secara efisien untuk berbagai aktifitas hidup tanpa mengganggu porsi protein pakan yang digunakan untuk tumbuh. Tingginya efisiensi pakan pada ikan gabus juga terlihat dari rendahnya penggunaan protein sebagai sumber energi yang ditunjukkan oleh nilai ekskresi amonia yang rendah pada semua kombinasi perlakuan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi kromium 5 ppm. Sebaliknya Indikasi adanya pemanfaatan protein sebagai sumber energi ditunjukkan oleh nilai ekskresi amonia yang lebih tinggi pada semua kombinasi perlakuan kadar karbohidrat - protein yang disuplementasi kromium 3 dan 7 ppm (Gambar 16a, 16b, 16c, 16d dan 16e).

Rendahya efisiensi pakan pada semua kombinasi kadar karbohidrat, protein yang disuplementasi krom organik 3 ppm dan 7 ppm menandakan adanya katabolisme protein menjadi energi baik yang berasal dari protein pakan maupun protein tubuh.

Rendahya nilai efisiensi pakan pada kadar karbohidrat 40%, protein 35% yakni 31,53% disebabkan kadar karbohidrat tinggi, sehingga karbohidrat yang telah diubah dalam bentuk glukosa dan selanjutnya

dengan suplementasi krom 3 ppm membantu meningkatkan kemampuan *GTF* dalam mengaktifkan insulin dalam menghantarkan glukosa ke dalam sel sehingga energi untuk metabolisme dapat terpenuhi, akan tetapi kadar protein pakan yang rendah pada perlakuan tersebut tidak mampu memenuhi kebutuhan ikan gabus untuk pertumbuhannya. Menurut Marzuqi dan Anjusary (2015) bahwa efisiensi pakan menunjukkan persentase pakan yang diubah menjadi daging sehingga memberikan respon pertumbuhan yang tinggi.

Pada Gambar 14 juga terlihat bahwa perlakuan pakan dengan kadar K.25%, P50% yang disuplementasi dengan kromium 3 ppm menghasilkan nilai efisiensi pakan terendah kedua setelah perlakuan K.40%-P.35%, krom 3 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar protein tidak selalu menghasilkan efisiensi pakan yang tinggi. Rendahnya nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada perlakuan K.25%-P.50% dan krom 3 ppm disebabkan oleh kadar protein yang berlebih, menyebabkan ikan dapat mengalami *excessive protein syndrome*, sehingga protein tersebut tidak digunakan untuk pertumbuhan tetapi akan dibuang dalam bentuk amoniak (Haetami, 2012), Selain itu rendahnya efisiensi pakan pada perlakuan K.25%-P.50%, krom 3 ppm disebabkan pada perlakuan tersebut kadar karbohidrat rendah yakni 25%, sehingga kebutuhan karbohidrat sebagai sumber energi tidak mencukupi, dengan demikian protein digunakan sebagai cadangan makanan untuk memenuhi kebutuhan energi dan mengalahkan fungsi utamanya sebagai zat pembangun.

Persentase nilai efisiensi pakan yang didapatkan pada penelitian ini berkisar antara 31,53-57,76% dan tergolong tinggi jika dibandingkan dengan nilai efisiensi pakan yang didapatkan Hidayat dan Rahmansyah. (2012) dengan pemberian pakan berbahan baku keong mas untuk efisiensi pakan dan pertumbuhan ikan gabus, dengan kisaran nilai 12,74 - 29,45%. Puspasari (2015) melaporkan bahwa pemanfaatan keong mas sebagai sumber protein ikan sidat, dengan nilai efisiensi pakan yang diperoleh yaitu 7,0-16,01%, lebih rendah dari nilai efisiensi pakan ikan patin yang dihasilkan (Meilisca, 2003) yang mencapai 73,1%.

Tingginya nilai kandungan albumin pada kadar karbohidrat 35%, protein 40%, krom 5ppm dan kadar karbohidrat 30%, protein 45%, krom 5 ppm disebabkan pada perlakuan tersebut laju *influx* glukosa darah lebih cepat, sehingga energi yang bersumber dari karbohidrat yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dapat terpenuhi, sehingga protein lebih banyak diretensi (Gambar 12). Tingginya nilai retensi protein akan berdampak pada tingginya pertumbuhan yang dihasilkan. Persentase pertumbuhan pada penelitian ini disajikan pada (Tabel 11, Gambar 18) , tingginya pertumbuhan akan menghasilkan kandungan albumin yang tinggi pula. Hal ini sesuai pendapat Rohmawati (2010) yang menyatakan bahwa semakin berat bobot badan ikan gabus, maka kandungan albumin cenderung meningkat. Selanjutnya Kusumaningrum *et al.*, (2014) melaporkan bahwa semakin tinggi pertumbuhan ikan maka kandungan albumin juga semakin meningkat.

Nilai kandungan albumin yang diperoleh pada penelitian ini adalah 9,737% lebih tinggi dari yang diperoleh Kusumaningrum *et al.* (2014) yakni 1,59-1,70%. Yuniarti *et al.* (2013) memperoleh kandungan albumin pada ikan gabus yang dipelihara pada suhu yang berbeda yakni sekitar 3,79–4,71%. Perbedaan kandungan albumin yang diperoleh diduga disebabkan karena adanya perbedaan bobot ikan.

Rendahnya konsentrasi ekskresi amoniak pada semua perlakuan kadar karbohidrat-protein yang disuplementasi krom organik 5 ppm menunjukkan bahwa suplemen krom organik 5 ppm mampu meningkatkan aliran/*influx* glukosa darah ke dalam sel dan menyebabkan glukosa dapat segera dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme. Hal ini sejalan dengan pendapat (Webster dan Lim (2002) ;Fran dan Akbar, 2016), bahwa krom pada konsentrasi optimal dapat meningkatkan *influx* glukosa dalam darah, sehingga karbohidrat dapat berperan sebagai *protein sparing effect* dalam pembentukan jaringan. Protein pada perlakuan ini lebih banyak diretensi (Tabel 5) untuk selanjutnya dimanfaatkan lebih efisien untuk pertumbuhan (Tabel 14) sehingga produk amoniak pada media budidaya memiliki kadar yang lebih rendah.

Pada kombinasi perlakuan kadar K.25%-P.50% dan krom organik 3 ppm menunjukkan ekskresi amoniak yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Tingginya konsentrasi ekskresi amoniak dalam media pemeliharaan menunjukkan bahwa kadar

protein pakan melebihi kadar yang dibutuhkan oleh ikan gabus untuk pertumbuhannya, sehingga ikan mengalami *Excessive protein syndrome*. Dengan demikian protein tersebut tidak dapat digunakan secara maksimal untuk pertumbuhannya, akan tetapi akan dibuang ke lingkungan dalam bentuk amoniak (Lan dan Pan, 1993 *dalam* Fran dan Akbar, 2016).

Hasil penelitian kadar karbohidrat-protein dan suplementasi krom organik yang berbeda terhadap konsentrasi amoniak pada media pemeliharaan ikan gabus pada periode pengukuran 1,2,3,4, dan 5 jam yang disajikan pada Gambar 16a,16b,16c,16d, dan 16e di atas sejalan dengan pendapat Brune *et al.* (2003) bahwa dari seluruh nitrogen dalam pakan yang diberikan kepada ikan, sebanyak 25% digunakan ikan untuk tumbuh, 60% dikeluarkan dalam bentuk NH_3 dan 15% dikeluarkan bersama feses. Dengan demikian, potensi pasokan amonia ke dalam air budidaya ikan adalah sebesar 75% dari kadar nitrogen dalam pakan. Selanjutnya Wyk dan Avnimelech (2007) menyatakan bahwa sebanyak 70–80% nitrogen dalam pakan diubah menjadi amonia oleh ekskresi langsung maupun melalui mineralisasi oleh bakteri. sebanyak 33% nitrogen yang terkandung dalam pakan ikan akan diekskresikan oleh ikan dan dapat didaur ulang (Crab *et al.*, 2007)

Tingginya nilai laju pertumbuhan relatif pada kombinasi perlakuan kadar K.30%-P.45%, krom 5 ppm dan K.35%-P.40%, krom 5 ppm serta K.25%-P.50% dan krom 5ppm menunjukkan bahwa dengan penambahan krom 5 ppm pada pakan ikan gabus yang merupakan ikan karnivora

dimana kemampuan konsumsi karbohidratnya hanya maksimal 20% (NRC, 1988) disebabkan rendahnya regulasi konsentrasi glukosa plasma (Bergot *dalam* Zainuddin *et al*, 2016) oleh karena terjadinya defisiensi hormone insulin, ternyata dapat memanfaatkan karbohidrat rendah sampai karbohidrat tinggi (25%-40%). disebabkan krom 5 ppm dapat meningkatkan bio aktifitas insulin yang ditandai dengan meningkatnya *influx* glukosa dalam darah.

Perlakuan krom 5 ppm (Gambar 10 dan 11) mengalami puncak penurunan glukosa darah lebih cepat yakni 3 jam setelah pemberian pakan, dibandingkan krom 3 dan 7 ppm yaitu 5 jam setelah pemberian pakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan gabus dapat memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi, dan protein lebih banyak diretensi untuk kebutuhan pertumbuhannya (Tabel 5). Terkait dengan hal tersebut maka pemanfaatan protein pakan oleh ikan gabus tersalurkan untuk pertumbuhan.

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 11 terlihat bahwa kombinasi perlakuan kadar karbohidrat 35%, protein 40% yang disuplementasi dengan krom organik 5ppm secara nyata menunjukkan pertumbuhan mutlak tertinggi (159,0%) dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Sedangkan kombinasi perlakuan pakan dengan kadar karbohidrat 40%, protein 35% yang disuplementasi dengan krom organik 3ppm menunjukkan pertumbuhan mutlak yang secara nyata lebih rendah (104,4%) dari perlakuan lainnya.

Tingginya laju pertumbuhan relatif dan pertumbuhan mutlak pada perlakuan 35%, protein 40% yang disuplementasi dengan krom organik 5 ppm dikarenakan krom 5 ppm merupakan konsentrasi optimal terkait peran kromium dalam meningkatkan potensi kinerja insulin dalam memobilisasi glukosa darah ke dalam sel. Menurut Hastuti (2004) bahwa apabila kromium mampu meningkatkan sensitifitas reseptor insulin, maka insulin akan semakin cepat memobilisasi glukosa ke dalam sel untuk diubah menjadi energi dan porsi protein untuk pertumbuhan semakin meningkat. Sebaliknya apabila karbohidrat tidak mampu dimanfaatkan secara efektif melalui penambahan kromium maka protein akan dikatabolisme menjadi energi sehingga akan mempengaruhi pertumbuhan.

Sintasan benih ikan gabus tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hal ini disebabkan parameter kualitas air selama penelitian dalam kisaran yang dapat ditolerir sehingga sangat mendukung tercapainya sintasan 100%. Selain itu pemberian pakan secara at satiation tidak menyebabkan benih ikan gabus kekurangan pakan sehingga tidak menimbulkan kanibalisme yang dapat menurunkan sintasan

Tingginya persentasi sintasan berhubungan dengan tercukupinya pakan yang diberikan, menunjukkan bahwa benih ikan gabus berada dalam kondisi kehidupan yang layak, meskipun terlihat bahwa perlakuan pemberian krom 5 ppm mengalami puncak penurunan glukosa darah pada jam ke-4. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada periode 3 jam setelah pemberian pakan, kondisi ikan sudah dalam keadaan membutuhkan

asupan pakan. Akan tetapi hal tersebut belum berakibat pada munculnya sifat kanibalisme yang dapat menyebabkan pada penurunan sintasan, akan tetapi hal ini dapat dijadikan sebagai petunjuk dalam penentuan waktu pemberian pakan pada periode yang sempit.

Kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran yang dapat ditolerir oleh benih ikan gabus. Walaupun demikian pada kadar K.25%-P.50% dan krom 3 ppm memperlihatkan konsentrasi amoniak yang relatif tinggi yakni 0,18 ppm, akan tetapi konsentrasi tersebut masih dapat ditolerir oleh ikan gabus. Selama penelitian, suhu air berkisar antara 28-29,5°C, oksigen terlarut berkisar antara 5,3-6,9 ppm. Amoniak 0.003-0,18 mg/L dan pH berkisar antara 6,7-7,2.

Kisaran suhu larva benih ikan gabus selama penelitian berada pada kisaran 28-29,5°C. Kisaran ini layak untuk mendukung daya hidup benih ikan gabus. Khaeruddin *et al.* (2015) menyatakan bahwa suhu merupakan salah satu faktor abiotik penting yang mempengaruhi aktivitas, nafsu makan, konsumsi oksigen, dan laju metabolisme ikan. Suhu optimum untuk ikan gabus adalah 28-31°C

pH atau derajat keasaman yang diperoleh Selama penelitian berada pada kisaran 6,7-7,2. Nilai tersebut layak untuk mendukung kehidupan benih ikan gabus. Muflikhah *et al.* (2008) menyatakan bahwa pH 4-9 merupakan pH yang dapat ditolerir oleh ikan gabus, selanjutnya Kordi (2011) menyatakan bahwa pH yang optimal untuk pemeliharaan benih ikan gabus adalah 6,5-9.

Dissolved oxygen (DO) atau konsentrasi oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian berlangsung adalah 5,3-6,9 ppm. Menurut Mardoni (2005) menyatakan bahwa untuk budidaya ikan gabus agar mencapai pertumbuhan dan sintasan yang optimal, maka kandungan oksigen terlarut harus lebih besar dari 2 ppm.

Konsentrasi amoniak yang diperoleh selama penelitian (0.003-018 ppm) berada pada kisaran yang dapat ditolerir ikan gabus, meskipun pada pemberian pakan dengan kadar karbohidrat 25%-protein 50% dan krom 3 ppm menghasilkan kandungan amoniak yang tertinggi yakni 0,18, akan tetapi masih dalam kisaran yang dapat ditolerir oleh ikan gabus. Menurut Mardoni (2005) kandungan amoniak media pemeliharaan ikan gabus tidak boleh melebihi 0,2 ppm.

BAB V. KESIMPULAN DAN

SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian efektifitas pemanfaatan karbohidrat melalui pemberian krom organik yang diinkorporasi dari jamur *R. oryzae* dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan ikan gabus (*C. striata*) maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Kadar karbohidrat 25%–protein 50% menghasilkan tingkat pencernaan protein dan pencernaan serat pakan benih ikan gabus tertinggi, dan terendah pada kadar karbohidrat 40%-protein 35%.
2. Kadar karbohidrat 35%, protein 40% yang disuplementasi krom organik 5 ppm memberikan *influx* glukosa darah, efisiensi pakan, retensi protein, kadar albumin, dan pertumbuhan benih ikan gabus yang tertinggi, dan terendah pada perlakuan kadar karbohidrat 40%-protein 35%, krom 3 ppm.
3. Kadar karbohidrat 35%-protein 40%, suplementasi krom organik 5 ppm menghasilkan eksresi amoniak terbaik (terendah) dan eksresi amoniak tertinggi diperoleh pada kadar karbohidrat 25%-protein 50%, krom 3 ppm

B. Saran

1. Untuk memperoleh efisiensi pakan, retensi protein, kadar albumin, dan pertumbuhan ikan gabus yang tinggi disarankan menggunakan kadar karbohidrat 30%-protein 45%, krom 5ppm dan kadar karbohidrat 35%-protein 40%, krom 5ppm.
2. Untuk mempercepat *influx* glukosa darah ikan gabus disarankan menggunakan konsentrasi krom organik 5 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abro A, 2014. Digestion and Metabolism of Carbohydrates in Fish. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Sciences Department of Animal Nutrition and Management Uppsala. ISBN (electronic version) 978-91-576-7951-2
- Afrianto, E., dan E. Liviawaty. 2005. Pakan ikan. Kanisius. Yogyakarta.148 hlm.
- Agustono, (2014). Pengukuran Kecernaan Protein Kasar, Serat Kasar, Lemak Kasar, BETN, dan Energi Pada Pakan Komersial Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy*) Dengan Menggunakan Teknik Pembedahan. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 6 No. 1, April 2014
- Aisiah, S., & Adriani, M. (2012). Pertumbuhan & Efisiensi Pakan Ikan Betok (*Anabas testudineus*) Yang Diberi Pakan Dengan Kandungan Kromium Berbeda. Torani-Jurnal Ilmu Perikanan & Kelautan, 22(2), 79-89.
- Allington NI. 2002. *Channa striatus*. Fish Capsule Repor for Biology of Fishes.[http://WWW.imich. Edu/bio440/fish capsule96/channa.htm](http://WWW.imich.Edu/bio440/fish%20capsule96/channa.htm)
- Almaniar, S. 2011. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*Channa striata*) pada pemeliharaan dengan padat tebar yang berbeda. Skripsi. Fakultas Pertanian Program Studi Budidaya Perairan Universitas Sriwijaya. Indralaya (tidak dipublikasikan)
- Amalia, R., Subandiyono, and E. Arini. 2013. The effect of papain on dietary protein utility and growth of african catfish (*Clarias gariepinus*). J.Aquaculture Mana-gement and Technology, 2(1):136-143
- Asfar, M, 2012. Optimalisasi Ekstraksi Albumin Ikan Gabus (*Channa Striatus*) dan pemurnian pada titik isoelektriknya. Thesis. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Asfar M, AB Tawali, N Abdullah, M Mahendradatta. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*Channa striatus*) in producing the fish protein consentrate (FPC). IJSTR Vol. 3, Issue 4, 85-88
- Aslamyah S, 2011. pengaruh feed additif mikroba bacillus sp. dan carnobacterium sp. pada kadar glukosa darah dan laju

metabolisme serta neraca energi ikan gurame (*Osphronemus gouramy Lac.*) fase omnivore. Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan

- Asman Manaf. (2006). Insulin: Mekanisme Sekresi dan Aspek Metabolisme. Dalam Buku ajar Ilmu Penyakit Dalam edisi IV. Jakarta: Fakultas Kedokteran UI.
- Astuti, W. D. (2005). Produksi Kromium Organik dari Fungi serta Peranannya bagi Aktivitas Fermentasi Rumen.
- Astuti, W. D., Sutardi, T., Evvyernie, D., & Toharmat, T. (2010). Inkorporasi Kromium pada Khamir dan Kapang dengan Substrat Dasar Singkong yang Diberi Kromium Anorganik. *Media Peternakan*, 29(2).
- Brune DE, Schwartz G, Eversole AG, Collier JA, Schwedler TE. 2003. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. *Aquacultural Engineering* 28: 65–86
- Carvalho, Y. N. (1998). Study Profit Asam Amino, Albumin, Mineral Zn pada Ikan Gabus (*Ophiocephalus sriatus*) dan Ikan Tomang (*Ophiocephalus Micropeltus*). Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Hal, 28-30.
- Chuapoehuk, W. (1987). Protein requirements of walking catfish, *Calrias batrachus* (Linnaeus), fry. *Aquaculture*, 63(1-4), 215-219.
- Clark, R.B., 1994. Marine Pollution. Third Edition. Emeritus Professor of Zoology University of Newcastle Upon Tyne.
- Crab R, Avnimelech Y, Defoirdt T, Bossier P, Verstraete W. 2007. Nitrogen removal technique in aquaculture for a sustainable production. *Aquaculture* 270: 1–14.
- Craig. S and L. A. Helfrich. 2002. Understanding Fish Nutrition, Feeds and Feeding Cooperative Extension Service Publication. Virginia State University, USA
- Craig, W. J. (2010). Nutrition concerns and health effects of vegetarian diets. *Nutrition in Clinical Practice*, 25(6), 613-620.
- Diane N. S. Kpogue, Grace A. Ayanou , Ibrahim I. Toko , Guy A. Mensah and Emile D. Flogbe. 2013. Influence of dietary protein levels on

growth, feed utilization and carcass composition of snakehead, PARACHANNA OBSCURA (Günther, 1861) fingerlings. African Journal of Zoology Vol. 1 (4), pp. 025-030, December. 2013. Available online at www.internationalscholarsjournals.org © International ScholarsJournals

El-Sayed, A. F. M., & Garling Jr, D. L. (1988). Carbohydrate-to-lipid ratios in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. *Aquaculture*, 73(1-4), 157-163.

Extrada, E., Taqwa, F. H., & Yulisman, Y. (2013). Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Gabus (*Chana striata*) pada Berbagai Tingkat Ketinggian Air Media Pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 103-114.

Fadli, Oktober 2010. Ikan Gabus. *Warta Pasarikan Edisi No.86*, hal.4-5
Gayton. “*Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*”. Edisi 11. Jakarta : EGC.2008. Hal. 896.

Fran, S., & Akbar, J. (2016). Pengaruh Perbedaan Tingkat Protein dan Ratio Protei Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Sepat (*Tricogaster pectoralis*), 3(5), 53-63.

Fujaya, Y. 2004. Fisiologi ikan dasar pengembangan teknik perikanan. Cetakan pertama. Rineka Putra. Jakarta.165hlm

Gantohe. T.M. 2012. Formulasi cookies fungsional berbasis tepung ikan gabus (*channa striata*) dengan fortifikasi mikrokapsul Fe dan Zn. Thesis Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor

Gunadi B, Harris, E. Supriyono, Sukenda, Tatag Budiardi. 2013. Ketercernaan protein dan ekskresi amonia pada pemeliharaan ikan lele *Clarias gariepinus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia* 12 (1), 62–69.

Groff J. L., Gropper S. S. (2000). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Singapore: Wadsworth/Thomson Learning.

Haetami, K. 2012. Konsumsi dan efisiensi pakan dari ikan jambal siam yang diberi pakan dengan tingkat energi protein yang berbeda. *Jurnal akuatika Vol. III No.2/ September 2012* (146-158) ISSN 0853-2523

- Halver, J.E. 1989. Fish Nutrition. Academic Press. New York and London.
- Hasnaliza, H., Maskat, M. Y., Wan, A. W. M., & Mamot, S. (2010). The effect of enzyme concentration, temperature and incubation time on nitrogen content and degree of hydrolysis of protein precipitate from cockle (*Anadara granosa*) meat wash water. *International Food Research Journal*, 17, 147-152.
- Halver JE, Hardy RW . 2002 . Fish nutrition. 3 rd Ed. Academic press, USA.822 p
- Hastuti S. 2004. Respon fisiologis ikan gurame (*Osphronemus gouramy*, Lac) yang diberi pakan mengandung kromium- ragi terhadap p penurunan suhu lingkungan. Disertasi, Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 104 hal.
- Hartini. S , Sasanti, AD, Taqwa, FH. 2013. Kualitas air, kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan gabus (*channa striata*) yang dipelihara dalam media dengan penambahan probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2) :192-202 (2013) ISSN : 2303-2960
- Haryati, E. Saade. Zainuddin. 2009. Formulasi dan aplikasi pakan untuk induk dan pembesaran: Aplikasi pakan buatan untuk peningkatan kualitas induk udang windu lokal. Laporan Penelitian Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional.
- Haryati, Zainuddin., & Dwi Septiani, P. (2010). Pengaruh Tingkat Substitusi Tepung Ikan dengan Tepung Magot terhadap Komposisi Kimia Pakan dan Tubuh Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). *Laboratorium Bioteknologi LIPI. Bogor*.
- Haryati., E. Saade dan A. Pranata. 2012. Pengaruh Tingkat Substitusi Tepung Ikan Dengan Tepung Maggot Terhadap Retensi dan Efisiensi Pemanfaatan Nutrisi Pada Tubuh Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal). *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 11 (2) : 185-194
- Hepher, B. (1990). Ingestion, digestion and absorption of food. *Nutrition of Pond Fishes. Academic Press, Cambridge*, 16-63.
- Hertz, Y., Madar, Z., Hepher, B., & Gertler, A. (1989). Glucose metabolism in the common carp (*Cyprinus carpio* L.): the effects of cobalt and chromium. *Aquaculture*, 76(3-4), 255-267.

- Huisman E A. 1987. Food conversion efficiencies at maintenance and production levels for carp, *Cyprinus carpio* L and rainbow trout, *Salmon gairdneri* R. *Aquaculture* 9:259 -273
- Hung, S. S., & Storebakken, T. (1994). Carbohydrate utilization by rainbow trout is affected by feeding strategy. *The Journal of nutrition*, 124(2), 223-230.
- Kabangnga, N., Burhanuddin, Usman, S. Lante dan Kamaruddin 2004. Kebutuhan Optimum Protein dan Energi Pakan Pembesaran Ikan Kerapu Macan di Tambak. Laporan Hasil Penelitian Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau, Maros 10pp.
- Khaeruddin. Eddy. S, Widiyati, Ani. 2015. Penentuan Suhu Optimum Untuk Pemeliharaan Larva Ikan Gabus *Channa Striata*. Scientific Repository.
- K. Marimutu , M. Thailaga., S Harthiresan., R Xavier. R.H.M.H. 2012. Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Block. *J Food Sci Technol* (may-june 2012) 49(3):373-377. DOI:10.1007/s13197-011-0416-9. 2012.
- Kumar. A.G., Narottam. P, Nneelam Saharan and Dash, G. Effect of dietary supplementation of chromium on growth and biochemical parameters of *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Indian J. Fish.*, 61(2) : 73-81, 2014
- Kusumaningrum, G. A. (2013). Uji Kadar Albumin dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*channa striata*) dengan kadar protein pakan Komersial yang Berbeda (doctoral dissertation, universitas airlangga).
- Kusumaningrum, G. A., Alamsjah, M. A., & Masithah, E. D. (2014). Different Commercial Feed Protein Level. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol*, 6(1).
- Laining, A.,N. Kabangnga, dan Usman. 2003. Pengaruh protein pakan yang berbeda terhadap koefisien pencernaan nutrisi serta performansi biologis kerapu macan, *Ephinephelus fuscoguttatus* dalam keramba jaring apung. *J. Penelitian Perikanan Indonesia*, 9 (2):29-34.

- LH Gam, Chiuan-Yee L, Saringat B. Amino acid composition of Snakehead Fish (*channa striatus*) of various sizes obtained at different times of the year. *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences (MJPS)* Vol. 3, No. 2, 19–30. 2005
- Lin J.H., Cui, Y, Hung, S.S.O., Shiau. 1997. Effect of feeding strategy and carbohydrate source on carbohydrate utilization by white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*) *Aquaculture* Volume 148, Issues 2-3 ; 201-21
- Longo DL, Kasper DL, Jameson JL, *et al.* (2012). *Diabetes Mellitus. Harrison's Principles Of Internal Medicine.* 18th ed. New York: Mc Graw Hill Company.
- Lovell, T. 1989. *Nutrition and feeding of fish* Auburn University. Published by van Nostrand Academy of Sciences Washington DC. 260.
- Listyanto, N., & Andriyanto, S. (2009). Ikan gabus (*Channa striata*) manfaat pengembangan dan alternatif teknik budidayanya. *Media Akuakultur*, 4(1), 18-25.
- Liu, T., Wen, H., Jiang, M., Yuan, D., Gao, P., Zhao, Y., & Liu, W. (2010). Effect of dietary chromium picolinate on growth performance and blood parameters in grass carp fingerling, *Ctenopharyngodon idellus*. *Fish physiology and biochemistry*, 36(3), 565-572.
- Manaf, A. 2014. *Diabetes Mellitus. Medicinus Cientific Journal of Pharmaceutical Development and Medical Application.* Vol. 27, No.2, Agustus 2014
- Mardoni, E. 2005. *Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Gabus (Channa striata) yang Diberi Pakan Berbeda.* Skripsi Fakultas Pertanian UMP. Palembang.
- Marmon, S. 2012. *Protein Isolation from Herring (duppen herengus) using the pH-Sift Process Protein yield, Protein Isolate Quality and removal food contaminant.* Thesis Department of chemical and Biological Engineering Of Chalmers University of Technology .Gotborg.p16, 26.

- Martini. L.A., Richard J. Wood. 2006. Vitamin D Status and the Metabolic Syndrome. Nutrition Reviews. First published: November 2006. Full publication history DOI: 10.1111/j.1753-4887.2006.tb00180.x
- Marzuqi. M, Anjusary, D.N. 2013. Kecernaan Nutrien Pakan Dengan Kadar Protein Dan Lemak Berbeda Pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 5, No. 2, Hlm. 31-323, Desember 2013
- Mehrim , 2012. *Effect of Dietary Chromium Picolinate Supplementation on Growth Performance, Carcass Composition and Organs Indices of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus L.) Fingerlings*. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 7: 224-232. DOI: 10.3923/jfas.2012.224.232
- Mertz W. 1979. Chromium-an overview, p.1-14. In Shapcott D, Hubert J. (Eds). Chromium nutrition and metabolism. Elsevier/North-Holland Biomed. Press. Amsterdam. The Netherlands
- Mertz, W.M.D. (1998). Chromium research from a distance: from 1959 to 1980. *Journal American College of Nutrition*. 17: 544-547.
- Mouhamadou Amadou LY. 2014. Effect of Dietary Protein Level on Growth and Bod Composition of Juveniles Nile Perch (*Lates niloticus*, Linnaeus 1758). *Journal of Biology and Life Science* ISSN 2157-6076 2014, Vol. 5, No. 1
- Muflikhah, M.M. Sufran, N.K., Suyuti. 2008. Gabus. Balai Riset Perairan Umum Palembang.
- Munir, M.B., Hashim, R. Chai, Y.H. Terence L. Marsh. Nor. S.A., 2016. Dietary prebiotics and probiotics influence growth performance, nutrient digestibility and the expression of immune regulatory genes in snakehead (*Channa striata*) fingerlings. *Jurnal Elsevier Aquaculture* Vol. 460, 1 July 2016, 59-68p.
- Murrey RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW . 2003. Biokimia harper. Eds. 25. Alih bahasa A. Hartono . Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran (ECG).
- Murray, R.K. 2006. Biokimia Harper. Edisi ke-27. Jakarta
- Mutiarani, A.L., 2015. Pengaruh Pemberian Kromium, Vitamin C, Dan Vitamin E Terhadap Gula Darah Tikus Wistar Yang Diinduksi

Aloksan. Jurnal "Ilmiah Kedokteran" Volume 4 Nomer 1 Edisi September 2015, hal. 39 – 50

Muzaffar Ahmad, Qureshi T. A. , Singh A. B. , Susan Manohar , Kamlesh Borana and Salman Rouf Chalko. Effect of dietary protein, lipid and carbohydrate contents on the growth, feed efficiency and carcass composition of *Cyprinus carpio communis* fingerlings. *International Journal of Fisheries and Aquaculture* Vol. 4(3), pp. 30-40,9 February,2012. Available online at <http://www.academicjournals.org/IJFA>.DOI:10.5897/IJFA11.080 ISSN 2006-9839 ©2012 Academic Journals

[NRC] National Research Council, Subcommite on Warmwater Fish Nutrition. 1977. Nutrient requirements of warmwater fishes. Washington DC : National Academy Press.

NRC, 1988. Nutrient requirements of warm water and shellfishes. National Acad. Press, Washington, 102pp

Phillips, D. J. (1977). The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environment a review. *Environmental Pollution* (1970), 13(4), 281-317.

Pillay. T.V.R., 1995. Aquaculture principles and Practices Fishing News Books A. Divissions of Blackwell Sciences Ltd. University Press, Cambidge.

Prastari, C., Yasni, S., & Nurilmala, M. (2017). Characterization of snakehead fish protein that's potential as antihyperglikemik. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 413-423.

Purnamawati, 2017. Kinerja Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata* bloch.) Pada Lahan Pasang surut melalui rekayasa kualitas air

Rani, A., 2014. Digestion and Metabolism of Carbohydrates in Fish. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala

Rohmawati, S. (2010). Kandungan Albumin Ikan Gabus (*Ophiocephalus striatus*) Berdasarkan Berat Badan Ikan. SKRIPSI Jurusan Biologi-Fakultas MIPA UM.

- Sagada. G., Jianming Chen, Binqian Shen. 2017. Optimizing protein and lipid levels in practical diet for juvenile northern snake head fish (*Channa argus*). Animal Nutrition. Volume 3, Issue 2, June 2017, Pages 156-163
- Sahin, K., Ozbey, O., Onderoi, M., Cikim, G. and aysondu, M.H., 2002. Chromium Supplementation Can Negative Effects of Heart stress on Egg Productionm Egg Quality and Some Serum Metabolites of Laying Japanese Quail. *J.Nutr.*, 132:1265-1268
- Sari, A. E.P. Mokoginta. I. Jusadi. D. 2008. Pengaruh Pemberian Senyawa Cr(No3)3·9h2o Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Wistar Jantan Yang Diinduksi Dengan Streptozotocinnicotinamide.
- Schalekamp, D., van den Hill, K., & Huisman, Y. A Horizon Scan on Aquaculture 2015: Fish Feed.
- Setyo, B. P. (2006). Efek Konsentrasi Kromium (Cr³⁺) dan Salinitas Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan Untuk Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) (Doctoral dissertation, Tesis]. Semarang (ID): Universitas Diponegoro).
- Silas Hung, S.O. and S. Trono. 1994. Carbohydrate utilization by rainbow trout is affected by feeding strategy. *J. Nutrition.*, 124:223-230.
- Subandiyono, Hastuti, 2004. Trivalent chromium (Cr⁺³) In Dietary Carbohydrate and Effect On The Growth of Commonly Cultivated Fish. *Jurnal Teknologi, (Science & Engineering)* 78:4-2
- Sushmita C. Shubha C. *A.K. Chaurasia, Shridha C. 2017. Effect Of Culture Conditions On The Production Of Amylase Enzym By *Rhizopus oryzae*. *International Journal Of Advanced Research (IJAR)*. DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/5779>
- Suprayitno, H.E., Mujiharto. 2008. The Effect of Fish Albumin Powders on Wound Healing of Wistar Rattus novegircus), University of Brawijaya Malang. 2009.
- Tawali AB., MK Roreng., M Mahendradatta., Suryani. 2012. Difusi Teknologi Produksi Konsentrat Protein Dari Ikan Gabus Sebagai Food Supplement Di Jayapura. *Proceeding Ristek Insinas*, PG:243-247. Disajikan:29-30 Nop 2012

- Ulya, M.A. 2014. Pengaruh Jenis Kelamin dan Ukuran Terhadap Kadar Albumin Ikan Gabus (*Channa striata*). Tugas Akhir Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Usman, N.N. Palinggi, dan N.A. Giri. 2003. Pemanfaatan Beberapa Jenis Karbohidrat Bagi Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Yuwana Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*). Jurnal Perikanan Indonesia, 9(2):21-28
- Usman, N.N. Palinggi, Kamaruddin, Makmur, dan Rachmansyah, 2016. Pengaruh kadar protein dan lemak pakan terhadap pertumbuhan dan komposisi badan ikan kerapu macan, *Epinephelus fuscoguttatus*. Jurnal Ris. Akuakultur Vol.5 No.2 Tahun 2010: 277-286
- Watanabe T. 1988. Fish nutrition and mariculture. Department of Aquatic Biosciences. Tokyo University of Fisheries. JICA. 223 p.
- Watanabe, T. Kiron, V. and Satoh, S. 1997. Trace Minerals in Fish Nutrition Aquaculture, 151:185-207
- W. D. Astutia, T. Sutardi, D. Evvyernie, T. Toharmat. 2006. Inkorporasi Kromium pada Khamir dan Kapang dengan Substrat Dasar Singkong yang Diberi Kromium Anorganik. Media Peternakan, hlm. 83-88 Vol. 29 No. 2 ISSN 0126-0472 Terakreditasi SK Dikti No: 56/DIKTI/Kep/2005
- Winarno, F. G., F. Srikandi dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wyk PV, Avnimelech Y. 2007. Management of nitrogen cycling and microbial populations in biofloc-based aquaculture systems. Presentation in World Aquaculture 2007, AES Special Session: Bioflock Technology, di San Antonio, Texas, USA 28 Februari 2007
- Yamin, M., & Palinggi, N.N. (2016). Aktifitas Enzim Protease dan Kodisi Pencernaan di Usus Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Setelah Pemberian Pakan. Jurnal Riset Akuakultur, 2(2). 281-288.

- Yu, H.R., Ai, Q.H., Mai, K.S., Ma, H.M., Cahu, C.L., Infante, J.L.Z., 2012. Effects of dietary protein levels on the growth, survival, amylase and trypsin activities in large yellow croaker, *Pseudosciaena Crocea* R., larvae. *Aquaculture Research* 43, 178-186.
- Yulisman, Y., Jubaedah, D., & Mirna Fitriani, M.(2003). Pertumbuhan dan Kelangsungan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Berbagai Tingkat Pemberian Pakan. *Pena Akuatika*.
- Yuniarti, D. W., Sulistiyati, T. D., & Suprayitno, H. E. (2013). Pengaruh suhu pengeringan vakum terhadap kualitas serbuk albumin ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*). *Jurnal Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan*, 1(1), 1-9.
- Zainuddin,, I. Djawad dan Ardiyanti. 2012. Pengaruh Level Protein Terhadap Laju Metabolisme Juwana Ikan Bandeng (*Chanos-chanos* Forsskal 1775). *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 12 (2) : 111-119
- Zainuddin, Sitti Aslamyah dan Hayati, 2013. Peningkatan Produksi Udang *Vannamei* (*Litopenaeus vannamei*) di Sulawesi Selatan Melalui Pemanfaatan Pakan yang Murah, Efisien dan Ramah Lingkungan. Laporan Hasil Penelitian MP3EI Tahun I. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Zainuddin, Z., Haryati, H., Aslamyah, S., & Surianti, S. 2015. Pengaruh Level Karbohidrat Dan Frekuensi Pakan Terhadap Rasio Konversi Pakan Dan Sintasan Juvenil *Litopenaeus vannamei*. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences)*, 16(1), 29-34
- Zonneveld, N.E.A Huisman, dan J.H Boon. 1991. Prinsip-prinsip budidaya ikan. PT. Gramedia Pustaka Utama.Yakarta. 128. hlm

**L
A
M
P
I
R
A
N**

Lampiran 1. **Inkorporasi Krom**

Produksi Cr organik berdasarkan hasil penelitian Astuti (2006) ; Asnawati (2008), dilakukan dengan cara menginkorporasikan Cr ke dalam fungi melalui proses fermentasi. Substrat dasar yang digunakan adalah ubi jalar. Ubi jalar diiris tipis, kemudian dicampur dengan larutan Cr anorganik 1000 ppm, triptofan 600mg/kg, medium selektif dan air.. Campuran substrat kemudian disterilkan menggunakan *pressure cooker* selama 20 menit pada suhu 110°C, 15 psi. Setelah dingin, substrat diratakan pada nampan plastik dan ditambahkan starter/inokulan. Bagian atas nampan ditutup dengan plastik, dan disusun dalam rak. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya kontaminasi tetapi masih ada udara yang masuk. Inkubasi dilakukan selama 5 hari pada suhu ruang, kemudian produk dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C. Setelah kering, produk dihaluskan sehingga berbentuk butiran halus dan siap digunakan.

Inkorporasi Cr ke dalam protein fungi (Cr organik) diukur dengan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer (AAS)* menurut metode Carry & Allaway (1971). Satu gram sampel Cr organik dimasukkan ke dalam tabung dan ditambahkan larutan TCA 20%.

Lampiran 2. Analisis Proksimat

Analisis proksimat yang dilakukan meliputi : Kadar air, abu, protein, dan lemak

1. Analisis kadar air (AOAC, 1995)

Tahap pertama yang dilakukan untuk menganalisis kadar air adalah mengeringkan cawan porselen dalam oven pada suhu 102 – 105°C selama 30 menit. Cawan tersebut diletakkan ke dalam desikator (kurang lebih 30 menit) hingga dingin dan ditimbang hingga beratnya konstan. Setelah cawan mempunyai berat yang konstan, cawan dan sampel seberat 1-2 gram ditimbang setelah terlebih dahulu dihomogenkan. Cawan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 102 – 105°C selama 6 jam. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam desikator dan dibiarkan hingga dingin kemudian ditimbang. Perhitungan kadar air adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{A - C}{B - C} \times 100\%$$

Keterangan : A = Berat cawan kosong (gram)

B = Berat cawan dengan sampel (gram)

C = Berat cawan dengan sampel setelah dikeringkan (gram)

2. Analisa kadar abu (AOAC, 1995).

Cawan abu porselen dikeringkan di dalam oven selama 30 menit dengan suhu 105 °C, lalu didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang sebanyak 1-2 gram yang telah dihomogenkan dimasukkan ke dalam cawan abu porselen. Cawan abu porselen dipijarkan dalam tungku pengabuan sekitar 105°C sampai tidak berasap, selanjutnya cawan tersebut dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 600°C selama 2-3 jam. Proses

pengabuan dilakukan sampai abu berwarna putih, setelah itu cawan abu porselen didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang beratnya. Perhitungan kadar abu adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar abu} = \frac{B - A}{C - A} \times 100\%$$

Keterangan : A = Berat cawanabu porselen kosong (gram)

B = Berat cawan abu porselen dengan sampel (gram)

C = Berat cawan abu porselen dengan sampel setelah dikeringkan (g)

3. Analisis kadar protein (AOAC)

Prinsip dari analisis protein yaitu : untuk mengetahui kandungan protein kasar (crude protein) pada suhu bahan. Tahap tahap yang dilakukan dalam analisis protein terdiri dari tiga tahap yaitu : destruksi , destilasi, dan titrasi.

1) Tahap destruksi

Sampel ditimbang seberat 0,5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam tabung kjeltec. Satu butir tablet kjeltec dimasukkan ke dalam tabung tersebut dan ditambahkan 10 ml H_2SO_4 . Tabung yang berisi larutan tersebut dimasukkan ke dalam alat pemanas dengan suhu $410^\circ C$ ditambahkan 10 ml air. Proses destruksi dilakukan sampai larutan menjadi bening.

2) Proses destilasi

Isi labu dituangkan ke dalam labu destilasi, lalu ditambahkan dengan aquades (50 ml). Air bilasan juga dimasukkan ke dalam alat destilasi dan ditambahkan larutan NaOH 40% sebanyak 20 ml. Cairan dalam ujung tabung kondensor ditampung dalam Erlenmeyer 125 ml berisi larutan H₃BO₃ dan 3 tetes indicator (cairan methyl red dan brom cresol green) yang ada di bawah kondensor. Destilasi dilakukan sampai diperoleh 200 ml destilat yang bercampur dengan H₃BO₃ dan indicator dalam Erlenmeyer.

3) Tahap titrasi

Titrasi dilakukan dengan menggunakan HCl 0,1 N sampai warna larutan Erlenmeyer berubah warna menjadi pink. Perhitungan kadar protein adalah sebagai berikut :

$$\% \text{ protein} = \frac{v}{g} \frac{H}{s} \frac{H}{e} \frac{14,01}{6,25} \frac{FP}{e} \times 100 \%$$

Keterangan : FP : Faktor pengenceran

4. Analisis kadar lemak (AOAC, 1995)

Sampel seberat 2 gram (W1) dimasukkan ke dalam kertas saring dan dimasukkan ke dalam selongsong lemak, kemudian ke dalam labu lemak yang sudah ditimbang berat tetapnya (W2) dan disambungkan dengan tabung soxhlet. Selongsong lemak dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung soxhlet dan disiram dengan pelarut lemak. Tabung ekstraksi dipasang pada alat destilasi soxhlet, lalu dipanaskan pada suhu 40 °C dengan menggunakan listrik selama 16 jam. Pelarut lemak yang ada dalam

labu lemak didestilasi hingga semua pelarut lemak menguap. Pada saat destilasi pelarut akan tertampung di ruang ekstraktor, pelarut dikeluarkan sehingga tidak kembali ke dalam labu lemak. Selanjutnya labu lemak dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C, setelah itu labu didinginkan dalam desikator sampai beratnya konstan (W3). Perhitungan kadar lemak adalah sebagai berikut

$$\% \text{ Kadar lemak} = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100 \%$$

Keterangan : W1 = Berat sampel (g)

W2 = Berat labu lemak tanpa lemak (g)

W3 = Berat labu lemak dengan lemak (g)

Lampiran 3. Analisis Kecernaan Pakan

Prosedure analisis nilai kecernaan pakan (Takeuchi, 1988)

1. Penambahan kromium oksida (Cr_2O_3) dalam pakan
 - Pakan dalam bentuk tepung dicampur merata dengan Cr_2O_3 sebanyak 0,5-1% dari jumlah pakan.
 - CMC sebanyak 20g/kg pakan disiram dengan air paanas dan diaduk sampai kental, lalu ditambahkan ke dalam pakan sambil diaduk sampai merata.
 - Pakan dicetak menjadi bentuk pellet dan dikeringkan.
 - Pemberian pakan + Cr_2O_3 dilakukan selama 15 hari dan koleksi faeces dimulai pada hari ke 7.
2. Prosedure analisis kromium (Cr_2O_3)
 - Feces ditimbang sebanyak 0,1-0,2g dalam berat kering dan ditambahkan 5ml larutan asam nitrat (spesific gravity 1,42), kemudian dipanaskan perlahan-lahan selama 30 menit sampai volume larutan 1,0ml
 - Larutan didinginkan, setelah dingin larutan diaduk untuk menghancurkan feces, kemudian tambahkan 3,0 ml asam perkloritt (70%).
 - Selanjutnya larutan didestruksi (untuk menghancurkan logam-logam)dengan cara memanaskan larutan dengan suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ selama 10 menit sampai kelihatan uap putih dan larutan berganti warna hijau menjadi kuning atau orange.

- Larutan didinginkan dan diencerkan dengan aquades sampai 100 ml, kemudian didiamkan selama beberapa menit pada suhu ruang.
- Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 350 nm.

$$Y = 0,2089 + 0,0032X$$

Dimana Y = absorpsi

$$X = \text{Cr}_2\text{O}_3 \text{ mg}/100 \text{ ml}$$

Nilai pencernaan pakan dihitung berdasarkan persamaan (Takeuchi, 1988)

1. Kecernaan Protein

$$\text{Kecernaan protein} = \frac{(1 - \frac{a'}{a}) \times 100}{100} \%$$

2. Kecernaan Serat

$$\text{Kecernaan serat} = \frac{(1 - \frac{a'}{a}) \times 100}{100} \%$$

3. Kecernaan Lemak

$$\text{Kecernaan lemak} = \frac{(1 - \frac{a'}{a}) \times 100}{100} \%$$

Keterangan :

a = % Cr_2O_3 dalam pakan

a' = % Cr_2O_3 dalam feses

b = % protein dalam pakan

b' = % protein dalam feses

Lampiran 4. Pengukuran Eksresi Amoniak

Pengukuran kadar amoniak dilakukan pada awal dan akhir penelitian untuk mengetahui konsentrasi amoniak nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) yang dieksresikan oleh ikan. Pengukuran eksresi $\text{NH}_3\text{-N}$ dalam air menggunakan metode *Phenate*. Ikan uji ditimbang kemudian dipuasakan selama 24 jam. Koreksi konsentrasi amoniak di air selama pengukuran $\text{NH}_3\text{-N}$ dilakukan dengan menyediakan akuarium yang diisi air tanpa ikan sebagai kontrol. Pengambilan sampel air dilakukan setelah ikan diberi pakan sampai kenyang (jam ke 0), pengukuran selanjutnya dilakukan setiap jam hingga jam ke lima. Selama pengukuran berlangsung aerasi dan sistem sirkulasi dihentikan untuk menghindari terjadinya pengaruh dari luar (difusi oksigen atau lepasnya amonia) maka akuarium ditutup dengan sterofom.

Konsentrasi amonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) yang dieksresikan per jam dapat dihitung berdasarkan persamaan yang digunakan oleh Ming (1985) sebagai berikut..

$$\text{NH}_3\text{-N mg/jam} = V (\text{NH}_3\text{-N})_{t_1} - ((\text{NH}_3\text{-N})_{t_0})$$

Keterangan : $(\text{NH}_3\text{-N})_{t_1}$ = konsentrasi ammonia pada saat t_1 (mg/l)

$(\text{NH}_3\text{-N})_{t_0}$ = konsentrasi ammonia pada saat t_0 (mg/l)

V = Total volume air di dalam wadah (liter)

Lampiran 5. Pengukuran Kadar Glukosa Darah ikan

Kadar glukosa darah diamati pada periode satu bulan pemeliharaann dan periode dua bulan pemeliharaan dengan menggunakan automatic glukometer. Pengambilan darah dimulai pada jam ke 0 (sebelum pemberian pakan) dan jam ke 1,2,3,4,5 setelah ikan diberi pakan satu kali sampai kenyang. Sampel darah diambil dari vena dengan menggunakan spoit bervolume 1 ml. Darah yang keluar dari vena caudal kemudian diambil menggunakan ujung test strip sampai terbasahi merata. Bila sampel darah sudah memadai maka alat akan mulai mengukur (waktu pengukuran terlihat di display dalam hitungan mundur

Lampiran 6. Kecernaan Protein Benih Ikan Gabus yang Diberi Pakan Dengan Kadar Karbohidrat-Protein dan Suplemen Krom Organik Dengan Dosis yang Berbeda

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
AP (K.40%,P.35%,Cr.3 ppm)	73,327	74,320	73,257	220,90	73,635
AQ (K.40%,P.35%,Cr.5 ppm)	74,033	73,101	74,101	221,23	73,745
AR(K.40%,P.35%,Cr.7 ppm)	73,468	73,822	73,573	220,86	73,621
BP (K.35%,P.40%,Cr.3 ppm)	85,512	85,683	85,757	256,95	85,650
BQ (K.35%,P.40%,Cr.5 ppm)	85,726	85,459	85,886	257,07	85,690
BR (K.35%,P.40%,Cr.7 ppm)	85,698	85,613	85,207	256,52	85,506
CP (K.30%,P.45%,Cr.3 ppm)	86,960	86,173	86,871	260,00	86,668
CQ (K.30%,P.45%,Cr.5 ppm)	86,042	87,417	87,467	260,93	86,975
CR (K.30%,P.45%,Cr.7 ppm)	86,166	86,955	86,919	260,04	86,680
DP (K.25%,P.50%,Cr.3 ppm)	88,935	88,549	88,127	265,61	88,537
DQ (K.25%,P.50%,Cr.5 ppm)	88,367	88,562	89,118	266,05	88,682
DR (K.25%,P.50%,Cr.7 ppm)	88,364	88,364	88,523	265,25	88,417

Keterangan : K= Karbohidrat, P= Protein , Cr= Krom

ii

PRAKATA	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
D. Hipotesis.....	6
E. Kerangka Konseptual	7
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8