



Pengabdian itu bukannya menghadapkan wajahmu ke arah timur atau barat. Akan tetapi pengabdian itu adalah pengabdian orang yang berteman kepada Allah, Hari-kemudian, Malaikat-malaikat, Kitab-kitab, Nabi-nabi, dan memberikan harta yang dicintainya kepada kerabatnya, anak-anak yatim, orang-orang miskin, musafir (yang memerlukan pertolongan), maupun orang yang meminta-minta, (memerdekakan) hamba sahaya, mendidiknya sholat, dan menunaikan zakat, orang-orang yang menepati janji manakala berjanji, orang-orang yang sabar dalam kesempitan, penderitaan maupun peperangan. Mereka itulah orang yang benar (imaninya). Mereka itulah orang yang bertaqwa (Q.S. Al-Baqarah : 177)

Kuperuntukkan karya yang bersifatnya ini untuk Ibu dan Bapak sekeluarga, pembaca yang budi man, dan asa ISLAM yang menanamkan sinar kehidupan dalam diriku.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



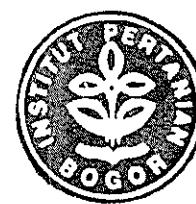
RE
C/BDP/1992/036

**KONSUMSI OKSIGEN DAN KOEFISIEN RESPIRASI (KR)
IKAN GURAMI (*Ophronemus gouramy* Lac.)
SETELAH MENGKONSUMSI PAKAN NABATI,
PAKAN HEWANI, DAN PAKAN CAMPURAN**

S K R I P S I

Oleh

AHMAD SOIM
C 24.0790



JURUSAN BUDIDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERIKANAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1992

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



AHMAD SOIM C 24 0790. KONSUMSI OKSIGEN DAN KOEFISIEN RESPIRASI (KR) IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy* Lac.) SETELAH MENGKONSUMSI PAKAN NABATI, PAKAN HEWANI, DAN PAKAN CAMPURAN. Dibimbing oleh Ir. ENANG HARRIS, MS. (Ketua) dan Ir. DADANG SHAFRUDIN (Anggota).

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) memiliki nilai ekonomis tinggi (Affiati, 1987) namun pertumbuhannya relatif lambat, untuk menghasilkan ikan ukuran konsumsi (500-600 gram) dari benih dengan berat rata-rata 20 g, diperlukan waktu pemeliharaan sampai sembilan bulan. Pertumbuhan ikan yang lambat antara lain bisa disebabkan oleh terbatasnya nutrisi atau pengaruh nutrisi yang tidak sesuai terhadap umur ikan.

Ditinjau dari kebiasaan makannya, ikan gurami adalah tergolong ikan pemakan tumbuhan. Di Jawa Barat, para peternak gurami seperti di Tasikmalaya, Parung dan Ciseeng (Bogor) telah membiasakan ikan gurami umur 3 1/2 - 8 bulan (ukuran panjang 5-8 cm) mengkonsumsi daun-daunan halus dan pada ikan umur lebih dari 8 bulan daun-daunan diberikan sebagai makanan utamanya. Sekalipun demikian percobaan-percobaan tentang pakan terhadap ikan gurami menunjukkan bahwa, untuk pertumbuhan sangat diperlukan pakan yang mengandung protein hewani.

Huisman (1987) menyatakan, ikan dapat diibaratkan mesin pembakar biologis. Didalam tubuh ikan, makanan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.



dibakar untuk memperoleh energi. Bahan bakar (dalam hal ini pakan) dan oksigen oleh ikan diproses untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan serta sisa buangan seperti CO_2 , dan amoniak. Dengan demikian, untuk pembakaran makanan mutlak diperlukan oksigen, sehingga status makanan mempengaruhi laju konsumsi oksigen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsumsi oksigen, produksi CO_2 , dan produksi N ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) setelah mengkonsumsi pakan nabati, hewani, dan pakan campuran.

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) ukuran 18-21 gram dipelihara di dalam akuarium bervolume 69 l dengan kepadatan 6 ekor per wadah. Pemberian pakan buatan berbentuk pelet dari tepung ikan (TI), tepung daun sentek (TS), dan campuran 50 % tepung ikan dan 50 % tepung daun sentek (TC), dilakukan selama masa adaptasi ikan uji.

Masa adaptasi dilakukan selama satu bulan. Selama itu pakan diberikan sebanyak 3% dari berat badan per hari, pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB. Pengamatan dilakukan setelah ikan mengkonsumsi pakan pada pukul 08.00 WIB. Ikan-ikan itu kemudian dimasukkan kedalam wadah percobaan bervolume 3,35 l dengan kepadatan 1 ekor per wadah, untuk dilihat konsumsi oksigen, produksi CO_2 , dan produksi amoniak.

8



Konsumsi oksigen rata-rata (mg O₂/g/jam) ikan setelah mengkonsumsi pelet TI, TS, dan TC berturut-turut: 0,163; 0,173; dan 0,163. Koefisien Respirasi (KR) ikan setelah mengkonsumsi pelet TI, TS, dan TC berturut-turut: 0,742; 0,827; dan 0,753. Produksi panas (T) (kkal/l O₂) ikan setelah mengkonsumsi pelet TI, TS, dan TC berturut-turut: 4,729; 4,806; dan 4,741. Persen protein yang dibakar oleh ikan setelah mengkonsumsi pelet TI, TS, dan TC berturut-turut: 2,64%; 10,30%; dan 6,27%.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





KONSUMSI OKSIGEN DAN KOEFISIEN RESPIRASI (KR)

IKAN GURAMI (*Osteobrama gourami* Lac.)

SETELAH MENGKONSUMSI PAKAN NABATI, PAKAN HEWANI, DAN
PAKAN CAMPURAN

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Keahlian Budidaya Perairan
pada Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor

oleh

AHMAD SOIM

C 24. 0790

Mengetahui
Panitia Pendidikan



Dr. Ir. Kadarwan Soewardi

Ir. Enang Harris MS, Ketua

Tanggal lulus

30 Mei 1992

Ir. Dadang Shafrudin, Anggota



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pati propinsi Jawa Tengah pada tanggal 23 Nopember 1968, dari Bapak Zaeni Qodar dan ibu Musirah. Penulis adalah anak ke-dua dari lima bersaudara.

Pada umur enam tahun masuk sekolah dasar SDN Lengkong I di kecamatan Batangan, kabupaten Pati. Kemudian meneruskan ke SMPN Kaliori di kabupaten Rembang. Melanjutkan ke sekolah lanjutan atas di kota yang sama, SMAN I Rembang. Pada tahun 1987 masuk di IPB lewat jalur seleksi penerimaan mahasiswa baru (sipenmaru). Pada tahun 1989 masuk fakultas Perikanan mengambil bidang keahlian Budidaya Perairan.

Selama masa kuliah di IPB pernah aktif di organisasi tingkat institut intra kampus, Badan Kerohanianan Islam (BKI) IPB dari tahun 1989 sampai tahun 1990. Pada tahun 1990 aktif dalam organisasi Badan Perwakilan Mahasiswa (BPM) Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, menjabat sebagai Ketua pada kepengurusan periode tahun 1990/1991. Disamping itu, penulis juga aktif dalam asistensi agama Islam dari tahun 1989 sampai tahun 1991 untuk mata kuliah mahasiswa Tingkat Persiapan Bersama (TPB) Institut Pertanian Bogor.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas selesainya penulisan Skripsi ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana bidang keahlian budidaya perairan pada Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kolam Percobaan Darmaga, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor selama lima bulan.

Penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk ikut mengembangkan budidaya ikan tawar khususnya ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). Aspek yang diteliti adalah konsumsi oksigen dan koefisien respirasi (KR), yang dihubungkan dengan jenis pakan, nabati, hewani, dan campuran keduanya.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Enang Harris, MS. dan Bapak Ir. Dadang Shafrudin yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Skripsi.
2. Teman-teman satu kelompok penelitian yang telah melaksanakan kerjasama yang baik dengan penulis.



Harapan penulis mudah-mudahan Skripsi ini bermanfaat

bagi yang membacanya.

Bogor, Mei 1992

Penulis

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pernapasan Ikan Gurami	3
2.2 Kebiasaan Makan Ikan Gurami	3
2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Oksigen	5
2.4 Konsumsi Oksigen, Konsumsi pakan, dan pemanfaatan pakan	8
2.5 Koefisien Respirasi (KR)	10
2.6 Metoda Pengukuran Konsumsi Oksigen	11
III. BAHAN DAN METODA PENELITIAN	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.2 Bahan Penelitian	13
3.2.1 Wadah Pemeliharaan	13
3.2.2 Wadah untuk Mengukur Konsumsi O_2	13
3.2.3 Ikan Uji	14
3.2.4 Pakan Uji	14
3.2.5 Peralatan	16
3.2.6 Air	16
3.3 Metoda Penelitian	16
3.3.1 Perlakuan Penelitian	16
3.3.2 Metoda Pengukuran Konsumsi O_2	16
3.3.3 Parameter yang Diamati	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Persiapan Pemeliharaan Ikan	17
3.4.2 Adaptasi dan Pemeliharaan Ikan Uji	18
3.4.3 Persiapan Pengambilan Data Konsumsi Oksigen ikan	19
3.4.4 Pengambilan Sampel Air dan Penerannya	19



3.5	Analisis Data	21
3.5.1	Konsumsi oksigen	21
3.5.2	Koefisien Respirasi.....	22
3.5.3	Produksi Panas (kkal) per Liter Ok- sigen	22
3.5.4	Persen Protein yang Dibakar	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Hasil	24
4.1.1	Kualitas Air	24
4.1.2	Konsumsi Oksigen	25
4.1.3	Produksi Karbondioksida (CO ₂)	26
4.1.4	Produksi N	27
4.2	Pembahasan	27
4.2.1	Kualitas Air	27
4.2.2	Konsumsi Oksigen, Koefisien Respirasi (KR), Panas (kkal) per Liter Oksigen, dan Persen Pembakaran Protein	28
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1	Kesimpulan	34
5.2	Saran	35
	DAFTAR PUSTAKA	36
	LAMPIRAN	38

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

NO.	Halaman
1. Hasil analisa proksimat bahan makanan ikan gurami	15
2. Hasil analisa proksimat pakan pellet (%) ...	15
3. Parameter kualitas air dan metoda pengukurannya	20
4. Kualitas air media adaptasi ikan pada akhir masa pemeliharaan dengan pakan uji	24
5. Kualitas air media uji minimum dan maksimum pada awal percobaan	24
6. Konsumsi oksigen ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sente, dan campuran keduanya	25
7. Produksi CO ₂ ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sente, dan campuran keduanya.....	26
8. Produksi N ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, daun sente, dan campuran keduanya	27
9. Koefisien Respirasi ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sentek, dan campuran keduanya	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR GAMBAR

NO.	Halaman
1. Skema pembagian energi pada makanan yang dikonsumsi ikan	9
2. Rangkaian wadah percobaan	14
3. Pengambilan sampel air	20
4. Rata-rata konsumsi oksigen (mg O ₂ /g/jam) ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sentek, dan campuran keduanya	29
5. Rata-rata koefisien respirasi (KR) ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sentek, dan campuran keduanya	32
6. Rata-rata persen protein pakan yang dibakar ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sentek, dan campuran keduanya	33



DAFTAR LAMPIRAN

NO.	Halaman
1. Konsentrasi oksigen terlarut (ppm) pada setiap jam selama lima jam pengamatan	39
2. Konsentrasi oksigen terlarut (ppm) setiap jam selama lima jam pengamatan setelah ditambah air air tandon	40
3. Jumlah penurunan kadar oksigen (ppm) setiap jam pengamatan selama lima jam pengamatan	41
4. Produksi CO_2 (ppm) selama lima jam pengamatan pada wadah percobaan	42
5. Kandungan NH_4^+ -total selama lima jam pengamatan pada wadah percobaan	43
6. Perbandingan metoda pengambilan sampel air untuk peneraan oksigen terlarut dengan metoda modifikasi Winkler	44
7. Kisaran oksigen terlarut, amonia, dan karbondioksida pada awal percobaan konsumsi oksigen ...	45
8. Persen pembakaran protein pakan pada wadah percobaan	46



1.1 Latar Belakang

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) memiliki nilai ekonomis tinggi (Affiati, 1987) namun pertumbuhannya relatif lambat, untuk menghasilkan ikan ukuran konsumsi (500-600 gram) dari benih dengan berat rata-rata 20 gram, diperlukan waktu pemeliharaan sampai sembilan bulan (Bittner, 1989). Roxas dan Umali, 1937; Bhimachar et al., 1944; Huet, 1969; dan Ling, 1977 dalam Bittner et al., 1989 juga mengatakan hal yang sama bahwa, gurami tergolong ikan yang pertumbuhannya lambat. Jobling (1985) mengatakan, pertumbuhan ikan yang lambat bisa disebabkan oleh terbatasnya nutrisi atau pengaruh nutrisi yang tidak sesuai terhadap umur ikan.

Ditinjau dari kebiasaan makannya, ikan gurami adalah tergolong pemakan tumbuhan (Roxas dan Umali, 1937; Bhimachar et al., 1944; Huet, 1969; dan Ling, 1977 dalam Bittner et al., 1989). Di Jawa Barat, para peternak gurami seperti di Tasikmalaya, Parung dan Ciseeng (Bogor) telah membiasakan ikan gurami umur 3 1/2 - 8 bulan (ukuran panjang 5-8 cm) mengkonsumsi daun-daunan halus, dan ikan yang berumur lebih dari 8 bulan daun-daunan diberikan sebagai makanan utamanya. Namun ternyata, untuk pertumbuhan sangat memerlukan pakan yang mengandung protein hewani. Dalam hal ini Bittner (1989) menyatakan,



percobaan-percobaan pakan memperlihatkan bahwa pemanfaatan potensi pertumbuhan sangat memerlukan pakan dari protein hewani.

Di dalam tubuh ikan, makanan dibakar untuk memperoleh energi. Huisman (1987) menyatakan, ikan adalah ibarat mesin pembakar biologis. Bahan bakar (dalam hal ini pakan) dan oksigen oleh diproses untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesehatan serta sisa buangan, seperti CO_2 , dan amoniak. Dengan demikian, untuk pembakaran makanan mutlak diperlukan oksigen. Vernberg dan Vernberg (1972) mengatakan, status makanan mempengaruhi laju konsumsi oksigen.

Berdasarkan penjelasan tersebut diatas, informasi tentang konsumsi oksigen, produksi CO_2 dan amoniak dari ikan gurami yang memperoleh makanan yang berbeda penting untuk diketahui.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsumsi oksigen, produksi CO_2 , dan produksi N ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) setelah mengkonsumsi pakan nabati, pakan hewani, dan pakan campuran keduanya.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pernapasan Ikan Gurami

Ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) adalah ikan labirin (Bittner et al., 1989). Secara alamiah labirin, digunakan untuk mengambil oksigen udara melengkapi fungsi insang.

Untuk ikan-ikan yang juga mengambil oksigen dari udara di atas permukaan air yaitu dengan menyembulkan mulutnya kepermukaan air, penghilangan atau pembatasan udara yang ada diatas air, akan menurunkan frekuensi kepermukaan sekitar 70%. Ikan-ikan tersebut mengalami penurunan laju metabolisme melalui adanya penurunan aksi dinamik tertentu (Jobling, 1985). Sedangkan kekurangan oksigen di dalam air, bisa menurunkan konsumsi oksigen sampai ketaraf yang sangat rendah ($0,11 \text{ mg O}_2/\text{g/jam}$). Nilai tersebut diperoleh dari percobaan *Tilapia mossambica* selama 20 hari pada suhu 28°C (Mathavan et al., 1976 dalam Jobling, 1985).

2.2 Kebiasaan Makan Ikan Gurami

Menurut Roxas dan Umali (1937) giant gouramy adalah omnivora; makan ikan, katak, serangga, cacing dan beberapa macam sayuran. Namun, gurami sangat menyukai daun-daunan akuatik dan semiakuatik, terutama sayur-sayuran. Untuk dua atau tiga bulan pertama, ikan muda dapat diberi pakan



dua atau tiga kali dalam seminggu dengan rayap muda atau jenis serangga lainnya. Jika mereka telah bertambah umurnya, hidupnya akan bergantung kepada daun *Hidrilla*, *Naias*, *Potamogeton*, *Kangkong*, *Gabi*, *Kol*, *Lobak*, *Selada*, dan tumbuhan jenis lainnya. Gurami, ternyata juga makan kentang, jagung, daun camote, ararut, roti dan sejenisnya. Menurut Jhingran (1975) larva gurami lahap makan rotifera dan infusoria. Benih ikan gurami lebih menyukai larva insekta, krustacea, dan zooplankton kasar, tetapi juga memakan potongan tanaman air. Sedang gurami dewasa, terutama memakan tanaman air. Berdasarkan umur dan ukuran ikannya, Ardiwinata (1951) mengatakan, ikan gurami umur 10 hari jenis makanannya hanya dari makanan cadangan saja (kuning telur), umur satu setengah bulan ($1\frac{1}{2}$ cm) makan makanan hewani (rayap, ulat, semut merah), dan menurut Bittner et al. (1989) ikan gurami dalam minggu dan bulan pertama merupakan pemakan daging. Selanjutnya Ardiwinata (1951) mengatakan, ikan gurami umur $1\frac{1}{2}$ bulan sampai $3\frac{1}{2}$ bulan makan makanan hewani, tumbuh-tumbuhan halus, paku air (*Azolla*), bungkil halus, dan umur $3\frac{1}{2}$ bulan sampai 8 bulan (5-8 cm) memakan tumbuh-tumbuhan dan macam-macam binatang.

Roxas dan Umali (1937) mengatakan bahwa, gurami merupakan pemakan kangkong yang sangat rakus sekali. Pasokan sebanyak 40 kg kangkong dimakan oleh 400 ikan dewasa dan sekitar 2000 ikan muda di kolam Percontohan Manila, tidak



lebih dari 15 menit. Daun dan tangkai yang keras dimakan juga. Pemberian makanan sayur-sayuran dalam jumlah yang berlebih, dapat mengakibatkan gurami tumbuh dan bereproduksi lebih baik dan lebih cepat.

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Oksigen

Laju respirasi (konsumsi oksigen) dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen adalah: oksigen terlarut, suhu, salinitas, cahaya, status makanan, dan karbon dioksida; Sedangkan faktor internal yang mempengaruhi laju konsumsi oksigen adalah: spesies, ukuran, aktivitas, jenis kelamin, saat reproduksi, dan maulting (Vernberg dan Vernberg, 1972). Boyd (1988) mengatakan, laju respirasi ikan dipengaruhi oleh: spesies, ukuran, aktivitas, status makanan, temperatur dan faktor-faktor lain.

Suhu air mempengaruhi konsumsi oksigen ikan. Konsumsi oksigen dari sembilan spesies Carp, dari ikan air tawar pada suhu 17°C sampai 20°C , berkisar dari 65 sampai 210 mg $\text{O}_2/\text{kg/jam}$ (Clausen, 1936 dalam Boyd, 1988). Basu (1959) dalam Boyd (1988) menyatakan, konsumsi oksigen dari lima spesies yang digunakan untuk percobaan pada suhu 20°C , berkisar antara 266 sampai 888 mg $\text{O}_2/\text{kg/jam}$.

Aktivitas mempengaruhi laju konsumsi oksigen. Shell menemukan, bahwa konsumsi oksigen untuk aktivitas *Catfish*



(*Ictalurus catus*) meningkat dari 60 mg O₂/kg/jam pada 11°C menjadi 276 mg O₂/kg/jam pada suhu 25°C (Boyd, 1988).

Konsumsi oksigen lebih besar pada level atau tingkat oksigen terlarut dalam air (DO) yang tinggi daripada level DO yang rendah. Sebagai contoh *Channel catfish* mengkonsumsi oksigen sekitar 150 mg O₂/kg/jam pada 2 mg/liter DO, tetapi kisaran itu meningkat sampai 500 mg O₂/kg/jam pada 7 mg/liter DO (Andrew and Matsuda, 1975 dalam Boyd, 1988).

Bobot ikan mempengaruhi konsumsi oksigen. Ikan kecil mempunyai kisaran nilai konsumsi oksigen yang lebih besar dibanding ikan besar (Fry, 1971 dalam Boyd, 1988). Suatu rumus untuk menghitung tingkat respirasi (konsumsi oksigen) untuk ikan yang memiliki ukuran yang berbeda bagi ikan yang dipuaskan adalah:

$$Y = aX^{0,8},$$

dimana, Y = konsumsi oksigen per ikan per jam,

a = Y-intercept (menurut Winberg dalam Huisman

(1987), a adalah variabel tingkat metabolisme,

X = berat ikan dalam gram.

Winberg dalam Huisman (1987), mengatakan, nilai a untuk ikan air dingin (Salmonidae dan sebagainya): 0,50, nilai a untuk ikan air sejuk (ikan mas, tench dan sebagainya): 0,30, dan nilai a untuk ikan air hangat (grass carp, goldfish dan sebagainya): 0,17. Semenjak pernyataan ini dikeluarkan Winberg, para penulis telah membenarkan kebenaran



naran dalil ini (Brett, 1972; Scholander, et al., 1983; Beamish, 1964; Huisman, 1976; Huisman dan Valentijn, 1980; Hogendourn, 1983).

Jenis makanan yang berbeda dapat mengakibatkan daya cerna serta keperluan energi metabolisme yang berbeda. Pillay (1980) menyatakan, jenis makanan yang berasal dari protein hewani lebih mudah dicerna dari pada jenis makanan yang berasal dari protein nabati. Brett dan Groves dalam Hoar (1979) menyatakan, dinding sel dari bahan tanaman yang berupa selulosa susah dipecahkan dan susah dicerna sehingga protein yang dikandungnya susah dimanfaatkan. Selanjutnya Pandaian dan Vivekanandan dalam Talbot (1985) menyatakan, mekanisme pengambilan makanan pada herbivora lebih komplek jika dibandingkan dengan group-group lain. Ikan-ikan herbivora mempunyai gigi untuk menguyah atau mengikis algae dari sebuah substrat yang keras dan menghancurkan sel-sel tanaman yang keras itu. Sebagai contoh, alga yang sebagai makanan ikan goldfish hanya 54%-63% proteinnya yang mampu dicerna, tetapi secara umum protein hewani menunjukkan lebih mudah dicerna. Tepung ikan putih yang mengandung protein lebih dari 37,2 g per 100 g dicerna oleh ikan *salmo gairdneri* 44,5 % sedangkan tepung kacang kedelai yang mengandung protein lebih dari 35,3 g per 100 g dicerna 25,0 %. Contoh lain ikan mas (*Cyprinus carpio*) mencerna 64 % tepung ikan putih yang mengandung 43 g protein per 100 g tepung ikan putih dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



tepung jagung yang mengandung 45 g protein per 100 g dicerna 39 % oleh ikan mas.

2.4 Konsumsi Oksigen, Konsumsi Pakan, dan Pemanfaatan Pakan

Pemberian makanan tidak hanya dimaksudkan untuk tujuan mengganti kehilangan berat tubuh sehubungan dengan produksi panas, tetapi juga untuk kebutuhan pertumbuhan. Huisman (1987) menyatakan, pertumbuhan setiap organisme termasuk ikan, dapat dianggap berasal dari dua proses yang berlawanan. Proses yang pertama yaitu proses yang cenderung untuk menurunkan energi tubuh yang disebut katabolisme dan proses yang lain adalah anabolisme, yaitu proses yang cenderung menaikkan energi tubuh.

Pertumbuhan yang terjadi, dapat merupakan pertumbuhan positip dan dapat pula pertumbuhan negatip. Huisman (1987) menyatakan, pertumbuhan negatip terjadi apabila ikan tidak mendapatkan makanan ($r_{ansum} = 0$ (R_o)) sehingga yang terjadi adalah katabolisme untuk menyediakan energi guna mencukupi fungsi utama organisme yang hidup. Pertumbuhan 0 (nol) terjadi apabila ikan diberi r_{ansum} pemeliharaan (R_{maint}), pada r_{ansum} tersebut energi yang dapat dimetabolisme akan dipakai secara total (dibakar seluruhnya) menjadi panas (hilang). Pertumbuhan positip terjadi apabila ikan diberi r_{ansum} optimum (R_{opt}) atau r_{ansum} maksimum (R_{maks}). r_{ansum} optimum adalah tingkat

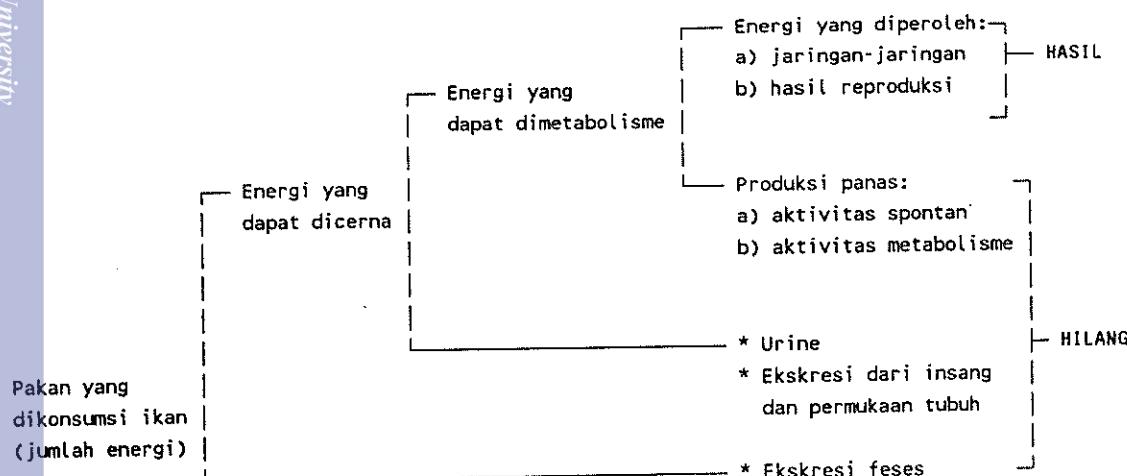
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak menghilangkan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

pemberian ransum yang paling efisien untuk menghasilkan pertumbuhan yang optimum. Sedangkan pemberian ransum makanan maksimum (R_{maks}) diperoleh pertumbuhan yang maksimum, tetapi untuk penambahan tingkat ransum berikutnya tidak menghasilkan pertumbuhan ekstra.

Gambar 1 berikut ini menunjukkan skema tentang pembagian energi makanan yang dikonsumsi ikan.



Gambar 1. skema pembagian energi makanan yang dikonsumsi ikan

Beberapa proses dari metabolisme dapat diketahui jika disertai dengan pengukuran CO_2 , NH_3 , dan urea. Tapi untuk saat ini, perbedaan kandungan bahan-bahan tersebut tidak mendapatkan perhatian. Yang diperhatikan adalah peningkatan konsumsi oksigen karena perbedaan tingkat ransum dan temperatur (Breet dan Groves dalam Hoar, 1979). Huisman (1987) menyatakan, laju metabolisme pada ikan biasanya ditunjukkan dengan konsumsi oksigen per unit waktu. Secara umum, Hasting (1969) dalam Jangkaru (1984)



menyatakan, kebutuhan ikan akan oksigen adalah: 16,48 mg O₂/100 gram ikan/jam.

Percobaan laju ekskresi amoniak berkenaan dengan metabolisme makanan pada ikan salmon (*Oncorhynchus nerka*) yang diberi pakan 3% dari total berat tubuh pada suhu 15°C selama 16 jam di peroleh nilai laju ekresi amonia 15 mg N/kg/hari (Brett dan Cola (1975) dalam Hoar (1979)).

2.5 Koefesien Respirasi (KR)

Koefesien Respirasi (KR) didefinisikan sebagai perbandingan antara produksi CO₂ dengan konsumsi oksigen (O₂), untuk metabolisme dari karbohidrat, lemak, dan protein (Huisman, 1987; Brett dan Groves dalam Hoar, 1979). Huisman (1987) menyatakan, KR untuk metabolisme karbohidrat, lemak dan protein pada ikan berturut-turut 1,0; 0,7; dan 1,0. Sedangkan Brett dan Groves dalam Hoar et al. (1979) menyatakan, KR untuk metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein pada ikan berturut-turut 1,0; 0,7; dan 0,9. Ikan yang berpuasa akan merombak lemak tubuh sehingga KR-nya = 0,7, sedangkan ikan yang sedang membakar makro-nutrien (karbohidrat, lemak, dan protein) dari ransum pemeliharaan KR-nya = 0,85, dan ikan yang sedang tumbuh berkaitan dengan penyimpanan lemak dan protein (dalam jaringan atau alat-alat reproduksi) KR-nya sebesar = 1,0.

Berdasarkan hasil penelitian Brouwer (1965) dalam Huisman (1987) produksi panas per liter oksigen (kilokalo-



ri/l O₂) dapat diperoleh dari nilai KR dengan perhitungan rumus sebagai berikut:

$$T \text{ (kkal/l O}_2\text{)} = 3,816 + 1,230 \text{ KR.}$$

Produksi panas per 1 O₂ sehubungan dengan pembongkaran karbohidrat, lemak, dan protein berturut-turut 5,066 kkal/l O₂; 4,706 kkal/l O₂ dan 5,066 kkal/l O₂. Produksi panas (kal) per ml oksigen dari ikan yang berpuasa, diperlihara, dan sedang tumbuh berturut-turut 4,7 kkal/l O₂; 4,9 kkal/l O₂; dan 5,1 kkal/l O₂. Sedangkan Brett dan Groves dalam Hoar et al. (1979) menyatakan, studi tentang metabolisme ikan sehubungan dengan panas (kkal) per 1 O₂ untuk pembongkaran karbohidrat, lemak, dan protein menunjukkan nilai kisaran yang tetap antara 4,8 - 5,0 kkal/l O₂.

2.6 Metoda Pengukuran Konsumsi Oksigen

Menurut Fry (1957), ada tiga metoda umum yang bisa digunakan untuk mengukur konsumsi oksigen, yaitu:

1. mengikuti penipisan oksigen terlarut dalam wadah yang tertutup rapat.
2. pengukuran kehilangan oksigen dan debit aliran air melalui ruangan kecil.
3. metoda manometric.

Prinsip dari alat no.1 bahwa, tingkat metabolisme dihitung dari penurunan oksigen terlarut dalam wadah yang tertutup rapat. Teknik percobaan ini adalah yang paling



sederhana. Yaitu hanya memerlukan satu tempat bagi ikan yang berupa wadah yang tertutup rapat (disegel) penuh terisi air, dan tanpa ada rongga udara. Nilai konsumsi oksigen, diperoleh dari perbedaan antara oksigen awal dari sampel air yang diambil dengan kandungan oksigen dari sampel kedua, pada selang waktu kemudian. Angka perhitungan yang diperoleh, besar kenyataannya dengan teknik ini, akan adanya bahaya stratifikasi. Yaitu DO pada wadah, bila volume wadahnya relatif besar dengan air yang tersisa itu, besar kemungkinan disini terjadi stratifikasi. Stratifikasi tersebut, dapat membuat oksigen sampel menurun dan, membawa akibat kesalahan dalam perhitungan (Keys, 1930 dalam Brown, 1957).

Alat no.2, inilah yang umum digunakan untuk menghitung respirasi. Prinsip teknik percobaan ini adalah menempatkan ikan dalam sebuah wadah. Wadah dilengkapi dengan aliran air, yang mengalir secara lambat, menembus wadah tersebut. Untuk menghitung konsumsi oksigennya, adalah dengan menganalisis kandungan oksigen terlarut dan besar debit air, pada aliran air masuk dan aliran air keluar.

Sedangkan, salah satu aplikasi dari metoda manometric yaitu untuk menentukan respirasi telur ikan, juga larva ikan. Penggunaan metoda ini relatif mudah, karena alat ini dilengkapi dengan perekam dan pencatat otomatis.



3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium kolam Babakan Darmaga, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. Pada bulan Desember 1991 sampai April 1992.

3.2 Bahan Penelitian

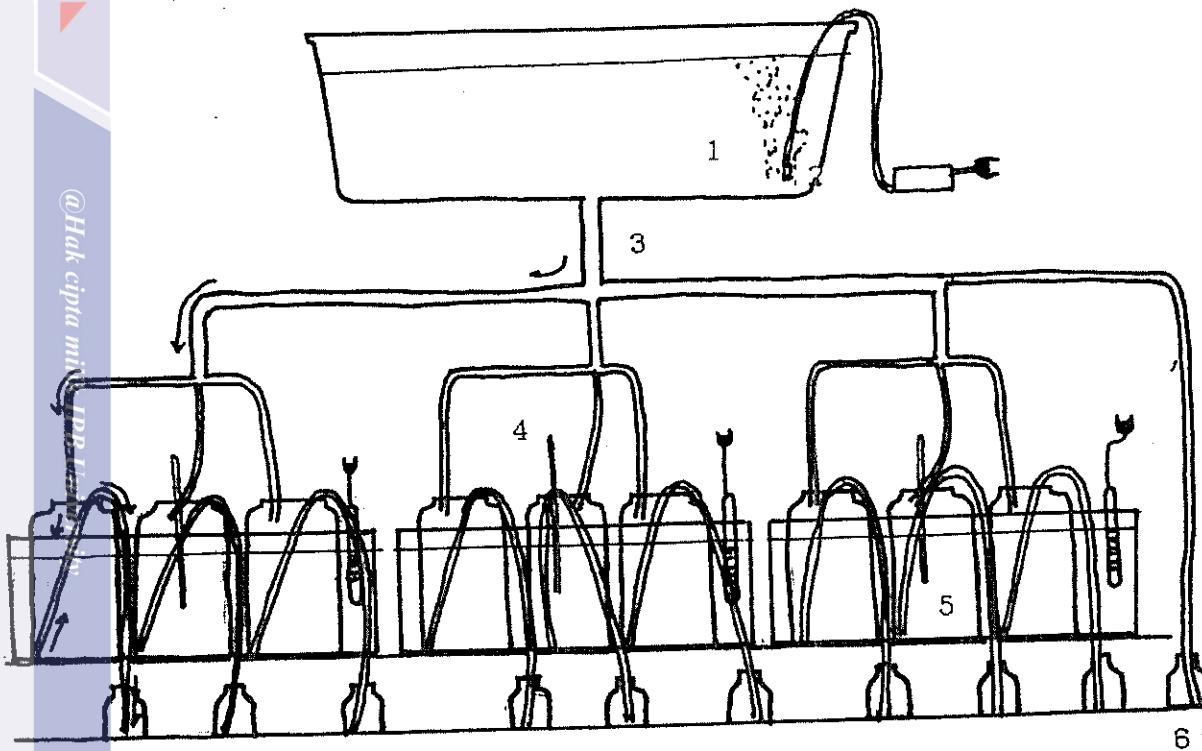
3.2.1 Wadah Pemeliharaan

Untuk pemeliharaan ikan, digunakan akuarium kaca $60 \times 50 \times 40 \text{ cm}^3$ sebanyak tiga buah, yang diisi air setinggi 23 cm.

3.2.2 Wadah untuk Pengukuran Konsumsi Oksigen

Penelitian ini, menggunakan wadah dengan volume 3,35

1. Wadah dilengkapi termometer pengukur suhu air. Wadah ditutup rapat agar udara luar tidak bisa masuk ke dalam. Untuk percobaan ini diperlukan 9 buah wadah, untuk tiga perlakuan dan tiga kali ulangan. Wadah tersebut, dirangkai dengan selang plastik yang berdiameter 4 mm, dan dihubungkan dengan bak tandon air yang dibuat dari wadah plastik (jolang: bahasa Sunda) (Gambar 2).

**Keterangan:**

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1. tandon air | 4. termometer |
| 2. batu aerasi | 5. wadah (3,35 1) |
| 3. selang pembagi air | 6. botol sampel |

----> arah aliran air ketika sampel air diambil

Gambar 2. Rangkaian wadah percobaan

3.2.3 Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah ikan gurami yang berasal dari Desa Babakan, Kecamatan Parung, Kabupaten Bogor. Berat badan rata-rata ikan gurami yang digunakan : 18-21 gram/ekor.

3.2.4 Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan berbentuk pelet. Pelet berasal dari: daun sente' (*Alocasia macro*

rhiza Schott.), tepung ikan, dan campuran 50 % daun sente' ditambah 50% tepung ikan berdasarkan berat kering.

Kandungan zat gizinya dapat dilihat pada Tabel 1 dan berikut ini.

Tabel 1. Hasil analisa proksimat bahan makanan ikan gurami

Analisa	Bahan Makanan	
	Tepung ikan	Tepung daun sentek
Kadar air	7,15	6,48
Protein	47,91	13,31
Lemak	12,38	19,71
Abu	15,93	7,34
Serat asar	4,80	14,70
BETN	11,80	39,18

*) Hasil analisa laboratorium Nutrisi Ikan, jurusan budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor

Hasil analisa proksimat setelah bahan makanan dijadikan pellet, disajikan pada tabel 5.

Tabel 2. Hasil analisa proksimat pakan pelet (%) *)

Zat gizi	Pellet tepung ikan (TI)	Pellet tepung daun sentek (TS)	Pellet campuran (TC)
Kadar air	10,03	10,94	14,60
Protein	46,38	14,44	30,41
Lemak	10,08	15,73	15,20
Abu	16,52	7,84	12,51
Serat kasar	5,49	16,97	11,61
BETN	15,50	34,08	15,67
Gross Energi (kkal/kg)	3991,30	4325,90	4278,10
Metabolisme **) energi(kkal/kg)	3273,00	3023,84	3101,56

*) Hasil analisa laboratorium. Nutrisi, Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

**) Berdasarkan Brett dan Groves dalam Alava dan Lim (1983), 1 gram protein = 4,5 kkal dan 1 gram lemak = 8,0 kkal.



3.2.5 Peralatan

Perlengkapan peralatan yang digunakan antara lain: termometer, timbangan merk O'Haus, oven, mixer, gilingan daging, penggaris, pisau, gergaji, dan peralatan untuk pengukuran kualitas air.

3.2.6 Air

Air tawar yang digunakan berasal dari sumur yang ada di laboratorium kolam Babakan Darmaga. Sebelum digunakan sebagai media uji, air telah disaring dengan: saringan pasir, kerikil dan ijuk, tiga tingkatan. Air hasil saringan, ditampung kedalam bak semen $3 \times 3 \times 0,6 \text{ m}^3$, dan diaerasi selama 2 hari.

3.3 Metoda Penelitian

3.3.1 Perlakuan Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga perlakuan dan tiga ulangan. Tiga perlakuan itu didasarkan atas jenis pakan yang diberikan. Tiga jenis pakan itu adalah pelet dari tepung ikan, tepung daun sente dan campuran antara kedua tepung tersebut. Yang selanjutnya secara berturut-turut disebut perlakuan pakan TI, TS, dan TC.

3.3.2 Metoda Pengukuran Konsumsi Oksigen

Konsumsi oksigen dihitung dengan mengikuti penurunan kandungan oksigen terlarut dalam wadah 3,35 l yang



3.3.3 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati antara lain: konsumsi oksigen, produksi CO_2 , produksi amoniak, Koefesien Respirasi (KR), persen protein yang dibakar, dan produksi panas (kkal) per 1 oksigen.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Pemeliharaan Ikan

Sejumlah enam puluh ekor ikan, yang dibeli dari desa Babakan kecamatan Parung kabupaten Bogor, ditampung dalam 2 buah akuarium ukuran $1 \times 0,3 \times 0,4 \text{ m}^3$ untuk ditimbang berat badannya. Ikan yang dibeli adalah ikan yang sudah diberok dan siap untuk dipasarkan, anggota tubuh ikan lengkap dan sempurna serta siripnya tidak robek-robek. Ikan yang digunakan adalah ikan yang sehat dan normal. Ikan yang diambil adalah yang berbobot badan 18-21 gram. Ikan-ikan yang masuk dalam selang berat badan ini, dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan yang telah dipersiapkan.

Wadah pemeliharaan, berupa akuarium berukuran $40 \times 50 \times 60 \text{ cm}^3$. Wadah ini, telah dipersiapkan dua hari



sebelum pembelian ikan. Akuarium di isi air setinggi 23 cm. Kemudian air di aerasi secara terus-menerus. Ada tiga wadah yang digunakan, yaitu untuk tiga perlakuan pakan. Wadah TI untuk perlakuan pakan pelet dari tepung ikan, wadah TS untuk perlakuan pakan pelet dari daun sente, dan wadah TC untuk perlakuan pakan campuran. Masing-masing wadah di isi enam ekor ikan. Suhu air pada wadah pemeliharaan, dibuat konstan $29-30^{\circ}\text{C}$ dengan bantuan termostat (pengatur suhu).

3.4.2 Adaptasi dan Pemeliharaan Ikan Uji

Adaptasi ditujukan untuk menyesuaikan ikan terhadap kondisi lingkungan air tempat hidup ikan dan terutama terhadap pakan uji. Masa adaptasi dan pemeliharaan dilakukan selama 1 bulan, meliputi 3 hari untuk penyesuaian suhu dan pakan uji dan 27 hari pembiasaan makan pelet yang dicobakan.

Pakan diberikan 3% dari total bobot badan. Waktu pemberian pakan ditetapkan pada pukul 08.00, 12.00, dan 16.00 WIB.

Selama adaptasi dan pemeliharaan, ikan diperlakukan sebagai berikut: masing-masing wadah di siron, dilakukan penggantian air 10-15%, suhu dipertahankan pada kisaran $29-30^{\circ}\text{C}$, setiap harinya.



3.4.3 Persiapan Pengambilan Data Konsumsi Oksigen Ikan

Sehari sebelum dilakukan pengambilan data konsumsi oksigen, wadah telah dipersiapkan. Persiapan meliputi: pencucian wadah, merangkai wadah percobaan, mengaerasi kandungan oksigen terlarut dalam wadah dan tandon air, mengontrol suhu air, dan mencoba kesiapan rangkaian wadah percobaan (Gambar 2).

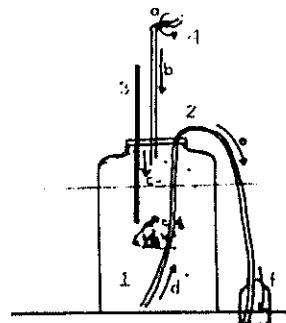
Pada hari pelaksanaan pengambilan data konsumsi oksigen, saat pukul 07.00 WIB wadah pemeliharaan telah disipon dan diganti air. Pakan diberikan setelah pengantian air. Jumlah pakan yang diberikan adalah sepertiga dari 3% pakan yang biasa diberikan semenjak awal pembiasaan makan.

Sementara menunggu ikan selesai makan. Peralatan untuk pengukuran kualitas air yang meliputi: wadah dan bahan untuk pengukuran kandungan oksigen terlarut, karbon-dioksida, dan amoniak, dipersiapkan. Suhu air dalam wadah dipertahankan tetap antara 30°C. Setelah ikan selesai makan. Ikan-ikan diambil dan dimasukkan kedalam wadah percobaan.

3.4.4 Pengambilan Sampel Air dan Pengukuran Kualitas Air

Sampel air diambil dengan membuka kran yang ada pada selang plastik berdiameter 4 mm, yaitu selang yang menghubungkan wadah dengan tandon. Dengan demikian air tandon akan mengalir dan masuk ke dalam wadah, karena wadah ter-

tutup rapat maka air dalam wadah terdesak ke luar keluar melalui selang plastik pengeluaran yang juga berdiameter 4 mm (lihat Gambar 3).



1. wadah (3,35 l)
2. selang plastik (4 mm)
3. termometer
4. kran pengatur
5. botol sampel
- a, b, c, d, e, f arah ali-air air

Gambar 3. Pengambilan sampel air

Dari air yang keluar itulah sampel air diperoleh. Sampel air ditampung dengan botol DO 125 ml untuk pengukuran oksigen terlarut. Sedangkan, untuk pengukuran amoniak dan karbondioksida menggunakan botol 500 ml.

Pengambilan sampel air untuk oksigen terlarut, dilakukan setiap jam sekali selama lima jam waktu percobaan. Untuk sampel amoniak dan karbondioksida diambil dua kali, yaitu pada awal dan akhir waktu percobaan.

Metoda pengukuran kualitas air disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 3. Parameter kualitas air dan metoda pengukurannya

Parameter yang diamati	Metoda pengukuran
1. temperatur	termometer alkohol
2. oksigen terlarut	modifikasi Winkler
3. amoniak	titrimetrik Phenat
4. CO_2 -bebas	titrimetrik



3.5 Analisis Data

3.5.1 Konsumsi Oksigen

Konsumsi oksigen dihitung dalam satuan $\text{mg O}_2/\text{g ikan/jam}$. Nilai ini diperoleh dari pengurangan kandungan oksigen terlarut (DO) awal dengan DO akhir setelah selang waktu satu jam. Data ini diambil lima kali, kemudian semua nilainya dijumlahkan. Hasil nilai tersebut kemudian dibagi berat ikan dan dibagi lama waktu (jam) pengamatan.

Kandungan oksigen terlarut (DO) diperoleh dari rumus:

$$\text{mg/l O}_2 = \frac{\text{ml tio} \times \text{N tio} \times 8 \times 1000}{\text{Vol sampel (ml)}}$$

dimana $\text{N tio} (\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_2) = 0.0242$ dan volume sampelnya = 50 ml, sehingga rumus diatas menjadi:

$$\text{mg/l O}_2 = 3,872 \times \text{ml tio}.$$

Karena setiap kali pengambilan sampel dimasukkan air baru yang berbeda DO-nya, maka DO awal dihitung dengan rumus pengenceran.

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_3 v_3$$

dimana:

- m_1 = DO awal sebelum ditambah air tandon
- m_2 = DO air tandon
- m_3 = DO awal (setelah ditambah air tandon)
- v_1 = 3225 ml atau 2375 ml
- v_2 = 125 ml
- v_3 = 3350 ml atau 2500 ml



3.5.2 Koefisien Respirasi (KR)

KR adalah perbandingan antara karbondioksida produksi dengan konsumsi oksigen. Secara matematis KR dituliskan sebagai berikut:

$$KR = \frac{\text{Produksi } CO_2 \text{ (mol)}}{\text{Konsumsi } O_2 \text{ (mol)}}$$

Produksi karbondioksida diperoleh dari selisih antara karbondioksida akhir dengan kadar karbondioksida awal.

$$\text{Produksi } CO_2 = \frac{(3,35 + 0,625) \text{ (ppm } CO_2 \text{ akhir-ppm } CO_2 \text{ awal)}}{\text{Berat ikan (g) } \times 5 \text{ jam}}$$

keterangan:

3,35 volume air dalam wadah
0,625 volume air yang terbuang karena pengukuran O_2 .

Kadar CO_2 diperoleh dari rumus:

$$\text{mg/l } CO_2 = \frac{ml \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times N \text{ Na}_2\text{CO}_3 \times 22 \times 1000}{ml \text{ sampel}}$$

dimana $N \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 0.0454$ dan $ml \text{ sampel} = 25 \text{ ml}$, sehingga rumus diatas menjadi:

$$\text{mg/l } CO_2 = 39,952 \times ml \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

3.5.3 Produksi Panas (kkal) per Liter Oksigen

Perhitungan panas per mol konsumsi oksigen, sehubungan dengan pembongkaran karbohidrat, lemak, dan protein, digunakan rumus hasil penelitian Brower (1965) dalam Huisman (1991):

$$T \text{ (kkal/l } O_2) = 3,816 + 1,230 \text{ KR.}$$

3.5.4 Persen Protein Pakan yang Dibakar

Persen protein pakan yang dibakar dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\text{Produksi N} = \frac{(3,35 + 0,625)}{14/18 \text{ ppm NH}_4\text{-total awal}} \cdot \frac{(14/18 \text{ ppm NH}_4\text{-total akhir})}{3,35 \text{ volume air dalam wadah}}$$

keterangan:

3,35 volume air dalam wadah
 0,625 volume air yang terbuang karena pengukuran oksigen

$$\% \text{ protein yang dibakar} = \frac{6,25 \times \text{produksi N}}{\text{protein pakan}} \times 100\%$$

keterangan:

$$6,25 = \text{protein mengandung 16\% N.}$$



4.1 Hasil**4.1.1 Kualitas Air**

Kualitas air pada wadah pemeliharaan ikan uji disajikan pada Tabel 2 di bawah ini. Data tersebut, diambil setelah ikan dipelihara selama 1 bulan dengan pakan uji.

Tabel 4. Kualitas air media adaptasi ikan pada akhir masa pemeliharaan dengan pakan uji

Parameter	Wadah ^{*)}		
	TI	TS	TC
oksigen terlarut (ppm O ₂)	4,066	3,872	3,872
suhu (°C)	30	30	30
CO ₂ -bebas (ppm)	19,976	17,978	19,976
amoniak (ppm)	0,194	0,585	0,207

*) wadah TI: untuk ikan yang dibiasakan dengan pelet dari tepung ikan
 wadah TS: untuk ikan yang dibiasakan dengan pelet dari daun sentek
 wadah TC: untuk ikan yang dibiasakan dengan pelet campuran

Sedangkan kisaran kualitas air pada wadah uji, pada saat awal percobaan disajikan pada Tabel 5 (lihat Lampiran 6 dan 7).

Tabel 5. Kualitas air media uji minimum dan maksimum pada awal percobaan

parameter	minimum	maksimum
oksigen terlarut (ppm O ₂)	6,970	7,375
CO ₂ -bebas (ppm)	1,598	1,998
Suhu (°C)	30	30
amoniak (ppm)	0,446	0,501

4.1.2 Konsumsi Oksigen

Nilai konsumsi oksigen diperoleh dengan satuan mg O_2 /gram ikan/jam, perhitungannya didasarkan pada data hasil percobaan pada Lampiran 2. Kisaran nilai konsumsi oksigennya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Konsumsi oksigen ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sente, dan campuran keduanya

wadah uji	berat ikan (g)	Konsumsi oksigen (mg O_2 /g/jam)
TI1	19.3	0.155
TI2	25,2	0.167
TI3	20.0	0.166
rata-rata	21.5	0.163
TS1	16.7	0.184
TS2	19.1	0.175
TS3	21.0	0.160
rata-rata	18.9	0.173
TC1	18.5	0.166
TC2	19.2	0.176
TC3	21.0	0.146
rata-rata	19.6	0.163



4.1.3 Produksi Karbondioksida (CO_2)

Produksi CO_2 selama lima jam pengamatan disajikan dalam Tabel 7 berikut ini. Perhitungannya didasarkan pada data hasil percobaan yang dilampirkan pada Lampiran 5.

Tabel 7. Produksi CO_2 ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sente, dan campuran keduanya

wadah uji	Produksi CO_2 ($\text{mgCO}_2/\text{g/jam}$)
TI1	0.165
TI2	0.173
TI3	0.159
rata-rata	0.166
TS1	0.209
TS2	0.183
TS3	0.182
rata-rata	0.191
TC1	0.172
TC2	0.182
TC3	0.151
rata-rata	0.168

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

4.1.4 Produksi N

Produksi N selama 5 jam pengamatan disajikan pada Tabel 8 berikut ini. Perhitungannya didasarkan pada data hasil percobaan yang dilampirkan pada Lampiran 8.

Tabel 8. Produksi N ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, tepung daun sentek, dan campuran keduanya

wadah uji	Produksi N (mg N/berat ikan/5jam)
TI1	0,211
TI2	0,056
TI3	0,986
rata-rata	0,418
TS1	0,362
TS2	0,560
TS3	0,409
rata-rata	0,444
TC1	0,962
TC2	0,207
TC3	0,588
rata-rata	0,586

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kualitas Air

Kisaran nilai kualitas air percobaan yang disajikan pada Tabel 4 dan 5, termasuk pada kisaran yang dapat digunakan bagi pemeliharaan dan pertumbuhan ikan.

Itazawa dalam Muir (1982) mengatakan, batas minimal kadar oksigen terlarut yang menyebabkan pertumbuhan ikan



mas menurun 3 ppm. Artinya jika kadar oksigen terlarut dalam perairan dibawah 3 ppm maka pertumbuhan ikan (:ikan mas) akan menurun. Kisaran oksigen terlarut pada percobaan antara 3,872-4,066 ppm, yang berarti kisaran ini layak bagi pertumbuhan ikan gurami. Sedangkan, kadar oksigen pada wadah uji justru di atas 5 ppm.

Brown (1951) menyatakan temperatur optimum untuk pertumbuhan ikan (ikan mas): 26-30°C. Temperatur air percobaan 30°C.

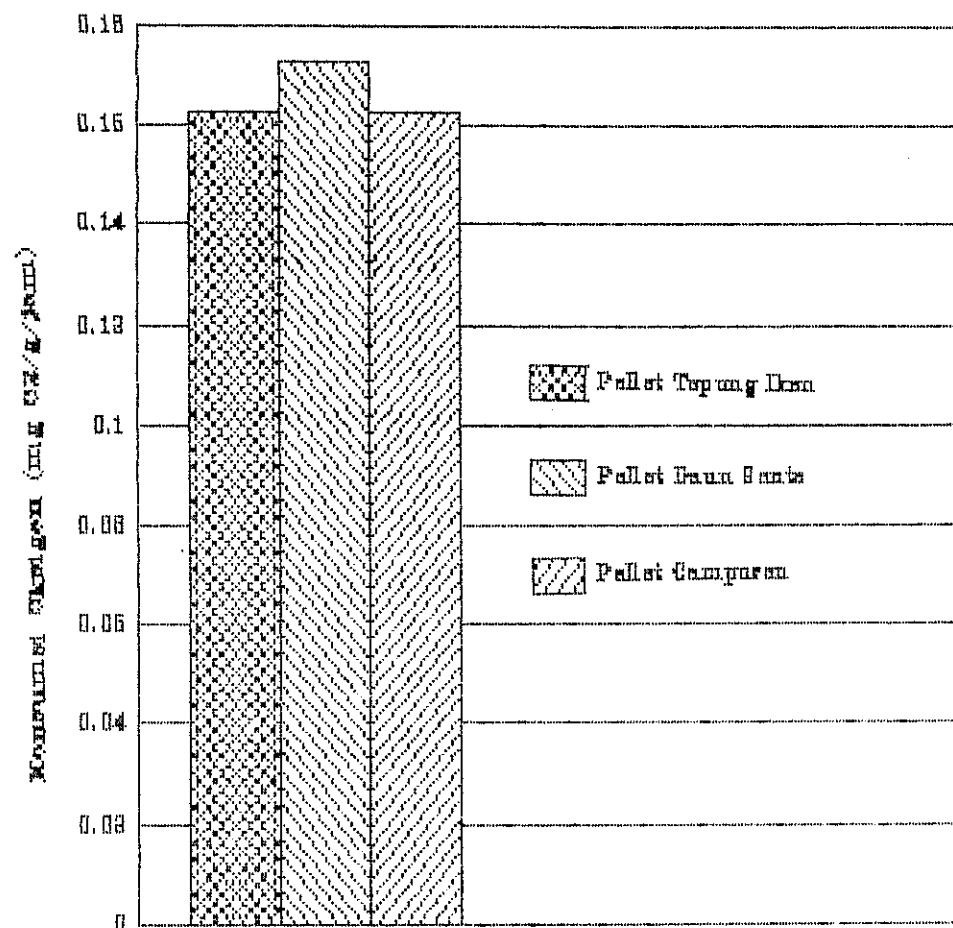
Boyd dan Lichtkoppler (1979) menyatakan, kebanyakan ikan dapat mentolelir kadar karbondioksida sampai 60 ppm, walaupun ikan sudah mulai menghindari perairan dengan kadar CO₂ 50 ppm. Sedangkan, kadar CO₂ bebas dalam wadah pemeliharaan lebih rendah dari kisaran tersebut (19,976 ppm).

Kadar amoniak percobaan (0,446-0,501 ppm) layak bagi kehidupan dan pertumbuhan ikan gurami, sebagaimana Sylvester dalam Wardoyo (1975) dan Anonymus (1980) menyatakan kadar amoniak yang terkandung dalam air sebaiknya tidak melebihi 1,5 ppm. Sedangkan, Pescod dalam Suseno (1985) mengusulkan nilai 1,0 untuk hal yang sama.

4.2.2 Konsumsi Oksigen, Koefisien Respirasi (KR), Panas (kkal) per Liter Oksigen, dan Persen Pembakaran Protein

Nilai konsumsi oksigen ikan gurami setelah mengkonsumi pakan TI, TS, dan TC pada percobaan ini berkisar antara

0,163 0,173 mg O_2 /g/jam. Hasting dalam Jangkaru (1984) mengatakan bahwa, secara umum kebutuhan ikan akan oksigen adalah: 16.48 mg O_2 /100 g/jam. Berarti bahwa nilai konsumsi oksigen hasil percobaan kisarannya mendekati nilai konsumsi oksigen ikan secara umum menurut Hasting. Nilai konsumsi oksigen rata-rata untuk perlakuan TI = 0,163 mg O_2 /g/jam; TS = 0,173 mg O_2 /g/jam; dan TC = 0,163 mg O_2 /g/jam (Gambar 4).



Gambar 4. Rata-rata konsumsi oksigen (mg O_2 /g/jam) ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, daun sente, dan campuran keduanya

Gambar 4 memperlihatkan konsumsi oksigen ikan gurami yang diberi pakan daun sentek sedikit lebih tinggi



dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan TI ataupun campurannya. Perbedaan tersebut diduga karena daun sente susah dicerna ikan. Sebagaimana Brett dan Groves dalam Hoar (1979) menyatakan, dinding sel dari tanaman yang berupa selulosa susah dipecahkan dan dicerna. Pandaian dan Vivekanandan dalam Talbot (1985) menyatakan, mekanisme pengambilan makanan pada herbivora lebih kompleks dibandingkan grup-grup lain, karena harus mengunyah sel makanan yang keras itu. Pillay (1980) menyatakan, jenis makanan yang berasal dari protein nabati lebih susah dicerna dibandingkan dengan jenis makanan yang berasal dari protein hewani. Dengan demikian, aktivitas ikan gurami dalam mencerna, menyerap, dan membakar makanan dari daun sente lebih besar dibanding aktivitas pencernaan, penyerapan, dan pembakaran makanan dari tepung ikan dan campuran.

Koefisien respirasi (KR) ikan gurami hasil percobaan disajikan dalam Tabel 9. Data KR tersebut menunjukkan bahwa semua nilainya mendekati 0,7 (0,742 - 0,805), yang berarti banyak terjadi perombakan lemak. Keadaan ini didukung dengan hasil penelitian Hamid (1992) tentang daya cerna dan Lestari (1992) tentang retensi lemak. Daya cerna lemak masih cukup tinggi (TI=68,71%; TS=22,63%; dan TC=51,25%) tetapi ternyata retensinya kecil sekali (TI=5,27%; TS=5,02%; dan TC=12,57%). Adanya lemak yang dicerna cukup tinggi tapi diretensi sangat sedikit menunjukkan indikasi pembakaran lemak yang relatif tinggi.

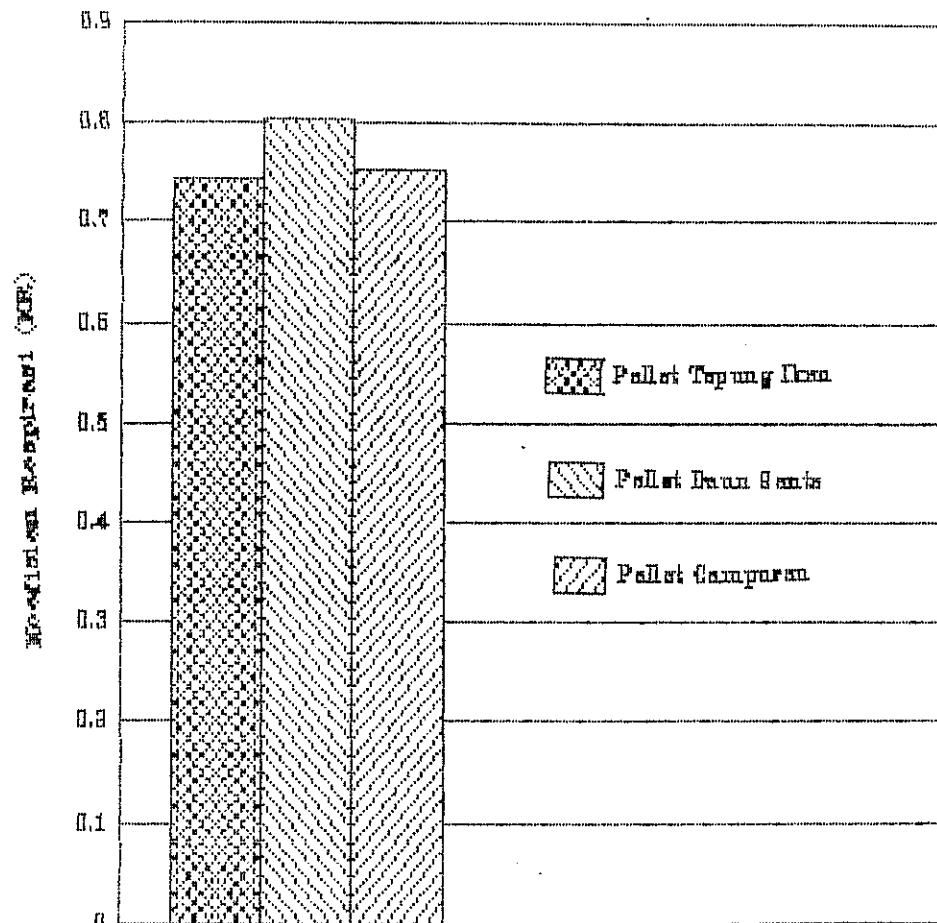
Perhitungan nilai T (kkal/l O₂) terhadap ikan yang diperlakukan dengan pelet tepung ikan, daun sentek, dan campurannya diperoleh nilai yang mendekati 4,7 kkal/l O₂ (TI=4,729 kkal/l O₂; TS=4,806 kkal/l O₂; dan TC=4,741 kkal/l O₂). Data hasil percobaan ini juga mendukung adanya indikasi pembakaran lemak yang cukup tinggi.

Tabel 9. Koefisien respirasi ikan gurami setelah mengkonsumsi pakan pelet tepung ikan, daun sentek, dan campuran keduanya

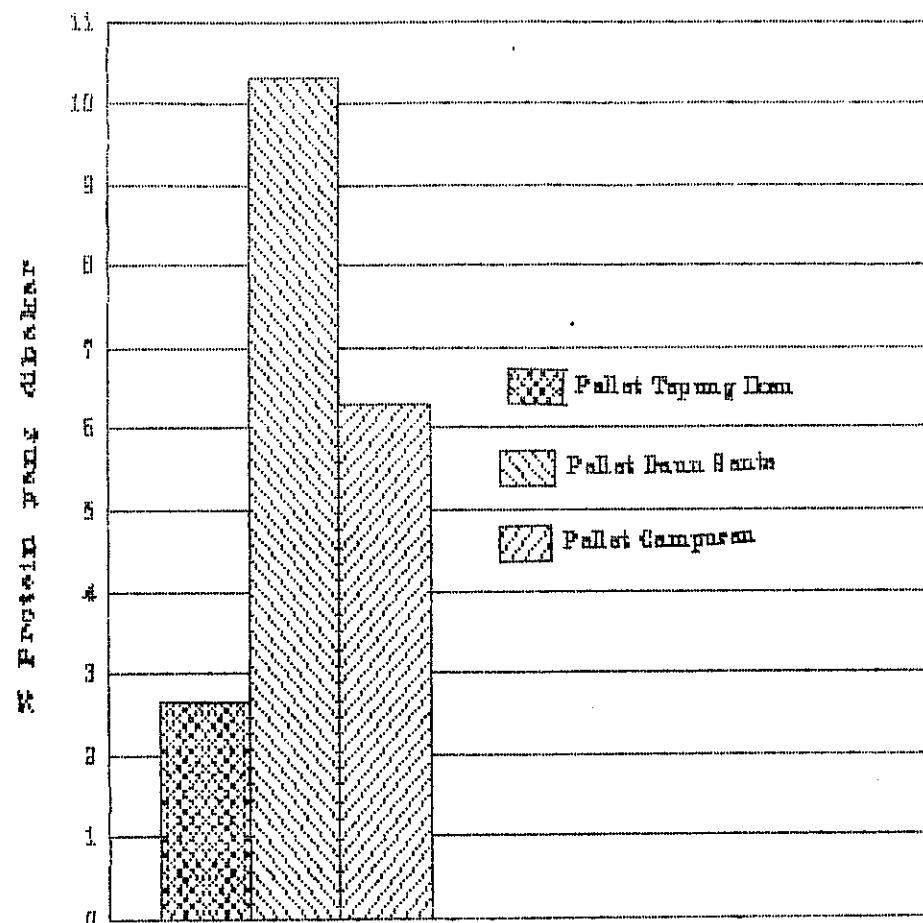
wadah uji	Koefisien Respirasi (KR)
TI1	0,774
TI2	0,753
TI3	0,700
rata-rata	0,742
TS1	0,826
TS2	0,761
TS3	0,827
rata-rata	0,805
TC1	0,754
TC2	0,752
TC3	0,752
rata-rata	0,753

Adapun nilai KR ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung daun sentek sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan ikan-ikan gurami yang diperlakukan dengan pelet tepung ikan ataupun campuran keduanya (Gambar 5) ini diduga karena secara relatif protein pada pelet tepung daun sentek lebih banyak dibakar dibandingkan dengan ikan yang diperlakukan dengan pelet tepung ikan ataupun campurannya. Hal ini didukung oleh data hasil percobaan

yang menunjukkan persen protein pelet yang dibakar oleh ikan gurami lebih tinggi pada perlakuan dengan pelet TS (TI=2,64%; TS=10,30%; dan TC=6,27%) (Gambar 6).



Gambar 5. Rata-rata Koefisien Respirasi (KR) ikan gurami setelah mengkonsumi pelet tepung ikan, daun sente, dan campuran keduanya



Gambar 6. Rata-rata persen protein pakan yang dibakar ikan gurami setelah mengkonsumsi pelet tepung ikan, daun sente, dan campuran keduanya



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Laju konsumsi oksigen ikan gurami setelah mengkonsumsi pakan TI (yang berasal dari tepung ikan), TS (yang berasal dari daun sentek), dan TC (berasal dari campuran tepung ikan dan daun sentek) nilainya hampir sama, tetapi untuk ikan yang mendapat perlakuan dengan pelet TS kelihatan sedikit lebih tinggi laju konsumsi oksigennya ($TI=0,163 \text{ mg O}_2/\text{g ikan/jam}$, $TS=0,173 \text{ mg O}_2/\text{g ikan/jam}$, dan $TC=0,163 \text{ mg O}_2/\text{g ikan/jam}$.

KR_{TI} , KR_{TS} , dan KR_{TC} adalah berturut-turut nilai KR ikan setelah mengkonsumsi pakan TI, TS, dan TC yaitu 0,742, 0,805, dan 0,753.

Laju produksi N ikan gurami ($\text{mg N/berat ikan/5 jam}$) setelah mengkonsumsi pakan TI, TS, dan TC berturut-turut: 0,418 $\text{mg N/berat ikan/5 jam}$, 0,444 $\text{mg N/berat ikan/5 jam}$, 0,586 $\text{mg N/berat ikan/5 jam}$.

Produksi panas (kkal) per liter oksigen untuk ikan setelah mengkonsumsi pakan TI, TS, dan TC berturut-turut: 4,729 kkal/l O_2 ; 4,806 kkal/l O_2 ; dan 4,741 kkal/l O_2 .

Protein yang dibakar (%) oleh ikan atas perlakuan pakan TI, TS, dan TC berturut-turut: 2,64 %; 10,30 %; dan 6,27 %.

5.2 Saran

Penyempurnaan penelitian ini dapat dilakukan dengan pengukuran konsumsi oksigen, produksi CO_2 , dan produksi N secara terus-menerus selama suatu kurun waktu pemeliharaan, sehingga gambaran pada tingkat metabolisme produksi ikan gurami dapat diketahui.





DAFTAR PUSTAKA

- Anonymus. 1980. Pedoman/Standar Balai Benih Ikan. Direktorat Jendral Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta. 45 hal.
- Affiaty, N. dan Prahara W. 1987. Kepadatan Optimal Benih Gurame (*Osphronemus gouramy*) dalam Pemeliharaan secara Intensif dengan Sistem Resirkulasi. Bulletin Penelitian Perikanan Darat. 6(2): 71-74.
- Ardiwinata, R.O. 1951. Pemeliharaan Ikan Gurami dengan Singkatan Inggeris. N.V. Penerbitan W. Van Hoeven Bandung.
- Bittner, A., R. Geisler, R. Keppler, Somporn Patanakomjorn. 1987. Approaches to the Productive Breeding of the Shouth-East Asian Labyrinth Fish (*Osphronemus gouramy*, Anabantidae). Part I: Malting, Nest building, productivity (p: 7-18). Part II: Pond Structur, rearing the young fish and Fattening them. Institute for Scientific Co-operation, Tubingen.
- Boyd, C.E. 1988. Dissolved Oksigen dalam Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Auburn Univercity Agricultural. p:129-130.
- Boyd, C.E. dan F. Lichtkoppler. 1979. Water Quality Development series no.22. International center for aquaculture. Agriculture Experiment Station. Auburn. Alabama: 31 p.
- Brett, J.R. dan D.D. Groves. 1979. Physiological Energetics dalam Fish Physiology. Vol. VIII: Bioenergetics and growth. Academic Press New York San Francisco London. p.: 280-352.
- Brown Margaret E. 1957. The Physiology of Fishes. 1h16 Academic Press Inc. Publishers, New York. Volume I Metabolisme.
- Brown, E.M. 1957. The Physiology of Fishes. Vol.II. Academic Pres Inc. Publisher. New York. 526p.
- Fry, F.E.J. 1957. Methods of Measuring Oxygen Consumption dalam The Physiology oh Fishes. Academic Press Inc. Publishers, New York. Volume I. Metabolisme. p:25-35.
- Hamid, M.A. 1992. Kemampuan Cerna Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) terhadap Pakan Hewani dan Pakan Nabati serta Campuran Keduanya. Skripsi. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor. 44 hal.

- Huisman, E.A., N. Zonneveld, dan J.H. Boon. 1987. *Principles of Fish Production*. Departemen of Culture and Fisheries Mageningen Agricultural University. Nederlands. p:57-122.
- Jangkaro, Z. 1984. *Pemeliharan Ikan Mas dalam Kolam Air Deras*. C.V. Yosaguna. 50 hal.
- Jhingran, V.G. 1975. *Fish and Fisheries of India*. Hindustan Publishing Corporation (India). 6-UB, Jawahar Nagar. Delhi-11007. p:725-732.
- Jobling, M. 1985. *Growth in Laboratory Method in Fish Feeding and Nutritional Studies Fish Energetics New Prospective*. London and Sydney. p. 99-121.
- Lestari, W. 1992. *Pertumbuhan Ikan Gurami (Osphronemus gouramy Lac.) yang Diberi Pakan Nabati, Pakan Hewani, dan Campuran Keduanya*. Skripsi. Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Pillay, T.V.R. 1980. *Fish Feed Technology*. United Nations Development Program Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.
- Roxas H.A. and A.F Umali. 1937. *Fresh-water Farming in Philippines*. The Philippines Journal of Science. Vol.6. 478p.
- Suseno, D. 1985. *Teknik Pengembangan Transportasi Ikan Hidup*. Institut Pendidikan, Latihan dan Penyuluhan Pertanian, Ciawi. Bogor. 38 hal.
- Talbot, C. 1985. *Laboratory Methods in Fish Feeding and Nutritional Studies Fish Energetic New Perspectives*. London and Sydney. p=134-136.
- Muir, J.P. 1982. *Resirculated Water System in Aquaculture (358-446)*. In *Recent Advenced in Aquaculture*. London Croom Helm. 453p.
- Swingle, H.S. 1968. *Standardization of Chemical Analyses for Water and Pond Muds*. FAO. Fish Rep. 44(4).
- Vernberg W.B. dan F. J. Vernberg. 1972. *Environmental Physiology of Marine Animal* Springer. New York, Heidelberg, Berlin. 368 p.
- Wardoyo, S. T. H. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air*. Bagian Aquakultur. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. 41 hal.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Konsentrasi Oksigen terlarut (ppm) pada setiap jam selama lima jam pengamatan

jam ke	TI1	TI2	TI3	TS1	TS2	TS3	TC1	TC2	TC3
0	6.970	6.582	6.582	6.970	6.582	6.970	6.970	6.582	6.970
1	5.421	4.259	5.034	5.808	5.421	5.808	5.808	5.034	5.808
2	4.646	2.904	3.872	5.034	4.646	5.034	5.034	4.453	5.421
3	3.872	2.323	3.098	4.066	3.872	3.872	4.259	3.485	4.259
4	2.904	1.936	2.710	3.485	3.098	3.678	3.485	2.710	3.678
5	2.323	--	2.130	2.710	1.936	2.323	2.710	1.936	2.710

-- ikan mati pada akhir jam ke-4

Lampiran 2. Konsentrasi Oksigen terlarut (ppm) setiap jam selama lima jam pengamatan setelah ditambah air tandon*)

jam ke	TI1	TI2	TI3	TS1	TS2	TS3	TC1	TC2	TC3
0	6.970	6.582	6.582	6.970	6.582	6.970	6.970	6.582	6.970
1	5.479	4.346	5.106	5.851	5.464	5.851	5.851	5.092	5.851
2	4.733	3.041	3.988	5.106	4.718	5.106	5.106	4.532	5.479
3	3.980	2.482	3.242	4.167	3.973	3.988	4.353	3.601	4.360
4	3.041	2.109	2.869	3.601	3.228	3.801	3.601	2.854	3.801
5	2.482	--	2.311	2.854	2.109	2.496	2.854	2.109	2.869

*) ikan mati pada akhir jam ke-4
Dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{O}_2 \text{ (1 jam}^1\text{)} = \frac{((3350-125) \text{ O}_2 \text{ (1 jam}^2\text{)}) + (125 \times \text{O}_2 \text{ tandon})}{3,35 \text{ l}}$$

- 1) lampiran 2
- 2) lampiran 1

Lampiran 3. Jumlah penurunan kadar oksigen (ppm) setiap jam pengamatan selama lima jam pengamatan

jam ke	TI1	TI2	TI3	TS1	TS2	TS3	TC1	TC2	TC3
1	1.549	2.323	1.548	1.162	1.161	1.162	1.162	1.548	1.162
2	0.833	1.442	1.234	0.817	0.818	0.817	0.817	0.639	0.430
3	0.861	0.718	0.890	1.040	0.846	1.234	0.847	1.047	1.220
4	1.076	0.546	0.532	0.682	0.875	0.310	0.868	0.891	1.091
5	0.159	--	0.739	0.891	1.292	1.478	0.891	0.918	1.091

Lampiran 4. Produksi CO_2 (ppm) selama lima jam pengamatan pada wadah percobaan

saat	TI1	TI2	TI3	TS1	TS2	TS3	TC1	TC2	TC3
awal	1.998	1.598	1.998	1.998	1.598	1.598	1.998	1.598	1.998
akhir	5.993	5.993	5.993	6.392	5.993	6.392	5.993	5.993	5.993
Prod.	3.995	4.395	3.995	4.394	4.395	4.794	3.995	4.395	3.995

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 5. Kandungan NH_4^+ -total (ppm) selama lima jam pengamatan pada wadah percobaan

saat	TI1	TI2	TI3	TS1	TS2	TS3	TC1	TC2	TC3
awal	0.618	0.429	0.259	0.196	0.233	0.329	0.141	0.398	0.271
akhir	0.686	0.447	0.577	0.312	0.418	0.462	0.453	0.471	0.462

Lampiran 6. Perbandingan metoda pengambilan sampel air untuk peneraan oksigen terlarut dengan metoda modifikasi winkler

wadah	selang plastik 4 mm (ml tio)	mencelupkan botol (ml tio)
TI	0.95	1.05
TS	0.90	1.00
TC	0.90	1.00



Lampiran 7. Kisaran oksigen terlarut, amoniak, dan karbon dioksida pada awal percobaan konsumsi oksigen

media uji	O ₂ terlarut (ppm)	NH ₃ (ppm)	CO ₂ (ppm)
TI1	6.970	0.501	1.998
TI2	6.582	0.347	1.598
TI3	6.582	0.210	1.998
TS1	6.970	0.159	1.998
TS2	6.582	0.189	1.598
TS3	6.970	0.266	1.598
TC1	6.970	0.114	1.998
TC2	6.582	0.275	1.598
TC3	6.970	0.220	1.998

©Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak mengulik kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Lampiran 8. Persen pembakaran protein pakan pada wadah percobaan

	perlakuan		
	TI	TS	TC
protein pakan (mg)	99	27	59
protein yang dibakar (mg)	2.61	2.78	3.70
pembakaran protein (%)	2,64	10,30	6,27

