

**PENGARUH PEMBERIAN HORMON TIROKSIN (T_4) DENGAN
DOSIS BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN
IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy* Lac.)**

**SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

Oleh:
JUHRIA
0610852005



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
MALANG
2008**

**PENGARUH PEMBERIAN HORMON TIROKSIN (T_4) DENGAN
DOSIS BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN
IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy* Lac.)**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya**

Oleh:
JUHRIA
NIM. 0610852005

MENYETUJUI

DOSEN PENGUJI I

Ir. BAMBANG SUSILO WIDODO
Tanggal : _____

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. MAHENo SRI WIDODO, MS
Tanggal : _____

DOSEN PENGUJI II

Ir. SOELISTYOWATI
Tanggal : _____

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. ABDUL RAHEM FAQIH, M.Si
Tanggal : _____

MENGETAHUI
KETUA JURUSAN MSP

Ir. MAHENo SRI WIDODO, MS
Tanggal : _____

RINGKASAN

JUHRIA. PENGARUH PEMBERIAN HORMON TIROKSIN (T_4) DENGAN DOSIS BERBEDA TERHADAP PERTUMBUHAN IKAN GURAMI (*Osphronemus gouramy* Lac.) (Di bawah bimbingan **Ir. MAHENNO SRI WIDODOD, MS** dan **Ir. ABDUL RAHEM FAQIH, M.Si**)

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Air Tawar Sumberpasir, Universitas Brawijaya Malang pada bulan Juni sampai dengan Juli 2008. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian hormon tiroksin (T_4) pada pakan yang diberikan secara oral dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dan untuk mengetahui dosis optimal hormon tiroksin untuk pertumbuhan benih ikan gurami.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, sedangkan rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan ditambah dengan 1 perlakuan kontrol dan masing-masing diulang tiga kali. Sebagai perlakuan dosis hormon tiroksin yaitu perlakuan K (0 ppm), A (2 ppm), B (4 ppm), C (6 ppm) dan perlakuan D (8 ppm).

Dari hasil penelitian menunjukkan perlakuan pemberian hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan mutlak, pertumbuhan relatif, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan dan efisiensi pakan tetapi tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan. Perlakuan yang memberikan pertumbuhan mutlak yang terbaik sebesar 7,328 gram pada benih ikan gurami adalah dosis 3,87 ppm dengan persamaan $Y = 4,6701 + 1,3724X - 0.1773X^2$, pertumbuhan relatif sebesar 14,697 % pada dosis 3,81 ppm dengan persamaan $Y = 11,704 + 1,5716X - 0.2063X^2$, laju pertumbuhan spesifik (SGR) 1,657 % bb/hari pada dosis 3,77 ppm dengan persamaan $Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$, rasio konversi pakan sebesar 0,975 pada dosis 3,75 ppm dengan persamaan $Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$ dan efisiensi pakan sebesar 62,929 % pada dosis 3,90 ppm dengan persamaan $Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$.

Kualitas air selama penelitian relatif sama dan masih dalam batas toleransi yaitu suhu berkisar antara 25,5 - 28 °C, DO antara 6,44 - 7,47 mg/liter dan pH sebesar 6,5 - 7,5. Dari hasil penelitian ini dapat disarankan untuk mempercepat pertumbuhan benih ikan gurami sebaiknya menggunakan dosis hormon tiroksin sebesar 4 ppm.

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan untuk menggunakan hormon tiroksin dengan dosis 3,82 ppm untuk mendapatkan pertumbuhan tertinggi benih ikan gurami.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena penulis diberi kesempatan, bimbingan dan kekuatan sehingga dapat menimba ilmu pengetahuan dan dapat menyelesaikan penelitian serta menuangkannya dalam skripsi yang berjudul "Pengaruh Pemberian Hormon Tiroksin (T4) Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Gurami (*Oosphronemus gouramy* Lac.)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Dalam pelaksanaan penelitian sampai dengan penyusunan skripsi, banyak sekali memperoleh bantuan moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karenanya pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang mendalam kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu :

1. Bapak Ir. Maheno Sri Widodo, MS selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberi pengarahan dari mulai pelaksanaan penelitian hingga selesaiya penulisan skripsi.
2. Bapak Ir. Abdul Rahem Faqih, M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberi pengarahan dari mulai pelaksanaan penelitian hingga selesaiya penulisan skripsi.
3. Bapak Ir. Bambang Susilo Widodo, selaku dosen penguji I.
4. Ibu Ir. Soelistyowati, selaku dosen penguji II.
5. Semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga selesaiya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis menerima dengan senang hati segala saran yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Malang, September 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Kegunaan Penelitian	6
1.5 Hipotesis	6
1.6 Tempat dan Waktu	6
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Gurami	8
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	8
2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan	8
2.2 Jenis Ikan Gurami	9
2.3 Pakan dan Kebiasaan Makan	10
2.4 Pertumbuhan	11
2.5 Hormon	13
2.6 Hormon Tiroid	16
2.6.1 Sifat dan Cara Kerja Hormon Tiroid	17
2.6.2 Peranan Dosis Hormon Tiroid Pada Ikan	21
2.7 Hubungan Hormon Tiroksin Dengan Protein dan Lemak	24
2.8 Pengaruh Hormon Tiroksin (T_4) Pada Pertumbuhan Ikan	25
2.9 Kualitas Air	27
2.9.1 Suhu	27
2.9.2 Oksigen Terlarut	28
2.9.3 pH	28
III MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	30
3.1.1 Ikan Uji	30
3.1.2 Media Pemeliharaan	30
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	30
3.2.1 Alat	30
3.2.2 Bahan	31

3.3 Metode Penelitian	32
3.4 Rancangan Percobaan	32
3.5 Prosedur Penelitian	33
3.5.1 Persiapan	33
3.5.2 Pembuatan Larutan Hormon	35
3.5.3 Pelaksanaan Penelitian	36
3.6 Parameter Uji	36
3.6.1 Parameter Utama	36
a. Pertumbuhan Mutlak dan Relatif	36
b. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	37
c. Kelulushiduan (SR)	37
d. Rasio Konversi Pakan	38
e. Efisiensi Pakan	38
f. Hubungan Panjang dan Berat	38
3.7 Parameter Pendukung	39
3.8 Analisis Data	39
 IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Pertumbuhan Mutlak	40
4.2 Pertumbuhan Relatif	45
4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)	49
4.4 Kelulushiduan (SR)	54
4.5 Rasio Konversi Pakan	55
4.6 Efisiensi Pakan	59
4.7 Hubungan Panjang dan Berat	63
4.8 Akumulasi Kandungan Nutrisi Pada Ikan Gurami	63
4.9 Kualitas air	65
4.9.1 Suhu	65
4.9.2 DO	66
4.9.3 pH	66
 V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
 DAFTAR PUSTAKA	69
 LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

1. Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Gurami	41
2. Analisis Sidik Ragam Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Gurami	41
3. Uji BNT Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Gurami	42
4. Data Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Gurami	45
5. Analisis Sidik Ragam Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Gurami	46
6. Uji BNT Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Gurami.....	46
7. Data Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Gurami.	49
8. Analisis Sidik Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Gurami ...	50
9. Uji BNT Laju Pertumbuhan Spesifik	50
10. Data Kelulushidupan Benih Ikan Gurami.....	54
11. Analisis sidik Ragam Kelulushidupan Benih Ikan Gurami	55
12. Data Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Gurami.....	56
13. Analisis Sidik Ragam Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Gurami	56
14. Uji BNT Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Gurami	57
15. Data Efisiensi Pakan Benih Ikan Gurami.....	60
16. Analisis Sidik Ragam Efisiensi Pakan Benih Ikan Gurami.	60
17. Uji BNT Efisiensi Pakan.....	61
18. Hasil analisis Proksimat Pakan Benih Ikan Gurami	63
19. Hasil analisis Proksimat Benih Ikan Gurami Diakhir Penelitian.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Gurami (<i>Oosphronemus gouramy</i> Lac.)	7
2. Struktur Hormon Tiroksin	17
3. Biosintesis Tiroksin.....	19
4. Proses Sintesis dan Penguraian Tiroglobulin serta Sekresi Tiroksin	20
5. Proses Produksi Hormon Tiroksin	21
6. Skema Reaksi Tiroksin Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Gurami	27
7. Denah Penelitian	33
8. Proses Pembuatan Pakan yang Mengandung Hormon Tiroksin	35
9. Grafik Berat Rata-rata Benih Ikan Gurami	40
10. Grafik Pola Hubungan Dosis Tiroksin dengan Pertumbuhan Mutlak	44
11. Grafik Pola Hubungan Dosis Tiroksin dengan Pertumbuhan Relatif	48
12. Proses Metabolisme Pada Ikan Gurami	51
13. Grafik Pola Hubungan Dosis Tiroksin dengan Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Gurami.....	53
14. Grafik Pola Hubungan Dosis Tiroksin dengan Rasio Konversi Pakan.....	58
15. Grafik Pola Hubungan Dosis Tiroksin dengan Efisiensi Pakan	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

Halaman

1. Skema Pelaksanaan Penelitian	72
2. Alat dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	73
3. Data Perkembangan Benih Ikan Gurami Selama Penelitian.....	76
4. Data Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.....	88
5. Data Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.....	94
6. Data Laju Pertumbuhan Spesifik Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.....	100
7. Data Kelulushiduan Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.	107
8. Data Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.....	109
9. Data Efisiensi Pakan Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya.....	115
10. Hubungan Panjang dan Berat Rata-rata Benih Ikan Gurami	121
11. Hasil Analisis Proksimat Benih Ikan Gurami Diakhir Penelitian Dan Perhitungannya	125
12. Suhu Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya.	126
13. DO Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya.....	128
14. Data pH Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya	130

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan gurami (*Oosphronemus gouramy* Lac.) merupakan salah satu ikan asli Indonesia yang mempunyai nilai ekonomis penting dan disukai oleh masyarakat Indonesia. Ikan gurami sangat potensial untuk dibudidayakan. Banyak faktor yang menjadikan prospek budidaya ikan gurami. Faktor yang mendukung adalah masih tersedianya lahan untuk budidaya gurami dan harga jual serta permintaan pasar cukup stabil dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya. Namun produksi dari usaha budidaya saat ini belum mampu memenuhi permintaan pasar, karena produksi ikan gurami masih rendah. Sebagai gambaran pada tahun 2000 benih ikan gurami baru diproduksi sebesar 280.079 juta ekor sedangkan permintaannya mencapai 749,9 juta ekor. Selain itu, untuk pembesaran ikan gurami produksinya sebesar 28.710 ton pada tahun 2006 dan mengalami peningkatan yang cukup besar pada tahun 2007 sebesar 35.570 ton dengan peningkatan persentase sebesar 12,84 %, tetapi untuk memenuhi permintaan pasar domestik masih kekurang (Anonymous^a, 2008).

Ikan gurami merupakan ikan yang pertumbuhannya lambat. Akan tetapi, ikan gurami merupakan jenis ikan air tawar yang harganya cukup mahal. Fluktuasi harga ikan gurami relatif stabil dengan kecenderungan yang terus meningkat. Sebagai gambaran, harga ikan gurami saat ini di tingkat konsumen mencapai Rp 20.000,- sampai dengan Rp 25.000,- per kg (Agung *et al*, 2007). Sementara itu, harga ikan yang berada satu aperingkat di bawahnya yaitu ikan mas hanya Rp 6.500,- dan paling tinggi Rp 9.000,- (Anonymous^b, 2007).

Salah satu masalah yang dihadapi dalam budidaya ikan gurami adalah pertumbuhannya relatif lambat dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Laju pertumbuhan dan efisiensi pakan secara ekonomis adalah kedua faktor paling penting di dalam budidaya ikan. Suatu hasil yang mendasar dalam budidaya ikan adalah upaya untuk memaksimalkan pertumbuhan dengan biaya yang minimal dan menghasilkan nilai nutrisi yang tinggi. Beberapa hormon telah terbukti dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan meningkatkan proses mobilisasi bahan makanan menjadi energi di dalam ikan (Donaldson *et al*, 1979) *dalam* (Moon *et al*, 1993). Ada tiga jenis hormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan yang dapat bekerja secara sendiri maupun bekerjasama dengan hormon lain. Hormon tersebut adalah hormon pertumbuhan, hormon steroid dan hormon tiroid (Hoar *et al*, 1979). Oleh karena itu dengan manipulasi hormonal dapat mengurangi biaya dalam produktivitas dan peningkatan hasil di dalam budidaya ikan (Moon *et al*, 1993).

Hormon tiroksin memiliki peranan penting didalam proses pertumbuhan, meningkatkan proses anabolik, terutama hormon pertumbuhan (Donaldson *et al*, 1979; Higgs *et al*, 1982) *dalam* (Moon *et al*, 1993). Hormon tiroksin merupakan hormon yang bersifat anabolik dengan meningkatkan sintesis protein (Garg, 2007). Anabolik adalah proses metabolisme yang mensintesis senyawa kimia kecil menjadi molekul yang lebih besar (Fujaya, 2004). Dalam hal ini, hormon tiroksin dapat meningkatkan sintesis protein dari beberapa asam amino dalam tubuh ikan (Donaldson *et al*, 1979) *dalam* farbridge dan Leatherland (1987). Perlakuan dari T_4 dan T_3 dapat meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan di banyak jenis ikan diantaranya *Sarotherodon mosambicus* (Lam, 1980), *Tilapia nilotica* (Nacario, 1983), *Cyprinus carpio* (Lam dan

Sharma 1985), *Carassius auratus* (Reddy dan Lam 1992) dan *Morone saxatilis* (Brown, 1989) dalam (Yamano, 2005).

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang alternatif penggunaan hormon tiroksin terhadap pertumbuhan benih ikan gurami.

1.2 Perumusan Masalah

Permintaan ikan gurami di pasar cukup tinggi dan belum dapat terpenuhi. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan ikan gurami relatif lambat dibandingkan jenis ikan tawar yang lain. Sebagai contoh untuk mencapai benih ikan gurami dengan ukuran panjang 2-3 cm dan bobot 5 gram per ekor memerlukan waktu selama tiga bulan pemeliharaan. Apabila benih tersebut dibesarkan di kolam dengan budidaya intensif dan diberikan pakan tambahan berupa pelet sebanyak 5 % - 7 % berat tubuh/hari dengan frekuensi dua kali sehari, maka akan mencapai berat ikan 1 kg selama 1 tahun pemeliharaan (Puspowardoyo dan Djarijah, 1992). Sedangkan dalam penelitian Hernawati dan Suantika (2007) dengan sistem resirkulasi pada pemeliharaan tahap pendederen, laju pertumbuhan benih gurami tertinggi sebesar 0,24 gr/hari.

Pertumbuhan dapat dianggap sebagai hasil dari dua proses yaitu proses yang cenderung untuk menurunkan energi tubuh yang menjadi nyata jika ikan yang dipelihara dalam jangka waktu yang lebih lama tanpa diberi makanan dan suatu proses yang diawali dari pengambilan makanan diakhiri dengan penyusunan unsur-unsur tubuh. Makanan yang diambil oleh ikan pertama-tama digunakan untuk pemeliharaan tubuh, mengganti sel-sel yang rusak, penyembuhan luka dan sebagian sebagai energi bagi pergerakan tubuh. Selebihnya dari kebutuhan tersebut digunakan untuk pertumbuhan (Hariati, 1989). Pemberian pakan juga sangat menentukan pola pertumbuhan. Frekuensi

pemberian pakan yang lebih sering dengan jumlah sedikit lebih menguntungkan daripada frekuensi yang jarang tetapi dalam jumlah besar (Djajasewaka, 1985).

Menurut Hariati (1989), faktor yang mempengaruhi pertumbuhan terdiri dari faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi spesies ikan dan umur ikan. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari kualitas air dan makanan. Faktor makanan meliputi komposisi, formulasi, bentuk makanan, tingkat pemberian makanan dan frekuensi pemberian makanan. Tingkat pemberian makanan dan frekuensi pemberian makanan berkaitan dengan tingkat selera makan ikan.

Menurut (Hoar *et al*, 1979), ada tiga jenis hormon yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan yang dapat bekerja secara sendiri maupun bekerjasama dengan hormon lain. Hormon tersebut adalah hormon pertumbuhan, hormon steroid dan hormon tiroid.

Salah satu hormon yang berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan ikan dengan meningkatkan laju metabolisme sehingga dapat meningkatkan nafsu makan dan meningkatkan efisiensi konversi pakan adalah hormon tiroksin (Gross *et al*, 1963; Higgs *et al*, 1976^b; Gross *et al*, 1963; Bjorklund, 1965; Lam, 1976; Higgs *et al*, 1977^b). Banyak asam amino dibentuk menjadi protein karena adanya hormon tiroksin (Plisetskaya, Woo dan Murat, 1983) dalam Kaushik (1997). Hormon tiroksin juga dapat bersifat reaksi anabolisme dan katabolisme terhadap protein dalam tubuh ikan. Hal ini menurut Hoar (1958) dan Thornburn dan Matty (1963) yang mengamati pada ikan mas. Akan tetapi, Smith dan Thrope (1977) telah mengamati bahwa ikan salmon yang diberikan pakan yang mengandung T₄ dapat menurunkan ekskresi nitrogen. Laju pertumbuhan yang ditingkatkan merupakan keterlibatan dalam proses metabolisme lemak sehingga lemak dapat dimobilisasi menjadi sumber energi bagi ikan (Hoar *et al*, 1968).

Hormon tiroksin juga dapat meningkatkan konsumsi oksigen dan mempunyai pengaruh anabolik, katabolik terhadap sintesis protein, meningkatkan proses oksidasi tubuh, mempercepat laju penyerapan monosakarida dan meningkatkan glikogenesis hati, (Fujaya, 2004). Baker Cohen (1961), mempertimbangkan bahwa ukuran hati ikan platyfish (*Xiphoporus maculatus*) meningkat karena terjadi penyimpanan lemak. Sedangkan Noriss (1969), menyatakan bahwa pada ikan salmon yang diberi hormon tiroksin dapat meningkatkan reaksi penggunaan lemak dalam tubuh ikan menjadi sumber energi.

Selain itu, perlakuan hormon tiroksin dapat mempengaruhi metabolisme karbohidrat dalam tubuh ikan. Fontaine *et al*, (1953), menyatakan bahwa glikogen hati dalam belut dapat tertekan setelah disuntikan hormon tiroksin dan juga menjelaskan bahwa ikan salmon yang diberi pakan yang mengandung hormon tiroksin mempunyai glikogen hati yang rendah jika dibandingkan dengan kontrol. Menurut Hochacka (1962), hormon tiroksin dapat meningkatkan tingkat oksidase glukonat pada seluruh bagian hati sebesar 125%. Metabolisme glukosa telah diperkirakan dapat diproses melalui jalur reaksi penta phospat. Dalam jalur reaksi ini sangat penting di dalam proses metabolisme, dimana tidak hanya untuk menghasilkan NADP yang dibutuhkan oleh proses anabolik di luar mitokondria *dalam* (Hoar *et al*, 1968).

Dari beberapa hal yang ada di atas maka diharapkan dengan adanya penambahan hormon tiroksin dapat meningkatkan laju metabolisme sehingga selera makan benih ikan gurami juga meningkat, dapat memobilisasi lemak dan memobilisasi karbohidarat menjadi energi sehingga dapat meningkatkan ketersediaan energi. Dengan tersedianya energi yang cukup dari hasil mobilisasi lemak, maka energi dari protein dapat digunakan untuk pertumbuhan benih ikan gurami.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemberian hormon tiroksin (T_4) pada pakan yang diberikan secara oral dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) dan untuk mengetahui dosis optimal untuk pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).

1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai fungsi penggunaan hormon dan dosis yang tepat dari hormon tiroksin (T_4) untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga pemberian hormon tetraiodotironin (tiroksin, T_4) pada pakan yang diberikan secara oral dengan dosis yang berbeda tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).

H_1 : Diduga pemberian hormon tetraiodotironin (tiroksin, T_4) pada pakan yang diberikan secara oral dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Sumberpasir Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur, pada bulan Juni sampai dengan Juli 2008.

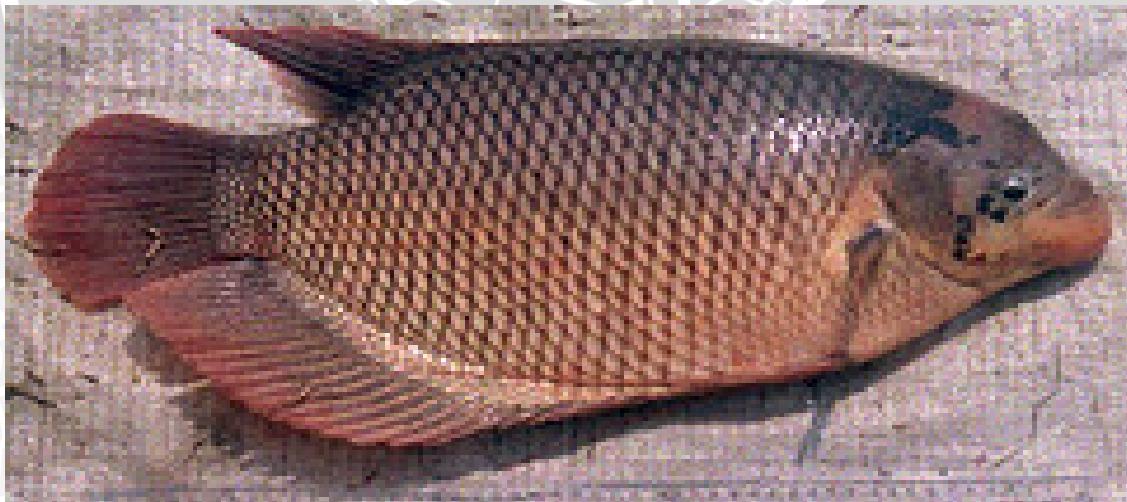
II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Gurami

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi ikan gurami menurut Blakker dalam Susanto (1987) adalah sebagai berikut :

Filum	:	Chordata
Klas	:	Pisces
Ordo	:	Labirinthici
Sub ordo	:	Anabantoidae
Famili	:	Anabantidae
Genus	:	Osphronemus
Spesies	:	<i>Osphronemus goramy</i> (Lacapede)



Gambar 1. Ikan gurami

Ikan gurami memiliki bentuk tubuh yang pipih dan tinggi (*compres*). Pada ikan gurami dewasa, lebar badannya hampir dua kali panjang kepala atau tiga perempat kali

panjang tubuh. Pada usia muda, kepalanya lancip dan setelah dewasa depak. Ikan gurami memiliki sirip punggung berjari-jari keras sebanyak 12-13 buah dan jari-jari lemah 11-13 buah. Sirip duburnya mempunyai jari-jari keras 9-11 buah dan jari-jari lemah 19-21 buah. Sirip dadanya 2 buah, terletak disisi kiri dan kanan dengan jumlah jari-jari lemah 13-14 buah dan sepasang sirip perut yang mempunyai jari-jari keras 1 buah dan jari-jari lemah 5 buah mengalami perubahan sepasang benang panjang yang berfungsi sebagai alat peraba. Letak garis rusuk menyilang dibagian bawah sirip punggung, jumlah sisik pada garis rusuk 30-33 buah (Puspowardoyo dan Djajirah, 1992).

Ikan gurami memiliki garis lateral (garis gurat sisi) tunggal, lengkap dan tidak terputus. Sisiknya stenoid (tidak membulat secara penuh) dan berukuran besar. Ikan ini memiliki gigi pada rahang bawah. Di daerah pangkal ekor terdapat titik hitam bulat. Sirip ekornya membulat dan mempunyai sepasang sirip perut yang telah mengalami modifikasi menjadi sepasang benang panjang dan berfungsi sebagai alat peraba (Khairuman dan Amri, 2005).

Menurut Respati dan Santoso (1993), pada ikan gurami muda terdapat garis-garis tegak berwarna hitam berjumlah 7-8 buah dan garis-garis ini akan hilang atau tidak terlihat pada gurami dewasa. Pada dasar sirip dada dari gurami betina terdapat tanda hitam dan di depan pangkal ekor terdapat tanda sebuah lingkaran hitam (*black spot*).

2.1.2 Habitat dan Perkembangbiakan Ikan Gurami

Ikan gurami (*Oosphronemus gouramy* Lac.) termasuk golongan ikan *Labryrinthormon tiroidici* yaitu sebangsa ikan yang memiliki alat pernafasan insang dan insang tambahan (*labryrinthormon tiroid*) (Puspowardoyo dan Djajirah, 1992). Dengan adanya alat pernapasan tambahan, maka ikan gurami dapat menghirup oksigen langsung

dari udara (Rukmana, 2005). Ikan gurami dapat hidup dan berkembangbiak di perairan tawar seperti danau, rawa-rawa, atau sungai yang keadaan airnya tenang. Ikan gurami dapat hidup baik di daerah tropis dan pada ketinggian tempat antara 0-800 meter dari permukaan laut.

Di alam ikan gurami dapat berkembangbiak sepanjang musim kemarau. Namun setelah dibudidayakan di kolam yang baik, ikan gurami ini mau memijah sepanjang tahun, tidak tergantung dengan musim. Kematangan kelamin terjadi pada umur 2-3 tahun. Ikan ini mempunyai kebiasaan membuat sarang terlebih dahulu dari ijuk atau rumput-rumputan setiap kali mau berbiak (Susanto, 1990). Ikan gurami mempunyai ukuran telurnya termasuk besar, yaitu 2-2,5 mm. Oleh karena itu jumlah telurnya tidak banyak, yakni 500-6000 butir (Respati dan Santoso, 1993).

Ikan gurami termasuk salah satu jenis ikan yang mampu bertahan terhadap kekurangan oksigen karena mampu mengambil langsung oksigen dari udara bebas. Kandungan oksigen yang baik pada budidaya gurami secara intensif minimal 4 mg/liter air. Sementara kandungan karbondioksida sebaiknya kurang dari 5 mg/liter air. Untuk pH yang baik untuk pemeliharaan ikan berkisar antara 6,5-7,5. Sedangkan untuk suhu air yang baik untuk pertumbuhan ikan gurami adalah 24-30 °C (Sunarya, 2006).

2.2 Jenis Ikan Gurami

Menurut Susanto (1993), jenis ikan gurami yang dikenal di masyarakat berdasarkan bentuknya ada dua diantaranya yaitu :

1. Gurami angsa (soang) badan relatif panjang, tinggi, memipih kesamping dan sisik relatif lebar. Ukuran yang bisa dicapainya berat 8 kg, panjang 65 cm. Tinggi badan 2,0 sampai dengan 2,1 kali dari tinggi ikan gurami pada umumnya.

2. Gurami Jepang badan relatif pendek dan sisik lebih kecil. Ukuran yang di capainya hanya 45 cm dengan berat 3,5 kg.

Menurut R.O. Ardiwinata (1951) *dalam* Sunarya (2006), bahwa berdasarkan bentuknya, ikan gurami dikelompokkan menjadi dua yaitu gurami angsa (soang) dan gurami Jepang (jepun). Gurami soang sisiknya stenoid (tidak membulat penuh) dan berukuran besar. Ikan gurami soang berwarna kecoklatan dengan bintik hitam di dasar sirip dada. Gurami soang muda memiliki dahi berbentuk normal atau rata. Semakin dewasa, ukuran dahi menjadi semakin tebal dan menonjol. Selain itu pada tubuh gurami soang muda terlihat jelas 8-10 buah garis tegak atau vertikal. Selain itu juga, ikan gurami soang memiliki cula di kepala. Bentuknya mirip kepala angsa, baik pada gurami jantan maupun pada betina. Sementara gurami betina pada varietas lain tidak mempunyai cula, tetapi untuk jantannya bercula. Ciri ini akan terlihat setelah gurami soang berumur 3 tahun. Ikan gurami soang bersisik putih abu-abu dengan ukuran besar-besar. Pada saat masih kecil (benih), sisiknya berwarna kemerahan, terutama pada bagian ekor. Sedangkan pada varietas Jepang (jepun), sisiknya berwarna kebiruan. Pertumbuhan dan perkembangbiakan Ikan gurami soang juga relatif lebih cepat dibandingkan dengan varietas lain.

2.3 Pakan dan Kebiasaan Makan

Ikan gurami dalam hal makanan termasuk jenis ikan omnivora (pemakan dari sumber nabati dan hewani (Respati dan Santoso, 1993). Sedangkan menurut Sunarya (2006), pada mulanya larva ikan gurami menyukai jasad renik berupa rotifera dan infusaria, larva insekta, crustacea dan zooplankton. Setelah mencapai benih umur 0,5 sampai dengan 2 bulan benih-benih mulai makan zooplankton seperti moina,

daphnia, dan beberapa jenis rayap. Setelah ikan gurami mencapai umur dewasa, maka ikan gurami mulai menyukai makanan jenis tumbuhan air yang lunak. Tumbuhan yang dapat dijadikan makanan bagi ikan gurami dewasa seperti daun talas, daun singkong, daun pepaya, daun kangkung dan daun lamtoro.

Sedangkan menurut Rukmana (2005), ikan gurami mempunyai kebiasaan makan yang spesifik sebagai berikut :

1. Ikan gurami stadium kecil (larva) terutama memakan jasad renik berupa rotifera dan infusaria,
2. Ikan stadium benih biasanya memakan larva insekt, crustacea dan zooplankton,
3. ikan gurami dewasa biasanya memakan tumbuhan air yang lunak, seperti daun talas, sente, pepaya, singkong dan daun kangkung.

Di dalam kegiatan pemberian ikan gurami dimana kuning telurnya sudah habis, maka larva ikan gurami mulai diberikan makanan hidup berupa kutu air jenis *Daphnia* sp atau *Moina* sp setiap hari dua kali dengan dosis sekitar 15–25 gram. Pergantian air dilakukan setiap hari sebanyak 10 % sampai dengan 20 %. Pada tahap ini larva dipelihara selama satu bulan dan dapat mencapai ukuran biji timun. selanjutnya larva ikan dipelihara pada tahap kedua pada kolam tanah berukuran 20-100 m² dengan kedalaman air kolam 30-50 cm yang dipelihara selama tiga bulan dapat mencapai ukuran silet. Pada tahap pemeliharaan ini larva ikan diberi pakan buatan berupa pelet yang berprotein tinggi (35-40 %) (Anonymous^b, 2007).

2.4 Pertumbuhan

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan adalah pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan

jumlah. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah dari faktor ikannya sendiri, lingkungan dan makanan yang diberikan. Pengaruh dari ikannya sendiri meliputi spesies ikan dan umur yang akan berpengaruh terhadap pemanfaatan makanan yang diberikan dan kemampuan ikan untuk mencerna makanan dalam setiap pertumbuhannya. Sedangkan faktor makanan meliputi komposisi, formulasi, tipe makanan, bentuk makanan dan kadar pemberian makanan (Effendie, 1997). Faktor lingkungan yang memegang peranan penting adalah zat hara dan suhu lingkungan. Zat hara meliputi makanan, air dan oksigen (Fujaya, 2004) .

Dibandingkan dengan ikan-ikan tawar lainnya, pertumbuhan ikan gurami relatif lambat. Pada tahun pertama pemeliharaan panjang tubuh hanya dapat mencapai panjang tubuh hanya 15 cm, tahun kedua 25 cm dan 30 cm pada tahun ketiga (Rukmana, 2005). Sedangkan menurut Respati dan Santoso (1993), ikan gurami dapat tumbuh mencapai 65 cm dan berat badan lebih dari 10 kg.

Menurut Respati dan Santoso (1993), benih gurami yang telah berumur 14 hari apabila dipelihara di kolam pendederan selama 2-3 bulan diperoleh benih ikan gurami ukuran 2-3 cm dan Benih ukuran 3 cm tersebut dipelihara selama 3-4 bulan maka akan menjadi gurami muda dengan rata-rata panjang 8 cm.

Sedangkan menurut Rukmana (2005), benih ikan gurami umur 12-30 hari dapat sebesar biji padi (gabah), panjang 0,5-1 cm, benih umur 1-2 bulan sebesar daun kelor atau kuku jari, panjang 1-2,5 cm dan bobot 0,5-2,5 gram, benih umur 3 bulan sebesar silet dengan panjang 2,5-4 cm dan bobot 2,5-5 gram, benih ikan umur 4 bulan sebesar korek api dengan panjang lebih dari 4-6 cm, benih ikan umur 5 bulan sebesar bungkus rokok dengan panjang 12-15 cm dan bobot 50 gr dan gurami umur 6 bulan sebesar telapak tangan dengan bobot 5-7 ekor/kg.

2.5 Hormon

Hormon berasal dari kata hormao yang mempunyai pengertian sebagai pembangkit aktivitas, yang merupakan sebuah kimia organik (Djojosoebagio, 1996). Hormon adalah suatu zat kimia yang disekresikan ke dalam cairan tubuh oleh satu sel atau sekelompok sel yang mempunyai pengaruh fisiologis terhadap kelompok sel yang lain (Effendi *et al*, 1981). Sedangkan Montgomery *et al*, (1993), menjelaskan bahwa hormon merupakan senyawa kimia, ada dalam darah dengan kadar yang sangat rendah, yang mempunyai pengaruh pengatur pada metabolisme alat atau jaringan spesifik. Hormon disekreasi langsung ke dalam darah dengan jumlah yang sangat kecil oleh sel khusus, sering dikelompokkan bersama dalam struktur anatomik berbeda disebut kelenjar endokrin (Montgomery *et al*, 1993).

Sedangkan menurut Turner dan Bagnara (1988) *dalam* Subagio (2005), asal mula dipakainya istilah hormon memiliki pengertian merupakan suatu zat kimia yang disintesa oleh bagian tubuh yang jelas batasan-batasannya, umumnya kelenjar buntu khusus dan dibawa oleh peredaran darah ke bagian tubuh lain tempat zat-zat itu menimbulkan pengendalian-pengendalian sistemik dengan aksinya terhadap jaringan dan organ khusus. Perkembangan selanjutnya, terdapat kecenderungan memperluas artinya dengan memasukan metabolit-metabolit seperti karbondioksida dan sejumlah zat-zat yang menimbulkan aksi lokal. Kelenjar endokrin tidak melepaskan produknya ke permukaan bebas seperti kelenjar eksokrin, kelenjar endokrin mencurahkan zat kimia pengurnya ke dalam cairan tubuh.

Dari cara kerjanya, hormon dibedakan menjadi hormon lokal dan hormon umum. Hormon umum dihasilkan oleh kelenjar endokrin dan hasil sekresinya dibawa darah dan menimbulkan efek di organ yang berjauhan letaknya dengan tempat terbentuknya.

Sebagian hormon ini mempengaruhi hampir semua sel tubuh dalam peristiwa pertumbuhan, sedangkan sebagian lain hanya bekerja pada organ yang spesifik seperti *achormon tiroid*, yang hanya mempengaruhi *cortex adrenal* (Effendi *et al*, 1981).

Kelenjar endokrin adalah kelenjar mensekresikan substansi hormonnya secara langsung ke dalam aliran darah tanpa melalui sistem pembuluh. Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar tadi mempunyai sifat sebagai pengatur kimiawi terhadap jaringan atau sel-sel somatis tertentu di dalam tubuh. Pada ikan kelenjar yang telah diketahui sebagai kelenjar endokrin itu *hypophyse* (*pituitary*), tiroid, ultimobranchial, jaringan chromaffin, gonade, pulau *langerhans* dalam pankreas, dan jaringan *interrenal*. Kelenjar endokrin ikan dalam beberapa hal memperlihatkan mekanisme yang sama dengan mamalia. Bahkan dengan hewan vertebrata lainnya, ikan mempunyai kelenjar yang jauh lebih berkembang. Pertumbuhan dan reproduksi berhubungan dengan perubahan yang teratur pada aktivitas kelenjar endokrin (Effendie, 1972).

Hypophyse (*pituitary*) ikan sama saja seperti yang terdapat pada mamalia, dimana bagian-bagian besarnya mengandung hormon yang sama. Ditinjau secara embryologis, kelenjar *hypophyse* berasal dari dua sumber. Bagian depan kelenjar berasal dari tonjolan kedepan bagian atap mulut, dinamakan adenophysa. Bagian yang belakang berasal dari tonjolan dasar otak dan dinamakan neurohypophysa (Effendie, 1972). Lebih lanjut Effendie (1972) menjelaskan bahwa, pada ikan teleostei, kelenjar tiroid terdiri dari sel-sel polikel yang tersebar dalam jaringan penghubung yang terdapat pada bagian bawah ventral aorta.

Sel-sel tiroid dapat menangkap unsur iodium yang terdapat dalam darah dan dapat menyimpannya dalam hormon tiroid di dalam folikel kemudian secara enzimatis dapat dikeluarkan lagi ke dalam aliran darah. Hormon tiroid dalam darah dapat mempengaruhi

sistem syaraf secara langsung yang menyebabkan perubahan dalam pola kelakuannya. Faktor luar yang mempengaruhi kelenjar *hypophyse* dan menimbulkan aktivitas kelenjar tiroid, misalnya lama penyinaran matahari mempengaruhi ruaya. Bersamaan dengan awal ruaya juga terdapat aktivitas dari gonada. Selain itu aktivitas dari kelenjar tiroid berhubungan dengan tumbuh yang cepat, perkembangan seksual, perubahan osmotik pada keadaan kelilingnya, kecepatan dalam bernafas serta didalam metamorfosis (Effendie, 1972).

Menurut (Djojosoebagio, 1990), hormon dapat diklasifikasikan ke dalam dua kelompok atau kelas, yaitu dari sudut susunan atau struktur kimia alamiahnya dan dari segi fungsi atau kerjanya. Berdasarkan struktur kimianya maka hormon dapat bedakan sebagai berikut :

1. Protein; hormon tumbuh atau *growth hormone thyroid* termasuk hormon protein yang terbesar yang mengandung 191 asam amino (pada manusia).
2. Peptida; adalah beberapa hormon yang dihasilkan oleh hipohormon tiroidalamus seperti TRF dalam bentuk tripeptida, vasopressin dan oxytocin yang termasuk octapeptida.
3. Asam amino; adalah hormon-hormon amine, yaitu yang berasal dari asam amino yang mengalami modifikasi. Yang termasuk hormon amine seperti ephineprine dan neronepinephrine yang merupakan modifikasi dari asam amino tyrosine. Hormon tiroksin (T_4) juga termasuk hormon amine, yang merupakan hasil dari proses yodinisasi dan kondensasi dari dua molekul asam amino tyrosine.
4. Steroid; hormon steroid larut dalam lemak dan dihasilkan oleh kelenjar adrenal, testes, ovarium dan plasenta.

5. Asam lemak; yang termasuk hormon asam lemak adalah hormon prostagiandin, yang banyak dihasilkan oleh beragam sel hewan seperti arachidonic dan di-homo-gamma-linolenic (arachidonic acid; di-ho,o- γ -linolenic acid).

Sedangkan berdasarkan kerjanya (klasifikasi secara fungsional), hormon dapat dibedakan empat kelompok besar yaitu sebagai berikut :

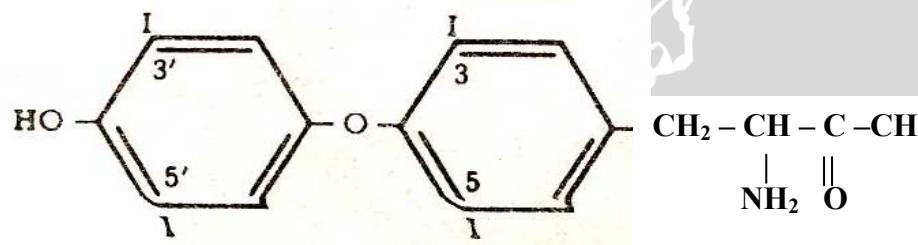
1. Hormon perkembangan; hormon yang berperan dalam perkembangan dan pertumbuhan serta perannya dalam biologi reproduksi baik ketika individu masih dalam kandungan (*extrauterine*) sampai dewasa kelamin pada hewan. Termasuk ke dalam hormon ini adalah hormon-hormon yang dihasilkan oleh kelenjar gonad.
2. Hormon metabolisme (*metabolic hormone*); hormon tumbuh (*growth hormone thyroid hormone*) dan hormon tiroksin memegang peranan pula di dalam metabolisme, disamping peranan kedua macam hormon dalam proses pertumbuhan.
3. Hormon trofik (*trophic hormone*); hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisa seperti hormon perangsang kelenjar hormon tiroidyroid (TSH), hormon perangsang folikel (FSH), dan lain-lain serta hormon yang dihasilkan diluar kelenjar hipofisa seperti Chorionic Gonadotropin manusia (HCG) dan *human chorionic hormone tiroidyrotropin* (HCT).
4. Hormon pengatur metabolisme air dan mineral.

2.6 Hormon Tiroid

Hormon utama yang dikeluarkan oleh kelenjar tiroid adalah hormon tiroksin (T_4) dan hormon triyodotironin (T_3) (Ganong, 1983). Kedua hormon tersebut merupakan asam amino yang mengandung iodine. Di dalam kelenjar tiroid, hormon ini disintesis dalam koloid dengan mekanisme melalui proses iodinasi dan kondensasi dari molekul

tirosin. Molekul tirosin dihubungkan dalam ikatan peptide dan diberi nama tiroglobulin yang berupa suatu glycoprotein dengan 4 ikatan peptide. Zat ini terbentuk dalam sel tiroid dan disekresikan ke dalam koloid, jika dikeluarkan dari koloid maka hormon dalam keadaan tidak terikat dengan tiroglobulin yang akan dirubah ke dalam bentuk tiroksin dan triiodotironin (Effendie, 1981).

Tirotrofin pituitary merupakan faktor utama yang mengontrol fungsi tiroid dibawah kondisi normal. Fungsi tiroid adalah membuat, menyimpan dan mengeluarkan sekresi yang terutama berhubungan dengan pengaturan laju metabolisme. Sintesis dan pengeluaran hormon tiroid secara otomatis diatur untuk memenuhi tuntutan kadar hormon dalam darah lewat mekanisme feedback hipotalamik. Bila kadar hormon tiroid yang beredar dalam darah tinggi maka akan menekan output TSH pituitari, sedangkan kadar rendah menaikkannya (Fujaya, 2004). Struktur kimia hormon tiroksin (T_4) dapat



3,5,3',5'- Tetraiodothyronine(T_4)

Gambar 2. Struktur hormon Tiroksin

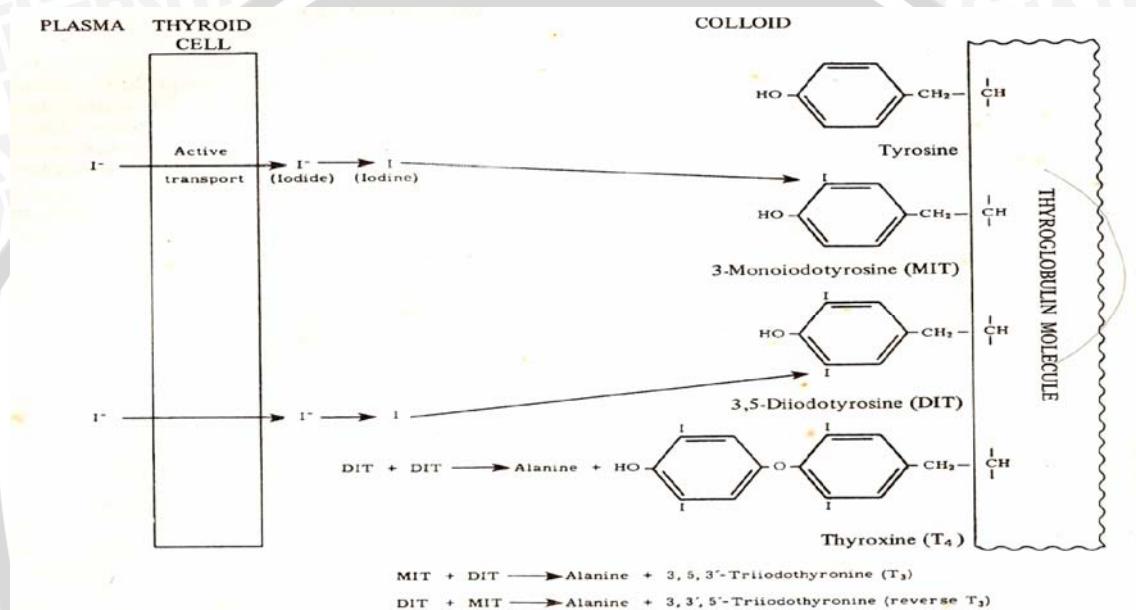
2.6.1 Sifat dan Cara Kerja Hormon Tiroid

Sifat-sifat hormon adalah zat ini merupakan pengatur fisiologis terhadap kelangsungan hidup sesuatu organ atau suatu sistem, mempunyai efektifitas yang tinggi meskipun hanya diberikan dalam jumlah yang sangat sedikit, hormon dihasilkan oleh sel hidup sehat dari sebuah kelenjar endokrin, dan dalam jumlah yang sangat sedikit harus

sudah efektif dalam melaksanakan tugasnya sebagai pengatur fisiologis (Djojosoebagio, 1990). Sedangkan menurut (Montgomery *et al*, 1993), hormon mengatur aktivitas atau kadar enzim dalam sel sasaran dan dengan demikian membuat perubahan dalam fungsi atau metabolisme sel, struktur kimia hormon sangat berbeda beda dan beberapa hormon mempunyai trofik yakni berfungsi untuk mengatur sintesis dan pelepasan hormon lain oleh sel sasaran. Sebagai contohnya suatu hormon trofik adalah tirotropin, hormon penstimulasi tiroid (TSH), yang bekerja pada kelenjar tiroid untuk menstimulasi sintesis dan melepaskan hormon tiroid. Hormon lain menimbulkan tanggapan metabolik dalam jaringan sasaran ini misalnya, mobilisasi asam lemak dari jaringan lemak oleh epinefrin atau glukagon.

Hormon tiroid disintesis oleh kelenjar tiroid. Di dalam kelenjar tiroid, yodida teroksidasi menjadi yodium dan beberapa detik telah terikat pada posisi "3" dalam molekul tiroksin yang terpaut dalam tiroglobulin. Pada proses ini enzim bertanggung jawab pada oksidasi, sedangkan elektron-elektron akan diterima oleh hidrogen peroksida. Kemudian monoyodotirosin akan mengalami proses yodinasi selanjutnya pada posisi "5", yang akan membentuk diyodotirisin. Dua molekul diyodotirosin kemudian akan mengalami kondensasi oksidatif dengan melepaskan residu alanin dengan demikian membentuk tiroksin yang masih bersatu dengan tiroglobulin dengan ikatan peptida. Reaksi ini terjadi dari yodium radioaktif yang disuntikan mula-mula menjadi monoyodotirosin, kemudian diyodotironin dan akhirnya menjadi tiroksin. Triyodotironin dibentuk melalui proses kondensasi yang terjadi antara monoyodotirosin dan diyodotirosin dan pada hasil akhir dari proses ini terbentuk juga sejumlah kecil "reverse triiodothyronine" (Ganong, 1983). Lebih lajur Ganong (1983), menjelaskan bahwa protein-protein plasma yang mengikat hormon tiroid adalah alumin, prealbumin,

yang disebut "*thyroxine-binding-prealbumin*" (TBPA), dan globulin dengan mobilitas antara α -1 dan α -2 globulin, yang disebut *thyroxine-binding-globulin*" (TBG). Dalam darah sebagian besar hormon tiroksin berikantan dengan TBG. Untuk lebih jelasnya mengenai mekanisme proses sintesis hormon titoksin di dalam kelenjar tiroid dapat dilihat pada Gambar 3.



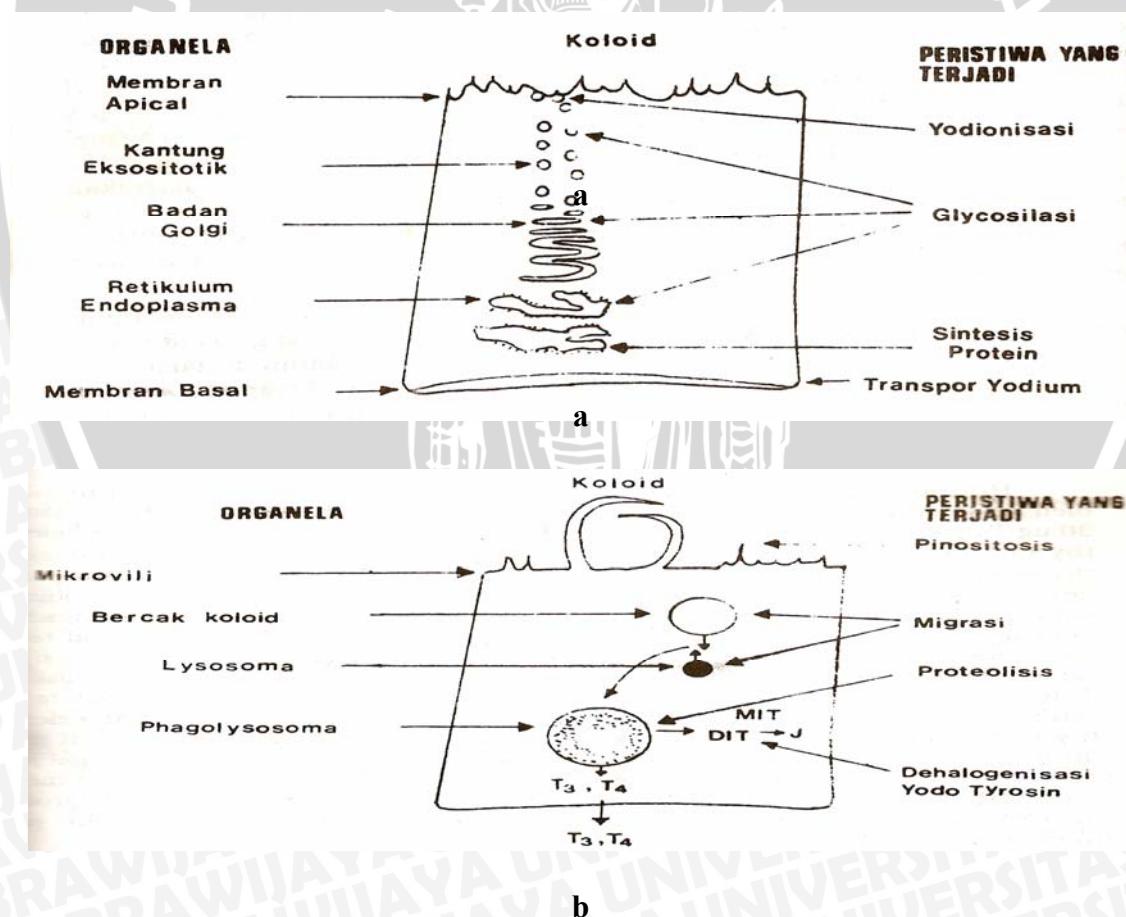
Gambar 3. Garis besar biosintesis tiroksin.

Pada Gambar 3 di atas menjelaskan mekanisme pembentukan hormon tiroksin di dalam kelenjar tiroid. Proses biosintesis terjadi diawali dengan penangkapan dan pengangkutan ion iodide secara aktif dari cairan ekstrasel masuk ke dalam sel epitel kelenjar. Setelah itu terjadi proses oksidasi iodide menjadi iodium oleh kerja enzim peroksidase. Sisa tirosin dalam tiroglobulin kemudian mengalami iodinasi, terbentuk mono-iodotirosin (MIT) dan di-iodotirosin (DIT). Enzim perangkai kemudian mengkatalis terjadinya ikatan antara dua sisa DIT dan terbentuklah hormon tiroksin (T_4).

Pada kondisi ini hormon tetap sebagai bagian dari tiroglobulin yang terikat kovalen dan

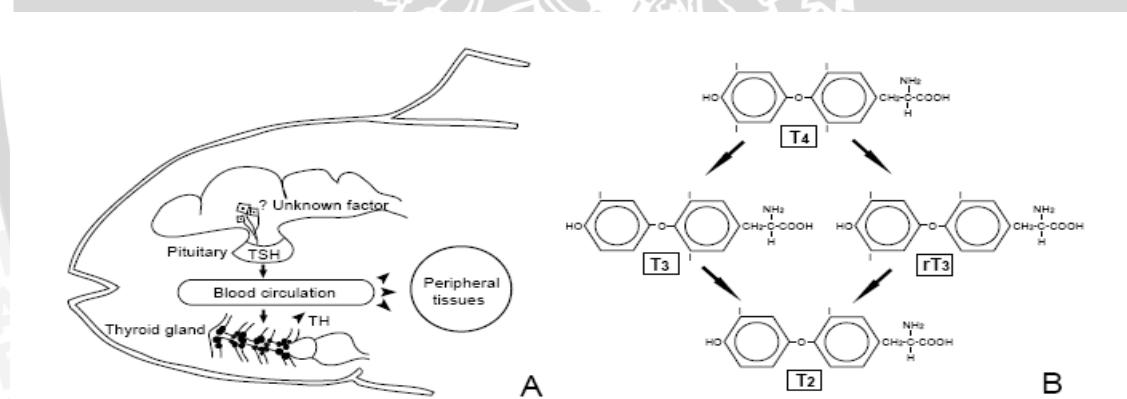
molekul tiroglobulin pindah ke dalam folikel tiroid untuk disimpan (Montgomery, 1993).

Sedangkan menurut Yamano (2005), hormon tiroid dihasilkan di dalam polikel-polikel tiroid, yang terdiri atas suatu lapisan dari sel epithelium, dapat dilihat pada Gambar 4. Tidak seperti binatang menyusui, polikel-polikel tiroid dari kebanyakan jenis ikan tidak berbentuk suatu organ, tetapi tersebar sepanjang aferen. Produksi hormon tiroid diatur oleh hormon tiroid stimulating (TSH) dari pituitari, tetapi sesuatu faktor yang mengendalikan pengeluaran hypothalamik TSH di dalam ikan tidak diketahui, berbeda pada binatang menyusui dan berbagai burung dimana *thyrotropin-releasing hormone* (TRH) yang merangsang pelepasan TSH.



Gambar 4. Sintesis dan Penguraian tiroglobulin (a) serta sekresi T₃ dan T₄ (b)

Hormon tiroid merupakan suatu molekul *liposoluble* yang kecil dan non spesifik, dan mempunyai dua bentuk bioaktif, tetraiodotironin (tiroksin, T₄) dan triiodotironin (T₃), yang berisi empat atau tiga atom yodium di dalam sebuah molekul. Hormon utama yang disintesis didalam kelenjar tiroid ikan adalah T₄. T₄ dimetabolisme menjadi T₃ yang lebih kuat secara biologi oleh cincin luar deiodinasi atau, sebagai alternatif lain yang non-aktif (rT₃) oleh cincin dalam deiodinasi, yang terjadi di dalam sekeliling jaringan, terutama sekali di dalam hati. T₃ dan rT₃ dapat dimetabolisme lebih lanjut sebagai diiodotironina (T₂), yang dijelaskan pada Gambar 5. Pengaktifan hormon tiroid juga dicapai oleh *glucuronide* atau konjugasi sulfat, deaminasi atau dekarboksilasi. Seperti contoh pada ikan salmonid sebuah proses sirkulasi besar hormon tiroid (kira-kira 99%) terikat pada protein pengikat plasma seperti prealbumin (Yamano, 2005).



Gambar 5. Proses produksi hormon tiroid

A : Skema dari pituitari sebagai pusat sekresi tiroid dan

B : Proses deiodiniasi dari iodotironin

(Yamano, 2005)

2.6.2 Peranan Dosis Hormon Tiroid Pada Ikan

Hormon tiroid terdiri atas tiroksin, triiodotironin dan sejumlah kecil hormon iodine. Hormon-hormon tersebut dibentuk didalam molekul tirogobulin dan diserap oleh

pembuluh darah pada kelenjar tiroid. Aktivitas gabungan antara tiroksin dan triiodotironin dapat meningkatkan aktivitas metabolismik hampir semua jaringan tubuh (Djojosoebagio, 1990).

Kadar dan proporsi dari T_3 dan T_4 di dalam telur dari berbagai jenis ikan berbeda dan ada yang berbeda jumlahnya antara jenis yang sama. Secara umum, telur dari ikan air tawar mempunyai T_4 dengan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan T_3 . Sedangkan telur dari jenis ikan air laut menunjukkan satu kebalikannya. Kadar T_3 dan T_4 didalam telur jumlahnya lebih tinggi dibanding pada darah dari ikan yang sudah besar (Tagawa *et al*, 1990) *dalam* (Yamano, 2005).

Keberadaan dari sejumlah hormon tiroid di dalam telur yang tidak dibuahi perlu dipertimbangkan bahwa kadar hormon tiroid didalam telur berkurang selama perkembangan embrio (Leahormon, 1993; Tagawa dan Hirano, 1990; Tagawa *et al*, 1990) *dalam* (Yamano, 2005). Hal ini menunjukkan bahwa peranannya dalam proses embriogenesis pada ikan.

Hormon tiroid telah diketahui mampu merangsang pertumbuhan dan memproses lemak dan protein menjadi unit-unit yang lebih sederhana dalam beberapa ikan (Higgs *et al*, 1982; Plisetskaya *et al*, 1983). Dosis rendah dari hormon tiroid secara umum merangsang pertumbuhan (Higgs *et al*, 1982), sebaliknya dosis yang tinggi dapat menyebabkan keterlambatan pertumbuhan (Lam, 1973). Perubahan pertumbuhan oleh pengaruh hormon tiroid telah diketahui mempunyai pengaruh di dalam proses metabolisme, morfologi, dan komposisi dari beberapa jaringan yang terdekat (Higgs *et al*, 1982) *dalam* (Moon *et al*, 1994). Pada umumnya reaksi dari hormon tiroid mempengaruhi pada rangsangan transkripsi mRNA dan sintesis protein (Higgs *et. al*, 1982) *dalam* (Swain dan Sahoo, 2003).

Reaksi hormon tiroid mengenai perubahan bentuk lebih lanjut dibuktikan dalam percobaan pada larva ikan salmonid dengan perlakuan hormon atau anti hormon tiroid. Penambahan hormon tiroid pada larva merangsang perubahan bentuk dari larva menjadi juvenil sebelum waktunya, sedangkan goitrogen menyebabkan keterlambatan perkembangan dalam berbagai jenis ikan (Hirata *et al*, 1989; Inui dan Miwa, 1985; De jesus *et al*, 1998; Miwa dan Inui, 1987; Schreiber dan Specker, 1998). Perubahan morpologi eksternal ikan, disertai oleh perubahan-perubahan tingkah laku, biokimia dan fungsional. Perlakuan penambahan hormon tiroid merangsang transisi protein didalam otot, perubahan eritrosit pada saat perubahan bentuk larva ke bentuk dewasa (Inui *et al*, 1995), pigmentasi kulit (Huang, 1998; De jesus *et al*, 1998), perkembangan dari kelenjar lambung (Huang, 1998; Inui dan Miwa, 1985), susunan sisik (Reddy dan Lam, 1992), dan susunan sirip (Brown, 1997; Reddy dan Lam, 1992). Reaksi bersama di berbagai jaringan dan organ badan merupakan karakteristik dari hormon tiroid selama periode metamorfik. Secara serentak dengan perubahan ini, kebutuhan nutrisi dan keberadaannya juga sangat berubah *dalam* (Yamano, 2005).

Hormon tiroid mempengaruhi pertumbuhan (Woo *et al*, 1991; Higgs *et al*, 1992) dan kemampuan hidup larva serta juvenil (Brown *et al*, 1989; Reddy and Lam, 1992) *dalam* (Kang dan Chan, 2004). Tetapi kelebihan hormon tiroid juga dapat menyebabkan keterlambatan pertumbuhan, operkulum tidak normal, lordosis dan skorliosis pada ikan (Nacario, 1983; Lam and Sharma, 1985) *dalam* (Kang dan Chan, 2004). Pemberian hormon tiroid melalui oral merupakan cara yang lebih praktis tetapi memerlukan pelaksanaan dengan cermat karena berhubungan dengan mekanisme penyerapan, respon dosis, dan juga stabilitas hormon belum stabil pada kebanyakan ikan kecuali pada ikan salmonid (Moon *et al*, 1994).

Hormon tiroid diperkirakan mempunyai suatu peran yang penting didalam proses pertumbuhan, meningkatkan dampak dari proses anabolik dari hormon-hormon lain, yang pada umumnya kebanyakan dari hormon pertumbuhan (Donaldson *et al*, 1979; Eales 1979; Higgs *et al*, 1982). Pengaruh terhadap pertumbuhan dari perlakuan hormon tiroid berkaitan dengan ditingatkannya nafsu makan, efisiensi konversi pakan, dan reaksi serta proses penyerapan makanan di saluran pencernaan yang diperbaiki (Etheridge, 1993; Sherly dan Jayaprakas, 1995), sintesis protein, aktivitas enzim pencernaan dan daya cerna nutrisi yang ditingkatkan (Sambhu dan Jayaprakas, 1997). Hormon tiroid juga sudah diketahui mempunyai pengaruh pada metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak (Donaldson *et al*, 1979; Higgs *et al*, 1982; Plisetskaya *et al*, 1983) *dalam* (Swain dan Sahoo, 2003).

2.7 Hubungan Hormon Tiroksin Dengan Protein dan Lemak

Hormon tiroksin telah diketahui mampu merangsang pertumbuhan dan proses penyederhanaan lemak dan protein dalam beberapa ikan (Higgs *et al*, 1982; Plisetskaya *et al*, 1983). Banyak asam amino yang dibentuk menjadi protein dengan adanya penambahan dari hormon tiroksin (Plisetskaya, Woo dan Murat, 1983). Hormon tiroksin mempunyai dampak anabolik pada pertumbuhan somatik dan metabolisme protein di dalam tubuh ikan (Higgs *et al*, 1982) *dalam* Kaushik (1997).

Menurut Rahman (2008), hormon tiroksin (T_4) berperan dalam meningkatkan sintesis protein melalui peningkatan transkripsi mRNA. Dengan meningkatnya sintesis protein maka jumlah protein di dalam tubuh ikan juga meningkat sehingga kebutuhan protein untuk pertumbuhan terpenuhi. Dimana protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi ikan, karena protein berfungsi sebagai bahan bakar dalam

tubuh, zat pembangun dan pengatur. Sebagai zat pembangun protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan proses pembentukan jaringan terjadi besar-besaran. (Hariati, 1989).

Mekanisme rangsangan dari hormon tiroksin didalam mempengaruhi pertumbuhan ikan melalui sinergisme dengan hormon pertumbuhan (Weatherly dan Gill, 1987) *dalam* Garg (2007). Menurut Fujaya (2004), pertumbuhan jaringan atau organ selain dipengaruhi oleh makanan juga dipengaruhi oleh hormon pertumbuhan. Hormon pertumbuhan mempercepat proses sintesis protein dan mempercepat metabolisme lemak, sehingga memungkinkan lemak tersedia sebagai energi. Hal ini selanjutnya mengurangi kecepatan oksidasi asam amino dan akibatnya meningkatkan jumlah asam amino jaringan yang disintesis menjadi protein.

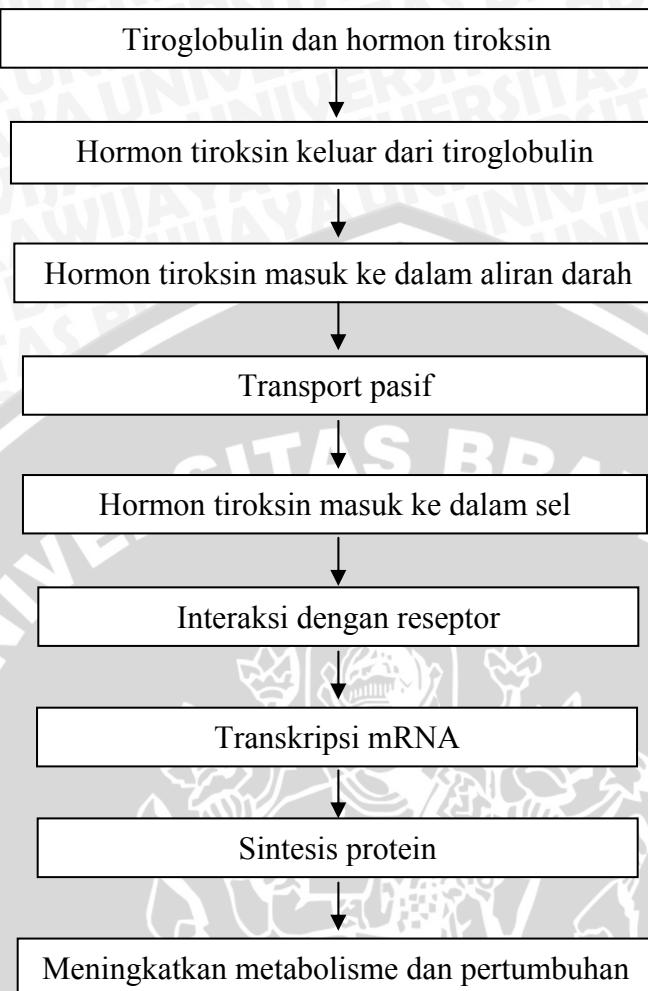
2.8 Pengaruh Hormon Tiroksin (T_4) Pada Pertumbuhan Ikan

Seperti pada binatang menyusui, menjaga keadaan normal dari hormon tiroid pada hewan bertulang belakang yang berdarah dingin seperti ikan adalah suatu syarat untuk pertumbuhan dan perkembangan normal (Higgs *et al*, 1982; Weatherly dan Gill 1987). Hormon tiroid (T_4 dan T_3) juga diketahui dalam memainkan suatu peran biologi yang penting lainnya seperti pada proses perkembangan seksual, osmoregulasi, perubahan bentuk, toleransi terhadap suhu, migrasi, kadar konsumsi oksigen, dan metabolisme di berbagai jenis ikan (Donaldson *et al*, 1979) *dalam* Garg (2007).

Dari beberapa penelitian sudah menunjukkan bahwa perlakuan penambahan hormon tiroksin (T_4) meningkatkan pertumbuhan dan survival di banyak jenis ikan teleostei diantaranya tilapia (Reddy dan Lam 1992), salmonids (Fagerlund *et al*, 1984; Higgs *et al*, 1992), *Cyprinus carpio* (Lam dan Sharma 1985; Kumar *et al*, 1991),

Carassius auratus (Reddy dan Lam 1992), *Cirhinus mrigala* (Ansah dan Kaur, 1998). Pada umumnya perlakuan penambahan hormon tiroid menyebabkan diubahnya ukuran tubuh ikan dan mempercepat perkembangan kulit, dan tulang (Eales, 1979). Peningkatan pertumbuhan dan kelulushidupan yang berbeda dari ikan karena perlakuan T₄ atau T₃ sudah banyak dilaporkan oleh para peneliti sebelumnya (Lim, 1980; Leloup, 1989; Brown *et al*, 1989; Ashraf dan Meade, 1993; Tagawa, 1994; Brown dan Kim, 1995) dalam (Swain dan Sahoo, 2003). Kemungkinan mekanisme dari rangsangan pertumbuhan di dalam ikan oleh T₄ muncul melalui sinergisme dengan hormon pertumbuhan (Weatherly dan Gill, 1987) dalam Garg (2007). Menurut Kaushik (1997), hormon tiroksin berperan dalam meningkatkan pertumbuhan sel somatik dan metabolisme protein.

Mekanisme kerja hormon tiroksin (T₄) yaitu pengeluaran tiroksin dari tiroglobulin. Tiroksin mula-mula terlepas dari molekul tiroglobulin dan menjadi hormon yang bebas untuk dikeluarkan. Selanjutnya hormon tiroksin masuk ke dalam sel jaringan perifer. Setelah itu hormon masuk ke dalam darah. Pada saat di dalam darah hormon tiroksin berikatan dengan protein plasma. Hormon tiroksin berikatan dengan protein plasma lebih kuat sehingga pengeluaran hormon tiroksin ke sel jaringan lebih lama dan hanya sebagian saja. Setelah berada dalam darah dalam keadaan bebas, maka hormon tiroksin masuk ke dalam sel dengan cara transport pasif. Pada saat di dalam sel berinteraksi dengan reseptor di sitoplasma, mitokondria dan inti sel. Dari interaksi dengan reseptor maka akan terjadi peningkatan transkripsi mRNA. Dengan meningkatnya transkripsi mRNA akan menyebabkan peningkatan sintesis protein sehingga mempengaruhi fisiologi sel yang mengakibatkan peningkatan terhadap pertumbuhan. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Skema reaksi hormon tiroksin terhadap pertumbuhan ikan

(Djojosoebagio, 1996 dan Guyton, 1983)

2.9 Kualitas Air

2.9.1 Suhu

Suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu dapat meningkatkan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu sebesar 10° C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kalinya (Effendi, 2003).

Laju pertumbuhan suatu spesies ikan akan meningkat dengan meningkatnya suhu, akan tetapi hal ini dapat berubah menjadi kematian apabila di atas ambang batas normal toleransi bagi spesies ikan tersebut. Dengan meningkatnya suhu perairan menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di perairan dan pada kondisi ini kebutuhan oksigen meningkat untuk proses metabolisme (Hariati, 1989).

2.9.2 Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan maka segala aktivitas ikan akan terhambat. Menurut Zonneveld (1991) *dalam* Kordi (2007), kebutuhan oksigen pada ikan mempunya kepentingan pada dua aspek, yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada metabolisme ikan. Perbedaan kebutuhan oksigen dalam suatu lingkungan bagi ikan dari spesies tertentu adanya perbedaan strukur molekul sel darah ikan, yang mempengaruhi hubungan antara tekanan parsial oksigen di dalam air dan derajat kejenuhan oksigen dalam darah.

Oksigen digunakan ikan untuk proses respirasi dan metabolisme di dalam tubuh ikan yang akan menghasilkan energi untuk aktivitas tubuh seperti gerak, tumbuh dan berkembang biak (Lesmana, 2005). Kebutuhan oksigen bagi ikan mempunyai dua aspek yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada keadaan metabolisme (Hariati, 1989).

2.9.3 pH

Menurut (Tabbut, 1992) *dalam* Effendi (2003), pH menggambarkan konsentrasi ion hidrogen. Sedangkan menurut Kordi (2007), pH adalah yaitu logaritma dari kepekatan ion-ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan. Derajat keasaman atau pH

air menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan tersebut dan dinyatakan sebagai konsentrasi ion hidrogen (dalam mol per liter) pada suhu tertentu. Keasaman air (pH) mempengaruhi kehidupan ikan. Pada umumnya batas toleransi ikan terhadap pH adalah antara 4 dan 11. Apabila pH air rendah yaitu kurang 4 dan terlalu tinggi lebih 11 maka dapat menyebabkan kematian.



III MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan gurami yang memiliki panjang total tubuh $2,0 \pm 0,1$ cm dan berat $3,5 \pm 0,43$ gr. Benih ikan gurami diperoleh dari petani yang berada di dusun Jeblog kecamatan Talun kabupaten Blitar, Jawa Timur.

3.1.2 Media Pemeliharaan

Media percobaan yang digunakan adalah air tawar. Air tawar diperoleh dari sumur bor dengan cara dipompa dan ditampung pada bak penampungan air. Selanjutnya dialirkan pada masing-masing akuarium.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- Akuarium ukuran $50 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 15 buah.
- Blower dan Instalasi aerasi (aerator, batu aerasi dan selang)
- Waskom
- Selang
- Timbangan analitik
- Mortar
- Sprayer
- Nampan

- Mangkok dan sendok plastik
- Meteran atau penggaris
- Gelas ukur 100 ml
- Pipet ukur 0,01 ml
- Botol DO 3 buah
- Buret
- Bekker glass 50 ml sebanyak 9 buah
- Pipet volum 1 ml sebanyak 4 buah
- pH meter
- Termometer sebanyak 9 buah
- Timbangan sartorius
- Alat proksimat pakan (kadar kering, kadar abu, protein, lemak)

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Hormon tiroksin (T_4)
- Alkohol 95%
- Pakan ikan berupa pakan buatan (pelet)
- H_2SO_4 pekat
- NaOHKI
- $MnSO_4$
- Amylum
- Na thiosulfat

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu suatu metode yang mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variable-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menemukan hubungan sebab dan akibat antara variable-variabel tersebut. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta adanya kontrol (Nazir, 2005).

3.4 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap. Rancangan acak lengkap (RAL) yaitu rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga banyak digunakan untuk percobaan di laboratorium (Gaspersz, 1991). Perlakuan dalam penelitian ini adalah dosis hormon tiroksin (T_4) dalam pakan. Perlakuan menggunakan dosis karena konsentrasi hormon dalam jumlah sedikit sudah memberikan pengaruh fisiologis, dalam hal ini hormon tiroksin dengan konsentrasi rendah atau tinggi mempengaruhi proses metabolisme di dalam tubuh ikan. Sebagai perlakuan yaitu perlakuan K (0 ppm), sedangkan pakan perlakuan A (2 ppm), pakan perlakuan B (4 ppm), pakan perlakuan C (6 ppm) dan perlakuan D (8 ppm). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Menurut Gaspersz (1991), model umum untuk RAL adalah sebagai berikut :

$$Y = \mu + T + \varepsilon$$

Keterangan :

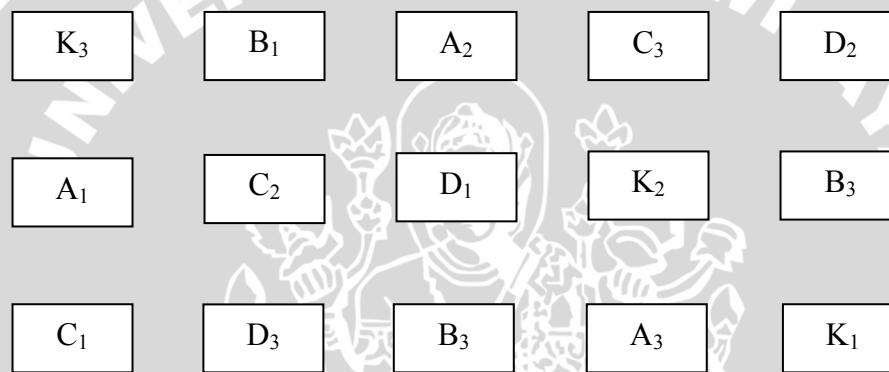
Y = nilai pengamatan dari satuan percobaan

μ = nilai tengah populasi (rata-rata sesungguhnya)

T = pengaruh perlakuan

ε = pengaruh gallat dari satuan percobaan

Masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali yang ditempatkan secara acak dan dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7. Denah penelitian

Keterangan :

A, B,C,D : Perlakuan

1, 2, 3 : Ulangan

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan

- Persiapan Wadah

Persiapan peralatan yang akan digunakan untuk pemeliharaan benih ikan gurami meliputi pembersihan akuarium. Kemudian dilakukan sterilisasi wadah dengan menggunakan kalium permanganat (PK) sebanyak dua ppm selama satu hari. Setelah

satu hari akuarium dikeringkan kurang lebih selama satu hari. Lalu disiapkan sarana pendukung berupa aerator dan selang aerasi sesuai dengan kebutuhan. Akuarium diisi air dengan ketinggian 20 cm.

- Adaptasi Terhadap Ikan Uji

Sebelum penelitian dilakukan, benih ikan gurami dimasukkan ke dalam bak penampungan untuk diadaptasi (diaklimatisasi) dengan kondisi laboratorium, dengan cara :

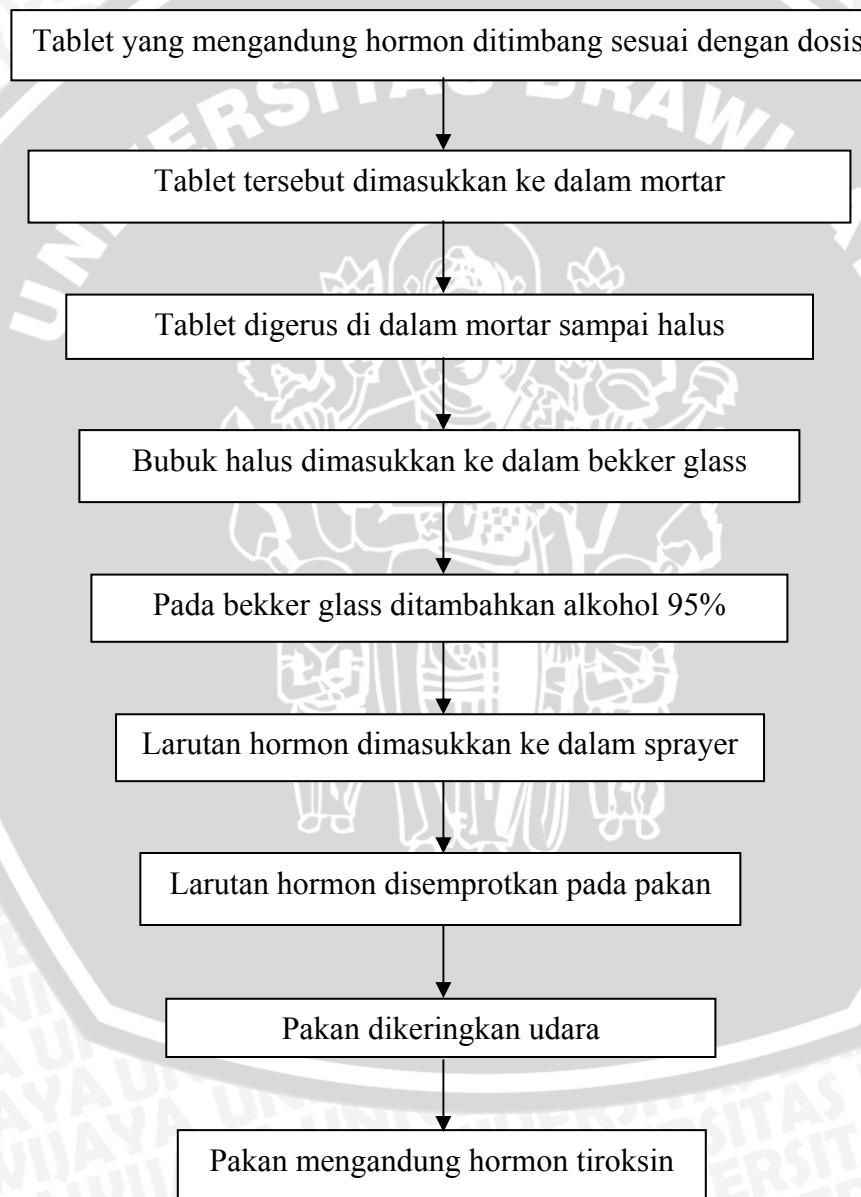
- Kantong plastik yang berisi benih ikan diapungkan di bak penampungan selama kurang lebih 15 menit.
- Kantong plastik dibuka, benih ikan dibiarkan keluar dengan sendirinya dari kantong plastik. Proses ini dapat dilakukan dengan menambahkan air yang ada di bak ke dalam kantong plastik sedikit demi sedikit.
- Teruskan menambah air dari dalam bak secara perlahan sampai suhu dan pH dari air di dalam kantong pengangkutan dan bak menjadi relatif sama.
- Kemudian diibiarkan sisa benih ikan keluar berenang sendiri dari kantong ke dalam bak.
- Selama pengadaptasi, pengamatan secara morfologi dilakukan untuk meyakinkan benih ikan berada dalam kondisi sehat.

Kemudian benih ikan gurami dipindahkan ke akuarium ukuran $100 \times 50 \times 25 \text{ cm}^3$ untuk adaptasi di dalam ruangan yang akan digunakan sebagai tempat penelitian. Ikan dipelihara selama 7 hari dan dilakukan adaptasi terhadap pakan yang akan diberikan pada saat penelitian. Pakan yang diberikan pada saat adaptasi adalah pakan berupa pakan pelet. Adaptasi terhadap pakan dilakukan sampai ikan uji memberikan respon

yang baik terhadap pakan yang diberikan. Setelah ikan uji telah terbiasa dengan pakan yang diberikan, ikan dipuaskan selama 24 jam, kemudian diukur berat, panjang dan lebar badan dan penelitian pun dimulai.

3.5.2 Pembuatan Larutan Hormon

Proses pembuatan larutan hormon adalah sebagai berikut :



Gambar 8. Proses pembuatan pakan yang mengandung tiroksin

3.5.3 Pelaksanaan Penelitian

Wadah yang digunakan dalam penelitian adalah akuarium dengan ukuran $50 \times 30 \times 30 \text{ cm}^3$. Benih ikan gurami dipelihara selama 42 hari yang meliputi beberapa kegiatan diantaranya :

- Benih ikan gurami dimasukkan ke dalam akuarium dengan kepadatan 6 ekor/akuarium.
- Diberi pakan pelet yang telah diberi hormon tiroksin dengan dosis masing-masing sebanyak 5 % dari berat tubuh dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari.
- Dilakukan pergantian air setiap hari sebanyak 50 % dari volume air tersedia.
- Perhitungan laju pertumbuhan dilakukan setiap dua minggu sekali dengan mengukur panjang dan berat benih ikan.
- Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari seperti DO, suhu dan pH.

3.6 Parameter Uji

3.6.1 Parameter Utama

a. Pertumbuhan Mutlak dan Relatif

Pertumbuhan ikan dapat ditentukan berdasarkan pertumbuhan mutlak, pertumbuhan relatif dan laju pertumbuhan spesifik atau *specifik growth rate* (SGR) (Afianto dan Liviawaty, 2005). Pertumbuhan mutlak dan pertumbuhan relatif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Pertumbuhan mutlak} = W_t - W_0$$

$$\text{Pertumbuhan relatif} = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W₀ : Berat benih ikan pada awal periode (gr)

W_t : Berat benih ikan gurami pada saat t (gr)

b. Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami dapat diketahui dengan melakukan penimbangan pada awal sampai dengan akhir penelitian. Laju pertumbuhan spesifik menggambarkan tingkat laju metabolisme yang sedang terjadi di dalam tubuh ikan. Menurut effendie (1997), laju pertumbuhan spesifik dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{SGR} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

Keterangan :

SGR : Laju pertumbuhan spesifik (%)

W₀ : Berat benih ikan pada awal periode (gr)

W_t : Berat benih ikan gurami pada saat t (gr)

t : Lama waktu penelitian.

c. Kelulushidupan (*Survival rate*)

Kelulushidupan menggambarkan kemampuan ikan dalam beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan di dalam tubuh ikan. Dalam hal ini respon benih ikan terhadap pemberian hormon tiroksin. Kelulushidupan (SR) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

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

d. Rasio Konversi Pakan

Rasio konversi pakan adalah perbandingan antara bobot kering pakan yang dikonsumsi dan pertambahan bobot ikan (Afianto dan Liviawaty, 2005).. Rasio konversi pakan dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Rasio konversi pakan} = \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan}}{\text{Pertambahan bobot}}$$

e. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan yaitu perbandingan antara pertambahan bobot ikan dan bobot kering pakan yang dikonsumsi (Afianto dan Liviawaty, 2005). Untuk perhitungan efisiensi pakan, setiap hari dilakukan penimbangan pakan yang diberikan, dan kematian ikan selama penelitian ditimbang dan dihitung. Efisiensi pakan dihitung dengan persamaan berikut.

$$E = \{[(W_t + D) - W_o] / F\} \times 100 \%$$

Keterangan :

E : Efisiensi pakan (%)

W_t : Berat ikan pada waktu t (g)

W_o : Berat ikan pada waktu awal (g)

D : Jumlah ikan yang mati selama penelitian (g)

F : Berat pakan yang diberikan (g)

f. Hubungan Panjang dan Berat

Berat dapat dianggap sebagai suatu fungsi dari panjang. Hubungan panjang dengan berat hampir mengikuti hukum kubik yaitu bahwa berat ikan sebagai pangkat tiga dari panjangnya. Tetapi hubungan yang terdapat pada ikan tidak demikian karena

bentuk dan panjang ikan berbeda-beda (Effendie, 1997). Untuk melakukan perhitungan hubungan panjang dan berat dari benih ikan gurami, maka dilakukan pengukuran panjang dan berat dari setiap perlakuan pada awal dan akhir penelitian. Selain itu dilakukan analisis untuk mengetahui hubungannya dengan menggunakan rumus :

$$W = aL^3$$

$$W = aL^b$$

$$\log W = \log a + \log b$$

$$\log a = \frac{\sum \log W \times \sum (\log L)^2 - \sum \log L \times \sum \log L \times \log W}{\sum (N \times \sum (\log L)^2) - (\sum \log L)^2}$$

$$b = \frac{\sum \log W - (N \times \log a)}{\sum \log L}$$

3.7 Parameter Pendukung

Parameter pendukung dalam penelitian ini adalah kualitas air. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, DO dan pH. Pengukuran suhu, DO dan pH dilakukan setiap hari. Pengukuran suhu diukur dengan termometer, DO dengan DO meter dan pH menggunakan pH meter.

3.8 Analisis Data

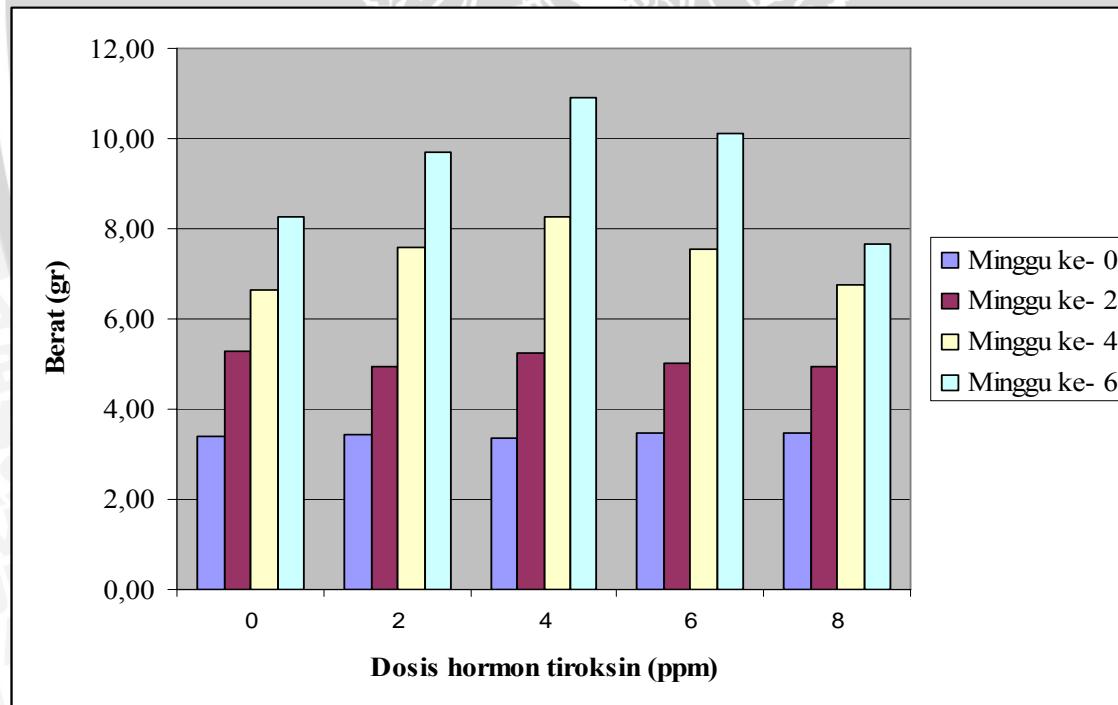
Data yang diperoleh dari hasil penelitian, akan dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap. Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (significant) atau berbeda sangat nyata (highly significant), maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (beda nyata terkecil). Dari uji ini dilanjutkan dengan analisis regresi.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pertumbuhan Mutlak

Pertumbuhan adalah pertambahan ukuran, baik panjang maupun berat dalam satu waktu. Sedangkan pertumbuhan mutlak adalah ukuran rata-rata ikan pada umur tertentu, seperti ukuran panjang rata-rata ikan berumur satu tahun (Effendie, 1997).

Pada penelitian ini, pertumbuhan mutlak ikan gurami diamati dengan mengukur pertambahan berat benih ikan gurami setiap dua minggu sekali dalam waktu 42 hari. Data mengenai berat rata-rata dari benih ikan gurami dapat dilihat pada Lampiran 3. Kemudian dari data berat rata-rata benih ikan gurami dari setiap perlakuan didapatkan grafik seperti pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Grafik berat rata-rata benih ikan gurami

Pada grafik di atas menunjukkan adanya penambahan berat rata-rata benih ikan gurami selama penelitian, dimana berat rata-rata tertinggi adalah perlakuan B

(dosis 4 ppm), yang diikuti oleh perlakuan C (dosis 6 ppm), perlakuan A (dosis 2 ppm), perlakuan K (0 ppm) dan perlakuan D 8 ppm). Dari berat rata-rata maka pertumbuhan mutlak didapatkan dengan cara menghitung berat rata-rata pada awal penelitian dan berat rata-rata pada akhir penelitian. Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 4.

Rata-rata pertumbuhan mutlak benih ikan gurami tiap perlakuan adalah 4,860 gram untuk kontrol, 6,247 gram perlakuan A (2 ppm), 7,560 gram perlakuan B (4 ppm), 6,663 gram perlakuan C (6 ppm) dan 4,190 gram perlakuan D (8 ppm). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini. Setelah dilakukan perhitungan statistik pada Lampiran 4 didapatkan sidik ragamnya yang tertera pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Pertumbuhan mutlak ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	4,7	4,97	4,91	14,580	4,860
2	6,32	6,49	5,93	18,740	6,247
4	7,93	7,67	7,08	22,680	7,560
6	6,63	6,37	6,99	19,990	6,663
8	4,76	4,51	3,30	12,570	4,190
Total	-	-	-	88,560	-

Tabel 2. Analisis sidik ragam pertumbuhan mutlak ikan gurami

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	22,392	5,598	28,018 ^{**}	3,48	5,99
Acak	10	1,998	0,199			
Total	14	24,390				

Keterangan : ns (tidak berbeda nyata)

* (berbeda nyata)

** (berbeda sangat nyata)

Dari hasil sidik ragam tersebut diperoleh nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 5 % dan F Tabel 1 % , sehingga dapat dinyatakan bahwa pemberian hormon tiroksin

dengan dosis yang berbeda pada benih ikan gurami memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap pertumbuhan mutlak benih ikan gurami, yang berarti bahwa hipotesa (H_1) diterima.

Setelah dilakukan analisis sidik ragam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf 5 % (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1 % (derajat kepercayaan 99 %) untuk mengetahui tingkat perbedaan pada masing-masing perlakuan dan mengetahui dosis yang terbaik dari perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4). Sehingga diperoleh hasil uji beda nyata terkecil (BNT) seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji beda nyata terkecil pertumbuhan mutlak ikan gurami

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
D	4,190	a
K	4,860	a
A	6,247	b
C	6,663	b
B	7,560	c

Keterangan : Notasi berbeda berarti terdapat perbedaan

Berdasarkan uji BNT didapatkan bahwa perlakuan B dengan dosis hormon tiroksin 4 ppm memberikan hasil pertumbuhan mutlak terbaik yang diikuti oleh perlakuan C (dosis 6 ppm) dan A (dosis 2 ppm), kemudian perlakuan K (dosis 0 ppm) dan terakhir adalah perlakuan D (dosis 8 ppm).

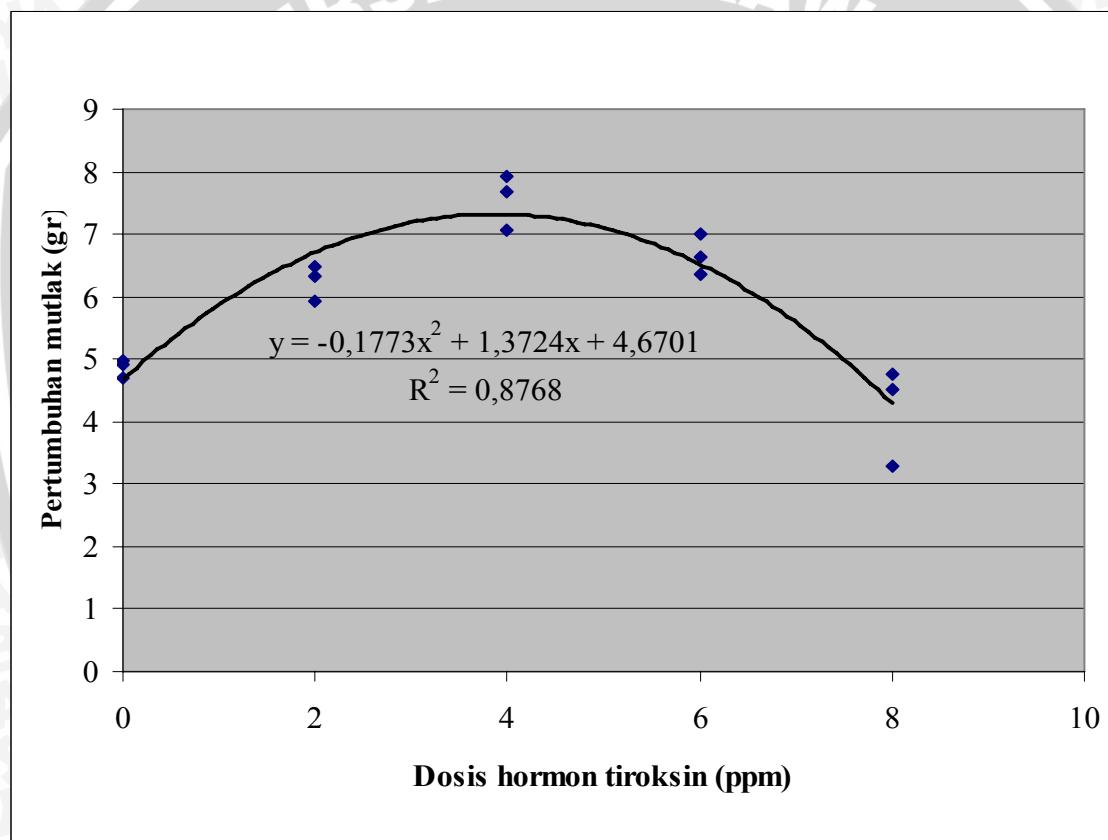
Perlakuan dosis hormon tiroksin 3,86 ppm memberikan hasil pertumbuhan mutlak paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian hormon tiroksin dengan dosis 3,86 ppm merupakan pemberian dosis yang terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan mutlak benih ikan gurami. Pemberian hormon tiroksin dengan dosis 3,86 ppm diduga sudah sesuai dengan kebutuhan benih ikan gurami untuk meningkatkan pertumbuhan. Hasil ini sesuai dengan Arul (1987), yang menyatakan bahwa hormon tiroksin

mempengaruhi pertumbuhan nener dari ikan *C.striatus* yang tumbuh lebih cepat besar daripada kontrol dan penelitian Kumar *et al.* (1991) dalam Garg (2007), menyatakan bahwa T₄ menyebabkan peningkatan berat maksimum pada ikan *Chyprinus carpio*

Selain itu, Garg (2007) menyatakan bahwa hormon tiroksin dapat meningkatkan pertumbuhan ikan yang pertumbuhannya lambat. Hormon tiroksin juga dapat meningkatkan pertumbuhan banyak jenis ikan teleosts diantaranya tilapia (Reddy dan Lam 1992), salmonids (Fagerlund *et al*, 1984; Higgs *et al*, 1992), *Cyprinus carpio* (Lam dan Sharma 1985; Kumar *et al*, 1991), *Carassius auratus* (Reddy dan Lam 1992), *Cirhinus mrigala* (Ansal dan Kaur, dalam (Swain dan Sahoo, 2003). Hal ini dikarenakan hormon tiroksin (T₄) merupakan salah satu hormon yang bisa meningkatkan pertumbuhan, sesuai dengan Djojosoebagio (1996) bahwa hormon tiroksin meningkatkan pertumbuhan dengan meningkatkan sintesis protein melalui aktivitas mRNA.

Menurut Rahman (2008), hormon tiroksin (T₄) berperan dalam meningkatkan sintesis protein melalui peningkatan transkripsi mRNA. Dengan meningkatnya sintesis protein maka jumlah protein di dalam tubuh ikan juga meningkat sehingga kebutuhan protein untuk pertumbuhan terpenuhi. Dimana protein merupakan suatu zat makanan yang sangat penting bagi ikan, karena protein berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh, zat pembangun dan pengatur. Sebagai zat pembangun protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi di dalam tubuh. Pada masa pertumbuhan proses pembentukan jaringan terjadi besar-besaran. Sebagai bahan pembangun protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh ikan. Proses pembentukan jaringan secara besar-besaran terjadi pada masa pertumbuhan (Hariati, 1989).

Adapun hubungan pengaruh pemberian hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan mutlak benih ikan gurami adalah memberikan pola hubungan pola kuadratik dengan persamaan $Y = 4,6701 + 1,3724X - 0,1773X^2$ dan nilai $R^2 = 0,8768$ dengan titik puncak pertumbuhan mutlak sebesar 7,328 yang didapatkan pada dosis hormon tiroksin sebesar 3,86 ppm. Untuk mengetahui lebih jelas pola hubungan antara dosis tiroksin dengan pertumbuhan mutlak dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Grafik pola hubungan dosis hormon tiroksin dengan pertumbuhan mutlak benih ikan gurami

Berdasarkan grafik di atas dapat dijelaskan bahwa terjadi penurunan pertumbuhan mutlak. Pada perlakuan hormon tiroksin dengan dosis tertinggi (8 ppm), pertumbuhan mutlak benih ikan gurami lebih rendah dari pada kontrol. Pada kondisi ini konsentrasi

hormon tiroksin (T_4) di dalam tubuh ikan jumlahnya tinggi atau melebihi dari jumlah yang dibutuhkan oleh ikan. Keadaan seperti ini ikan mengalami kondisi hipertrioidisme. Pada keadaan hipertrioidisme pertumbuhan ikan dapat terhambat bahkan mengalami penurunan.

4.2 Pertumbuhan Relatif

Kecepatan pertumbuhan relatif dirumuskan sebagai persentase (%) pertumbuhan pada tiap interval waktu, atau dengan kata lain ialah perbedaan ukuran pada waktu akhir interval dengan ukuran pada waktu awal interval dibagi dengan ukuran pada waktu awal interval. Dalam hal ini umumnya pertambahan dalam berat jauh lebih banyak digunakan karena mempunyai nilai praktis lebih penting dari pada panjang (Effendie, 1997).

Berdasarkan hasil penelitian, hormon tiroksin (T_4) memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan relatif benih ikan gurami dengan nilai berkisar antara 10,93 % - 14,98 %. Data mengenai pertumbuhan relatif benih ikan gurami seperti pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Data pertumbuhan relatif benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan:			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	11,592	12,232	11,997	35,821	11,940
2	13,457	13,891	13,004	40,352	13,451
4	15,265	15,138	14,549	44,952	14,984
6	13,796	13,681	14,171	41,648	13,863
8	11,920	11,268	9,610	32,798	10,933
Total	-	-	-	195,571	-

Berdasarkan data dari Tabel 4 rata-rata pertumbuhan relatif tertinggi benih ikan gurami terdapat pada perlakuan B (dosis 4 ppm) yaitu 14,98 % yang diikuti oleh perlakuan C (dosis 6 ppm) yaitu 13,86 %, perlakuan A (dosis 2 ppm) yaitu 13,45 %, perlakuan K (dosis 0 ppm) yaitu 11,94 % dan perlakuan D (dosis 8 ppm) yaitu 10,93 %.

Setelah dilakukan perhitungan statistik yang terdapat pada Lampiran 5 didapatkan sidik ragamnya yang tertera pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Analisis sidik ragam pertumbuhan relatif benih ikan gurami

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	30,924	7,731	20,013 **	3,48	5,99
Acak	10	3,863	0,386			
Total	14	34,787				

Hasil sidik ragam di atas menunjukkan bahwa perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4) dengan dosis yang berbeda memberikan pengaruh berbeda sangat nyata, dimana nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 5 % dan F Tabel 1 %.

Setelah dilakukan analisis sidik ragam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf 5 % (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1 % (derajat kepercayaan 99 %) yang dimaksudkan untuk mengetahui tingkat perbedaan pada masing-masing perlakuan dan mengetahui dosis yang terbaik dari perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4). Sehingga diperoleh hasil uji beda nyata terkecil (BNT) seperti pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji beda nyata terkecil (BNT) pertumbuhan relatif benih ikan gurami

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
D	10,933	a
K	11,940	a
A	13,451	b
C	13,863	b
B	14,984	b

Keterangan : Notasi sama berarti tidak berbeda

Dari hasil uji BNT di atas, dapat dijelaskan bahwa kontrol (0 ppm) dan perlakuan D (8 ppm) memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan relatif. Hal ini dikarenakan pengaruh konsentrasi hormon tiroksin yang dalam keadaan tidak terikat

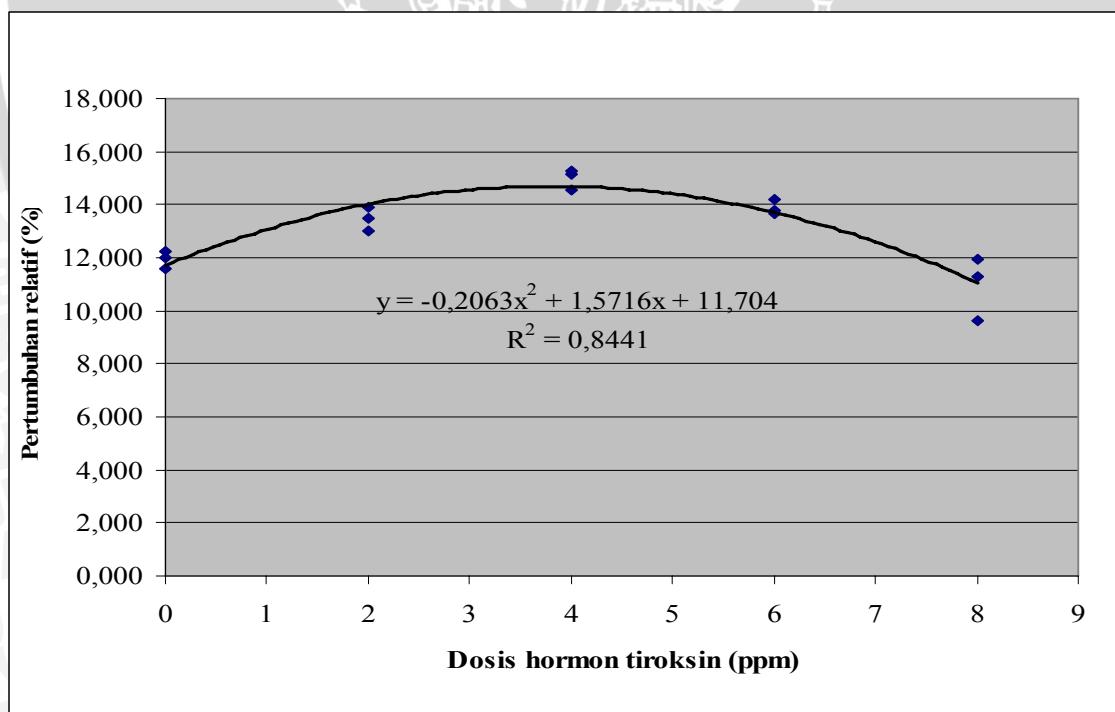
oleh protein plasma berlebihan di dalam peredaran darah tubuh ikan yang jumlahnya berlebihan sehingga menyebabkan terjadinya reaksi negatif (*negative feed-back mechanism*). Keadaan seperti ini disebut sebagai kondisi hepertiroidisme. Sebagai akibat dari terjadinya reaksi negatif yang disebabkan oleh konsentrasi hormon tiroksin adalah terjadinya proses katabolisme di dalam tubuh ikan yang terus-menerus, sehingga terjadinya perombakan bahan makanan terutama protein. Hal ini diperjelas oleh Matty (1985) dalam Rahman (2008), bahwa pengaruh tiroksin (T_4) terhadap sintesis protein bersifat bifasik yaitu pada dosis rendah bersifat anabolik sedangkan pada dosis tinggi bersifat katabolik.

Sedangkan pada perlakuan A (dosis 2 ppm), perlakuan B (4 ppm) dan perlakuan C (dosis 6 ppm) setelah dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) memberikan pengaruh yang sama terhadap pertumbuhan relatif benih ikan gurami. Berdasarkan data dari Tabel 4, maka rata-rata pertumbuhan relatif tertinggi benih ikan gurami terdapat pada perlakuan B (dosis 4 ppm) yaitu 14,98 % yang diikuti oleh perlakuan C (dosis 6 ppm) yaitu 13,86 %, perlakuan A (dosis 2 ppm) yaitu 13,45 %, perlakuan K (dosis 0 ppm) yaitu 11,94 % dan perlakuan D (dosis 8 ppm) yaitu 10,93 %.

Tingginya pertumbuhan relatif pada dosis 3,81 ppm, ini berkaitan dengan ditingkatkannya laju metabolisme di dalam tubuh oleh adanya penambahan hormon tiroksin. Menurut Montgomery *et al*, (1993) hormon tiroksin meningkatkan laju metabolisme. Hormon tiroksin mempunyai efek anabolisme yang melibatkan sintesis protein. Proses metabolisme ini berfungsi untuk memperoleh energi kimia dari degradasi sari makanan, mengubah molekul nutrien menjadi zat unit pembangun bagi sel dan mendegradasi biomolekul yang diperlukan di dalam fungsi khusus sel (Lehninger, 1986). Selain itu, peningkatan pertumbuhan oleh pengaruh hormon tiroid

melalui peningkatan proses metabolisme (Higgs *et al*, 1982) dalam (Moon *et al*, 1994). Selain itu juga rekasi dari hormon tiroid dipercaya mempengaruhi pada rangsangan sintesis protein dan sintesis mRNA (Higgs *et. al*, 1982) dalam (Swain dan Sahoo, 2003).

Kemudian untuk mengetahui hubungan antara pemberian dosis hormon tiroksin dengan pertumbuhan relatif, maka dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji polinomial orthogonal. Adapun hubungan antara pemberian dosis hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap pertumbuhan relatif benih ikan gurami adalah memberikan pola hubungan pola kuadratik dengan persamaannya yaitu $Y = 11,704 + 1,5716X - 0,2063X^2$ dan nilai $R^2=0,8441$ dengan titik puncak pertumbuhan relatif sebesar 14,696 % pada dosis hormon tiroksin sebesar 3,81 ppm. Untuk mengetahui lebih jelas pola hubungan antara pemberian dosis hormon tiroksin dengan pertumbuhan mutlak dapat dilihat pada Gambar 11 berikut ini.



Gambar 11. Pola hubungan dosis tiroksin dengan pertumbuhan relatif

Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa terjadi penurunan pertumbuhan relatif benih ikan gurami. Pada perlakuan hormon tiroksin dengan dosis tertinggi (8 ppm), pertumbuhan relatif benih ikan gurami lebih rendah dari pada kontrol. Pada kondisi ini konsentrasi hormon tiroksin (T_4) di dalam tubuh ikan jumlahnya tinggi atau melebihi dari jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh ikan. Keadaan seperti ini ikan mengalami kondisi hipertrioidisme. Sedangkan kondisi tubuh ikan mengalami kekurangan konsentrasi hormon tiroksin disebut dengan hipotiroidisme. Hal ini sesuai dengan Guyton (1983), yang menyatakan bahwa keadaan hipertiroidisme menyebabkan kecepatan mensekresi hormon tiroid meningkat, sehingga dengan meningkatnya proses mensekresi hormon tiroid, maka konsentrasi hormon tiroksin dalam darah juga meningkat. Meningkatnya konsentrasi tiroksin maka menyebabkan reaksi negatif (*negative feed-back mechanism*) yang mengakibatkan katabolisme di dalam tubuh ikan.

4.3 Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh konsentrasi hormon tiroksin terhadap laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami didapatkan data laju pertumbuhan spesifik berkisar antara 1,37 % bb/hari - 1,67 % bb/hari. Data mengenai laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Data laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata
	1	2	3		
0	1,424	1,476	1,457	4,296	1,432
2	1,569	1,600	1,535	4,704	1,568
4	1,692	1,684	1,645	5,021	1,674
6	1,593	1,585	1,619	4,797	1,599
8	1,451	1,397	1,248	4,096	1,365
Total	-	-	-	22,975	-

Rata-rata tertinggi laju pertumbuhan spesifik tertinggi benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.) terdapat pada perlakuan B (dosis 4 ppm) yaitu 1,67 % bb/hari yang diikuti oleh perlakuan C (dosis 6 ppm) yaitu 1,60 % bb/hari, perlakuan A (dosis 2 ppm) yaitu 1,57 % bb/hari, perlakuan K (dosis 0 ppm) yaitu 1,43 % bb/hari dan perlakuan D (dosis 8 ppm) yaitu 1,37 % bb/hari. Setelah dilakukan perhitungan statistik yang terdapat pada Lampiran 6 didapatkan sidik ragamnya yang tertera pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Analisis sidik ragam laju pertumbuhan spesifik (SGR)

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,180	0,05	16,364 **	3,48	5,99
Acak	10	0,028	0,003			
Total	14	0,207				

Hasil sidik ragam pada Tabel 8 di atas menunjukkan bahwa perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4) dengan dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami memberikan pengaruh berbeda sangat nyata, dimana nilai F hitung lebih besar dari F Tabel 5 % dan F Tabel 1 %.

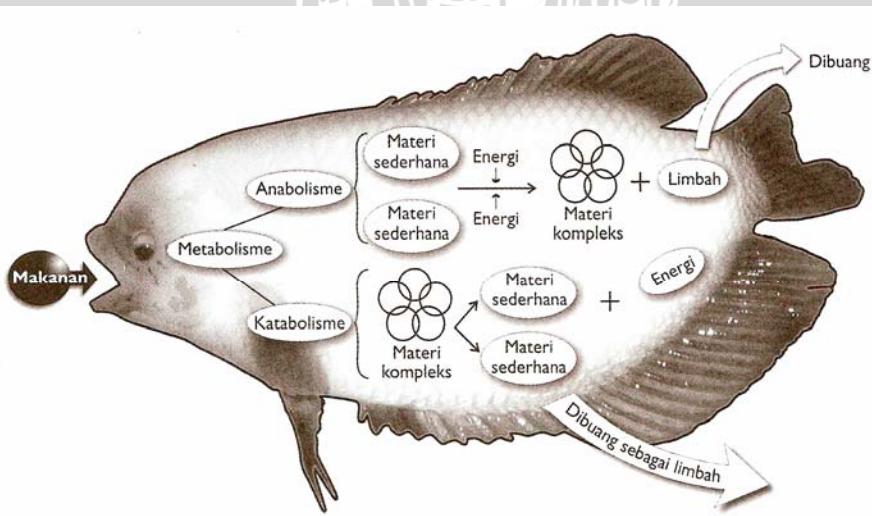
Selanjutnya dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf 5 % (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1% (derajat kepercayaan 99 %) sehingga diperoleh hasil uji beda nyata terkecil (BNT) seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji beda nyata terkecil (BNT) laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
D	1,365	a
K	1,432	a
A	1,568	b
C	1,599	bc
B	1,674	c

Keterangan : Notasi berbeda berarti terdapat perbedaan

Dari hasil uji BNT di atas, dapat dijelaskan bahwa kontrol (0 ppm) dan perlakuan D (8 ppm) memberikan pengaruh yang sama terhadap laju pertumbuhan spesifik. Hal ini terjadi karena pengaruh konsentrasi hormon tiroksin yang berlebihan di dalam peredaran darah tubuh ikan sehingga terjadinya reaksi negatif (*negative feed-back mechanism*). Sebagai akibat dari terjadinya reaksi negatif adalah terjadinya proses katabolisme di dalam tubuh ikan yang terus-menerus, sehingga terjadinya perombakan bahan makanan terutama protein. Hal ini diperjelas oleh Matty (1985) dalam Rahman (2008), bahwa pengaruh tiroksin (T_4) terhadap sintesis protein bersifat bifasik yaitu pada dosis rendah bersifat anabolik sedangkan pada dosis tinggi bersifat katabolik. Proses anabolisme merupakan proses pembentukan (sintesis) bahan-bahan sederhana menjadi bentuk yang lebih kompleks. Proses katabolisme merupakan proses pemecahan substansi yang kompleks menjadi bahan-bahan yang lebih sederhana. Pada proses anabolisme membutuhkan bahan baku yang berasal dari energi dalam makanan. Pada proses katabolisme menghasilkan sejumlah energi yang didahului dengan pemecahan bahan kompleks menjadi ahan yang sederhana (Mudjiman, 2007). Proses metabolisme ikan dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini.



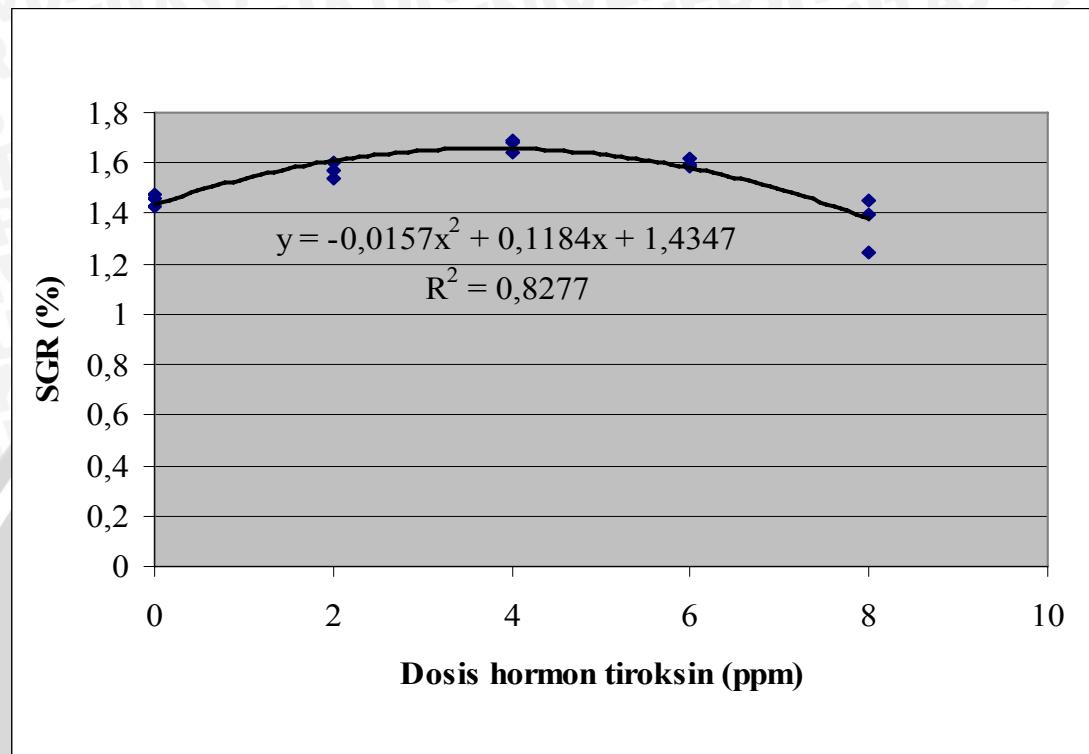
Gambar 12. Bagan proses metabolisme pada ikan

Sedangkan untuk pemberian hormon tiroksin yang memberikan hasil terbaik adalah dosis 3,86 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa pemberian hormon tiroksin (T_4) dapat meningkatkan pertumbuhan ikan, ini sesuai dengan penyataan Fujaya (2004), yang menyatakan pertumbuhan jaringan atau organ, selain dipengaruhi oleh kualitas makanan dan dipengaruhi oleh hormon tiroksin (T_4), dimana hormon tiroksin (T_4) meningkatkan trasport asam amino melalui membran atau mempercepat proses kimia sintesis protein, sehingga protein jaringan bertambah.

Menurut Guyton (1983), efek utama hormon tiroksin adalah meningkatkan aktivitas metabolisme sebagian besar jaringan tubuh. Kecepatan penggunaan makanan untuk energi sangat dipercepat. Kecepatan sintesis protein juga meningkat dan kecepatan proses katabolisme protein juga meningkat. Stadium pertama peningkatan sintesis protein dimulai hampir semuanya cepat dan akibat dari proses perangsangan translasi yaitu peningkatan pada pembentukan protein oleh ribosom. Stadium kedua terjadi berjam-jam sampai berhari-hari kemudian yang disebabkan hampir seluruhnya oleh peningkatan sintesis RNA oleh gen, proses transkripsi yang mengakibatkan peningkatan sintesis hampir semua jaringan protein dalam sel. Hal ini diperjelas oleh Fujaya (2004), bahwa hormon tiroksin penting dalam pertumbuhan, metamorfosis dan reproduksi. Hormon tiroksin menambah produksi energi dan konsumsi oksigen.

Setelah dilakukan uji polinomial orthogonal, maka dapat diketahui pemberian hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) benih ikan gurami memberikan pola hubungan kuadratik dengan persamaan $Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$ dan nilai $R^2=0,8277$ dengan titik puncak laju pertumbuhan spesifik sebesar 1,657 % bb/hari pada dosis hormon tiroksin sebesar 3,77 ppm. Untuk

mengetahui lebih jelas pola hubungan antara dosis tiroksin dengan pertumbuhan mutlak dapat dilihat pada Gambar 13 berikut ini.



Gambar 13. Pola hubungan dosis tiroksin dengan laju pertumbuhan spesifik

Dari grafik di atas dapat dijelaskan bahwa terjadi penurunan laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami. Pada perlakuan hormon tiroksin dengan dosis tertinggi (8 ppm), laju pertumbuhan spesifik benih ikan gurami lebih rendah dari pada kontrol. Pada kondisi ini konsentrasi hormon tiroksin (T_4) di dalam tubuh ikan jumlahnya tinggi atau melebihi dari jumlah yang dibutuhkan oleh ikan. Keadaan seperti ini ikan mengalami kondisi hipertiroidisme. Keadaan hipertiroidisme merupakan gambaran dari sifat hormon tiroksin yang bersifat bifasik, yaitu pada saat konsentrasi hormon tiroksin dalam darah tinggi. Hal ini sesuai dengan Guyton (1983), keadaan hipertiroidisme menyebabkan kecepatan mensekresi hormon tiroid meningkat, sehingga konsentrasi

hormon tiroksin dalam darah juga meningkat. Meningkatnya konsentrasi tiroksin maka menyebabkan reaksi negatif (*negative feed-back mechanism*). Reaksi negatif mengakibatkan terjadinya proses katabolisme di dalam tubuh ikan. Dengan demikian, keadaan hipertriiodisme dapat menghambat pertumbuhan ikan.

4.4 Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan atau *Survival Rate* (SR) dinyatakan dalam persentase (%) yang menunjukkan seberapa besar pengaruh dari perlakuan hormon tiroksin (T_4) pada benih ikan gurami. Data mengenai kelulushidupan benih ikan gurami dapat dilihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Data kelulushidupan benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	100,00	100,00	83,33	283,33	94,44
2	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
4	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
6	100,00	100,00	100,00	300,00	100,00
8	100,00	100,00	83,33	283,33	94,44
Total	-	-	-	1466,66	-

Selanjutnya data tingkat kelulushiduan (SR) yang dalam bentuk prosen ditransformasikan terlebih dahulu ke dalam bentuk akar kuadrat. Menurut Gaspersz (1991), untuk data persentase yang berada dalam wilayah 0-30 % dan 70-100 %, tetapi tidak pada keduanya maka menggunakan transformasi data akar kuadrat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 7 .

Kelulushidupan benih ikan gurami selama penelitian berkisar antara 94,44 % sampai dengan 100 %. Pada perlakuan K (dosis 0 ppm) yaitu 94,44 %, perlakuan A

(dosis 2 ppm) yaitu 100 %, perlakuan B (dosis 4 ppm) yaitu 100 %, perlakuan C (dosis 6 ppm) yaitu 100 %, dan perlakuan D (dosis 8 ppm) yaitu 94,44 %. Setelah dilakukan perhitungan statistik yang terdapat pada Lampiran 7, maka didapatkan sidik ragamnya yang tertera pada Tabel 11 berikut ini.

Tabel 11. Analisis sidik ragam kelulushidupan benih ikan gurami

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,303	0,076	0,749 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	1,012	0,101			
Total	14	1,315				

Berdasarkan analisis sidik ragam terhadap tingkat kelulushidupan menunjukkan adanya pengaruh yang tidak berbeda nyata (non signifikan), dengan nilai F hitung 0,752. Hasil ini sama dengan hasil penelitian Garg (2007), kelulushidupan ikan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata antara perlakuan hormon tiroksin (T_4) dengan kontrol. Hal ini dikarenakan pemberian hormon tiroksin dilakukan pada ukuran ikan gurami sudah ukuran benih, tidak dilakukan pada masa kritis dari ikan gurami. Masa kritis ini ditunjukkan oleh kondisi tingkat hidup ikan gurami rendah atau tingkat kematiannya tinggi. Pada umumnya, tingkat kelulushidupan rendah pada ikan terjadi pada stadia larva. Kematian pada tahap larva mencapai 50 % sampai dengan 70 % Insan (2000) dalam Amri (2005).

4.5 Rasio Konversi Pakan/*Feed Conversion Ratio* (FCR)

Rasio konversi pakan adalah suatu nilai efisiensi penggunaan pakan yang dihitung dengan perbandingan jumlah pakan yang diberikan dengan pertambahan berat tubuh benih ikan gurami selama periode tertentu. Data konversi pakan selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 12 berikut ini.

Tabel 12. Data rasio konversi pakan benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	2,302	2,116	2,376	6,794	2,265
2	1,778	1,767	1,828	5,373	1,791
4	1,481	1,541	1,683	4,705	1,568
6	1,711	1,675	1,660	5,046	1,682
8	2,222	2,416	3,170	7,808	2,603
Total	-	-	-	29,726	-

Dari Tabel 12 di atas dapat diketahui bahwa nilai rasio konversi pakan yang terkecil adalah perlakuan B (dosis 4 ppm) dan terbesar adalah perlakuan D (dosis 8 ppm). Rasio konversi pakan yang baik adalah nilai rasio konversi pakan yang terkecil. Dari Tabel 12 tersebut menunjukkan bahwa rasio konversi pakan terbaik adalah perlakuan B (dosis 4 ppm) yaitu sebesar 1,568. Setelah dilakukan perhitungan statistik yang terdapat pada Lampiran 8, maka didapatkan hasil analisis sidik ragam seperti pada Tabel 13 berikut ini.

Tabel 13. Analisis sidik ragam rasio konversi pakan benih ikan gurami

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,289	0,57	10,17**	3,48	5,99
Acak	10	0,562	0,06			
Total	14					

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 13 di atas menunjukkan bahwa perlakuan hormon tiroksin (T_4) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap rasio konversi pakan yang diberikan kepada benih ikan gurami. Setelah dilakukan analisis sidik ragam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf 5 % (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1 % (derajat kepercayaan 99 %) untuk mengetahui tingkat perbedaan pada masing-masing perlakuan dan mengetahui dosis yang terbaik

dari perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4) sehingga diperoleh hasil uji beda nyata terkecil (BNT) seperti pada Tabel 14.

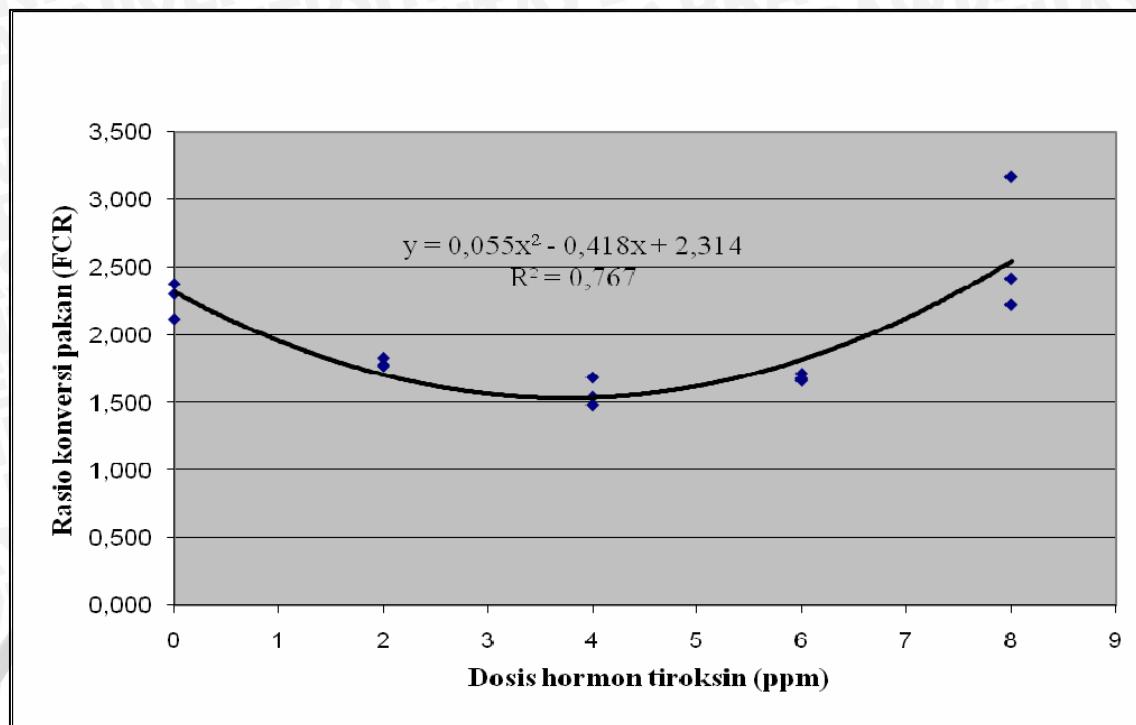
Tabel 14. Uji BNT rasio konversi pakan benih ikan gurami

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
D	2,603	a
K	2,265	a
A	1,791	b
C	1,682	b
B	1,568	b

Keterangan : Notasi sama berarti tidak berbeda

Dari pengujian BNT di atas, dapat dijelaskan bahwa rasio konversi pakan yang diberi perlakuan hormon tiroksin (T_4) dengan dosis 4 ppm (perlakuan B) adalah yang paling baik jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian (Higgs *et al*, 1979; Muniandi, 1989), bahwa penambahan hormon tiroid mempengaruhi pertumbuhan dari ikan teleostei dengan meningkatkan nafsu makan dan rasio konversi pakan (Reddy, 1990), potensial pada pemanfaatan makanan secara langsung, atau secara tidak langsung, sebagai contoh merangsang sekresi hormon pertumbuhan (Markert *et al*, 1977; Higgs *et al*, 1982).

Kemudian untuk mengetahui hubungan antara dosis hormon tiroksin dengan rasio konversi pakan maka dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji polinomial orthogonal. Setelah dilakukan uji polinomial orthogonal, hubungan pemberian hormon tiroksin dengan dosis yang berbeda terhadap rasio konversi pakan benih ikan gurami memberikan pola hubungan kuadratik dengan persamaan $Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$ dan nilai $R^2 = 0,7679$ dengan titik puncak rasio konversi pakan sebesar 1,533 pada dosis hormon tiroksin sebesar 3,75 ppm. Pola hubungan antara dosis tiroksin dengan pertumbuhan mutlak dapat dilihat pada Gambar 14 berikut ini.



Gambar 14. Pola hubungan rasio konversi pakan dengan dosis hormon tiroksin

Jika dilihat dari hasil pertumbuhan baik itu pertumbuhan mutlak, relatif dan laju pertumbuhan spesifik maka perlakuan B (dosis 4 ppm) mempunyai pertumbuhan yang paling tinggi dari pada perlakuan lain dan kontrol. Dengan ditingkatkannya pertumbuhan benih ikan gurami maka akan mempengaruhi rasio konversi pakan. Pengaruh yang dihasilkan dengan perlakuan hormon tiroksin pada rasio konversi pakan, ini berhubungan dengan kemampuan daya cerna ikan. Dari hasil rasio konversi akan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa ikan yang diberi perlakuan hormon tiroksin dosis 4 ppm mempunyai tingkat daya cerna makanan yang baik. Garg (2007), menjelaskan bahwa perlakuan hormon tiroksin (T_4) dapat meningkatkan aktivitas enzim pencernaan (jumlah enzim protease dan enzim amilase) pada usus ikan.

Makanan sebelum digunakan untuk proses metabolisme, pertumbuhan dan proses fisiologi lainnya, terlebih dahulu dicerna di dalam tubuh (Mudjiman, 2004). Makanan

masuk ke dalam lambung. Pada segmen usus, terjadi penyerapan zat makanan dari hasil pencernaan oleh enzim pencernaan makanan. Dalam proses pencernaan makanan terjadi melalui proses mekanisme fisik dan kimiawi untuk menyederhanakan bahan makanan sehingga mudah diserap dan diedarkan melalui sistem peredaran darah (Fujaya, 2004). Proses kimiawi melibatkan kerja enzim yang terjadi pada usus. Sedangkan enzim adalah suatu katalisator biologis dalam reaksi-reaksi kimia yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan (Fujaya, 2004). Proses pencernaan makanan melibatkan beberapa enzim. Enzim tersebut akan memecah makanan yang kompleks menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh.

Menurut Afrianto dan liviawaty (2005), proses pencernaan makanan dimungkinkan karena adanya enzim, seperti karbohidrase, protease, dan lipase. Enzim merupakan katalisator biologis yang dihasilkan oleh sel mahluk hidup untuk membantu proses biokimia. Enzim pencernaan dihasilkan oleh organ tertentu di dalam saluran pencernaan dan oleh mikroba yang hidup dalam usus. Selama proses pencernaan, satu molekul komponen pakan akan berikatan dengan bagian enzim yang aktif melalui mekanisme yang khas yang disebut *lock and key*. Aktivitas enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor lingkungan (pH dan suhu), jumlah dan konsentrasi enzim, jumlah pakan dan aktivator.

4.6 Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan merupakan perbandingan antara pertambahan berat dengan banyaknya pakan yang dikonsumsi. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan efisiensi pakan berkisar antara 41,388 % - 67,519 %. Data mengenai perhitungan efisiensi pakan dapat dilihat pada Tabel 15 seperti berikut ini.

Tabel 15. Nilai efisiensi pakan benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	43,443	47,265	49,763	140,471	46,824
2	56,241	56,579	54,719	167,539	55,846
4	67,519	64,908	59,403	191,830	63,943
6	58,459	59,705	60,240	178,404	59,468
8	45,001	41,388	42,114	128,503	42,834
Total	-	-	-	806,747	-

Dari Tabel 15 di atas dapat diketahui bahwa rata-rata efisiensi pakan dari setiap perlakuan adalah 42,83 % untuk perlakuan K, 46,82 % perlakuan A, 55,85 % perlakuan B, 63,94 % perlakuan C dan 59,46 % dan perlakuan D (42,834) . Dari hasil ini dapat dikatakan bahwa perlakuan B merupakan perlakuan yang terbaik. Setelah dilakukan perhitungan statistik yang terdapat pada Lampiran 9, maka didapatkan hasil analisis sidik ragam seperti pada Tabel 16 berikut ini.

Tabel 16. Analisis sidik ragam efisiensi pakan benih ikan gurami

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	924,35	231,09	35,27**	3,48	5,99
Acak	10	65,528	6,55			
Total	14	989,877				

Berdasarkan hasil sidik ragam di atas menunjukkan bahwa perlakuan hormon tiroksin (T_4) memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap efisiensi pakan yang diberikan kepada benih ikan gurami. Setelah dilakukan analisis sidik ragam, maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dengan taraf 5 % (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1 % (derajat kepercayaan 99 %) untuk mengetahui tingkat perbedaan pada masing-masing perlakuan dan mengetahui dosis yang terbaik dari perlakuan pemberian hormon tiroksin (T_4). Sehingga diperoleh hasil uji beda nyata terkecil (BNT) seperti pada Tabel 17.

Tabel 17. Uji BNT efisiensi pakan benih ikan gurami

Perlakuan	Rata-rata	Notasi
D	42,834	a
K	46,824	a
A	55,846	b
C	59,468	b
B	63,943	b

Keterangan : Notasi sama berarti tidak berbeda

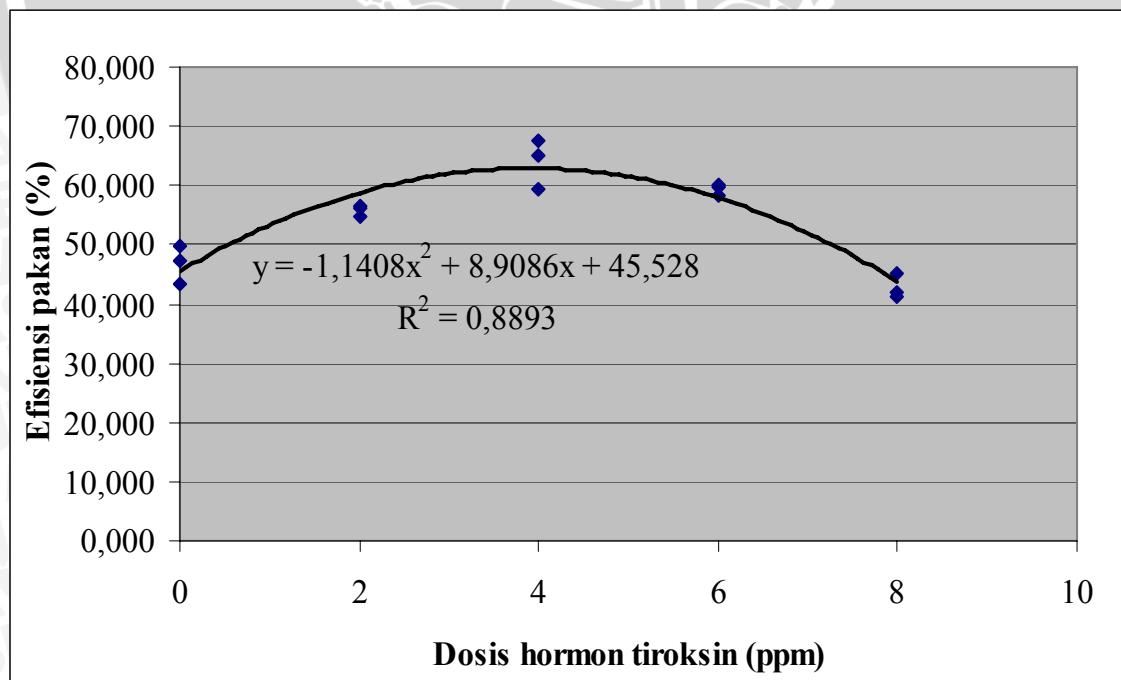
Dari pengujian BNT di atas, dapat dijelaskan bahwa efisiensi pakan yang diberi perlakuan hormon tiroksin (T_4) dengan dosis 4 ppm (perlakuan B) adalah yang paling baik jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian (Higgs *et al*, 1979; Muniandi, 1989), bahwa meningkatkan nafsu makan dan rasio konversi pakan (Reddy, 1990), potensial pada pemanfaatan makanan secara langsung. Efisiensi pakan berkaitan dengan kemampuan ikan dalam mencerna makanan. Proses pencernaan makanan melibatkan sejumlah enzim seperti karbohidrase, protease dan lipase (Afrianto dan Liviawaty, 2005).

Menurut mudjiman (2007), dinding usus menghasilkan hormon sekretin dan pankroenzim. Sekretin akan merangsang hati untuk menghasilkan getah empedu. Sedangkan pankroenzim akan merangsang kelenjar pankreas untuk menghasilkan getah pencernaan yang menghasilkan enzim amilase, lipase dan protease. Enzim amilase akan mencerna karbohidrat menjadi glukosa. Enzim lipase akan memecah lemak menjadi asam lemak. Sedangkan enzim protease akan memecah protein menjadi asam amino. Menurut Garg (2007), aktivitas enzim lipase dan enzim protease ditingkatkan karena pengaruh pemberian hormon tiroksin.

Dengan meningkatnya aktivitas enzim-enzim pencernaan oleh karena perlakuan hormon tiroksin (T_4), maka kemampuan ikan untuk mencerna makanan juga semakin

baik sehingga banyak nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh ikan untuk melakukan proses metabolisme dan berbagai proses fisiologis lainnya di dalam tubuh. Hal ini diperjelas oleh Woo *et al.* (1991), dalam penelitiannya bahwa meningkatnya efisiensi konsumsi makanan dan meningkatnya nafsu makan sebagai hasil dari aktivitas enzim yang lebih tinggi di usus oleh perlakuan hormon triiodotironin (T_3) dan Higgs *et el.* (1979) dalam Garg (2007), menyatakan bahwa penambahan hormon tiroksin (T_4) secara oral dapat meningkatkan efisiensi pakan.

Untuk mengetahui hubungan antara dosis hormon tiroksin dengan efisiensi pakan, maka dilakukan uji lanjutan yaitu uji polinomial orthogonal. Berdasarkan uji polinomial orthogonal diperoleh hubungan kuadratik dengan persamaan $Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$ dan nilai $R^2=0,8893$ dengan titik puncak efisiensi pakan sebesar 62,929 pada dosis hormon tiroksin sebesar 3,86 ppm . Untuk mengetahui lebih jelas pola hubungan antara dosis tiroksin dengan efisiensi pakan dapat dilihat pada Gambar 15 berikut ini.



Gambar 15. Pola hubungan dosis tiroksin dengan efisiensi pakan

4.7 Hubungan Panjang dan Berat

Berat dapat dianggap sebagai suatu fungsi dari panjang. Hasil pengamatan terhadap pertambahan panjang dan berat tubuh masing-masing benih ikan gurami dapat dilihat pada Lampiran 10. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai rata-rata panjang dan berat dari benih ikan gurami. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

Dari hasil perhitungan yang terdapat pada Lampiran 10 diperoleh nilai b sebesar 3,13 ini berarti bahwa benih ikan gurami mengalami pertumbuhan allometrik. Menurut Effendie (1997), apabila harga b lebih besar atau lebih kecil maka pertumbuhan ikan dinamakan pertumbuhan allometrik. Bila harga b lebih dari 3, maka menunjukkan ikan dalam keadaan montok. Sebaliknya jika harga b kurang dari 3 maka menunjukkan keadaan ikan yang kurus. Dengan demikian maka benih ikan gurami dalam keadaan montok.

4.8 Akumulasi Nutrisi

Uji proksimat dilakukan pada pakan yang telah mengandung hormon tiroksin dan benih ikan pada akhir penelitian. Uji proksimat yang dilakukan meliputi protein dan lemak. Berdasarkan hasil proksimat didapatkan protein berkisar antara 44,60 % sampai dengan 60,36 %. Sedangkan untuk lemak, berkisar antara 4,93 % sampai dengan 34,43 %. Lebih jelasnya mengenai kandungan nutrisi dari pakan dapat dilihat pada Tabel 18. Sedangkan kandungan nutrisi dari benih ikan gurami dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 18. Hasil analisis proksimat benih ikan gurami diakhir penelitian

Perlakuan	Protein (%)	Lemak (%)	Air (%)	Abu (%)	Serat kasar (%)
K	31,90	1,87	13,96	10,90	3,84
A	29,30	1,60	13,47	11,22	3,26
B	28,42	2,01	16,35	10,59	2,97
C	26,94	2,06	18,15	10,32	2,37
D	27,20	2,38	21,33	9,33	2,58

Tabel 19. Hasil analisis proksimat benih ikan gurami diakhir penelitian

Perlakuan (ppm)	Kandungan Nutrisi	Rata-rata (%)
0	Protein	45,96
	Lemak	13,68
2	Protein	50,72
	Lemak	22,15
4	Protein	63,24
	Lemak	34,43
6	Protein	55,29
	Lemak	23,92
8	Protein	44,60
	Lemak	4,93

Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat diketahui bahwa rata-rata tertinggi protein dan lemak pada benih ikan gurami adalah perlakuan B (4 ppm). Telah diketahui bahwa hormon tiroksin dapat meningkatkan pertumbuhan, metabolisme dan mensintesis protein serta meningkatkan aktivitas enzim pencernaan. Dengan demikian, maka jumlah nutrisi di dalam tubuh meningkat sehingga kebutuhan energi untuk pertumbuhan pun tercukupi. Lovel (1980) dan Mokogita *et al*, (1995) dalam Insan (2007), menyatakan bahwa kebutuhan energi untuk hidup pokok harus dipenuhi terlebih dahulu sebelum energi pakan dapat disediakan untuk pertumbuhan. Apabila kandungan energi pakan rendah maka sebagian besar protein pakan akan dikatabolisme untuk memenuhi kebutuhan energi ikan. Jika dihubungkan dengan pertumbuhan baik itu pertumbuhan mutlak, relatif dan laju pertumbuhan spesifik, maka hasil tersebut telah sesuai. Karena pada perlakuan B, memberikan hasil pertumbuhan yang terbaik.

Menurut Mudjiman (2007), ikan membutuhkan energi untuk aktivitas hidup, perkembangbiakan dan pertumbuhan. Afrianto dan Liviawaty (2005), menjelaskan bahwa energi yang berasal dari pakan oleh ikan terlebih dahulu digunakan untuk pemeliharaan dan aktivitas hidup. Setelah itu energi digunakan untuk pertumbuhan.

Dijelaskan pula oleh Halver dalam Samidjan (2006), bahwa pertumbuhan akan terjadi apabila energi yang diperlukan untuk pemeliharaan tubuhnya dan aktivitas lainnya sudah terpenuhi. Kandungan nutrisi tertinggi pada perlakuan B (4 ppm) terutama protein dan lemak di dalam benih ikan gurami, ini diduga karena tingginya proses metabolisme di dalam tubuh ikan atau terdapat energi cadangan dari pemeliharaan ikan, aktivitas dan pertumbuhan apabila tidak digunakan maka akan disimpan di dalam tubuh ikan.

4.9 Kualitas Air

4.9.1 Suhu

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan untuk mengurangi penyakit dan stres pada ikan. Untuk tumbuh optimal ikan memerlukan lingkungan yang optimal. Toleransi fisiologis ikan terhadap kualitas air dipengaruhi oleh sejumlah variabel lingkungan. Ikan merupakan hewan yang mempunyai suhu tubuh relatif sama dengan suhu lingkungannya (Afrianto dan Liviawaty, 2005). Penurunan suhu lingkungan akan menurunkan suhu tubuh ikan dan menurunkan laju metabolisme. Sebaliknya, apabila suhu lingkungan meningkat maka suhu tubuh akan meningkat sehingga laju metabolisme juga meningkat. Suhu air selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 12.

Berdasarkan data kualitas air yang diperoleh, suhu air berada dalam kisaran toleransi ikan baik selama penelitian baik pada pagi hari maupun pada sore hari yaitu antara 25,5 °C sampai dengan 28 °C. Hasil ini sesuai dengan Agung (2007), yang menjelaskan bahwa ikan gurami dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu antara 25° C sampai dengan 28° C. Dari hasil analisis sidik ragam juga diketahui bahwa suhu air tidak berbeda nyata.

4.9.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut air pemeliharaan juga berada dalam kondisi yang baik. Kisaran oksigen terlarut selama penelitian adalah 6,44 mg/liter sampai dengan 7,47 mg/liter. Menurut Sunarya (2006), ikan gurami toleransi pada air budidaya yang memiliki oksigen terlarut minimum 4 mg/liter. Tingginya oksigen terlarut selama penelitian karena pengaruh penggunaan sistem aerasi yang merupakan sumber suplai oksigen, walaupun suhu berada pada kisaran optimal bagi ikan gurami yang dapat meningkatkan laju metabolisme meningkat sehingga kebutuhan oksigen juga meningkat. Data mengenai oksigen terlarut dapat dilihat pada Lampiran 13. Dari hasil analisis sidik ragam diperoleh bahwa oksigen terlarut tidak berbeda nyata.

4.9.3 pH

Nilai pH air pemeliharaan berkisar antara 6,40 sampai dengan 7,30. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut maka dapat dikatakan bahwa pH air pemeliharaan berada pada kisaran normal. Menurut Sunarya (2006), ikan gurami mempunyai toleransi terhadap pH pada kisaran 6,5 sampai dengan 7,5. Untuk lebih jelasnya mengenai pH air pemeliharaan selama penelitian dapat dilihat pada Lampiran 14. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diperoleh hasil tidak berbeda nyata.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pemberian hormon tiroksin terhadap pertumbuhan benih ikan gurami maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- ❖ Pemberian hormon tiroksin (T4) berpengaruh terhadap pertumbuhan benih ikan gurami, rasio konversi pakan dan efisiensi pakan, tetapi tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan (SR).
- ❖ Hubungan antara dosis tiroksin dengan pertumbuhan mutlak adalah $Y = 4,6701 + 1,3724X - 0,1773X^2$ dengan pertumbuhan tertinggi sebesar 7,328 pada dosis hormon tiroksin 3,86 ppm.
- ❖ Hubungan antara dosis tiroksin dengan pertumbuhan relatif adalah $Y = 11,704 + 1,5716X - 0,2063X^2$ dengan pertumbuhan relatif sebesar 14,696 % pada dosis hormon tiroksin 3,86 ppm pada dosis hormon tiroksin 3,81 ppm.
- ❖ Hubungan antara dosis tiroksin dengan laju pertumbuhan spesifik adalah $Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$ dengan laju pertumbuhan spesifik tertinggi sebesar 1,657 % bb/hari pada dosis hormon tiroksin 3,77 ppm.
- ❖ Hubungan antara dosis tiroksin dengan rasio konversi pakan (FCR) adalah $Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$ dengan rasio konversi pakan tertinggi sebesar 1,533 pada dosis hormon tiroksin 3,75 ppm.
- ❖ Hubungan antara dosis tiroksin dengan efisiensi pakan adalah $Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$ dengan efisiensi pakan sebesar 62,929 pada dosis hormon tiroksin 3,90 ppm .

- ❖ Nilai akumulasi kandungan nutrisi tertinggi dari benih ikan gurami terdapat pada perlakuan B (4 ppm) yaitu protein 63,24% dan lemak 34,43%.
- ❖ Kualitas air selama penelitian masih dalam batas toleransi untuk benih ikan gurami yaitu suhu 25,5 - 28 °C, DO 6,44 - 7,47 mg/liter dan pH 6,5 - 7,5 .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan sebagai berikut :

- ❖ Sebaiknya menggunakan hormon tiroksin dengan dosis 3,82 ppm untuk meningkatkan pertumbuhan benih ikan gurami.
- ❖ Diperlukan penelitian lebih lanjut pemberian hormon tiroksin dengan cara pemberian yang lain seperti melalui perendaman dan penyuntikan untuk meningkatkan pertumbuhan dan penelitian mengenai tingkat aktivitas dari enzim pencernaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous^a. 2007. **Ikan Gurame**. www.Tasikmalaya.go.id.
- _____ ^b. 2008. **Produksi Perikanan Budidaya**. www. dkp.go.id.
- Agung, Iwan, S., Kristianto, P., Lukito, AM. 2007. **Budidaya Gurami**. Agromedia Pustaka. Jakarta. 1-7 hal.
- Afriyanto, E, dan Liviawaty, E. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 134-136 hal.
- Djojosoebagio, S. 1990. **Fisiologi Kelenjar Tiroid**. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 90-113 hal.
- _____ .1996. **Fisiologi Kelenjar Tiroid**. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 190-257 hal.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. 2003. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendie, M. I. 1981. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 78 hal.
- _____ .1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 93-97 hal
- Effendi, H., Jusuf, M.H., dan Kadri. 1981. **Fisiologi Sistem Hormonal dan Reproduksi Dengan Pathofisiologinya**. Alumni Bandung. Bandung.
- Fujaya, S. 2004. **Fisiologi Ikan Dasar Pengembangan Teknik Perikanan**. Renika Cipta. Jakarta. 65 hal.
- Ganong. 1983. **Fisiologi Kedokteran**. Edisi 10. Alih Bahasa : Dharma, A. EGC. Jakarta. 272-280.
- Gark, S.K. 2007. **Effect of Oral Administration of L-Thyroxine (T4) on Growth Performance, Digestibility, and Nutrient Retention in Channa punctatus (Bloch) and Heteropneustes fossilis (Bloch)**. Fish Physiol Biochem. CCS Haryana Agricultural University. India.
- Gasperz, V. 1991. **Metode Perancangan Percobaan**. Amirco. Bandung. 71-73 hal.
- Guyton, A. C. 1983. **Fisiologi Kedokteran**. Edisi 5 Bagian 2. Alih Bahasa Dharma, A. dan Rukmanto: Jakarta. 458-465 hal.
- Hariati, A.M. 1989. **Makanan Ikan**. Malang. 55-64 hal.

Hernawati dan Suantika, G. 2007. **Penggunaan Sistem Resirkulasi Dalam Pendederan Benih Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.).** Desain Tek. Vol. 01. No. 01.

Hoar, W.S., Randall, D.J dan Breet, J.R. 1979. **Fish Physiology (Bioenergetics and Growth).** Academic Press. London. 568-569 hal.

Insan, I., Agus, P., Zafril, I.A. 2007. **Pengaruh Dosis Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Hias Balashark (*Balantiocheilus Melanopterus* Bleeker).** Seminar Nasional Tahunan IV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan.

Jangkaru, Z. 2002. **Memacu Pertumbuhan Gurami.** Penebar Swadaya. Jakarta.

Kang, D.Y. dan Chang. Y.J. 2004. **Effect of Material Injection of 3,5,3'-L- Thyronine (T3) on Growth of Newborn Offspring of Rockfish, *Sebastes schelegeli*.** Aquaculture : 641-655.

Kaushik, S.J. 1997. **Nutrition and Hormonal Action In Growth And Reproduction Of Fish.** XVI Int. Congress Of Nutrition, Montreal, Quebec. Canada.

Khairuman dan Amri, K. 2005. **Pembenihan dan Pembesaran Gurami Seraca Intensif.** Agomedia Pustaka. Jakarta.

Kordi, M. G. H. K. dan Tancung, A.B. 2007. **Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan.** Rineka Cipta. Jakarta. 35-49 hal.

Lesmana, D. S. 2005. **Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar.** Penebar Swadaya. Jakarta.

Matty, A.J. 1986. **Nutrition, Hormones and Growth.** Fish Physiology and Biochemistry Vol. 2 no. 1-4 pp 141-150. Amsterdam.

Moon, H.Y., Mackanzie, D.S. dan Gatlin, D.M. 1993. **Effect of Dietary Thyroid Hormone on the Red Drum (*Sciaenops ocellatus*).** Fish Physiology and Biochemistry vol. 12 no. 5 pp : 369-380.

Mudjiman, A. 2007. **Makanan Ikan.** Penebar Swadaya. Jakarta. 27-31 hal.

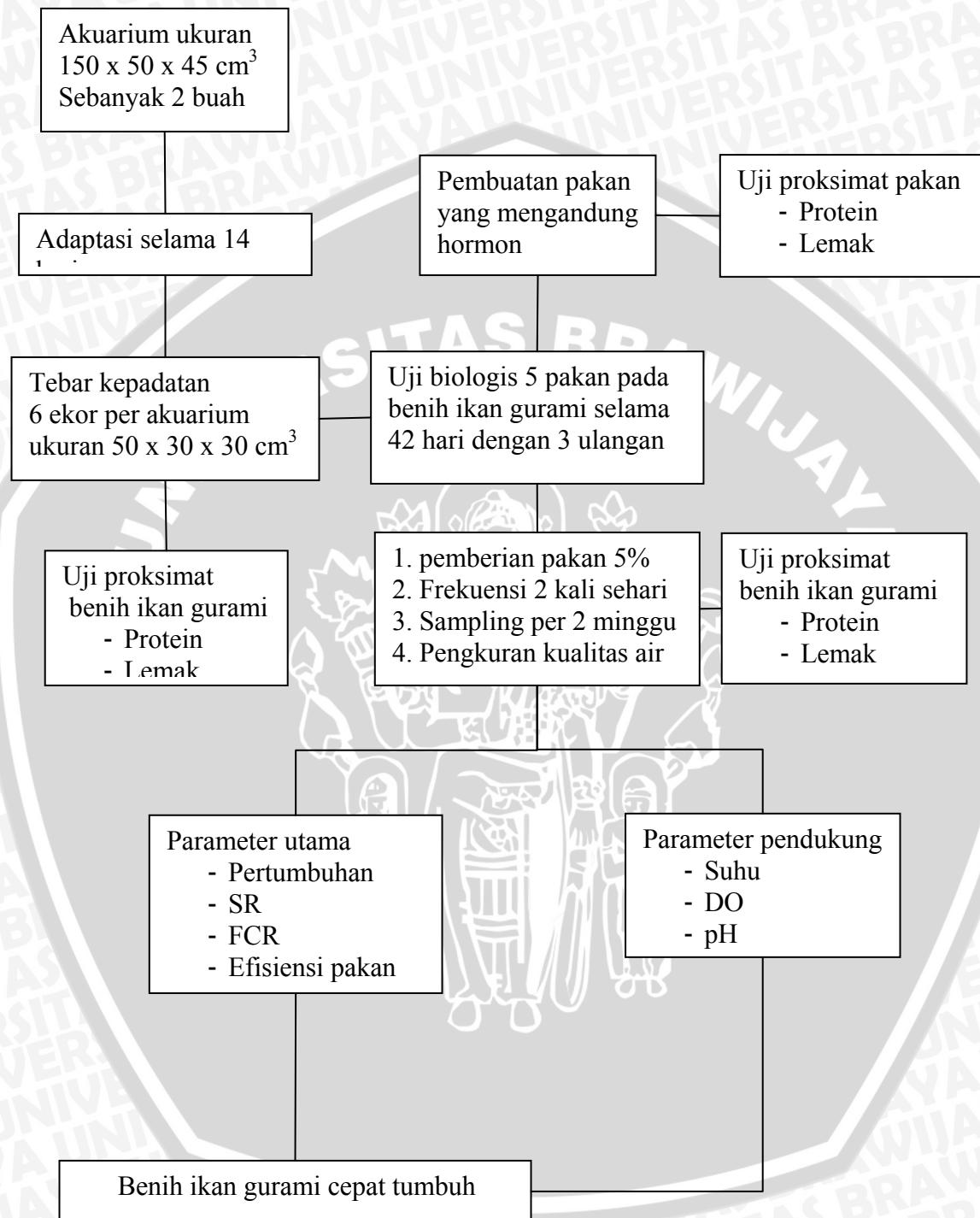
Nazir, M. 2005. **Metode Penelitian.** Ghalia Indonesia. Bogor.

Page, D. S. dan Soendoro. 1989. **Prinsip-Prinsip Biokimia.** Edisi kedua. Erlangga. Jakarta. 5 hal.

Puspawardoya, H. dan Djarijah, A.S. 1992. **Membudidayakan Ikan Gurami Secara Intensif.** Kanisius. Yogyakarta.

- Rahman, M.F. 2008. **Terapi Hormon Estradiol - 17 β dan Tiroksin untuk Peningkatan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Induk Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Sebagai Plasma Nutfah Indonesia.** Forum Institut Pertanian Bogor.
- Respati, H. dan Santoso, B. 1993. **Petunjuk Praktis Budidaya Ikan Gurami.** Kanisius. Yogyakarta. 13 hal.
- Rukmana, H.R. 2005. **Pembenihan dan Pembesaran Ikan Gurami.** Kanisius. Yogyakarta. 12-15 hal.
- Rustidja. 1996. **Maskulinisasi Ikan Nila.** Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Samidjan, I. 2006. **Rekayasa Teknologi Budidaya Ikan Hias Laut (*Amphiprion percula*) Dengan Menggunakan Kombinasi Pakan Buatan Dan Rebon.** Seminar Nasional Tahunan III Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Universitas Gadjah Mada.
- Subagio, H. 2005. **Sistem Hormonal Pada Krustasea I.** Jurnal Perikanan. Vol. 2 No. 1.
- Sunarya, U.P. 2006. **Gurami Soang.** Penebar Swadaya. Jakarta. 13-16 hal.
- Susanto, H. 1987. **Budidaya Ikan Gurame.** Penebar Swadaya. Jakarta. 14 hal
- _____. 1993. **Budidaya Ikan Dipekarangan.** Penebar Swadaya. Jakarta. 50 hal.
- Swain, S.K. dan Sahoo, P.K. 2003. **Effects of Feeding Triiodothyronine on Growth, Food Conversion and Disease Resistance of Goldfish, *Carassius auratus* (Linn.).** Asian Fisheries Science 16 : 291-298.
- Yamano, K. 2005. **The Role of Thyroid Hormone in Fish Development with Reference to Aquaculture.** Fisheries Research Agency. Farming Biology Division, National Research Institute of Aquaculture. Jepang.

Lampiran 1. Skema pelaksanaan penelitian



Lampiran 2. Alat, Bahan dan Ikan Dalam Penelitian

Akuarium pemeliharaan benih ikan gurami



Timbangan



Akuarium penampungan air



Hormon tiroksin



pH meter

Lampiran 2. Lanjutan



Pakan mengandung tiroksin



Lemari pendingin



Alat pembuat pakan berhormon



Alat untuk mengukur DO



Perlakuan B



Perlakuan C

Lampiran 2. Lanjutan



Perlakuan A

Perlakuan K



Perlakuan D

Lampiran 3. Data Perkembangan Benih Ikan Gurami Selama Penelitian

Data awal penelitian

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	K ₁	3,6	5,8	2,0
2		3,6	6,2	2,0
3		3,7	6,2	2,1
4		3,6	6,2	2,1
5		3,1	5,8	1,9
6		3,4	6,4	2,0
		Rata-rata	3,50	6,10
1	K ₂	3,7	6,2	2,1
2		3,3	6,0	2,0
3		3,7	6,2	2,1
4		3,0	6,0	1,9
5		3,3	5,9	2,0
6		3,0	5,5	1,9
		Rata-rata	3,32	5,97
1	K ₃	3,4	6,4	2,1
2		3,0	6,2	2,0
3		3,5	6,7	2,1
4		3,7	6,6	2,1
5		3,0	6,2	2,0
6		3,8	6,4	2,1
		Rata-rata	3,41	6,42
1	A ₁	3,5	6,2	2,0
2		3,3	6,2	2,0
3		3,0	6,0	1,9
4		3,7	6,5	2,1
5		3,6	6,4	2,1
6		3,3	6,2	2,0
		Rata-rata	3,40	6,25
1	A ₂	3,3	6,5	2,1
2		3,5	6,4	2,0
3		3,7	6,6	2,1
4		3,0	6,1	2,0
5		3,0	5,9	1,9
6		3,6	6,6	2,0
		Rata-rata	3,36	6,35
1	A ₃	3,2	6,1	2,0
2		3,7	6,3	2,1
3		3,8	6,6	2,1
4		3,8	6,3	2,0
5		3,2	5,6	1,9
6		3,3	6,3	2,0
		Rata-rata	3,51	6,20

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	B ₁	3,3	6,2	2,0
2		3,3	6,4	2,0
3		3,7	6,6	2,1
4		3,5	6,6	2,1
5		3,3	5,7	1,9
6		3,4	6,5	2,0
	Rata-rata	3,40	6,33	2,02
1	B ₂	3,6	6,2	2,1
2		3,9	6,5	2,1
3		3,9	6,2	2,1
4		3,6	6,3	2,1
5		3,6	6,4	2,1
6		3,6	6,4	2,1
	Rata-rata	3,69	6,33	2,10
1	B ₃	3,4	6,1	2,0
2		3,1	6,0	2,0
3		3,2	5,8	2,0
4		3,3	6,0	2,0
5		3,4	6,1	2,1
6		3,8	6,7	2,1
	Rata-rata	3,35	6,12	2,03
1	C ₁	3,3	6,0	2,0
2		3,5	6,0	2,0
3		3,1	5,9	2,0
4		3,8	6,7	2,1
5		3,9	6,7	2,1
6		3,8	6,6	2,1
	Rata-rata	3,57	6,32	2,05
1	C ₂	3,5	6,5	2,0
2		3,8	6,4	2,1
3		3,0	5,7	1,9
4		3,1	5,9	2,0
5		3,1	6,0	2,0
6		3,9	6,3	2,1
	Rata-rata	3,40	6,13	2,02
1	C ₃	3,1	5,6	1,9
2		3,4	6,4	2,1
3		3,5	6,0	2,1
4		3,3	6,0	1,9
5		3,8	6,3	2,1
6		3,8	6,4	2,0
	Rata-rata	3,48	6,12	2,02

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	D ₁	3,1	6,1	2,0
2		3,8	6,4	2,1
3		3,2	6,2	2,0
4		3,7	6,5	2,1
5		3,0	6,0	2,0
6		3,3	6,1	1,9
		Rata-rata	3,35	6,22
1	D ₂	3,2	6,0	2,0
2		3,6	6,5	2,0
3		3,6	6,4	2,0
4		3,9	6,7	2,1
5		3,3	5,8	2,0
6		3,7	6,2	2,1
		Rata-rata	3,55	6,27
1	D ₃	3,5	5,9	2,0
2		3,6	6,3	2,1
3		3,9	6,7	2,1
4		3,5	5,9	2,1
5		3,3	5,9	2,0
6		3,5	6,3	2,1
		Rata-rata	3,57	6,17
				2,07

Data minggu ke-2

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	K ₁	7,60	7,40	2,80
2		6,56	7,20	2,60
3		7,68	7,10	2,90
4		3,71	6,20	2,20
5		4,02	5,70	2,10
6		4,20	6,20	2,10
		Rata-rata	5,63	6,63
1	K ₂	5,90	7,10	2,50
2		4,49	6,50	2,40
3		5,10	6,70	2,50
4		4,50	6,70	2,30
5		5,20	7,10	2,40
6		4,57	6,60	2,30
		Rata-rata	4,96	6,78
				2,40

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	K ₃	5,50	6,90	2,40
2		4,64	6,80	2,30
3		5,42	6,70	2,30
4		mati	mati	mati
5		5,13	6,80	2,40
6		5,41	6,90	2,50
	Rata-rata	5,22	6,82	2,38
1	A ₁	5,76	7,00	2,40
2		4,92	6,60	2,30
3		4,41	6,70	2,30
4		5,52	7,10	2,40
5		4,42	6,50	2,40
6		4,95	6,50	2,40
	Rata-rata	5,00	6,73	2,37
1	A ₂	6,14	7,20	2,60
2		3,07	6,40	2,00
3		5,56	7,00	2,50
4		5,57	7,00	2,50
5		4,24	6,40	2,40
6		5,30	7,00	2,50
	Rata-rata	4,98	6,83	2,42
1	A ₃	4,69	6,70	2,30
2		5,36	6,70	2,40
3		3,98	6,40	2,10
4		5,33	7,00	2,40
5		4,96	6,70	2,30
6		4,63	6,60	2,30
	Rata-rata	4,83	6,68	2,30
1	B ₁	5,33	6,80	2,40
2		5,51	7,00	2,60
3		5,49	7,10	2,50
4		4,57	6,50	2,30
5		5,45	7,00	2,60
6		5,06	6,75	2,40
	Rata-rata	5,24	6,86	2,47
1	B ₂	6,01	7,50	2,60
2		5,52	7,40	2,50
3		5,03	6,90	2,30
4		3,94	6,40	2,20
5		4,86	6,70	2,50
6		5,50	7,20	2,50
	Rata-rata	5,14	7,02	2,43

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	B ₃	4,13	6,70	2,30
2		6,17	7,50	2,60
3		6,20	7,40	2,70
4		4,87	6,90	2,50
5		5,49	7,10	2,50
6		5,41	6,80	2,50
	Rata-rata	5,38	7,07	2,52
1	C ₁	5,12	7,00	2,60
2		5,32	7,10	2,60
3		4,05	6,40	2,30
4		4,98	6,90	2,40
5		5,97	7,40	2,60
6		5,07	6,90	2,40
	Rata-rata	5,09	6,95	2,48
1	C ₂	4,81	7,00	2,30
2		5,30	7,00	2,40
3		3,43	6,20	2,10
4		4,39	6,40	2,20
5		4,52	6,60	2,30
6		5,50	7,10	2,40
	Rata-rata	4,66	6,72	2,28
1	C ₃	5,34	7,00	2,50
2		5,57	7,00	2,60
3		3,50	6,70	2,40
4		5,91	7,10	2,60
5		6,04	7,00	2,70
6		5,60	7,00	2,40
	Rata-rata	5,33	6,97	2,53
1	D ₁	4,46	6,40	2,30
2		5,35	6,90	2,40
3		4,38	6,50	2,30
4		5,61	7,00	2,40
5		4,22	6,40	2,30
6		4,63	6,60	2,40
	Rata-rata	4,78	6,63	2,35
1	D ₂	5,64	6,90	2,50
2		4,32	6,50	2,30
3		5,57	7,10	2,50
4		5,70	7,00	2,60
5		6,09	7,20	2,60
6		4,53	6,40	2,30
	Rata-rata	5,31	6,85	2,47

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	B_3	4,92	6,70	2,50
2		4,96	6,70	2,40
3		4,67	6,50	2,30
4		4,44	6,70	2,40
5		4,49	6,70	2,30
6		4,87	6,80	2,40
	Rata-rata	4,73	6,68	2,38

Data Minggu ke-4

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	K_1	6,96	7,50	2,70
2		6,20	6,80	2,50
3		7,30	7,20	3,00
4		3,71	6,20	2,20
5		6,83	7,40	3,00
6		6,95	7,40	2,70
	Rata-rata	6,33	7,08	2,68
1	K_2	7,87	7,60	2,90
2		5,90	7,00	2,50
3		6,87	7,00	2,80
4		6,43	7,20	2,60
5		7,20	7,50	2,70
6		6,17	7,20	2,60
	Rata-rata	6,74	7,25	2,68
1	K_3	6,96	7,50	2,70
2		6,20	6,80	2,50
3		7,30	7,20	3,00
4		Mati	Mati	Mati
5		6,83	7,40	3,00
6		6,95	7,40	2,70
	Rata-rata	6,85	7,26	2,78
1	A_1	8,49	7,80	3,00
2		7,30	7,60	3,00
3		7,03	7,50	2,90
4		8,16	7,90	3,00
5		6,91	7,40	2,90
6		7,51	7,70	3,00
	Rata-rata	7,57	7,65	2,97

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	A ₂	9,26	8,00	3,10
2		6,70	7,20	2,80
3		8,15	7,90	3,00
4		9,05	8,10	3,20
5		6,90	7,50	2,80
6		8,16	8,00	3,00
		Rata-rata	8,04	7,78
1	A ₃	7,77	7,80	2,90
2		8,24	7,80	3,10
3		4,67	6,60	2,60
4		7,25	7,40	3,00
5		8,15	7,50	3,10
6		6,82	7,30	2,80
		Rata-rata	7,15	7,40
1	B ₁	5,97	7,00	2,70
2		9,68	8,00	3,20
3		9,03	8,00	3,20
4		8,57	7,80	3,00
5		6,33	7,10	2,80
6		9,22	7,90	3,10
		Rata-rata	8,13	7,63
1	B ₂	10,15	8,50	3,30
2		9,10	8,10	3,20
3		8,43	7,60	3,00
4		5,90	6,70	2,60
5		8,36	7,80	3,10
6		8,35	8,00	3,10
		Rata-rata	8,38	7,78
1	B ₃	5,12	6,70	2,50
2		10,37	8,20	3,40
3		9,70	8,10	3,30
4		7,64	7,60	3,00
5		8,50	7,70	3,10
6		8,49	8,00	3,10
		Rata-rata	8,30	7,72
1	C ₁	8,32	8,00	3,20
2		8,25	7,90	3,10
3		5,78	7,00	2,80
4		7,37	7,70	3,00
5		8,52	8,00	3,10
6		7,56	7,50	2,90
		Rata-rata	7,63	7,68

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	C_2	7,25	7,90	2,70
2		8,29	7,60	3,00
3		4,00	6,20	2,20
4		7,69	7,70	2,90
5		7,90	7,70	2,70
6		7,95	7,20	3,10
	Rata-rata	7,18	7,38	2,77
1	C_3	7,64	7,80	3,00
2		8,22	8,00	3,10
3		7,00	7,60	2,90
4		8,40	8,20	3,10
5		7,50	7,80	3,00
6		7,91	7,80	3,00
	Rata-rata	7,78	7,87	3,02
1	D_1	6,23	7,10	2,50
2		8,09	7,70	2,70
3		6,71	7,50	2,60
4		7,73	7,60	2,70
5		6,30	6,70	2,70
6		6,78	7,30	2,60
	Rata-rata	6,97	7,32	2,63
1	D_2	7,52	7,80	2,90
2		5,43	7,00	2,50
3		7,69	7,70	3,00
4		6,30	7,50	2,90
5		7,93	7,60	3,00
6		5,29	6,80	2,50
	Rata-rata	6,69	7,40	2,80
1	D_3	6,89	7,10	2,80
2		6,59	7,40	2,80
3		5,16	6,80	2,50
4		6,30	7,00	2,60
5		7,59	7,60	2,70
6		7,31	7,30	2,90
	Rata-rata	6,64	7,20	2,72

Lampiran 3. Lanjutan
Data minggu ke-6

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	K_1	8,81	8,00	2,90
2		7,74	7,90	2,90
3		8,42	7,90	2,90
4		7,14	7,70	2,70
5		8,55	8,00	3,10
6		8,51	7,80	2,90
	Rata-rata	8,20	7,88	2,90
1	K_2	8,39	7,60	2,80
2		8,82	7,40	2,70
3		8,18	7,70	3,00
4		7,96	8,30	2,80
5		8,79	8,10	2,90
6		7,64	7,80	2,80
	Rata-rata	8,30	7,82	2,83
1	K_3	8,96	8,00	3,00
2		8,70	7,80	2,90
3		8,50	8,20	3,00
4		Mati	Mati	Mati
5		5,98	7,50	2,50
6		5,37	7,10	2,50
	Rata-rata	7,50	7,72	2,78
1	A_1	9,89	8,60	3,30
2		9,23	8,20	3,10
3		9,90	8,10	3,00
4		10,67	8,70	3,30
5		9,15	8,10	3,10
6		10,02	8,50	3,20
	Rata-rata	9,81	8,37	3,17
1	A_2	12,56	9,10	3,20
2		9,34	8,00	3,10
3		10,53	8,60	3,20
4		11,99	9,00	3,30
5		9,80	8,30	3,20
6		11,77	9,00	3,30
	Rata-rata	11,00	8,67	3,22
1	A_3	10,26	8,50	3,20
2		11,15	8,60	3,20
3		5,11	6,70	2,00
4		9,40	8,20	3,10
5		11,03	8,30	3,30
6		9,67	7,80	2,90
	Rata-rata	9,44	8,02	2,95

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	B ₁	7,62	7,60	2,80
2		14,33	9,50	3,60
3		12,76	9,00	3,60
4		12,08	9,00	3,40
5		8,93	8,10	3,20
6		12,28	8,90	3,40
	Rata-rata	11,33	8,68	3,33
1	B ₂	14,00	9,50	3,70
2		12,21	9,10	3,50
3		11,65	8,80	3,40
4		6,51	7,20	2,90
5		11,21	8,10	3,50
6		10,48	8,20	3,40
	Rata-rata	11,01	8,48	3,40
1	B ₃	6,12	7,00	2,50
2		12,91	9,10	3,70
3		11,94	9,00	3,60
4		8,75	8,30	3,10
5		11,20	8,80	3,20
6		11,63	9,00	3,40
	Rata-rata	10,43	8,53	3,25
1	C ₁	11,41	8,60	3,50
2		10,74	8,40	3,40
3		7,63	7,60	3,10
4		10,00	8,60	3,50
5		11,13	8,50	3,40
6		9,77	8,30	3,20
	Rata-rata	10,11	8,33	3,35
1	C ₂	9,00	8,00	3,10
2		10,28	8,50	3,10
3		4,59	6,80	3,00
4		9,69	8,30	3,10
5		9,87	8,40	3,20
6		9,21	8,00	3,20
	Rata-rata	9,21	8,00	3,20
1	C ₃	9,41	8,40	3,00
2		10,87	8,80	3,40
3		10,27	8,70	3,20
4		11,06	8,70	3,40
5		10,27	8,60	3,30
6		10,99	8,70	3,30
	Rata-rata	10,48	8,65	3,27

Lampiran 3. Lanjutan

No.	Perlakuan	Berat	Panjang total	Lebar badan
1	D ₁	8,64	7,70	2,40
2		8,05	7,00	2,30
3		8,48	7,50	2,50
4		8,80	7,80	2,70
5		6,36	7,10	2,30
6		7,39	7,20	2,30
	Rata-rata	7,95	7,38	2,42
1	D ₂	5,87	7,70	2,40
2		6,28	7,20	2,50
3		7,82	7,50	2,80
4		9,92	8,30	3,00
5		9,35	7,90	3,00
6		9,08	8,00	2,80
	Rata-rata	8,05	7,77	2,75
1	D ₃	6,87	7,10	2,10
2		7,29	7,10	2,60
3		6,78	7,00	2,20
4		5,41	6,70	2,50
5		7,00	7,20	5,70
6		8,04	7,70	3,00
	Rata-rata	6,90	7,13	3,02

Lampiran 3. Lanjutan

Perlakuan	Berat rata-rata minggu ke-				Wt – W0
	0	2	4	6	
K ₁	3,50	5,63	6,33	8,20	4,70
K ₂	3,32	4,96	6,74	8,29	4,97
K ₃	3,41	5,22	6,85	8,32	4,91
A ₁	3,49	5,00	7,57	9,81	6,32
A ₂	3,36	4,98	8,04	9,85	6,49
A ₃	3,51	4,83	7,15	9,44	5,93
B ₁	3,40	5,24	8,13	11,33	7,93
B ₂	3,35	5,14	8,38	11,01	7,67
B ₃	3,35	5,38	8,30	10,43	7,08
C ₁	3,48	5,09	7,63	10,11	6,63
C ₂	3,40	4,66	7,18	9,77	6,37
C ₃	3,48	5,33	7,78	10,48	6,99
D ₁	3,35	4,78	6,97	8,10	4,76
D ₂	3,55	5,31	6,69	8,05	4,51
D ₃	3,57	4,73	6,64	6,87	3,30

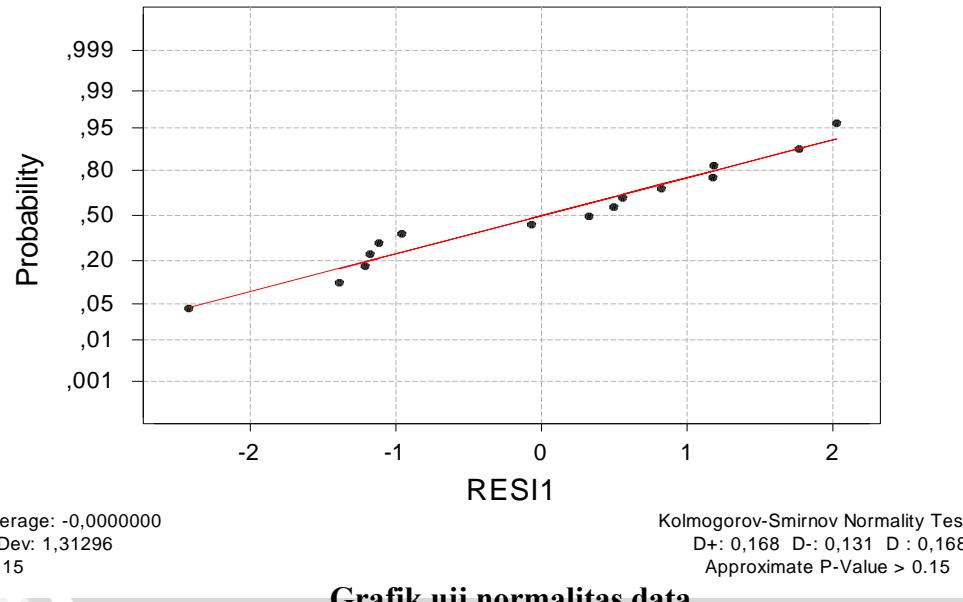


Lampiran 4. Data Pertumbuhan Mutlak Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya

Data pertumbuhan mutlak benih ikan gurami (gr)

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	4,7	4,97	4,91	14,580	4,860
2	6,32	6,49	5,93	18,740	6,247
4	7,93	7,67	7,08	22,680	7,560
6	6,63	6,37	6,99	19,990	6,663
8	4,76	4,51	3,30	12,570	4,190
Total	-	-	-	88,560	-

Normal Probability Plot



Grafik uji normalitas data

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Perhitungan jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{88,560^2}{15} = 522,858$$

Lampiran 4. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (4,70^2 + 4,97^2 + 4,91^2 + \dots + 3,30^2) - 522,858 \\ &= 24,390 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{14,58^2 + 18,74^2 + 22,68^2 + 19,99^2 + 12,57^2}{3} - 522,858 \\ &= 22,392 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= 24,390 - 22,392 \\ &= 1,997 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	22,392	5,598	28,018**	3,48	5,99
Acak	10	1,997	0,199			
Total	14	24,390				

F hitung lebih besar dari F tabel 1%, ini berarti hasilnya berbeda sangat nyata (**), maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) :

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2(0,199)}{3}} = 0,365$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (10)} \times \text{SED} \\ &= 2,228 \times 0,365 \\ &= 0,813 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (10)} \times \text{SED} \\ &= 3,169 \times 0,365 \\ &= 1,157 \end{aligned}$$

Uji beda nyata terkecil (BNT)

Rata-rata	D=4,190	K=4,860	A=6,247	C=6,663	B=7,560	Notasi
D=4,190	-	-	-	-	-	a
K=4,860	0,670 ^{ns}	-	-	-	-	a
A=6,247	2,057**	1,387**	-	-	-	b
C=6,663	2,473**	1,803**	0,416 ^{ns}	-	-	b
B=7,560	3,370**	2,700**	1,313**	0,897*	-	c

Lampiran 4. Lanjutan

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan (ppm) (X)	Total (Y)	Perbandingan			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
0	14,80	-2	2	-1	1
2	18,40	-1	-1	2	-4
4	22,80	0	-2	0	6
6	19,90	1	-1	-2	-4
8	12,70	2	2	1	1
$Q = \sum C_i \times T_i$		-3,12	8,02	-3,86	9,56
$Kr = (\sum C_i^2) \times r$		30	42	30	210
$JK \text{ regresi} = Q^2 / Kr$		0,256	21,130	0,678	0,329

$$\begin{aligned} JK \text{ regresi total} &= 0,256 + 21,130 + 0,678 + 0,329 \\ &= 22,392 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam regresi

Sumber Perlakuan	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%
1. Pelakuan	4	2,787	-	-	-	-
• Linier	1	0,256	0,256	0,674 ^{ns}	4,96	10,04
• Kuadratik	1	1,531	1,531	38,25 ^{**}		
• Kubik	1	0,497	0,497	12,25 ^{**}		
• Kuartik	1	0,435	0,435	11 ^{**}		
2. Acak	10	0,380	0,038			
3. Total	14					

Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik berbeda sangat nyata dan nilainya lebih tinggi dari linier, kubik dan kuartik, maka regresi kuadratik yang sesuai dengan respon.

Lampiran 4. Lanjutan

$$R^2 = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}}$$

$$R^2 = \frac{1,531}{1,531 + 0,38} = 0,80 \rightarrow r = \sqrt{0,80} = 0,89$$

Persamaan Regresi Kuadratik : $Y = bo + b_1X + b_2X^2$

Untuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{Dosis tiroksin}}{\text{Banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0 + 2 + 4 + 6 + 8}{5} = 4$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai d = 2.

Perhitungan Persamaan Regresi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \rightarrow U_j = \frac{X_j - 4}{2}$$

Perhitungan regresi kuadratik

X _j	U _j	U _j ²	U _j ⁴	Y _{ij}	U _j Y _{ij}	U _j ² Y _{ij}
0	-2	4	16	14,58	-29,16	58,32
2	-1	1	1	18,74	-18,74	18,74
4	0	0	0	22,68	0	0
6	1	1	1	19,99	19,99	19,99
8	2	4	16	12,57	25,14	50,28
20	0	10	34	88,560	-2,77	147,330

$$b_1 = \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \times \sum U_j^2}$$

$$b_1 = \frac{-2,77}{3 \times 10} = -0,092$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b^2 \times r \times \sum U_j^2 \dots \dots 2)$$

Lampiran 4. Lanjutan

$$\begin{aligned}\sum U_j^2 Y_{ij} &= b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_2 \times r \times \sum U_j^4 \dots \dots 3) \\ 147,330 &= b_0 \times 3 \times 10 + b_2 \times 3 \times 34 \times 1 \rightarrow 147,330 = 30b_0 + 102b^2 \\ 88,560 &= b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10 \times 2 \rightarrow \frac{177,120 = 30b_0 + 60b^2}{-29,79 = 42b^2} - \\ &b_2 = -0,709\end{aligned}$$

b₂ disubtitusikan ke persamaan 2), didapatkan :

$$88,560 = b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10$$

$$88,560 = 15b_0 + (-0,709) \times 3 \times 10$$

$$88,560 = 15b_0 - (2,76)$$

$$15b_0 = 88,560 + 21,27$$

$$b_0 = 7,322$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 7,322 - 0,092U_j - 0,709U_j^2 \dots \dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 7,322 - 0,092(X - 4)/2 - 0,709((X - 4)/2)^2$$

$$Y = 7,322 - 0,092X - 0,368/2 - 0,709(X^2 - 8X + 16)/4$$

$$Y = 7,322 - 0,092X + 0,368/2 - 0,709X^2 + 5,672X - 11,344/4$$

$$Y = 7,322 - 0,046X + 0,184 - 0,17725X^2 + 1,418X - 2,836$$

$$Y = 4,670 + 1,372X - 0,177X^2$$

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 4,670$$

$$X = 2 \text{ maka } Y = 7,060$$

$$X = 4 \text{ maka } Y = 7,326$$

$$X = 6 \text{ maka } Y = 6,530$$

$$X = 8 \text{ maka } Y = 4,318$$

Lampiran 4. Lanjutan

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 4,670 + 1,372X - 0,177X^2$$

$$Y' = 1,372 - 2(0,177)X$$

$$0 = 1,372 - 0,234X \longrightarrow X = \frac{1,372}{0,234}$$

$$X = 3,86$$

$$Y = 4,670 + 1,372X - 0,177X^2$$

$$Y = 4,670 + 1,372 (3,86) - 0,177 (3,86)^2$$

$$Y = 7,329$$

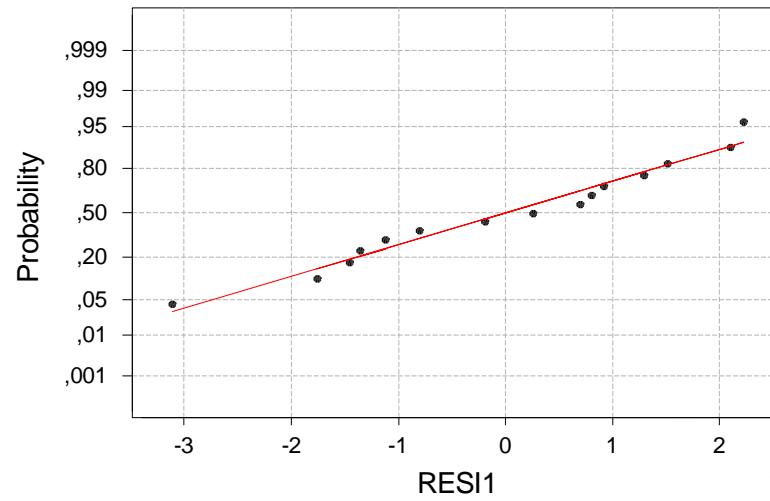


Lampiran 5. Data Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya

Data pertumbuhan relatif benih ikan gurami (%)

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	11,592	12,232	11,997	35,821	11,940
2	13,457	13,891	13,004	40,352	13,451
4	15,265	15,138	14,549	44,952	14,984
6	13,796	13,681	14,171	41,648	13,883
8	11,920	11,268	9,610	32,798	10,933
Total	-	-	-	195,571	-

Normal Probability Plot



Uji Normalitas

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Perhitungan jumlah kuadrat (JK):

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{195,571^2}{15} = 2549,868$$

Lampiran 5. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= (11,592^2 + 12,232^2 + 11,997^2 + \dots + 9,610^2) - 2549,868 \\
 &= 34,787 \\
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{35,821^2 + 40,352^2 + 44,952^2 + \dots + 32,798^2}{3} - 2549,868 \\
 &= 30,924 \\
 \text{JK Acak} &= 34,787 - 30,924 \\
 &= 3,863
 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	30,924	7,731	20,013 **	3,48	5,99
Acak	10	3,863	0,386			
Total	14	34,787				

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata
 (*) Berbeda nyata
 (**) Berbeda sangat nyata

F hitung lebih besar dari F tabel 1%, ini berarti hasilnya berbeda sangat nyata (**), maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) :

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2(0,386)}{3}} = 0,507$$

$$\text{BNT } 5\% = t \text{ tabel } 5\% (10) \times \text{SED}$$

$$= 2,228 \times 0,507$$

$$= 1,131$$

$$\text{BNT } 1\% = t \text{ tabel } 1\% (10) \times \text{SED}$$

$$= 3,169 \times 0,507$$

$$= 1,608$$

Lampiran 5 . Lanjutan

Uji beda nyata terkecil (BNT)

Rata-rata	D=10,933	K=11,940	A=13,451	C=13,883	B=14,984	Notasi
D=10,933	-	-	-	-	-	a
K=11,940	1,007 ^{ns}	-	-	-	-	a
A=13,451	2,518 ^{**}	1,511 [*]		-	-	b
C=13,883	2,950 ^{**}	1,943 ^{**}	0,432 ^{ns}	-	-	bc
B=14,984	4,051 ^{**}	3,044 ^{**}	1,533 [*]	1,101 ^{ns}	-	c

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi, maka dilanjutkan dengan perhitungan analisis regresi.

Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan (ppm)	Total	Perbandingan			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
(X)	(Y)				
0	35,821	-2	2	-1	1
2	40,352	-1	-1	2	-4
4	44,952	0	-2	0	6
6	41,648	1	-1	-2	-4
8	32,798	2	2	1	1
$Q = \sum C_i \cdot T_i$		-4,75	-34,666	-5,615	10,331
$Kr = (\sum C_i^2) \cdot r$		30	42	30	210
$JK \text{ regresi} = Q^2 / Kr$		0,752	28,613	1,051	0,508

$$JK \text{ total regresi} = 0,752 + 28,613 + 1,051 + 0,508$$

$$= 30,924$$

Tabel hasil sidik ragam regresi

Sumber Perlakuan	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Pelakuan	4	30,924	-	-	-	-
- Linier	1	0,752	0,752	0,195 ^{ns}	4,96	10,04
- Kuadratik	1	28,613	28,613	7,407 ^{**}		
- Kubik	1	1,051	1,051	0,272 ^{ns}		
- Kuartik	1	0,508	0,508	0,132 ^{ns}		
2. Acak	10	3,863				
3. Total	14					

Lampiran 5. Lanjutan

Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik berbeda sangat nyata dan nilainya lebih tinggi dari regresi linier, kubik dan kuartik ,maka regresi kuadratik merupakan regresi yang sesuai untuk digunakan.

$$R^2 = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}}$$

$$R^2 = \frac{28,613}{28,613 + 3,863} = 0,881$$

$$r = \sqrt{0,881} = 0,94$$

Persamaan Regresi Kuadratik : $Y = bo + b_1X + b_2X^2$

Untuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{dosis tiroksin}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0+2+4+6+8}{5} = 4$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai d = 2.

Perhitungan Persamaan Regresi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \rightarrow U_j = \frac{X_j - 4}{2}$$

Perhitungan regresi

X_j	U_j	U_j²	U_j⁴	Y_{ij}	U_jY_{ij}	U_j²Y_{ij}
0	-2	4	16	35,821	-71,642	143,284
2	-1	1	1	40,352	-40,352	40,352
4	0	0	0	44,952	0	0
6	1	1	1	41,648	41,648	41,648
8	2	4	16	32,798	65,596	131,192
20	0	10	34	195,571	-4,75	356,476

Lampiran 5. Lanjutan

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \times \sum U_j^2} \\ &= \frac{-4,75}{3 \times 10} \\ &= -0,158 \end{aligned}$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b^2 \times r \times \sum U_{ij}^2 \dots \dots 2)$$

$$\sum U_{ij}^2 Y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b^2 \times r \times \sum U_j^4 \dots \dots 3)$$

$$356,476 = b_0 \times 3 \times 10 + b^2 \times 3 \times 34 \times 1 \rightarrow 356,476 = 30b_0 + 102b^2$$

$$195,571 = b_0 \times 15 + b^2 \times 3 \times 10 \quad \times 2 \rightarrow \frac{391,142 = 30b_0 + 60b^2}{-34,66 = 42b^2} -$$

$$b^2 = -0,825$$

b₂ disubtitusikan ke persamaan 2), didapatkan :

$$195,571 = b_0 \times 15 + b^2 \times 3 \times 10$$

$$195,571 = 15b_0 + (-0,825) \times 3 \times 10$$

$$195,571 = 15b_0 + (24,75)$$

$$15b_0 = 195,571 + 24,75$$

$$b_0 = 14,688$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 14,688 - 0,158U_j - 0,825U_j^2 \dots \dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 14,688 - 0,158U_j - 0,825U_j^2$$

$$Y = 14,688 - 0,158((X - 4)/2) - 0,825(X - 4)/2)^2$$

$$Y = 14,688 - 0,158[(X - 4)/2] - 0,825[(X^2 - 8x + 16)/4]$$

$$Y = 14,688 + (-0,158X + 0,632/2) + (0,825X^2 + 6,6X - 13,20/4)$$

$$Y = 14,688 - 0,079X + 0,316 - 0,206X^2 + 1,65X - 3,30$$

$$Y = 11,704 + 1,5716X - 0,2063X^2$$

Lampiran 5. Lanjutan

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 11,704$$

$$X = 2 \text{ maka } Y = 14,022$$

$$X = 4 \text{ maka } Y = 14,689$$

$$X = 6 \text{ maka } Y = 13,707$$

$$X = 8 \text{ maka } Y = 11,074$$

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 11,704 + 1,5716X - 0,2063X^2$$

$$Y' = 1,5716 - 2(0,2063)X$$

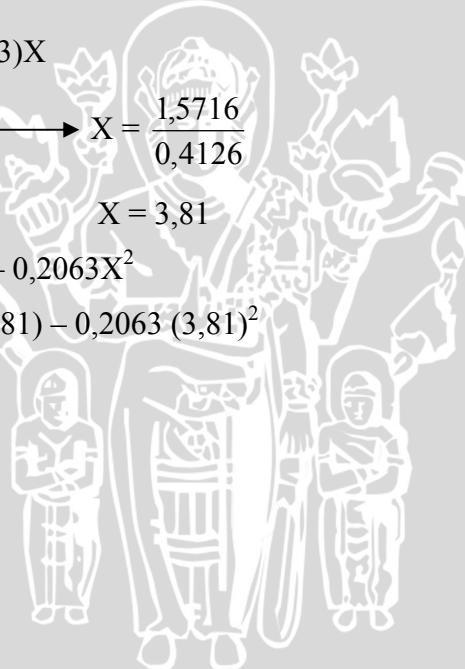
$$0 = 1,5716 - 0,4126X \longrightarrow X = \frac{1,5716}{0,4126}$$

$$X = 3,81$$

$$Y = 11,704 + 1,5716X - 0,2063X^2$$

$$Y = 11,704 + 1,5716(3,81) - 0,2063(3,81)^2$$

$$Y = 14,697 \%$$

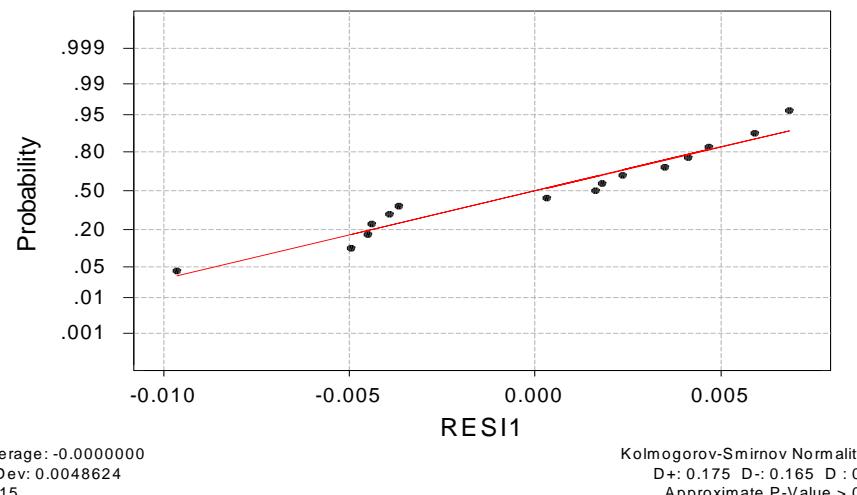


Lampiran 6. Data Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR) Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya

Data SGR rata-rata benih ikan gurami

Perlakuan	Berat Rata-Rata Minggu Ke-				SGR (%)
	0	2	4	6	
K1	3,5	5,63	6,33	8,20	2,028
K2	3,32	4,96	6,74	8,29	2,178
K3	3,41	5,22	6,85	8,32	2,123
A1	3,49	5,00	7,57	9,81	2,461
A2	3,36	4,98	8,04	9,85	2,559
A3	3,51	4,83	7,15	9,44	2,357
B1	3,40	5,24	8,13	11,33	2,864
B2	3,35	5,14	8,38	11,01	2,837
B3	3,35	5,38	8,30	10,43	2,707
C1	3,48	5,09	7,63	10,11	2,538
C2	3,4	4,66	7,18	9,77	2,512
C3	3,48	5,33	7,78	10,48	2,622
D1	3,35	4,78	6,97	8,10	2,105
D2	3,55	5,31	6,69	8,05	1,951
D3	3,57	4,73	6,64	6,87	1,557

Normal Probability Plot



Grafik uji normalitas

Lampiran 6. Lanjutan

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Data SGR benih ikan gurami setelah di transformasi ke dalam akar

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata
	1	2	3		
0	1,424	1,476	1,457	4,296	1,432
2	1,569	1,600	1,535	4,704	1,568
4	1,692	1,684	1,645	5,021	1,674
6	1,593	1,585	1,619	4,797	1,599
8	1,451	1,397	1,248	4,096	1,365
Total	-	-	-	22,975	-

Perhitungan jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{22,975^2}{15} = 35,190$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (0,1424^2 + 1,476^2 + 1,457^2 + \dots + 1,248^2) - 35,190 \\ &= 0,207 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{4,357^2 + 4,704^2 + 5,021^2 + 4,797^2 + 4,096^2}{3} - 35,190 \\ &= 0,180 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= 0,207 - 0,180 \\ &= 0,027 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,180	0,05	16,364**	3,48	5,99
Acak	10	0,028	0,003			
Total	14	0,207				

Lampiran 6. Lanjutan

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

F hitung Lebih besar dari F tabel 1%, ini berarti hasilnya berbeda sangat nyata (**), maka dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

Perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) :

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2(0,003)}{3}} = 0,043$$

$$\begin{aligned}\text{BNT } 5\% &= t \text{ tabel } 5\% (\text{db acak}) \times \text{SED} \\ &= 2,228 \times 0,043 \\ &= 0,074\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{BNT } 1\% &= t \text{ tabel } 1\% (\text{db acak}) \times \text{SED} \\ &= 3,169 \times 0,043 \\ &= 0,136\end{aligned}$$

Uji beda nyata terkecil (BNT)

Rata-rataa	D=1,365	K=1,452	A=1,568	C=1,599	B=1,674	Notasi
D=1,365	-	-	-	-	-	a
K=1,432	0,067 ^{ns}	-	-	-	-	a
A=1,568	0,203 ^{**}	0,116 [*]	-	-	-	b
C=1,599	0,234 ^{**}	0,147 ^{**}	0,031 ^{ns}	-	-	bc
B=1,674	0,309 ^{**}	0,222 ^{**}	0,106 ^{**}	0,075 ^{**}	-	c

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Lampiran 6. Lanjutan

Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi maka dilanjutkan dengan analisis regresi.

Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan (ppm)	Total	Perbandingan			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
(X)	(Y)				
0	4,357	-2	2	-1	1
2	4,704	-1	-1	2	-4
4	5,021	0	-2	0	6
6	4,797	1	-1	-2	-4
8	4,096	2	2	1	1
$Q = \sum C_i \cdot T_i$	-	-0,429	-2,637	-0,447	0,575
$Kr = (\sum C_i^2) \cdot r$	-	30	42	30	210
$JK \text{ regresi} = Q^2 / Kr$	-	0,006	0,166	0,007	0,002

$$JK \text{ total regresi} = 0,006 + 0,166 + 0,007 + 0,002$$

$$= 0,180$$

Analisis sidik ragam regresi

Sumber perlakuan	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
1. Pelakuan	4	0,18	-	-	-	-
- Linier	1	0,006	0,006	0,218 ^{ns}	4,96	10,04
- Kuadratik	1	0,166	0,166	6,036*		
- Kubik	1	0,007	0,007	0,255 ^{ns}		
- Kuartik	1	0,002	0,002	0,073 ^{ns}		
2. Acak	10	0,027	0,003			
3. Total	14					

Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik berbeda sangat nyata dan nilainya lebih tinggi dari regresi linier, kubik dan kuartik ,maka regresi kuadratik merupakan regresi yang sesuai untuk digunakan.

Lampiran 6. Lanjutan

$$R^2 = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}}$$

$$R^2 = \frac{0,166}{0,166 + 0,0275} = 0,8579$$

$$r = \sqrt{0,8579} = 0,92$$

Persamaan Regresi Kuadratik : $Y = b_0 + b_1x + b_2x^2$

Untuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{dosis tiroksin}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0 + 2 + 4 + 6 + 8}{5} = 4$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai d = 2.

$$\text{Perhitungan Persamaan Regresi} \rightarrow U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \quad U_j = \frac{X_j - 4}{2}$$

Perhitungan regresi kuadratik

X _j	U _j	U _j ²	U _j ⁴	Y _{ij}	U _j Y _{ij}	U _j ² Y _{ij}
0	-2	4	16	4,357	-8,714	17,428
2	-1	1	1	4,704	-4,704	4,704
4	0	0	0	5,021	0	0
6	1	1	1	4,797	4,797	4,797
8	2	4	16	4,096	8,192	16,384
20	0	10	34	22,975	-0,429	43,313

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \cdot \sum U_j^2} \\ &= \frac{-0,429}{3 \times 10} \\ &= -0,0143 \end{aligned}$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b^2 \times r \times \sum U_j^2 \dots \dots 2)$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$\begin{aligned}\sum U_j^2 Y_{ij} &= b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b^2 \times r \times \sum U_j^4 \dots\dots 3) \\ 43,313 &= b_0 \times 3 \times 10 + b_2 \times 3 \times 34 \rightarrow x1 \quad 43,313 = 30b_0 + 102b^2 \\ 22,975 &= b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10 \quad \rightarrow x2 \quad \frac{45,950 = 30b_0 + 60b^2}{-2,637 = 42b^2} - \\ &\quad b_2 = -0,0628\end{aligned}$$

b₂ disubtitusikan ke persamaan 1), didapatkan :

$$43,313 = b_0 \times 30 + b^2 \times 3 \times 34$$

$$43,313 = 30b_0 + (-0,0628) \times 102$$

$$43,313 = 30b_0 + (-6,4056)$$

$$30b_0 = 43,313 + 6,4056$$

$$b_0 = 1,6573$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 1,6573 - 0,01437U_j - 0,0628U_j^2 \dots\dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 1,6573 - 0,01437U_j - 0,0628U_j^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 1,6573 - 0,01437((X - 4)/2) - 0,0628((X - 4)/2)^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 1,6573 + -0,01437 [(X - 4)/2] - 0,0628 [(X^2 - 8x + 16)/4]$$

$$Y = 1,6573 + (-0,01437X + 0,0574/2) + (-0,0628X^2 + 0,5024X - 1,0048/4)$$

$$Y = 1,6573 - 0,0072X + 0,0287 - 0,0157 X^2 + 0,1256X - 0,2512$$

$$Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$$

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 1,434$$

$$X = 2 \text{ maka } Y = 1,608$$

$$X = 4 \text{ maka } Y = 1,656$$

$$X = 6 \text{ maka } Y = 1,579$$

$$X = 8 \text{ maka } Y = 1,376$$

Lampiran 6. Lanjutan

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$$

$$Y' = 0,1184 - 2(0,0157)X$$

$$0 = 0,1184 - 0,0314X \longrightarrow X = \frac{0,1184}{0,0314}$$

$$X = 3,77$$

$$Y = 1,434 + 0,1184X - 0,0157 X^2$$

$$Y = 1,434 + 0,1184(3,77) - 0,0157(3,77)^2$$

$$Y = 1,821 \% \text{ bb/hari}$$

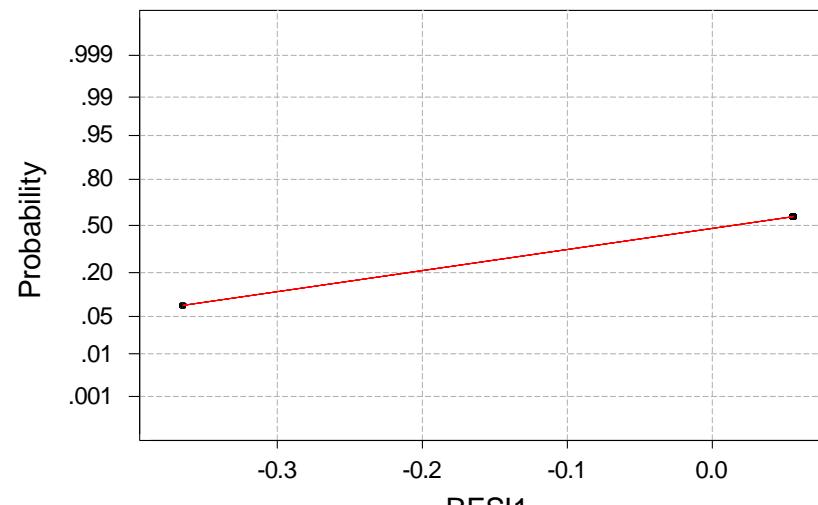


Lampiran 7. Data kelulushidupan benih ikan gurami dan Perhitungan Statistik

Data jumlah benih ikan gurami selama penelitian

Perlakuan	Jumlah benih ikan gurami minggu ke-				SR (%)
	0	2	4	6	
K1	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
K2	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
K3	5,00	6,00	6,00	6,00	83,33
A1	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
A2	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
A3	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
B1	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
B2	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
B3	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
C1	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
C2	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
C3	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
D1	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
D2	6,00	6,00	6,00	6,00	100,00
D3	6,00	6,00	6,00	5,00	83,33

Normal Probability Plot



Average: -0.0000000
 StDev: 0.148135
 N: 15

Kolmogorov-Smirnov Normality Test
 D+: 0.093 D-: 0.114 D : 0.114
 Approximate P-Value > 0.15

Grafik uji normalitas

Lampiran 7. Lanjutan

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Data kelulushidupan benih ikan gurami setelah di akar kuadrat

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	10,000	10,000	9,129	29,13	9,71
2	10,000	10,000	10,000	30,00	10,00
4	10,000	10,000	10,000	30,00	10,00
6	10,000	10,000	10,000	30,00	10,00
8	10,000	10,000	9,129	29,13	9,71
Total	-	-	-	148,260	-

Perhitungan jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{148,260^2}{15} = 1465,362$$

$$\text{JK Total} = (10,000^2 + 10,000^2 + 10,000^2 + \dots + 9,129^2) - 1465,362$$

$$= 1,315$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{9,710^2 + 10,000^2 + 10,000^2 + 10,000^2 + 9,710^2}{3} - 1465,362$$

$$= 0,303$$

$$\text{JK Acak} = 1,315 - 0,303$$

$$= 1,012$$

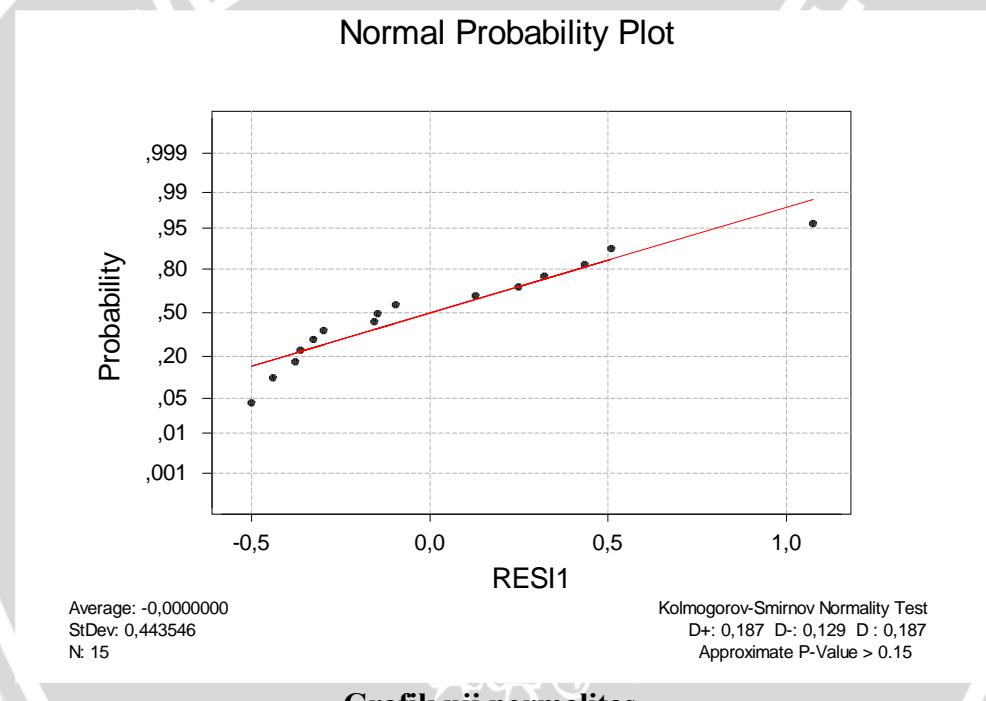
Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,303	0,076	0,749 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	1,012	0,101			
Total	14	1,315				

Lampiran 8. Rasio Konversi Pakan Benih Ikan Gurami dan Perhitungannya

Data FCR pakan benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	2,302	2,116	2,376	6,794	2,265
2	1,778	1,767	1,828	5,373	1,791
4	1,481	1,541	1,683	4,705	1,568
6	1,711	1,675	1,660	5,046	1,682
8	2,222	2,416	3,170	7,808	2,603
Total	-	-	-	29,726	-

**Grafik uji normalitas**

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Perhitungan jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{29,726^2}{15} = 58,909$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (2,302^2 + 2,116^2 + 2,376^2 + \dots + 3,170^2) - 58,909 \\ &= 2,851 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{06,794^2 + 5,373^2 + 4,705^2 + 5,046^2 + 7,808^2}{3} - 58,909 \\ &= 2,289 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Acak} &= 2,851 - 2,289 \\ &= 0,562 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,289	0,57	10,17**	3,48	5,99
Acak	10	0,562	0,06			
Total	14					

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) :

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2(0,06)}{3}} = 0,194$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t \text{ tabel } 5\% (10) \times \text{SED} \\ &= 2,228 \times 0,194 \\ &= 0,431 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t \text{ tabel } 1\% (10) \times \text{SED} \\ &= 3,169 \times 0,194 \\ &= 0,614 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Lanjutan

Uji beda nyata terkecil (BNT)

Rata-rata	D=2,603	K=2,265	A=1,791	C=1,682	B=1,568	Notasi
D=2,603	-	-	-	-	-	a
K=2,265	0,338 ^{ns}	-	-	-	-	a
A=1,791	0,812 **	0,474 *	-	-	-	b
C=1,682	0,921 **	0,583 *	0,109 ^{ns}	-	-	b
B=1,568	1,034 **	0,697 **	0,223 ^{ns}	0,113 ^{ns}	-	b

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi.

Perhitungan uji polinomial orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
(X)	(Y)				
0	6,794	-2	2	-1	1
2	5,373	-1	-1	2	-4
4	4,705	0	-2	0	6
6	5,046	1	-1	-2	-4
8	7,808	2	2	1	1
$Q = \sum C_i \cdot T_i$	-	1,701	9,376	1,669	1,159
$Kr = (\sum C_i^2) \cdot r$	-	30	42	30	210
$JK \text{ regresi} = Q^2 / Kr$	-	0,096	2,093	0,093	0,006

$$JK \text{ total regresi} = 0,096 + 2,093 + 0,093 + 0,006$$

$$= 2,289$$

Analisis sidik ragam regresi

SK	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%
1. Pelakuan	4	2,289	-	-	-	-
- Linier	1	0,096	0,096	1,708 ^{ns}	4,96	10,04
- Kuadratik	1	2,093	2,093	37,242 **		
- Kubik	1	0,093	0,093	1,655 ^{ns}		
- Kuartik	1	0,006	0,006	0,107 ^{ns}		
2. Acak	10	0,562				
3. Total	14					

Lampiran 8. Lanjutan

Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik berbeda sangat nyata dan nilainya lebih tinggi dari regresi linier, kubik dan kuartik ,maka regresi kuadratik merupakan regresi yang sesuai untuk digunakan.

$$R^2 = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}}$$

$$R^2 = \frac{2,093}{2,093 + 0,562} = 0,788$$

$$r = \sqrt{0,788} = 0,887$$

Persamaan regresi kuadratik : $Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2$

Perhitungan regresi kuadratik

X _j	U _j	U _j ²	U _j ⁴	Y _{ij}	U _j Y _{ij}	U _j ² Y _{ij}
0	-2	4	16	6,794	-13,588	27,176
2	-1	1	1	5,373	-5,373	5,373
4	0	0	0	4,705	0,000	0,000
6	1	1	1	5,046	5,046	5,046
8	2	4	16	7,808	15,617	31,233
20	0	10	34	29,726	1,701	68,828

$$\sum U_j Y_{ij} = b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$b_1 = \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \times \sum U_j^2}$$

$$= \frac{1,701}{3 \times 10} = 0,057$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b^2 \times r \times \sum U_j^2 \dots \dots 2)$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b^2 \times r \times \sum U_j^4 \dots \dots 3)$$

$$29,726 = b_0 \times 15 \times + b_2 \times 3 \times 10 \times 2 \rightarrow 59,452 = 30b_0 + 60b^2$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$68,828 = b_0 \times 3 \times 10 + b_2 \times 3 \times 34 \times 1 \rightarrow \frac{68,828 = 30b_0 + 102b^2}{- 9,376 = -42b^2}$$
$$b_2 = 0,223$$

b₂ disubtitusikan ke persamaan 1), didapatkan :

$$29,726 = b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10$$

$$29,726 = 15b_0 + (0,223) \times 3 \times 10$$

$$29,726 = 15b_0 + (6,690)$$

$$15b_0 = 29,726 - 5,952$$

$$b_0 = 1,585$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 1,585 + 0,057 + 0,223Uj^2 \dots \dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 1,585 + 0,057 + 0,223Uj^2$$

$$Y = 1,585 + 0,057 ((X - 4)/2) + 0,223 ((X - 4)/2)^2$$

$$Y = 1,585 + 0,057 [(X - 4)/2] + 0,223 [(X^2 - 8X + 16)/4]$$

$$Y = 1,585 + (0,057X - 0,228/2) + (0,223X^2 - 1,784X + 3,568/4)$$

$$Y = 1,585 + 0,029X - 0,114 + 0,0558X^2 - 0,446X + 0,892$$

$$Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$$

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 2,315$$

$$X = 2 \text{ maka } Y = 2,314$$

$$X = 4 \text{ maka } Y = 1,536$$

$$X = 6 \text{ maka } Y = 1,816$$

$$X = 8 \text{ maka } Y = 2,542$$

Lampiran 8. Lanjutan

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$$

$$Y' = 0,418 - 2(0,0558)X$$

$$0 = 0,418 - 0,1116X \longrightarrow X = \frac{0,418}{0,1116}$$

$$X = 3,75$$

$$Y = 2,3148 - 0,418X + 0,0558X^2$$

$$Y = 2,3148 - 0,418(3,75) + 0,0558(3,75)^2$$

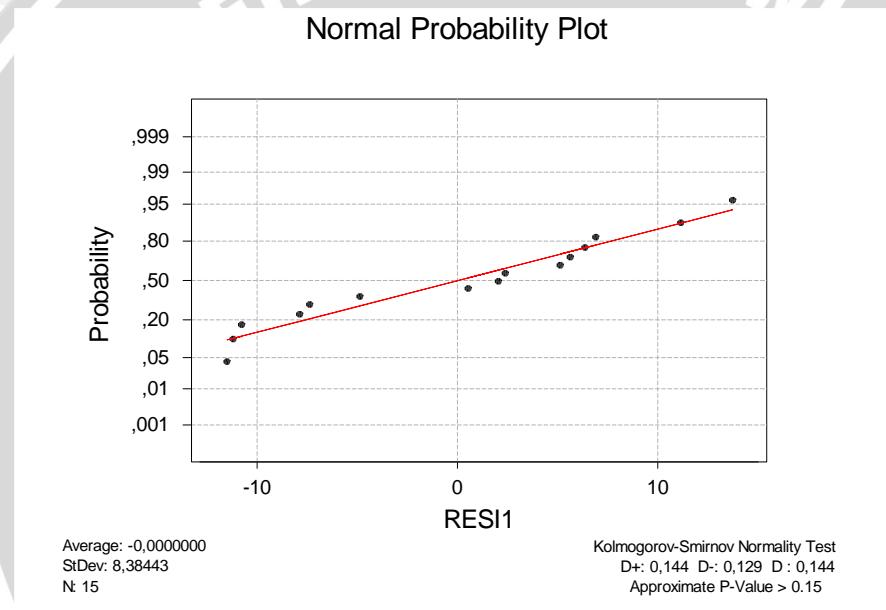
$$Y = 0,975$$



Lampiran 9. Efisiensi Pakan Benih Ikan Gurami dan Perhitungan Statistiknya

Data efisiensi pakan benih ikan gurami (%)

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	43,443	47,265	49,763	140,471	46,824
2	56,241	56,579	54,719	167,539	55,846
4	67,519	64,908	59,403	191,830	63,943
6	58,459	59,705	60,240	178,404	59,468
8	45,001	41,388	42,114	128,503	42,834
Total	-	-	-	806,747	-



Grafik uji normalitas

Nilai Kolmogorov < dari nilai Kolmogorov tabel (0,304) P-value > 15%, dapat disimpulkan bahwa data telah terdistribusi secara Normal.

Perhitungan jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{806,747^2}{15} = 43389,381$$

$$\text{JK Total} = (43,443^2 + 47,265^2 + 49,763^2 + \dots + 42,114^2) - 43389,381$$

$$= 989,877$$

Lampiran 9. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \frac{140,471^2 + 167,539^2 + 191,830^2 + \dots + 128,503^2}{3} - 43389,381 \\ &= 924,349 \\ \text{JK Acak} &= 989,877 - 924,349 \\ &= 65,528 \end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	924,35	231,09	35,27 **	3,48	5,99
Acak	10	65,528	6,55			
Total	14	989,877				

Perhitungan uji beda nyata terkecil (BNT) :

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2(65,528)}{3}} = 2,090$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\% (10)} \times \text{SED} \\ &= 2,228 \times 2,090 \\ &= 4,657 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\% (10)} \times \text{SED} \\ &= 3,169 \times 2,090 \\ &= 6,624 \end{aligned}$$

Uji beda nyata terkecil (BNT)

Rata-rata	D=42,83 4	K=46,82 4	A=55,84 6	C=59,46 8	B=63,94 3	Notasi
D=42,834	-	-	-	-	-	a
K=46,824	3,99 ^{ns}	-	-	-	-	a
A=55,846	13,012 **	9,022 **	-	-	-	b
C=59,468	16,634 **	12,644 **	3,622 ^{ns}	-	-	b
B=63,943	21,109 **	17,119 **	8,097 **	4,475 ^{ns}	-	b

Lampiran 9. Lanjutan

Keterangan : (ns) Tidak berbeda nyata

(*) Berbeda nyata

(**) Berbeda sangat nyata

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi (polinomial orthogonal).

Analisis uji polinomial orthogonal

Perlakuan (X)	Total (Y)	Perbandingan			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
0 ppm	140,471	-2	2	-1	1
2 ppm	167,539	-1	-1	2	-4
4 ppm	191,83	0	-2	0	6
6 ppm	178,404	1	-1	-2	-4
8 ppm	128,503	2	2	1	1
$Q = \sum C_i \cdot T_i$		-13,071	-191,655	-33,698	36,182
$Kr = (\sum C_i^2) \cdot r$		30	42	30	210
JK regresi = Q^2 / Kr		5,695	874,562	37,852	6,234

$$JK \text{ total regresi} = 5,695 + 874,562 + 37,852 + 6,234$$

$$= 924,343$$

Analisis sidik ragam regresi

SK	Db	JK	KT	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%
1. Pelakuan	4	924,343	-	-	-	-
□ Linier	1	5,695	5,695	0,869 ^{ns}	4,96	10,04
□ Kuadratik	1	874,563	874,563	133,464 ^{**}		
□ Kubik	1	37,852	37,852	5,970 [*]		
□ Kuartik	1	6,340	6,340	0,968 ^{ns}		
2. Acak	10	65,528	6,553			
3.Total	14					

Keterangan : ns = Tidak berbeda nyata

(**) = Berbeda sangat nyata

Lampiran 9. Lanjutan

Karena regresi kuadratik berbeda sangat nyata dan nilainya lebih tinggi dari regresi linier, kubik dan kuartik ,maka regresi kuadratik merupakan regresi yang sesuai untuk digunakan.

$$R^2 = \frac{JK \text{ kuadratik}}{JK \text{ kuadratik} + JK \text{ acak}}$$

$$R^2 = \frac{874,563}{874,563 + 65,528} = 0,930$$

$$r = \sqrt{0,930} = 0,96$$

Persamaan Regresi Kuadratik : $Y = bo + b_1x + b_2x^2$

Utuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d}, \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{dosis tiroksin}}{\text{banyaknya perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0 + 2 + 4 + 6 + 8}{5} = 4$$

d adalah selang perlakuan, maka nilai d = 2.

Perhitungan Persamaan Regresi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \rightarrow U_j = \frac{X_j - 4}{2}$$

Analisis perhitungan regresi kuadratik

X_j	U_j	U_j²	U_j⁴	Y_{ij}	U_jY_{ij}	U_j²Y_{ij}
0	-2	4	16	140,471	-280,942	561,884
2	-1	1	1	167,539	-167,539	167,539
4	0	0	0	191,83	0	0
6	1	1	1	178,404	178,404	178,404
8	2	4	16	128,503	257,006	514,012
20	0	10	34	806,747	-13,071	1421,839

Lampiran 9. Lanjutan

$$\sum U_j Y_{ij} = b_1 \times r \times \sum U_j$$

$$b_1 = \frac{\sum U_j \cdot Y_{ij}}{r \cdot \sum U_j^2}$$

$$= \frac{-13,071}{3x10} = -0,436$$

$$\sum Y_{ij} = b_0 \times n + b^2 \times r \times \sum U_j^2 \dots\dots 2)$$

$$\sum U_j^2 Y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b^2 \times r \times \sum U_j^4 \dots\dots 3)$$

$$806,747 = b_0 \times 15 + b^2 \times 3 \times 10 \quad \times 2 \rightarrow 1613,494 = 30b_0 + 60b^2$$

$$1421,839 = b_0 \times 3 \times 10 + b^2 \times 3 \times 34 \quad \times 1 \rightarrow \frac{1421,839 = 30b_0 + 102b^2}{191,655 = -42b^2}$$

$$b_2 = -4,563$$

b_2 disubtitusikan ke persamaan 2), didapatkan :

$$806,747 = b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10$$

$$806,747 = 15b_0 + (-4,563) \times 3 \times 10$$

$$806,747 = 15b_0 + (-136,890)$$

$$15b_0 = 806,747 + 136,890$$

$$b_0 = 62,909$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = 62,909 - 0,436U_j - 4,563U_j^2 \dots\dots 4)$$

Dari persamaan 1) dan 4) didapatkan :

$$Y = 62,909 - 0,436U_j - 4,563U_j^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 62,909 - 0,436U_j - 4,563U_j^2 \dots\dots 4)$$

$$Y = 62,909 - 0,436 ((X - 4)/2) - 4,563 ((X - 4)/2)^2$$

$$Y = 62,909 - 0,436 [(X - 4)/2] - 4,563 [(X^2 - 8X + 16)/4]$$

$$Y = 62,909 - (0,436X + 1,744/2) + (-4,563X^2 + 36,504X - 73,008/4)$$

$$Y = 62,909 - 0,218X + 0,872 - 1,141X^2 + 9,126X - 18,252$$

$$Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$$

Lampiran 9. Lanjutan

Sehingga untuk perlakuan :

$$X = 0 \text{ maka } Y = 45,528$$

$$X = 2 \text{ maka } Y = 58,784$$

$$X = 4 \text{ maka } Y = 62,292$$

$$X = 6 \text{ maka } Y = 57,936$$

$$X = 8 \text{ maka } Y = 43.832$$

Selanjutnya mencari titik puncak

$$Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$$

$$Y' = 8,908 + 2(-1,140)X$$

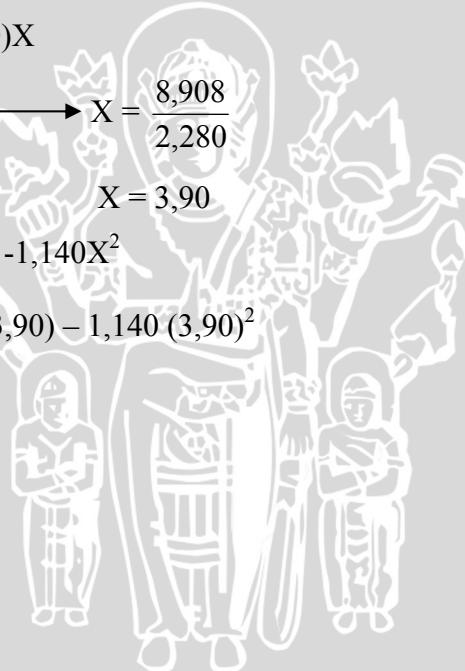
$$0 = 8,908 - 2,280X \longrightarrow X = \frac{8,908}{2,280}$$

$$X = 3,90$$

$$Y = 45,528 + 8,908X - 1,140X^2$$

$$Y = 45,528 + 8,908(3,90) - 1,140(3,90)^2$$

$$Y = 62,929 \%$$



Lampiran 10. Hubungan Panjang dan Berat Benih Ikan Gurami Serta Perhitungannya

Data panjang dan berat benih ikan gurami

No.	Berat (gr)	Panjang (cm)	Log W	Log L	Log W x Log L	Log L ²
1	9,96	8,30	0,9983	0,9191	0,9175	0,8447
2	8,70	7,80	0,9395	0,8921	0,8381	0,7958
3	9,80	8,40	0,9912	0,9243	0,9162	0,8543
4	5,87	6,50	0,7686	0,8129	0,6248	0,6608
5	6,37	7,10	0,8041	0,8513	0,6845	0,7246
6	9,93	8,60	0,9969	0,9345	0,9316	0,8733
1	6,82	7,40	0,8338	0,8692	0,7248	0,7556
2	8,18	7,70	0,9128	0,8865	0,8091	0,7859
3	7,96	8,30	0,9009	0,9191	0,8280	0,8447
4	8,79	8,10	0,9440	0,9085	0,8576	0,8253
5	7,64	7,80	0,8831	0,8921	0,7878	0,7958
6	8,71	8,00	0,9400	0,9031	0,8489	0,8156
1	7,74	7,90	0,8887	0,8976	0,7978	0,8057
2	8,42	7,90	0,9253	0,8976	0,8306	0,8057
3	8,35	8,00	0,9217	0,9031	0,8324	0,8156
4	8,39	8,30	0,9238	0,9191	0,8490	0,8447
5	10,89	8,60	1,0370	0,9345	0,9691	0,8733
1	9,23	8,20	0,9652	0,9138	0,8820	0,8351
2	8,90	8,10	0,9494	0,9085	0,8625	0,8253
3	10,67	8,70	1,0282	0,9395	0,9660	0,8827
4	9,15	8,10	0,9614	0,9085	0,8734	0,8253
5	10,02	8,50	1,0009	0,9294	0,9302	0,8638
6	12,00	9,10	1,0792	0,9590	1,0350	0,9198
1	9,34	8,00	0,9703	0,9031	0,8763	0,8156
2	10,53	8,60	1,0224	0,9345	0,9555	0,8733
3	11,68	9,00	1,0674	0,9542	1,0186	0,9106
4	9,80	8,30	0,9912	0,9191	0,9110	0,8447
5	11,77	8,80	1,0708	0,9445	1,0113	0,8920
6	10,26	8,50	1,0111	0,9294	0,9398	0,8638
1	11,15	8,60	1,0473	0,9345	0,9787	0,8733
2	5,11	6,70	0,7084	0,8261	0,5852	0,6824
3	9,40	8,20	0,9731	0,9138	0,8893	0,8351
4	11,03	8,30	1,0426	0,9191	0,9582	0,8447
5	9,67	7,80	0,9854	0,8921	0,8791	0,7958
6	7,62	7,60	0,8820	0,8808	0,7768	0,7758
1	14,33	9,50	1,1562	0,9777	1,1305	0,9559
2	12,76	9,00	1,1059	0,9542	1,0552	0,9106
3	12,08	9,00	1,0821	0,9542	1,0326	0,9106
4	8,93	8,10	0,9509	0,9085	0,8638	0,8253
5	12,28	8,70	1,0892	0,9395	1,0233	0,8827
6	14,00	9,50	1,1461	0,9777	1,1206	0,9559
1	12,21	9,10	1,0867	0,9590	1,0422	0,9198
2	11,65	8,80	1,0663	0,9445	1,0071	0,8920

Lampiran 10. Lanjutan

No.	Berat (gr)	Panjang (cm)	Log W	Log L	Log W x Log L	Log L ²
3	6,51	7,20	0,8136	0,8573	0,6975	0,7350
4	11,21	8,10	1,0496	0,9085	0,9536	0,8253
5	10,48	8,20	1,0204	0,9138	0,9324	0,8351
6	8,12	7,30	0,9096	0,8633	0,7852	0,7453
1	11,91	9,10	1,0759	0,9590	1,0318	0,9198
2	11,94	9,00	1,0770	0,9542	1,0277	0,9106
3	9,75	8,30	0,9890	0,9191	0,9090	0,8447
4	11,20	8,80	1,0492	0,9445	0,9910	0,8920
5	11,63	9,00	1,0656	0,9542	1,0168	0,9106
6	11,41	8,60	1,0573	0,9345	0,9880	0,8733
1	10,74	8,40	1,0310	0,9243	0,9529	0,8543
2	7,63	7,60	0,8825	0,8808	0,7773	0,7758
3	10,00	8,60	1,0000	0,9345	0,9345	0,8733
4	11,13	8,50	1,0465	0,9294	0,9726	0,8638
5	9,77	8,30	0,9899	0,9191	0,9098	0,8447
6	9,00	8,00	0,9542	0,9031	0,8618	0,8156
1	10,28	8,50	1,0120	0,9294	0,9406	0,8638
2	4,59	6,80	0,6618	0,8325	0,5510	0,6931
3	9,69	8,30	0,9863	0,9191	0,9065	0,8447
4	9,87	8,40	0,9943	0,9243	0,9190	0,8543
5	9,21	8,00	0,9643	0,9031	0,8708	0,8156
6	9,41	8,40	0,9736	0,9243	0,8999	0,8543
1	10,87	8,80	1,0362	0,9445	0,9787	0,8920
2	10,27	8,70	1,0116	0,9395	0,9504	0,8827
3	11,06	8,70	1,0438	0,9395	0,9806	0,8827
4	10,27	8,60	1,0116	0,9345	0,9453	0,8733
5	10,99	8,70	1,0410	0,9395	0,9780	0,8827
6	8,64	7,70	0,9365	0,8865	0,8302	0,7859
1	10,08	8,50	1,0035	0,9294	0,9326	0,8638
2	9,05	8,00	0,9566	0,9031	0,8639	0,8156
3	9,48	8,40	0,9768	0,9243	0,9028	0,8543
4	8,80	7,90	0,9445	0,8976	0,8478	0,8057
5	9,36	8,20	0,9713	0,9138	0,8876	0,8351
6	5,87	7,70	0,7686	0,8865	0,6814	0,7859
1	6,28	7,20	0,7980	0,8573	0,6841	0,7350
2	7,82	7,50	0,8932	0,8751	0,7816	0,7657
3	9,92	8,30	0,9965	0,9191	0,9159	0,8447
4	9,35	7,90	0,9708	0,8976	0,8714	0,8057
5	9,08	8,00	0,9581	0,9031	0,8652	0,8156
6	6,87	7,10	0,8370	0,8513	0,7125	0,7246
1	7,29	7,10	0,8627	0,8513	0,7344	0,7246
2	5,41	6,70	0,7332	0,8261	0,6057	0,6824
3	7,00	7,20	0,8451	0,8573	0,7245	0,7350
4	8,04	7,70	0,9053	0,8865	0,8025	0,7859
5	7,63	7,60	0,8825	0,8808	0,7773	0,7758
88	-	-	85,0833	80,1721	77,8722	73,1433

Lampiran 10. Lanjutan

Contoh perhitungan :

$$W = aL^3$$

$$W = aL^b$$

$$\log W = \log a + \log b$$

$$\log a = \frac{\sum \log W \times \sum (\log L)^2 - \sum \log L \times \sum \log L \times \log W}{(N \times \sum (\log L)^2 - (\sum \log L)^2)}$$

$$b = \frac{\sum \log W - (N \times \log a) / \sum \log L}{\sum \log L}$$

$$\log a = \frac{85,0833 \times 73,1433 - 80,1721 \times 77,8722}{(88 \times 73,1433 - (80,1721)^2)}$$

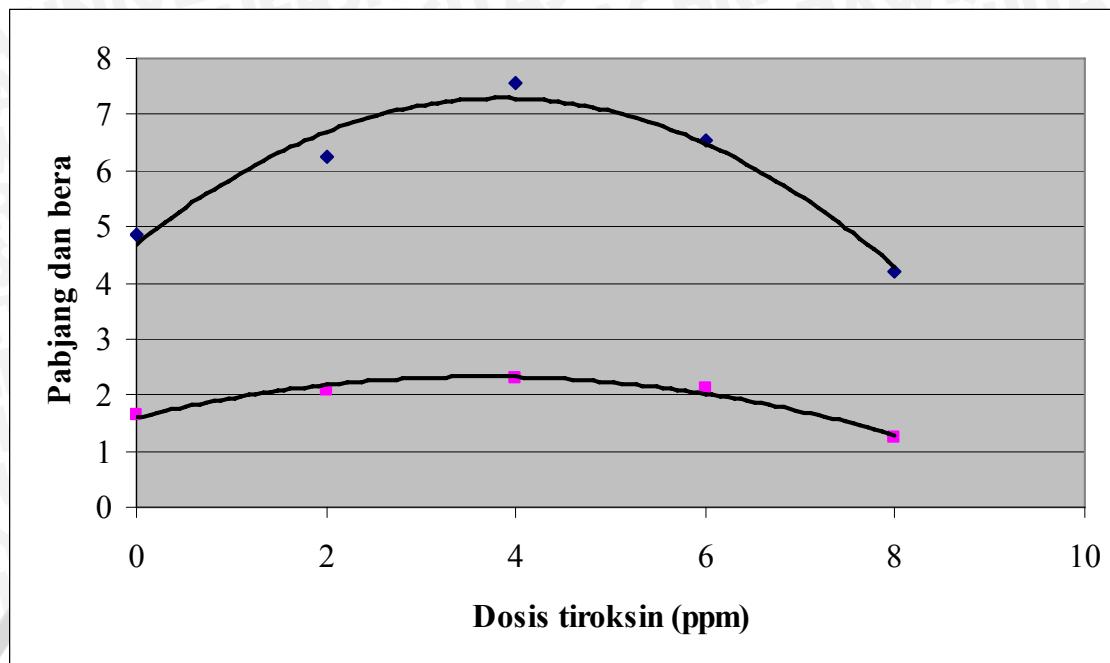
$$\log a = -2,201$$

$$= 85,0833 - (88 \times -2,201) / 80,1721$$

$$b = 3,47$$

Data panjang dan berat rata-rata benih ikan gurami

Perlakuan (ppm)	Berat	Panjang
0	4.86	1.64
2	6.25	2.09
4	7.56	2.30
6	6.55	2.14
8	4.19	1.24



Grafik hubungan panjang dan berat benih ikan gurami

Lampiran 11. Hasil Analisis Proksimat Benih Ikan Gurami Diakhir Penelitian dan Perhitungannya

Hasil analisis proksimat protein ikan akhir penelitian

Perlakuan	Ulangan	Berat Sample (gr)	V. Titrasi (ml)	V. sample -V. blanko	Berat sample	*14	*0.03	*6.25	Protein (%)
K	1	0,3584	6,60	6,30	17,58	246,09	7,38	46,14	46,14
	2	0,3663	6,50	6,20	16,93	236,96	7,11	44,43	44,43
	3	0,3440	6,50	6,20	18,02	252,33	7,57	47,31	47,31
A	1	0,3703	7,10	6,80	18,36	257,09	7,71	48,20	48,20
	2	0,3612	7,30	7,00	19,38	271,32	8,14	50,87	50,87
	3	0,3412	7,20	6,90	20,22	283,12	8,49	53,08	53,08
B	1	0,2995	7,60	7,30	24,37	341,24	10,24	63,98	63,98
	2	0,3263	7,70	7,40	22,68	317,50	9,52	59,53	59,53
	3	0,2855	7,50	7,20	25,22	353,06	10,59	66,20	66,20
C	1	0,3604	7,40	7,10	19,70	275,80	8,27	51,71	51,71
	2	0,3176	7,30	7,00	22,04	308,56	9,26	57,86	57,86
	3	0,3310	7,40	7,10	21,45	300,30	9,01	56,31	56,31
D	1	0,3408	6,30	6,00	17,61	246,48	7,39	46,21	46,21
	2	0,3722	6,30	6,00	16,12	225,69	6,77	42,32	42,32
	3	0,3305	6,00	5,70	17,25	241,45	7,24	45,27	45,27

Hasil analisis proksimat lemak ikan akhir penelitian

Perlakuan	Ulangan	K. Saring + Kapas (gr)	Sample (gr)	Setelah dioven (gr)	a + b = d	d - c = e	e/b	Lemak (%)
		a	b	c				
K	1	0,8373	0,6432	1,3711	1,4805	0,1094	0,170	17,01
	2	1,0080	0,6028	1,5329	1,6108	0,0779	0,129	12,92
	3	0,8788	0,6429	1,5217	1,5931	0,0714	0,111	11,11
A	1	0,7359	0,6647	1,2564	1,4006	0,1442	0,216	21,69
	2	0,8530	0,6787	1,3783	1,5317	0,1534	0,226	22,60
	3	0,8101	0,6538	1,3345	1,4639	0,1294	0,197	19,79
B	1	0,8673	0,6480	1,2291	1,4563	0,2272	0,350	35,06
	2	0,7090	0,6354	1,2023	1,4174	0,2151	0,338	33,85
	3	0,8097	0,6491	1,2357	1,4588	0,2231	0,343	34,37
C	1	0,8250	0,6413	1,3251	1,4663	0,1412	0,220	22,02
	2	0,9083	0,6067	1,3725	1,5150	0,1425	0,234	23,49
	3	0,9559	0,6083	1,4045	1,5642	0,1597	0,262	26,25
D	1	0,8223	0,6557	1,4516	1,4786	0,0270	0,041	4,12
	2	0,9998	0,6084	1,5892	1,6082	0,0190	0,031	3,12
	3	0,9485	0,6731	1,5708	1,6216	0,0508	0,075	7,55

Lampiran 12. Suhu Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya

Data suhu air pemeliharaan pada pagi hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	26,00	26,00	26,50	78,50	26,17
2	26,50	26,50	25,75	78,75	26,25
4	26,25	25,50	26,00	77,75	25,92
6	26,50	27,50	26,50	80,50	26,83
8	26,25	26,50	26,00	78,75	26,25
Total	-	-	-	394,25	-

Perhitungan JK :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{394,25^2}{15} = 10362,2$$

$$\text{JK Total} = (26^2 + 26^2 + 26,5^2 + \dots + 26^2) - 10362,2 \longrightarrow = 2,983$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{26,17^2 + 26,25^2 + 26,92^2 + 26,83^2 + 26,25^2}{3} - 10362,2 = 1,358$$

$$\text{JK Acak} = 2,983 - 1,358 \longrightarrow = 1,625$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	1,358	0,340	2,090 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	1,625	0,163			
Total	14	2,983				

Data suhu air pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	27,0	27,5	28,0	79,000	27,500
2	28,0	28,0	27,0	79,000	27,667
4	27,5	27,5	27,5	79,500	27,500
6	28,0	27,5	28,0	79,500	27,833
8	27,5	28,0	27,0	79,000	27,500
Total	-	-	-	396,000	

Lampiran 12. Lanjutan**Perhitungan JK :**

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{396,000^2}{15} = 10454,4$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (27^2 + 27,5^2 + 28^2 + \dots + 27^2) - 10454,4 \\ &= 0,600\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{79^2 + 79^2 + 79^2 + 79^2 + 79^2}{3} - 10454,4 \\ &= 0,100\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Acak} &= 0,6 - 0,1 \\ &= 0,5\end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,100	0,025	0,5 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,500	0,05			
Total	14	0,600				

Lampiran 13. DO Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya

Data DO air pemeliharaan pada pagi hari

Perlakuan (ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	7,20	7,26	7,18	21,640	7,213
2	6,85	7,19	7,47	21,510	7,170
4	7,05	7,33	6,99	21,370	7,123
6	7,26	7,05	7,05	21,360	7,120
8	6,40	6,78	7,19	20,370	13,490
Total	-	-	-	106,250	-

Perhitungan Jumlah kuadrat (JK) :

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{106,25^2}{15} = 12,13201$$

$$\text{JK Total} = (7,20^2 + 7,26^2 + 7,18^2 + \dots + 7,19^2) - 12,13201 \rightarrow = 1402,706$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{21,64^2 + 21,51^2 + 21,37^2 + 21,36^2 + 20,39^2}{3} - 12,13201 \\ &= 116,820 - 12,13201 \rightarrow = 116,820\end{aligned}$$

$$\text{JK Acak} = 1402,706 - 116,820 \rightarrow = 1285,886$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	116,820	29,20512	0,227 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	1285,886	128,5886			
Total	14	1402,706				

Data DO air pemeliharaan pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	6,92	6,85	6,85	20,620	6,873
2	6,92	6,85	6,85	20,620	6,873
4	6,64	7,12	6,78	20,540	6,847
6	7,05	6,71	6,71	20,470	6,823
8	7,05	6,44	6,78	20,270	6,757
Total	-	-	-	102,520	-

Lampiran 13. Lanjutan**Perhitungan jumlah kuadrat (JK):**

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{102,520^2}{15} = 700,69$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (6,9^2 + 6,85^2 + 6,85^2 + \dots + 6,78^2) - 700,69 \\ &= 9754,310\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{20,62^2 + 20,62^2 + 20,620^2 + 20,620^2 + 20,620^2}{3} - 700,69 \\ &= 0,028\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Acak} &= 9754,310 - 0,028 \\ &= 9754,282\end{aligned}$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,028	0,00701	0,179 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,392	0,039233			
Total	14	0,420				

Lampiran 14. Data pH Air Pemeliharaan dan Perhitungan Statistiknya

Data pH air pemeliharaan pada pagi hari

Perlakuan(ppm)	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	6,87	6,87	6,90	20,64	6,88
2	6,89	6,86	6,87	20,62	6,87
4	7,00	6,92	7,06	20,98	6,99
6	6,96	6,86	6,94	20,76	6,92
8	7,00	7,03	6,83	20,86	6,95
Total	-	-	-	103,86	-

Perhitungan jumlah kuadrat (JK):

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{103,86^2}{15} = 719,137$$

$$\text{JK Total} = (6,87^2 + 6,87^2 + 7,90^2 + \dots + 7,83^2) - 719,137 \rightarrow = 0,070$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{20,64^2 + 20,62^2 + 20,98^2 + 20,76^2 + 20,865^2}{3} - 719,137$$

$$= 0,031$$

$$\text{JK Acak} = 0,070 - 0,031 \rightarrow = 0,039$$

Analisis sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,031	0,008	1,920 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,039	0,039			
Total	14	0,070				

Data pH air pada sore hari

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
0	7,14	7,06	7,17	21,370	7,123
2	7,18	7,08	7,14	21,400	7,133
4	7,15	7,10	7,13	21,380	7,127
6	7,30	7,13	7,15	21,580	7,193
8	7,15	7,12	7,09	21,360	7,120
Total	-	-	-	107,090	-

Lampiran 14. Lanjutan**Perhitungan Jumlah kuadrat (JK):**

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{107,090^2}{15} = 764,5512$$

$$\begin{aligned}\text{JK Total} &= (7,14^2 + 7,06^2 + 7,17^2 + \dots + 7,09^2) - 764,5512 \\ &= 0,043\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Perlakuan} &= \frac{21,370^2 + 21,400^2 + 21,380^2 + 21,580^2 + 21,360^2}{3} - 764,5512 \\ &= 0,011\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JK Acak} &= 0,043 - 0,011 \\ &= 0,032\end{aligned}$$

Hasil sidik ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,011	0,003	0,881 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,032	0,004			
Total	14	0,043				