

**PENGARUH KADAR PROTEIN DAN LEMAK YANG BERBEDA
DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN
PERTUMBUHAN JUVENIL IKAN KERAPU PASIR (*Epinephelus corallicola*)**

**SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

Oleh :
IRMA HAPSARI
0410850046 – 85



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN dan ILMU KELAUTAN
MALANG
2009

LEMBAR REVISI UJIAN SKRIPSI

NAMA : IRMA HAPSARI
NIM : 0410850046 - 85
PROGRAM STUDI : BUDIDAYA PERAIRAN
JUDUL : PENGARUH KADAR PROTEIN DAN LEMAK YANG BERBEDA DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN JUVENIL IKAN KERAPU PASIR (*Epinephelus corallicola*)
TANGGAL UJIAN : 9 JANUARI 2009

No	Hal	Sebelum	Sesudah	Keterangan
1	Ringkasan	berbeda	berpengaruh	Sudah diperbaiki
		Faktorial	faktorial	Sudah diperbaiki
		Survival	Spesifik	Sudah diperbaiki
2	Kata Pengantar	Pemisahan ucapan Terimakasih pada Teman-teman	Tidak ada	Sudah dihilangkan
3	Penghapusan halaman pada setiap Bab	Terdapat halaman	Tidak ada halaman pada setiap Bab	Sudah dihilangkan
4	28	di makan	di berikan	Sudah diperbaiki
5	29	berebda	berbeda	Sudah diperbaiki
		p>0,05	f>0,05	Sudah diperbaiki
6	40	pelakuan	perlakuan	Sudah diperbaiki
7	43	di lihat	dilihat	Sudah diperbaiki
8	44	Sparring	Sparing	Sudah diperbaiki
9	56	bahwa	Mengatakan bahwa	Sudah diperbaiki
10	57	di lihat	dilihat	Sudah diperbaiki
		adanya	karena	Sudah diperbaiki
		Sparring	Sparing	Sudah diperbaiki
11	58	Sparring	Sparing	Sudah diperbaiki
12	LAMPIRAN	ada	Tidak ada	Sudah dihilangkan
13	Data kadar air tubuh	Tidak ada	ada	Sudah diperbaiki

No	Hal	Sebelum	Sesudah	Keterangan
14	Data perhitungan pada tiap parameter, contoh FCR	Tidak ada	ada	Sudah diperbaiki
15	Harga Pakan	Tidak ada	ada	Sudah diperbaiki

Menyetujui,
Dosen Penguji I

(Ir. Anik M. Hariati, MSc.)

Dosen Penguji II

(Ir. Ellana Sanoesi, MS)

Mengetahui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. Arning Wilujeng E., MS)

Dosen Pembimbing II

(Ating Yuniarti, SPi., M. Aqua)

Pembimbing III

(Drs. Muhammad Marzuqi)

**PENGARUH KADAR PROTEIN DAN LEMAK YANG BERBEDA
DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN
PERTUMBUHAN JUVENIL IKAN KERAPU PASIR (*Epinephelus corallicola*)**

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan pada
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya**

Oleh :

**IRMA HAPSARI
0410850046 – 85**

Dosen Penguji I

(Ir. Anik M. Hariati, MS)
Tanggal : _____

Dosen Penguji II

(Ir. Ellana Sanoesi, MP)
Tanggal : _____

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. Arning W. Ekawati, MS)
Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

(Ating Yuniarti, S.Pi., M. Aqua)
Tanggal : _____

Pembimbing III

(Drs. Muhammad Marzuqi)
Tanggal : _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan

(Ir. Maheno S. Widodo, MS)
Tanggal : _____

KATA PENGANTAR

Penelitian ini mengambil tema tentang pengaruh kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) untuk meninjau bagaimana penyediaan makanan yang berkualitas agar menghasilkan ikan ukuran ekonomis dalam waktu yang relatif cepat.

Peranan pakan buatan dalam usaha budidaya sangat dominan dan sudah berkembang sangat pesat, baik yang dikelola secara semi intensif maupun intensif. Pakan dengan harga murah tidak selalu memberikan keuntungan bagi pengusaha ikan. Membuat pakan ikan untuk kepentingan sendiri atau untuk kepentingan kelompok merupakan usaha yang sangat positif karena dapat meningkatkan kreativitas dan inovasi di bidang usaha perikanan.

Alternatif yang telah dilakukan dalam penelitian ini untuk mengurangi biaya pengadaan pakan adalah dengan membuat pakan buatan sendiri, mengurangi kadar protein yang memiliki harga relatif mahal dan meningkatkan lemak dalam formulasi pakan yang dibuat. Dalam penelitian ini ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) merupakan komoditas baru dalam budidaya perikanan Indonesia, sehingga membuat pakan buatan sendiri dengan formulasi yang baik akan dapat meningkatkan pertumbuhan yang baik pula pada ikan kerapu pasir tersebut.

Pembuatan pakan ikan dengan kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan hanya merupakan satu dari sekian banyak program-program pembuatan pakan yang ada, namun demikian diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu mengenalkan lebih luas tentang proses pembuatan pakan dengan kombinasi yang berbeda dan penerapannya dalam bidang proses pembuatan pakan ikan, khususnya pada ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dalam usaha perikanan.

Malang, Januari 2009

Penulis

RINGKASAN

IRMA HAPSARI. PENGARUH KADAR PROTEIN DAN LEMAK YANG BERBEDA DALAM PAKAN BUATAN TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN PADA JUVENIL IKAN KERAPU PASIR (*Epinephelus corallicola*) (di bawah bimbingan **1. Ir. Arning W. Ekawati, MS** **2. Ating Yuniarti, SPI., M. Aqua** dan **3. Drs. Muhammad Marzuqi**)

Kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) merupakan salah satu komoditas perikanan penting, karena mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Kendala utama dalam pengembangan budidaya ikan kerapu pasir meliputi ketersediaan benih dan pakan yang sesuai. Salah satu cara yang diterapkan untuk mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan produksi adalah memperbaiki mutu pakan dengan membuat formulasi pakan yang sesuai untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Pakan merupakan sumber energi untuk tumbuh dan berkembang biak. Pakan yang baik mempunyai kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang tepat akan memberikan pengaruh yang baik pada kesehatan dan pertumbuhan ikan yang dibudidayakan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Kimia Balai Besar Riset Pengembangan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol Bali pada bulan April 2008 sampai September 2008. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kadar protein dan lemak yang berbeda dan baik yang terdapat dalam pakan buatan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*)

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan menggunakan 6 perlakuan yang terdiri atas 3 level protein dan 2 level lemak, dan masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sebagai perlakuan adalah pakan A (protein 36% lemak 9%), pakan B (protein 42% lemak 9%), pakan C (protein 48% lemak 9%), pakan D (protein 36% lemak 18%), pakan E (protein 42% lemak 18%) dan pakan F (protein 48% lemak 18%). Parameter yang diamati dan dianalisis antara lain kelulushidupan (*survival rate/ SR*), laju pertumbuhan spesifik (*spesifik growth rate/ SGR*), rasio konversi pakan (*feed conversion ratio/ FCR*), rasio efisiensi protein (*protein efficiency ratio/ PER*), retensi protein, retensi lemak, retensi energi dan kualitas air (suhu, pH/ *puisannce negatif de H*, DO (*Demand Oxygen*), Salinitas dan NO₃ (nitrat nitrogen)).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kadar protein (36%, 42%, 48%) dan lemak (9%, 18%) tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan dan laju pertumbuhan spesifik pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*); faktor protein berpengaruh terhadap rasio konversi pakan dan retensi protein; faktor interaksi kadar protein dan lemak dalam pakan buatan, berpengaruh terhadap rasio efisiensi protein dan retensi energi; serta faktor protein dan faktor lemak berpengaruh terhadap retensi lemak pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

Secara umum, kadar protein 36% dan lemak 9% baik terhadap efisiensi nutrisi pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Nilai kelulushidupan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) sebesar 100%, laju pertumbuhan spesifik sebesar 1,27%bb/hari, rasio konversi protein sebesar 1,32, rasio efisiensi protein sebesar 2,02, retensi protein sebesar 44,61%, retensi lemak sebesar 95,82% dan retensi energi sebesar 42,04%.

Dari hasil penelitian dapat disarankan untuk mendapatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang baik bagi ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) diperlukan pemberian pakan dengan protein 36% dan lemak 9%.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
 I. PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	4
1.6 Hipotesis.....	5
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian	5
 II. TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1 Klasifikasi Ikan Kerapu Pasir (<i>Epinephelus corallicola</i>).....	6
2.2 Biologi Ikan Kerapu Pasir (<i>Epinephelus corallicola</i>)	7
2.2.1 Daerah Penyebaran.....	8
2.2.2 Pakan dan Kebiasaan Makan	9
2.3 Kebutuhan Nutrisi bagi Ikan.....	9
2.3.1 Protein	10
2.3.2 Lemak.....	11
2.3.3 Karbohidrat	12
2.3.4 Vitamin.....	13
2.3.5 Mineral	14
2.4 Retensi Protein dan Retensi Energi	15
2.5 Kualitas Air	16
2.5.1 Suhu.....	16
2.5.2 Oksigen Terlarut (<i>Oxygen Demand/ DO</i>)	17
2.5.3 pH.....	18
2.5.4 Salinitas.....	18
2.5.5 Nitrat Nitrogen (NO_3)	19
 III. MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	 20
3.1 Materi Penelitian.....	20
3.1.1 Ikan Uji.....	20
3.1.2 Media Penelitian.....	20
3.1.3 Pakan Percobaan	20
3.1.4 Alat-alat Penelitian.....	21

3.1.5 Bahan Penelitian.....	23
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian	24
3.2.1 Metode Penelitian.....	24
3.2.2 Rancangan Penelitian	24
3.3 Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Persiapan Penelitian	25
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	26
3.4 Parameter Uji.....	27
3.4.1 Parameter Uji Utama.....	27
3.4.2 Parameter Penunjang.....	29
3.5 Analisis data	29
IV. HASIL dan PEMBAHASAN	30
4.1 Kelulushidupan (<i>Survival Rate/ SR</i>).....	30
4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik (<i>Specific Growth Rate/ SGR</i>).....	32
4.3 Rasio Konversi Pakan (<i>Feed Conversion Ratio/ FCR</i>).....	34
4.4 Rasio Efisiensi Protein (<i>Protein Efficiency Ratio/ PER</i>).....	38
4.5 Retensi Protein.....	43
4.6 Retensi Lemak	47
4.7 Retensi Energi.....	50
4.8 Kualitas Air.....	55
4.8.1 Suhu.....	56
4.8.2 pH.....	57
4.8.3 DO	58
4.8.4 Salinitas	58
4.8.5 NO ₃	59
V. KESIMPULAN dan SARAN	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan kerapu merupakan komoditas perdagangan internasional yang mahal harganya dengan tujuan ekspor utama ke Singapura, Hongkong, Jepang, China dan Taiwan. Departemen Kelautan dan Perikanan Indonesia telah menjadikan ikan kerapu sebagai salah satu komoditas unggulan nasional yang mendatangkan devisa. Menurut FAO (2004) dalam Andamari *et al.* (2005), mencatat produksi budidaya ikan kerapu di Indonesia mulai tahun 1999 sampai tahun 2001 sebesar 1.759 ton meningkat menjadi 3.818 ton, yang berarti pasar ikan kerapu masih terbuka dan dapat ditingkatkan. Hal tersebut sangat menggembirakan sekaligus menjadi tantangan bagi dunia perikanan Indonesia, khususnya di bidang budidaya ikan kerapu (Arif dan Katimin, 2007).

Pelaku bisnis mengharapkan adanya penambahan jenis kerapu yang dapat dibudidayakan untuk meningkatkan nilai jual kerapu secara keseluruhan. Salah satu jenis kerapu sebagai kandidat untuk budidaya adalah ikan kerapu pasir, *Epinephelus corallicola* yang merupakan salah satu jenis ikan kerapu yang dapat dijual sebagai ikan hias pada ukuran kecil (5-10 cm) (Hutapea dan Slamet, 2007).

Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) merupakan salah satu spesies kandidat untuk budidaya laut, selain kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*), kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*) dan kerapu sunu (*Plectropomas maculatus*) yang sudah populer sebelumnya. Komoditas baru ini termasuk dalam famili Serranidae, sebagai alternatif usaha yang berhasil dibudidayakan

di Balai Besar Riset Perikanan Laut, Gondol. Karena spesies ini belum banyak dibudidaya, maka informasi terhadap ikan ini masih terbatas (Arif dan Katimin, 2007).

Meningkatnya perkembangan usaha perikanan akan meningkatkan pula kebutuhan sarana produksi, ketersediaan pakan merupakan faktor penting yang dapat mendukung keberhasilan dan keberlanjutan usaha budidaya. Biaya yang dikeluarkan untuk penyediaan pakan cukup tinggi mencapai 35-60% dari total biaya operasional usaha, dan untuk menjamin pertumbuhan ikan secara optimal pakan harus selalu tersedia selama masa produksi. Terjadinya peningkatan harga pakan ikan maupun udang yang tinggi disebabkan oleh sebagian besar bahan baku penyusun pakan ikan terutama sumber protein yang diperoleh dari impor (Azwar dan Suhenda, 2006).

Dalam budidaya ikan, penyediaan pakan sering menjadi kendala, disamping faktor biaya yang tinggi, kualitas pakan yang tersedia juga tidak selalu sesuai dengan kebutuhan nutrisi yang diperlukan. Penyediaan pakan yang tidak sesuai dengan jumlah dan kualitas yang dibutuhkan ikan menyebabkan laju pertumbuhan ikan menjadi terhambat, sehingga dapat mengakibatkan dampak yang buruk terhadap lingkungan, karena banyaknya sisa-sisa pakan yang terbuang (Sukadi, 2004). Pakan mempunyai peranan penting dalam budidaya karena faktor utama dari pakan yang mempengaruhi percepatan pertumbuhan yaitu ransum harian, kadar protein dan kadar energi pakan (Suhenda *et al.*, 2004).

Nilai nutrisi makanan biasanya dilihat dari komposisi gizinya seperti kandungan protein, lemak, serat kasar, karbohidrat, vitamin, mineral, kadar air dan lain sebagainya. Kebutuhan nutrisi ikan, terutama kandungan proteinnya, umumnya lebih tinggi dari jenis unggas dan mamalia lainnya. Kebutuhan protein untuk pertumbuhan ikan akan menurun sesuai dengan penambahan besarnya ikan (Djajasewaka dan Djajadiredja, 1980).

1.2 Perumusan Masalah

Keseimbangan antara kadar energi dan kadar protein sangat penting untuk pertumbuhan, jika kebutuhan energi kurang, maka protein akan dipecah dan digunakan sebagai sumber energi sehingga pertumbuhan terhambat. Untuk mencapai keseimbangan ini, kombinasi komponen bahan pakan perlu diperhatikan (Febriani, 2005). Banyaknya protein dalam makanan yang dibutuhkan untuk ikan dipengaruhi oleh suhu air, ukuran ikan, umur ikan, sumber protein dan kualitasnya, nilai biologi protein dan beberapa faktor lingkungan lainnya (Djajasewaka dan Djajadiredja, 1980).

Salah satu kebutuhan nutrisi yang penting untuk ikan adalah protein. Kekurangan protein dalam pakan dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, kehilangan berat tubuh karena pemakaian protein dari jaringan tubuh untuk memelihara fungsi vital (Akiyama *et al.*, 1991), disamping itu kandungan protein pakan sangat menentukan harga pakan. Marzuqi *et al.* (2006) melaporkan bahwa juvenil *Epinephelus salmoides* membutuhkan protein sebesar 50%, *E. akaara* sebesar 49,5%, *E. malabaricus* sebesar 47,8%-52,2%, *E. striatus* lebih dari 35%, juvenil kerapu bebek (*C. altivelis*) membutuhkan protein sebesar 54,2%, juvenil kerapu batik (*E. polyphemadion*) 48% dan benih kerapu lumpur (*E. coloides*) pada ukuran 34,12 cm untuk tumbuh optimal membutuhkan pakan dengan kandungan protein 48%.

Sebagai sumber energi, selain protein dan karbohidrat, ikan juga membutuhkan lemak. Lemak adalah senyawa organik kompleks yang tidak larut dalam air. Kebutuhan ikan terhadap lemak belum sepenuhnya diketahui. Secara umum kebutuhan lemak ikan laut adalah 9-16%. Ditambahkan oleh Meiyana *et al.* (2005), lemak berfungsi sebagai pelarut vitamin, dan sumber lemak esensial yang tidak dapat disintesis oleh tubuh ikan

sehingga harus di suplai melalui pakan. Penggunaan asam lemak yang tepat akan berpengaruh positif terhadap respon biologis ikan.

Melihat pentingnya peran protein dan lemak dalam pakan buatan, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan kebutuhan protein dan lemak yang berbeda dalam pakan sebagai sumber energi, sehingga dapat diketahui kebutuhan yang optimal terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui pengaruh kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).
- Untuk mengetahui kadar protein dan lemak yang baik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang kadar protein dan lemak yang baik dalam pakan buatan bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.5 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini di harapkan dapat memberikan informasi tentang kadar protein dan lemak yang berbeda dalam formula pakan secara optimal, serta dapat

meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.6 Hipotesis Penelitian

H_0 : Diduga dengan kombinasi kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan, tidak berpengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

H_1 : Diduga dengan kombinasi kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan, dapat memberikan pengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

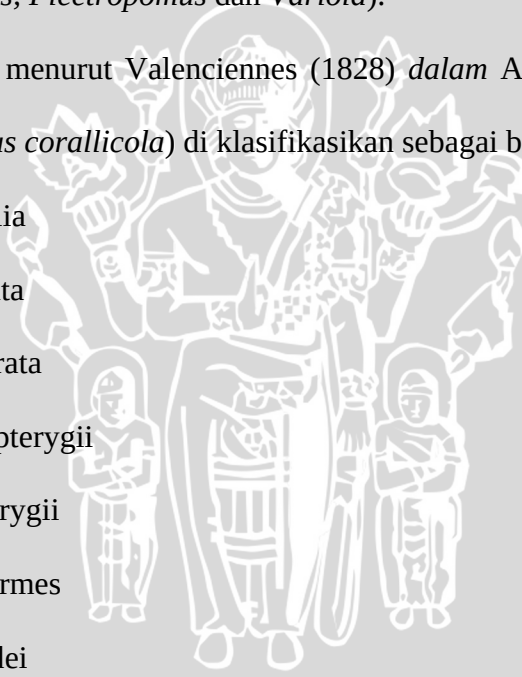
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Kimia Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol, Propinsi Bali pada bulan April 2008 - September 2008.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Ikan kerapu termasuk famili Serranidae, subfamili Epinephelinae yang terdiri dari 15 genus, umumnya dikenal dengan nama kerapu, goropa, sunu atau kasai, *grouper*, *rockcod*, *hind* dan *seabass*. Kohno *et al.* (1990) dalam Pirzan *et al.* (1998), telah mengidentifikasi 46 spesies ikan kerapu di perairan *Filiphina* dan Indonesia yang tercakup ke dalam tujuh genera (*Aethaloperca*, *Anyperodon*, *Cephalopholis*, *Cromileptes*, *Epinephelus*, *Plectropomus* dan *Variola*).

Secara sistematis, menurut Valenciennes (1828) dalam Anonymous (2008) ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) di klasifikasikan sebagai berikut :



Kingdom	:	Animalia
Phylum	:	Chordata
Subphylum	:	Vertebrata
Klas	:	Actinopterygii
Subklas	:	Neopterygii
Ordo	:	Perciformes
Subordo	:	Percoidei
Family	:	Serranidae
Subfamili	:	Epinephelinae
Genus	:	Epinephelus
Spesies	:	<i>Epinephelus corallicola</i>

2.2 Biologi Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Ciri-ciri identifikasi dari *Epinephelus* menurut Pirzan *et al.* (1998) adalah tubuh ditutupi dengan bintik-bintik berukuran sedang berwarna coklat atau kuning, merah bahkan warna putih, tinggi badan pada permulaan sirip punggung biasanya lebih tinggi dibanding dengan di pangkal sirip dubur, sirip ekor biasanya membundar (beberapa spesies berbentuk tegak tetapi jarang berlekuk). Beberapa ikan kerapu bersifat *androgynous hermaphrodite*, yaitu mengalami perubahan kelamin dari jantan dalam siklus pertama matang gonad ke betina dalam siklus selanjutnya, seperti pada *Epinephelus microdon*. Sebaliknya terdapat pula yang bersifat *protogynous hermaphrodite*, artinya berubah kelamin dari betina ke jantan bila ukuran panjang telah mencapai lebih dari 50 cm atau bila bobot badan telah mencapai lebih dari 4 kg untuk genus *Epinephelus* seperti kerapu lumpur (*E. suillus* dan *E. tauvina*) dan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*).

Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) memiliki panjang tulang belakang 11 cm; tulang belakang lunak (total) 15-17 cm; tulang belakang anal 3 cm; tulang lunak anal 8 cm. Bentuk kepala panjang dan datar, memiliki spot hitam yang banyak dan lebih besar jika dibandingkan dengan jenis ikan kerapu yang lain, spot hitam tersebut akan berjumlah semakin banyak dan semakin besar apabila pertumbuhan pada ikan kerapu pasir ini bertambah. Ikan kerapu pasir ini lebih menyerupai *E. howlandi* dan *E. macrospilos*, tetapi mempunyai lebih banyak spot hitam yang lebar dengan tulang belakang yang berwarna coklat, bentuk kepalanya lebih panjang dan perbedaan pada linea lateralisnya. Secara biologis ikan kerapu pasir ini umumnya hidup di batu-batu karang dan kadang-kadang hidup di wilayah estuaria (Valenciennes, 1828 dalam Anonymous, 2008).

2.2.1 Daerah Penyebaran

Ikan kerapu adalah ikan asli dari laut yang hidup di berbagai habitat tergantung dari jenisnya. Ada yang hidup di terumbu karang, di daerah berlumpur, bahkan ada jenis tertentu yang dapat masuk ke sungai air tawar. Habitat benih ikan kerapu macan (*E. fuscoguttatus*) adalah pantai yang banyak ditumbuhi algae jenis *reticulata* dan *Gracilaria sp*, setelah dewasa hidup di perairan yang lebih dalam dengan dasar terdiri dari pasir berlumpur (Anonymous, 1996). Ikan kerapu merupakan jenis ikan berukuran besar yang dapat mencapai ukuran 450 kg/ ekor atau lebih. Penyebaran ikan kerapu meliputi Afrika, Taiwan, Filipina, Malaysia, Australia, Indonesia dan Papua Nugini. Di Indonesia, ikan kerapu ditemukan di seluruh perairan nusantara (Kordi, 2001).

Di Indonesia, ikan kerapu banyak ditemukan di perairan Pulau Sumatera, Jawa, Sulawesi, Pulau Buru, dan Ambon. Salah satu indikator adanya kerapu adalah perairan karang. Indonesia memiliki perairan karang yang cukup luas sehingga potensi sumberdaya ikan kerapunya sangat besar. Dalam siklus hidupnya, pada umumnya kerapu muda hidup di perairan karang pantai dengan kedalaman 0,5–3 m, selanjutnya menginjak dewasa beruaya ke perairan yang lebih dalam antara 7–40 m. Telur dan larvanya bersifat pelagis, sedangkan kerapu muda dan dewasa bersifat demersal. Habitat favorit larva kerapu dan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) muda adalah perairan pantai dengan dasar pasir berkarang yang banyak ditumbuhi padang lamun. Parameter-parameter ekologis yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu yaitu temperatur antara 24–31°C, salinitas antara 30-33 ppt, kandungan oksigen terlarut > 3,5 ppm dan pH antara 7,8–8. Perairan dengan kondisi seperti ini, pada umumnya terdapat di perairan terumbu karang (Tim Peneliti, Lembaga Penelitian Undana, 2006).

2.2.2 Pakan dan Kebiasaan Makan

Ikan kerapu termasuk kelompok ikan karnivora, sehingga membutuhkan makanan yang mengandung protein dan energi tinggi. Pada umumnya para pembudidaya menggunakan ikan rucah sebagai sumber makanan utama bagi kerapu. Istilah ikan rucah kadang tidak tepat sebab ikan yang di berikan sebagai makanan kerapu bisa saja berupa juvenil ikan, atau ikan besar yang kemudian dipotong kecil-kecil. Pengertian ikan rucah sebagai ikan yang mempunyai nilai ekonomis rendah (*fisheries by product*) atau tidak bernilai dan kurang tepat. Bahkan penggunaan ikan rucah sebagai makanan ikan kerapu dapat menimbulkan kompetisi dengan manusia akibatnya harga ikan rucah menjadi mahal. Penggunaan ikan rucah tidak dapat menunjang perkembangan kesinambungan dari budidaya kerapu (Widyatmoko, 2007).

2.3 Kebutuhan Nutrisi bagi Ikan

Nutrisi merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam budidaya ikan. Beberapa komponen nutrisi yang sangat penting dan harus tersedia dalam pakan ikan antara lain protein, lemak, karbohidrat, vitamin, serta mineral. Nutrisi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kesehatan, pertumbuhan dan reproduksi ikan (Linder, 1992). Kekurangan salah satu nutrisi dapat menurunkan laju pertumbuhan dan menyebabkan penyakit, sedangkan kelebihan nutrisi dapat menyebabkan laju terhambatnya pertumbuhan. Jauncey (1982) menambahkan nutrisi bagi ikan adalah bagaimana cara memberikan pakan ikan dilihat dari nutrien yang dikandungnya.

Peningkatan hasil dan produksi ikan secara optimal perlu di berikan pakan ikan yang berkualitas tinggi yang berarti bahwa pakan tadi telah memenuhi kebutuhan nutrisi bagi ikan. Nilai nutrisi pakan pada umumnya dilihat dari komposisi gizinya seperti

kandungan protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral, kadar air dan lainnya (Hariati, 1989). Bahan baku pakan kerapu berbeda dengan bahan baku yang digunakan untuk bandeng dan udang. Kerapu yang bersifat karnivora membutuhkan lebih dari 50% protein dalam pakannya yang berasal dari bahan hewani. Kriteria dalam pemilihan bahan baku untuk pakan kerapu antara lain kandungan nutrisi, daya cerna, ketersediaan, kontinuitas serta harganya (Akbar, 2002).

2.3.1 Protein

Protein merupakan komponen organik utama dari jaringan tubuh hewan, 65-75% dari berat kering total sebagai sumber energi dan sebagai zat pembangun dan pengatur untuk pertumbuhan. Protein di bentuk dari asam-asam amino dengan 10 macam asam amino esensial yang mutlak di butuhkan oleh ikan dan udang, antara lain arginin, metionin, valin, treonin, isoleusin, leusin, lisin, histidin, fenilalanin dan tirosin (Subaidah *et al.*, 1988).

Protein yang di butuhkan ikan peliharaan berhubungan erat dengan tingkat protein optimum (*optimum protein level*) dalam pakan ikan tersebut. Jenis ikan karnivora membutuhkan tingkat protein yang lebih tinggi daripada ikan herbivora. Ikan pada stadia awal (larva) membutuhkan tingkat protein yang lebih tinggi daripada ikan dewasa. Menurut Boonyaratpalin (1993) dalam Akbar (2002), kebutuhan protein dalam pakan buatan untuk ikan karnivora seperti kerapu cukup tinggi. Sebagai contoh, untuk mencapai pertumbuhan optimum kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*) membutuhkan protein dalam pakannya sebesar 40-50%. Sementara, dari hasil pengujian di peroleh bahwa kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang diberi pakan buatan dengan kandungan protein 45-52% menghasilkan pertumbuhan yang cukup baik.

2.3.2 Lemak

Lemak merupakan bentuk utama penyimpanan energi dalam organisme hidup dan mempunyai nilai energi tertinggi per unit berat. Dalam tubuh ikan, lemak cukup baik dicerna sebesar 8,5 kkal ME (*Metabolizable Energy*)/ gram (Hariati, 1989). Kadar lemak dalam pakan juga ikut menentukan akan pemanfaatan protein sebagai sumber energi untuk pembentukan jaringan dan aktivitas, karena lemak mempunyai nilai energi yang tinggi dan mengandung vitamin yang larut didalamnya (Utojo, 1995).

Di tambahkan pula oleh Subaidah *et al.* (1988), bahwa nilai gizi lemak dipengaruhi oleh kandungan asam lemak esensial yang terdiri dari asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Asam lemak berfungsi sebagai pelarut beberapa vitamin A, vitamin D, vitamin E dan vitamin K. Ikan membutuhkan lemak sebagai sumber energi dan untuk memelihara bentuk dan fungsi membran atau jaringan. Lemak juga dapat disimpan sebagai cadangan energi dalam jangka panjang selama periode penuh aktivitas yaitu ketika melakukan migrasi atau ketika tidak tersedianya makanan. Sebagai sumber energi, lemak penting khususnya bagi ikan karnivora. Ikan ini biasanya akan memangsa sumber makanan yang mengandung 10-20% lemak (NRC, 1993).

Menurut Cho dan Watanabe (1985) dalam Akbar (2002), lemak yang dibutuhkan ikan berkisar antara 4-18%. Untuk menghindari adanya oksidasi lemak dalam makanan ikan perlu diberikan antioxidant didalam pembuatan makanan ikan. Marzuqi *et al.* (2004) dalam Minjoyo *et al.* (2005) menyatakan bahwa kekurangan asam lemak tak jenuh dapat mengakibatkan kematian, pertumbuhan rendah dan fungsi selaput renang terganggu. Mereka juga merekomendasikan bahwa kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) membutuhkan asam lemak tak jenuh dalam pakan untuk kerapu bebek sekitar 1%.

Lemak memiliki kandungan energi yang paling besar dibanding dengan protein dan karbohidrat. Umumnya, ikan dapat mencerna dan memanfaatkan lemak lebih efisien dibanding hewan darat. Ikan karnivora (pemakan daging) lebih efisien dalam memanfaatkan lemak sebagai sumber energi daripada ikan omnivora (pemakan segalanya) atau herbivora (pemakan tumbuhan). Lemak juga sangat berperan dalam pertumbuhan, yang mengandung asam-asam lemak esensial yang sangat diperlukan oleh tubuh guna untuk mempertahankan struktur sel dalam bentuk fosfolipida dan penting pula dalam pembentukan sterol yang merupakan hormon pertumbuhan pada ikan. Lemak dalam formulasi pakan ikan berfungsi sebagai kontrol energi, mengingat sumber energi utama bagi ikan adalah lemak (Buwono, 2000).

2.3.3 Karbohidrat

Karbohidrat adalah sumber energi yang murah dan terdapat dalam jumlah banyak dalam makanan hewan. Pencernaan karbohidrat dalam ikan bervariasi tergantung kekomplekan molekul. Pada umumnya nilai ME dari karbohidrat untuk ikan mempunyai kisaran yang hampir 0 untuk selulosa sampai 3,8 kkal/ gram untuk gula sederhana (Hariati, 1989). Menurut Akbar (2002), ikan karnivora khususnya ikan-ikan laut seperti kerapu, secara alami pakannya mengandung protein yang tinggi sehingga kurang dapat mencerna karbohidrat dengan baik. Namun, pada kenyataannya ikan-ikan tersebut dapat mensintesis karbohidrat dari lemak dan protein. Kebutuhan karbohidrat dalam pakan untuk kerapu tidak lebih dari 10%. Jenis karbohidrat yang terbaik untuk pertumbuhan juvenil kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) secara berturut-turut adalah *glucose*, *dekstrin*, *starch* dan *sucrose*.

2.3.4 Vitamin

Vitamin adalah zat organik yang diperlukan tubuh dalam jumlah yang sedikit, tetapi penting untuk mempertahankan tubuh normal, dan vitamin ini harus didapatkan dari makanan, karena tubuh sendiri tidak dapat membuatnya. Menurut macamnya vitamin dibagi menjadi 2 golongan, yaitu : (1) Vitamin yang larut dalam air seperti Vitamin C, B (selain A, D, E, K) dan (2) Vitamin yang larut dalam lemak seperti Vitamin A, D, E, dan K (Hariati, 1989).

Pada umumnya vitamin tidak dapat di sintesa dalam tubuh ikan sehingga harus tersedia dalam pakan. Walaupun jumlah vitamin yang diperlukan ikan sangat sedikit di bandingkan dengan zat-zat makanan lainnya, kekurangan dari salah satu vitamin akan menyebabkan gejala tidak normal pada ikan sehingga akan mengganggu proses pertumbuhannya. Secara umum, defisiensi vitamin akan menimbulkan gejala tidak normal dalam hal morfologi maupun fisiologi ikan. Kebutuhan vitamin sangat di pengaruhi oleh jenis ikan, laju pertumbuhan, komposisi pakan, kondisi fisiologi ikan, serta lingkungan perairan (Hariati, 1989).

Mudjiman (2001) menjelaskan bahwa, dalam kaitannya dengan makanan ikan, yang paling umum menimbulkan gejala kekurangan adalah vitamin B1 (Thiamin). Selain vitamin B, menurut Akbar (2002) vitamin C juga merupakan vitamin yang sangat penting dan harus tersedia dalam pakan. Kekurangan vitamin C dalam pakan selama 45 hari menyebabkan menurunnya nafsu makan ikan, hilangnya keseimbangan, pendarahan pada insang, pertumbuhan tidak normal seperti skoliosis (bentuk badan ikan bengkok ke depan), lordosis (bentuk badan ikan bengkok-bengkok), dan akhirnya terjadi kematian. Data mengenai kebutuhan jenis vitamin belum tersedia dan masih dalam pengkajian.

Namun, sebagai pegangan dalam pembuatan pakan buatan dapat digunakan komposisi vitamin premix seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Vitamin premix yang digunakan pada per kilogram pakan untuk kerapu

Jenis Vitamin	Dosis yang digunakan
Vitamin A (Retinol)	6.000 IU/ kg (minimal)
Vitamin D ₃ (Kolikalsiferol)	2.000 IU/ kg (minimal)
Vitamin E (Tokoferol)	200 mg/ kg
Vitamin K (K ₃ Menadion)	40 mg/ kg
Vitamin B ₁ (Tiamin)	120 mg/ kg
Vitamin B ₂ (Riboflavin)	40 mg/ kg
Piridoksin	120 mg/ kg
Asam Pantotenat	100 mg/ kg
Asam Nikotinat	150 mg/ kg
Biotin	0,75 mg/ kg
Asam Folat	6 mg/ kg
Vitamin B ₁₂ (Sianokobalamin)	0,04 mg/ kg
Vitamin C (Na-asorbat)	1.000 mg/ kg
Kolin klorida	1.500 mg/ kg
Inositol	800 mg/ kg

2.3.5 Mineral

Zat-zat mineral yang diperlukan oleh ikan umumnya dalam jumlah yang sedikit, tetapi mempunyai fungsi yang penting dalam tubuh ikan. Berbagai proses didalam tubuh ikan memerlukan adanya zat-zat mineral. Zat-zat mineral mempunyai fungsi sebagai bahan pembentuk tulang, gigi, sisik ikan dalam pembentukan jaringan tubuh, dan mempertahankan keseimbangan tekanan osmotis (Subaidah *et al.*, 1988). Ditambahkan pula menurut Hariati (1989), zat-zat mineral mengatur proses osmosis (osmoregulasi) dalam fungsi penerus dalam syaraf dan dalam berbagai fungsi metabolisme. Dalam pembuatan pakan untuk ikan kerapu, komposisi dan dosis mineral per kilogram pakan kering yang digunakan adalah besi (Fe) sebanyak 30 mg, seng (Zn) sebanyak 50 mg, mangan (Mg) sebanyak 25 mg, copper (Cu) sebanyak 3 mg, kobalt (Co) sebanyak 0,5

mg, iodium (I) sebanyak 3 mg, kromium (Cr) sebanyak 0,25 mg dan selenium (Se) sebanyak 0,10 mg (Akbar, 2002).

2.4 Retensi Protein dan Retensi Energi

Retensi protein merupakan gambaran dari banyaknya protein yang diberikan, yang dapat diserap dan dimanfaatkan untuk membangun ataupun memperbaiki sel-sel tubuh yang sudah rusak, serta dimanfaatkan tubuh ikan bagi metabolisme sehari-hari. Cepat tidaknya pertumbuhan ikan, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh sebagai zat pembangun. Oleh karena itu, agar ikan dapat tumbuh secara normal, ransum atau pakan harus memiliki kandungan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme sehari-hari dan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan pembangunan sel-sel tubuh yang baru. Pemberian ransum yang tepat dengan kisaran nilai kalori/ energi pakan yang memenuhi persyaratan bagi pertumbuhan ikan dan dengan kandungan gizi yang lengkap, akan dapat meningkatkan nilai retensi protein (Buwono, 2000). Dijelaskan pula oleh Jauhari (1990), bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pemanfaatan protein antara lain jenis ikan, ukuran ikan, kualitas air lingkungan dan komposisi ransum.

Retensi energi adalah pemanfaatan energi terhadap komposisi tubuh. Keseimbangan antara energi dan kadar protein sangat penting dalam laju pertumbuhan, sebab apabila kebutuhan energi berkurang maka protein akan dipecah dan digunakan sebagai sumber energi. Pemakaian sebagian protein sebagai energi ini akan menyebabkan pertumbuhan terlambat, mengingat protein sangat berperan dalam pembentukan sel baru (Buwono, 2000). Dijelaskan pula oleh Fujaya (2000), ikan muda yang sedang tumbuh lebih banyak menggunakan energi persatuan berat badannya

dibanding ikan dewasa karena energi digunakan untuk pemeliharaan dan pertumbuhan. Pertambahan ukuran menyebabkan berkurangnya penggunaan energi, baik untuk metabolisme maupun pertumbuhan.

Ikan tidak seperti hewan darat, karena dapat memanfaatkan protein dalam jumlah besar sebagai sumber energi untuk metabolisme energi (Vellas, 1981 *dalam* Suhenda *et al.*, 2004). Oleh karena itu ikan dapat diberi pakan dengan kadar protein tinggi seperti ikan rucah yang diberikan petani sebagai makanan ikan yang di pelihara. Namun hal ini tidak efisien mengingat semakin tinggi protein pakan yang di berikan maka harga pakan semakin tinggi. Dalam kaitannya dengan hal tersebut, ikan dapat memilih sendiri berapa jumlah protein dalam pakan yang dikonversikan untuk pertambahan bobot tubuh dan berapa yang akan dibakar melalui proses katabolisme. Ikan diberi pakan yang telah diformulasikan agar pakan tersebut dapat menjadi suplai protein atau suplai energi. Dengan demikian, pakan yang akan digunakan diramu agar berkadar protein tinggi dan diberikan dengan ransum harian yang berbeda sehingga dapat diperoleh data mengenai berapa jumlah protein yang di pergunakan untuk pertambahan bobot dan berapa yang dibakar sebagai sumber energi (Suhenda *et al.*, 2004).

2.5 Kualitas Air

2.5.1 Suhu (°C)

Suhu air dapat mempengaruhi berbagai proses baik biologi, fisika maupun kimia air. Kenaikan suhu yang masih dapat ditoleransi organisme akan diikuti oleh kenaikan derajat metabolisme dan aktivitas fotosintesis pakan alami (fitoplankton). Demikian juga suhu air akan mempengaruhi kelangsungan hidup, pertumbuhan morfologi, reproduksi, tingkah laku, laju pergantian kulit (untuk udang) dan metabolisme ikan dan udang

(Musa, 2003). Di samping itu juga dijelaskan oleh Boyd (1982), bahwa semakin tinggi suhu dalam air akan menurunkan kelarutan oksigennya.

Suhu air mempunyai pengaruh yang besar terhadap proses pertukaran zat atau metabolisme dari makhluk-makhluk hidup, terhadap kadar oksigen yang larut di dalam air dan suhu juga mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Rounsefell dan Everhart (1953) dalam Asmawi (1984), menyatakan bahwa proses pencernaan makanan yang dilakukan oleh ikan berjalan sangat lambat pada suhu yang rendah, sebaliknya lebih cepat pada perairan yang lebih hangat. Menurut Kordi (2001), suhu yang baik bagi pertumbuhan ikan kerapu berkisar 20°C-35°C. Namun, suhu yang ideal adalah 27°C-32°C dengan perubahan yang tidak ekstrim.

2.5.2 Oksigen Terlarut/ *Oxygen Demand* (DO)

Oksigen merupakan gas yang terpenting untuk respirasi dan proses metabolisme. Kelarutan oksigen diperairan dipengaruhi oleh suhu air, konsentrasi gas larutan maupun kelarutan dari gas tersebut pada permukaan air yang selanjutnya digunakan untuk proses respirasi (Boyd, 1982).

Kebutuhan oksigen bagi ikan mempunyai dua aspek yaitu kebutuhan lingkungan bagi spesies tertentu dan kebutuhan konsumtif yang tergantung pada keadaan metabolisme. Ikan memerlukan oksigen guna pembakaran makanan untuk menghasilkan aktivitas, seperti berenang, pertumbuhan, reproduksi dan lainnya (Hariati, 1989). Kelarutan oksigen (O_2), merupakan faktor lingkungan yang terpenting bagi pertumbuhan ikan kerapu ditambak. Kandungan oksigen yang rendah dapat menyebabkan ikan kehilangan nafsu makan, sehingga mudah terserang penyakit dan pertumbuhannya

terhambat. Bagi pembesaran ikan kerapu di tambak, jumlah oksigen terlarut optimal tidak boleh kurang dari 4 ppm (Kordi, 2001).

2.5.3 pH

Derajat keasaman (pH) air menunjukkan kadar ion hidrogen atau proton yang terkandung dalam air. pH mempengaruhi proses dan kecepatan reaksi kimia di dalam air media maupun reaksi biokimia dalam tubuh ikan dan udang, mempengaruhi daya racun suatu senyawa, kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan atau udang. Setiap jenis organisme mempunyai daya toleransi berbeda terhadap perubahan pH (Boyd, 1982).

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuh-tumbuhan dan hewan-hewan air, sehingga sering di pergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup, walaupun baik buruknya suatu perairan masih tergantung pula pada faktor-faktor yang lain. Untuk menciptakan suasana yang bagus dalam suatu perairan, pH air harus sudah agak mantap atau tidak terlalu bergoncang, karena ikan hanya tahan terhadap perguncangan pH antara 5-8 (Asmawi, 1984). Derajat keasaman ($\text{pH} = \text{puissance negatif de H}$) dipergunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan suatu perairan dalam memproduksi garam-garam mineral. Budidaya ikan kerapu paling baik dilakukan di perairan dengan pH 7,6-8,9, yang merupakan kisaran umum pH air laut (Kordi, 2001).

2.5.4 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi rata-rata seluruh larutan garam yang terdapat didalam air laut. Konsentrasi garam-garam jumlahnya relatif sama dalam setiap contoh air, sekalipun pengambilannya ditempat berbeda. Salinitas ini berpengaruh terhadap tekanan osmotik sel tubuh (Kordi, 2001). Salinitas berpengaruh pada organisme dalam proses osmoregulasi. Makin tinggi salinitas semakin besar tekanan osmotik. Osmoregulasi

adalah proses pengaturan dan penyeimbang tekanan osmosis antara di dalam dan luar tubuh ikan. Antoro *et al.* (2004) menjelaskan bahwa salinitas yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu antara 30-33 ppt.

2.5.5 Nitrat Nitrogen

Nitrat (NO_3) umumnya dianggap secara esensial tidak toksik untuk ikan. Konsentrasi nitrat yang tinggi mungkin mengakibatkan kegagalan osmoregulasi non spesifik yang serupa dengan yang disebabkan oleh konsentrasi garam yang tinggi pada umumnya. Di pembenihan, ini secara potensial dapat terjadi ketika sistem resirkulasi dengan biofilter untuk oksidasi ammonia digunakan atau ketika suplai air telah terkontaminasi oleh aliran balik irigasi dari kegiatan pertanian intensif. Level paparan kronik maksimum $< 1,0 \text{ mg/L}$ merupakan pedoman yang disarankan, tetapi dibawah sebagian besar kondisi budidaya toksisitas nitrat terhadap ikan pada budidaya intensif bukanlah suatu masalah yang serius (Nirmala, 2001).

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Ikan Uji

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) yang berumur 6 bulan dengan berat rata-rata $29,19 \pm 0,97$ gram/ ekor sebanyak 7 ekor/ bak. Juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) (Lampiran 1) yang di gunakan berasal dari BBRPBL, Gondol, Propinsi Bali.

3.1.2 Media Penelitian

Air media yang digunakan yaitu air laut dengan kualitas air yang baik sesuai dengan hidup ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*), yang ditempatkan pada bak-bak percobaan berjumlah 18 buah dengan volume air 30 liter. Bak dilengkapi sistem aerasi dan air mengalir dengan pergantian air 20 liter/ jam.

3.1.3 Pakan Percobaan

Bahan penyusun pakan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah bahan pakan dari Laboratorium Nutrisi BBRPBL Gondol yang sudah dianalisis proksimat (Lampiran 2), bahan – bahan dasar yang di siapkan selanjutnya diolah untuk menghasilkan pakan pelet (Lampiran 3). Pada penelitian ini menggunakan 2 faktor perlakuan yaitu kadar protein dengan level 36%, 42%, 48% dan kadar lemak dengan level 9% dan 18%, dengan 3 kali ulangan. Pemberian pakan di berikan 2 kali setiap harinya yaitu pada pukul 08.00 WITA dan 15.00 WITA, yang dilakukan secara *ad libitum*. Jumlah pakan yang di berikan per hari dihitung dengan melihat selisih berat sebelum dan sesudah pemberian pakan. Hasil formulasi pakan percobaan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Formulasi Pakan Percobaan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

BAHAN	PERLAKUAN (PROTEIN, LEMAK) (%)					
	A (36, 9)	B (42, 9)	C (48, 9)	D (36, 18)	E (42, 18)	F (48, 18)
T. Ikan	28,55	33,31	38,07	28,55	33,31	38,07
Rebon	28,78	33,57	38,37	28,78	33,57	30,70
Kasein	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,96
Dextrin	31,60	22,82	14,06	10,85	2,07	0,08
M.cumi	4,74	4,04	3,33	13,74	13,04	12,68
VITAMIN MIX*	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
MINERAL MIX*	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
CMC	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Astaxanthin	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cr ₂ O ₃	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Avisel	0,23	0,16	0,08	11,98	11,91	6,42
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Hasil Analisis Proksimat (% kering)						
KADAR AIR PAKAN	9,85	8,26	5,67	4,85	5,41	5,67
PROTEIN (%)	37,56	43,62	46,87	37,35	43,34	48,93
LEMAK (%)	9,38	9,00	9,07	18,66	18,95	17,30
ABU (%)	16,29	18,75	20,26	28,19	29,49	25,56
KARBOHIDRAT (%)	36,77	28,63	23,8	15,8	8,22	8,21
ENERGI (kkal/ g)	4,52	4,49	4,48	4,52	4,58	4,74
E – P RATIO	12,03	10,29	9,56	12,10	10,57	9,69

Keterangan :

Karbohidrat = 100% - (protein + lemak + abu)

Energi = {(protein*5,65 kkal/gr)+(lemak*9,45 kkal/gr)+(karbohidrat*4,10 kkal/gr)}/100
(NRC, 1993)

* = komposisi vitamin mix dan mineral mix terdapat dalam Lampiran 4

3.1.4 Alat-alat Penelitian

- a. 1 set bak bervolume 30 liter
 - 18 buah bak berbentuk bulat dengan volume 30 liter
 - 1 set aerator
 - Selang
- b. Penentuan Kadar Air
 - Timbangan Analitik

- Oven
- Cawan porselin
- Nampan stainles
- Desikator

c. Penentuan Kadar Protein

- Timbangan analitik
- Tabung gelas destruksi
- Unit alat destruksi
- Unit alat destilasi
- Erlenmeyer
- Pipet volume

d. Penentuan Kadar Lemak

- Timbangan Analitik
- Blender Homogenizer
- Corong pemisah
- Botol sampel
- Pipet volume
- Unit vakum Rotary Evaporator
- Oven pengering
- Corong gelas

e. Penentuan Kadar Serat

- Timbangan analitik
- Unit alat ekstraktor lengkap dengan pendingin balik

- Beaker glass 600 ml
- Corong

3.1.5 Bahan Penelitian

a. Penentuan Kadar Air

- Sampel (pakan, ikan kering)

b. Penentuan Kadar Protein

- Sampel (pakan, ikan kering)
- Kertas timbang bebas nitrogen
- Tablet Kjeldahl
- Larutan H_2SO_4 pekat
- Larutan H_2O_2 30 %
- Larutan NaOH 40 %
- Larutan Asam Borax 4 % berisi indikator Brown Cresol Green 0,1 % dalam alkohol dan indikator Metil Red 0,1 % dalam alkohol
- Larutan Standart HCl 0,2 %
- Akuades

c. Penentuan Kadar Lemak

- Sampel (pakan, ikan kering)
- Larutan Chloroform
- Larutan Methanol
- Aquadest
- Larutan NaCl 0,9 %
- Kertas saring whatman 40

d. Penentuan Kadar Serat

- Sampel (pakan, ikan kering)
- Kertas saring whatman 40
- Larutan Alkohol
- Larutan K_2SO_4
- Larutan H_2SO_4
- Larutan NaOH 2,5 %
- Anti buih
- Akuades

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang di gunakan adalah metode eksperimen dengan mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil dengan teknik pengumpulan data secara observasi langsung. Hasil yang didapatkan menegaskan kedudukan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki.

3.2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang di gunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan 2 faktor. Percobaan faktorial merupakan percobaan yang menggunakan lebih dari satu faktor, dengan perlakuan yang merupakan kombinasi dari level-level faktor yang lain (Yitnosumarto, 1991). Faktor pertama dalam penelitian ini adalah kadar protein dengan 3 level yaitu 36%, 42% dan 48% dan faktor kedua adalah kadar lemak dengan 2 level yaitu 9% dan 18%, sehingga di dapatkan 6 perlakuan. Kombinasi kedua faktor tersebut adalah protein 36% - lemak 9%, protein 42% - lemak 9%, protein 48% -

lemak 9%, protein 36% - lemak 18%, protein 42% - lemak 18% dan protein 48% - lemak 18%. Masing – masing perlakuan diulang 3 kali ulangan, sehingga terdapat 18 unit percobaan. Rancangan Acak Lengkap Faktorial mempunyai model sebagai berikut :

$$Y = \mu + \alpha + \beta + \alpha, \beta + \varepsilon$$

dengan : Y = nilai pengamatan

μ = nilai rata-rata umum

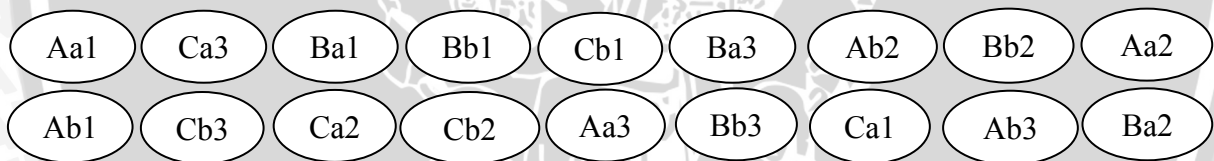
α = pengaruh perlakuan I (faktor perlakuan pertama)

β = pengaruh perlakuan II (faktor perlakuan kedua)

α, β = pengaruh interaksi faktor I dan II

ε = gallat/ kesalahan percobaan/ acak percobaan.

Adapun rancangan denah yang di gunakan dalam penelitian terdapat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rancangan Denah Penelitian

Keterangan : A, B, C : Kadar Protein
 a, b : Kadar Lemak
 1, 2, 3 : Nomor ulangan

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan pakan

- Analisis proksimat bahan penyusun pakan.
- Penentuan formulasi pakan.

- Pembuatan pakan.
- Penyesuaian ukuran pakan uji untuk pakan ikan uji.
- Analisis proksimat pakan.

Persiapan tempat

- Persiapan bak penelitian volume 30 liter di cuci hingga bersih, setelah itu dilakukan pengeringan bak.
- Bak di isi dengan air laut yang bersih.
- Persiapan sistem resirkulasi air (bak di beri aerasi dan aliran air di *flow throw*).
- Persiapan alat penunjang penelitian.

Persiapan ikan uji

- Mengadaptasikan ikan uji terhadap lingkungan dengan pakan komersil selama 2 hari secara *ad libitum*.
- Memuasakan ikan uji selama 1 hari sebelum dilaksanakan penelitian.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

- Setelah ikan di puasakan selama 1 hari untuk mengosongkan isi perut ikan uji di timbang beratnya dan di nyatakan sebagai berat ikan awal. Kemudian di ambil contoh ikan uji sebanyak 1 ekor untuk analisis awal komposisi kimia tubuh, meliputi kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar serat.
- Ikan uji di masukkan ke dalam tiap bak penelitian dengan kepadatan 7 ekor/m³.
- Pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum* (sekenyang-kenyangnya) dengan frekuensi 2 kali sehari yaitu jam 08.00 WITA dan jam 15.00 WITA.

- Pengambilan sisa pakan dan feses setelah 30 menit dengan pergantian air sebanyak 30% di lakukan dengan cara penyiponan pada pagi dan sore hari setelah ikan diberi pakan.
- Pengukuran kualitas air di lakukan selama 1 minggu sekali pada saat sampling.
- Pengamatan pertumbuhan ikan di lakukan setiap 7 hari sekali (1 minggu sekali) dengan menimbang satu per satu ikan uji pada setiap bak.
- Pada akhir penelitian populasi ikan pada tiap bak di hitung jumlahnya dan di timbang berat tubuhnya satu per satu dan dinyatakan sebagai berat populasi ikan akhir. Kemudian ikan uji dari tiap bak diambil sebanyak 2 ekor untuk di analisis kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar abu. Analisis kadar air di tentukan dengan pengeringan dalam oven, analisis protein dilakukan dengan metode kjeldahl dan analisis lemak dilakukan dengan metode "ekstraksi soxhlet", yang pada akhirnya dinyatakan sebagai "Crude fat" atau "ether extract".

3.4 Parameter Uji

3.4.1 Parameter Uji Utama

Pertumbuhan ikan yang di beri ransum penelitian dievaluasi berdasarkan :

- a. **Kelulushidupan (*Survival Rate/ SR*)** (Supito *et al.*, 1998).

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100 \%$$

dengan : SR = Tingkat Sintasan (%)

Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan hidup pada awal penelitian (ekor)

- b. **Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate/ SGR*)** (Supito *et al.*, 1998).

$$SGR = \frac{\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_0}{t} \times 100\%$$

dengan : SGR = Laju pertumbuhan spesifik

$\bar{W}_0$ = Rata – rata Bobot awal (gram)

$\bar{W}_t$ = Rata – rata Bobot akhir (gram)

t = Waktu (hari)

- c. **Konversi Pakan (*Feed Conversion Ratio/ FCR*)** (NRC, 1977 dalam Suhenda *et al.*, 2004).

$$\text{Konversi Pakan} = \frac{\text{Jumlah pakan (Bobot Kering) yang diberikan}}{\text{Pertambahan bobot}}$$

- d. **Rasio Efisiensi Protein (*Protein Efficiency Ratio/ PER*)** (Castell dan Tiews, 1980 dalam Suhenda *et al.*, 2004).

$$PER = \frac{\text{Pertambahan Bobot Tubuh}}{\text{Bobot Protein yang diberikan}}$$

- e. **Retensi Protein** (Voiola dan Rappaport, 1979 dalam Suhenda *et al.*, 2004).

$$\text{Retensi Protein} = \frac{\text{Pertambahan Protein Tubuh}}{\text{Bobot Protein yang diberikan}} \times 100\%$$

- f. **Retensi Lemak** (Voiola dan Rappaport, 1979 dalam Suhenda *et al.*, 2004).

$$\text{Retensi Lemak} = \frac{\text{Pertambahan Lemak Tubuh}}{\text{Bobot Lemak yang diberikan}} \times 100\%$$

- g. **Retensi Energi** (Yuwono *et al.*, 2007).

$$\text{Retensi Energi} = \frac{\text{Pertambahan Energi Tubuh}}{\text{Energi Pakan yang diberikan}} \times 100\%$$

3.4.2 Parameter Penunjang

- a. Suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan Oksigen Terlarut (ppm) di ukur dengan menggunakan Digital Oksimeter
- b. Derajat keasaman (pH) di ukur dengan menggunakan pH meter
- c. Salinitas (‰) di ukur dengan menggunakan Hand Refraktometer
- d. Nitrat (NO_3) (ppm) di ukur dengan menggunakan spektrofotometer

3.5 Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif, meliputi kelulushidupan, laju pertumbuhan spesifik, rasio konversi pakan, efisiensi protein, retensi protein, retensi lemak, retensi energi dan kualitas air terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Data yang digunakan sebelumnya di uji kenormalan data dengan menggunakan program SPSS 16 (*Statistical Product and Solve Solution 16*), jika tidak normal selanjutnya data ditransformasi $\arcsin \sqrt{\%}$ untuk mendapatkan data yang homogen. Data hasil transformasi di lanjutkan dengan mencari analisis ragam untuk mengetahui pengaruh pada tiap perlakuan. Jika hasil data berbeda nyata, kemudian di lanjutkan dengan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf kepercayaan 5% dan mencari uji respon dengan uji *polynomial orthogonal* untuk mendapatkan perlakuan terbaik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan (*Survival Rate/ SR*)

Kelulushidupan adalah jumlah ikan yang hidup dalam satu periode pemeliharaan ditempat pengamatan, diukur berdasarkan jumlah individu yang hidup pada akhir penelitian. Data dan hasil perhitungan kelulushidupan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dari awal sampai akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini dan Lampiran 5.

Tabel 3. Data Kelulushidupan (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Ulangan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	100,00	100,00	100,00	300,00	100
42	9	100,00	100,00	85,71	285,71	85,71
48	9	100,00	100,00	100,00	300,00	100
36	18	100,00	100,00	100,00	300,00	100
42	18	100,00	100,00	100,00	300,00	100
48	18	100,00	100,00	100,00	300,00	100
Total		600,00	600,00	585,71	1.785,71	

Selanjutnya data yang sudah dihitung, diuji kenormalan datanya menggunakan SPSS 16, kemudian dianalisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan (Tabel 4).

Tabel 4. Analisis Ragam Kelulushidupan (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	56,69	11,34	1,00 ^{tn}	3,11
Protein	2	22,68	11,34	1,00 ^{tn}	3,88
Lemak	1	11,34	11,34	1,00 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	22,68	11,34	1,00 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	136,05	11,34		
Total	17	192,74			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nilai kelulushidupan pada juvenil ikan kerapu pasir dengan pemberian pakan iso energi 4,5 kkal/ g pada kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan tidak berbeda nyata dan tidak berpengaruh. Hal ini disebabkan tersedianya pakan yang mengandung nutrisi dan kualitas yang sama pada setiap perlakuan, serta ruang gerak yang mencukupi.

Arif dan Katimin (2007), Sutarmat *et al.* (2006) dan Setiadharmas *et al.* (2008), menjelaskan bahwa keberhasilan kelulushidupan didukung oleh manajemen pemeliharaan yang baik, pergantian air dalam bak pemeliharaan, faktor lingkungan, pakan, padat penebaran, umur dan ukuran benih saat tebar. Effendie (1997) mengatakan, jika ikan mendapatkan pakan yang berukuran tepat dengan ukuran bukaan mulutnya, diperkirakan ikan tersebut akan dapat meneruskan hidupnya dengan baik.

Salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kelulushidupan ikan adalah kualitas air. Adapun perbandingan kualitas air selama penelitian yang selalu dipertahankan dalam kondisi yang sesuai dengan kehidupan optimal pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Kualitas Air selama Penelitian dengan Beberapa Penelitian lain pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

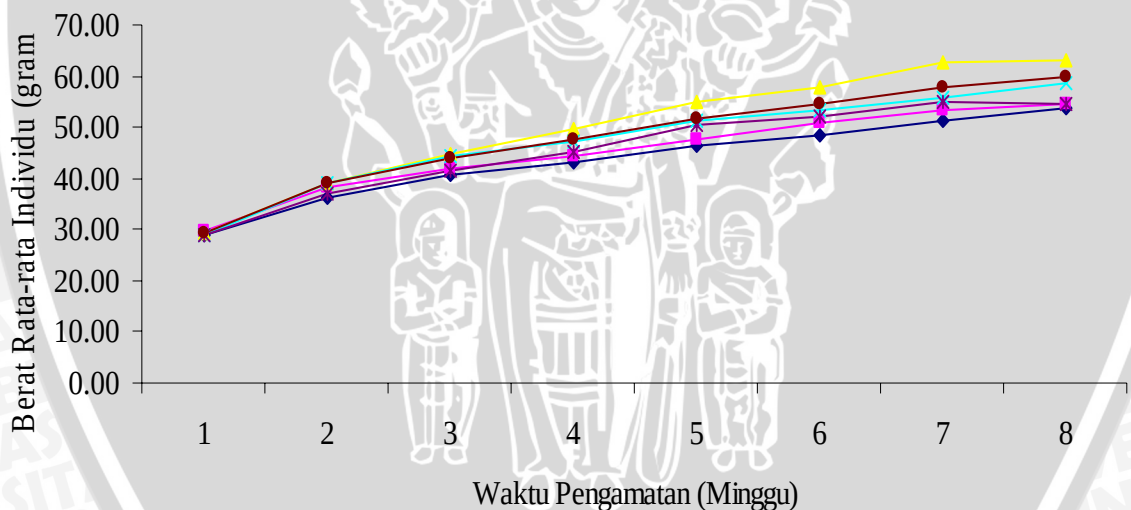
Parameter Pengamatan Kualitas Air	Hasil Penelitian (2008)	Hasil Penelitian Arif dan Katimin (2007)	Hasil Penelitian Hutapea dan Slamet (2007)	Kualitas Air secara Umum untuk Pertumbuhan Ikan Kerapu (Kordi, 2001)
Suhu (°C)	27,83 – 27,93	28,4 – 30	25,2 – 28,6	20 – 35
pH	8,07 – 8,10	8,03 – 8,18	7,3 – 8,4	7,6 – 8,9
DO (mg/L)	4,60 – 4,47	6,20 – 6,62	3,7 – 6,7	> 4,00
Salinitas (ppt)	34,42 – 34,63	31 - 32	31,0 – 33,0	30 – 33
NO ₃ (mg/L)	0,06 – 0,08			< 1,0 *

Keterangan : * = Nirmala (2001)

Pada penelitian ini, perlakuan pakan B (42%, 9%) memberikan kelulushidupan lebih rendah jika dibanding perlakuan pakan yang lain, karena pada pakan B (42%, 9%) mengalami kematian sebanyak 1 ekor, yang diduga masih terdapat sifat kanibalisme pada ikan kerapu pasir tersebut. Terjadinya kematian akibat kanibalisme bisa terjadi sewaktu-waktu karena sifat ini tidak dapat dikontrol.

4.2 Laju Pertumbuhan Spesifik (*Specific Growth Rate/ SGR*)

Data bobot rata-rata individu dan biomass ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 dan Lampiran 6. Data ini selanjutnya dihitung untuk mendapatkan nilai laju pertumbuhan spesifik yang ditunjukkan pada Tabel 6 di bawah ini dan Lampiran 7.



Gambar 2. Berat Rata-rata Individu Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) pada Berbagai Perlakuan selama Penelitian

Keterangan :

- ◆ Protein 36% Lemak 9% ◆ Protein 42% Lemak 9% ◆ Protein 48% Lemak 9%
- ◆ Protein 36% Lemak 18% ◆ Protein 42% Lemak 18% ◆ Protein 48% Lemak 18%

Tabel 6. Data Laju Pertumbuhan Spesifik (%bb/hari) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Ulangan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	1,24	1,19	1,38	3,80	1,27
42	9	1,65	0,95	1,07	3,67	1,22
48	9	1,48	1,68	1,53	4,69	1,56
36	18	1,32	1,42	1,55	4,30	1,43
42	18	1,11	1,40	1,43	3,94	1,31
48	18	1,69	1,25	1,41	4,35	1,45
Total		8,49	7,89	8,37	24,75	

Data pada Tabel 6 selanjutnya diuji kenormalan data dengan menggunakan SPSS 16 dan dianalisis ragam (Tabel 7) untuk menentukan pengaruh perlakuan.

Tabel 7. Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Spesifik (%bb/hari) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,25	0,05	1,19 ^{tn}	3,11
Protein	2	0,18	0,09	2,10 ^{tn}	3,88
Lemak	1	0,01	0,01	0,23 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	0,06	0,03	0,77 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	0,50	0,04		
Total	17	0,75			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein dan lemak yang berbeda, tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik pada juvenil ikan kerapu pasir, artinya walaupun dalam penelitian ini berat rata-rata individu juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) menunjukkan peningkatan, namun laju pertumbuhan spesifik pada juvenil ikan kerapu pasir yang diberi kombinasi pakan berbeda memiliki kualitas pakan sama.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Ahmad *et al.* (1992), laju pertumbuhan spesifik ikan kerapu lumpur (*Epinephelus tauvina*) yang diberi pakan berkadar protein

30%, 40%, 50% tidak berbeda nyata, sedangkan pada penelitian Giri *et al.* (2007a) mengatakan bahwa kadar protein 38% lemak 9% dapat memberikan pertumbuhan yang baik pada ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), dengan ukuran berat lebih dari 250 g. Fujaya (2004) menjelaskan, tidak semua makanan yang dimakan oleh ikan digunakan untuk pertumbuhan. Sebagian besar energi dari makanan digunakan untuk pemeliharaan, sisanya untuk aktivitas, pertumbuhan dan reproduksi. Sutarmat *et al.* (2007) mengatakan pertumbuhan ikan yang dipelihara dalam karamba jaring apung dipengaruhi oleh mutu jenis pakan yang secara langsung akan mempengaruhi pertumbuhan, produksi, konversi pakan dan kelulushidupan.

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

Rasio konversi pakan merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan pertambahan berat tubuh selama penelitian. Data dan hasil perhitungan rasio konversi pakan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) terdapat pada Tabel 8 di bawah ini dan Lampiran 8.

Tabel 8. Data Rasio Konversi Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Perlakuan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	1,31	1,33	1,31	3,95	1,32
42	9	1,13	1,54	1,63	4,30	1,43
48	9	1,04	1,04	1,03	3,11	1,04
36	18	1,16	1,15	1,05	3,36	1,12
42	18	1,48	1,25	1,32	4,05	1,35
48	18	1,08	1,20	1,06	3,34	1,11
Total		7,21	7,51	7,39	22,11	

Data pada Tabel 8 selanjutnya diuji kenormalan datanya dengan menggunakan SPSS 16, selanjutnya ditransformasi arcsin $\sqrt{\%}$ dan hasil transformasi dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan, dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis Ragam Rasio Konversi Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	2,50	0,50	5,11*	3,11
Protein	2	1,97	0,99	10,07*	3,88
Lemak	1	0,12	0,12	1,25 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	0,41	0,20	2,07 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	1,18	0,09		
Total	17	3,68			

Keterangan : * = beda nyata

tn = tidak beda nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kombinasi pakan berbeda berpengaruh pada faktor protein terhadap rasio konversi pakan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan pada faktor protein terhadap rasio konversi pakan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dilakukan uji beda nyata terkecil, seperti terlihat pada Tabel 10 berikut ini.

Tabel 10. Analisis Beda Nyata Terkecil Faktor Protein terhadap Rasio Konversi Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan	P3 (48%)	P1 (36%)	P2 (42%)	BNT 0,05
	5,95	6,33	6,76	
P3 (48%) 5,95	-	tn	*	
P1 (36%) 6,33		-	*	0,39
P2 (42%) 6,76			-	
Notasi	a	a	b	

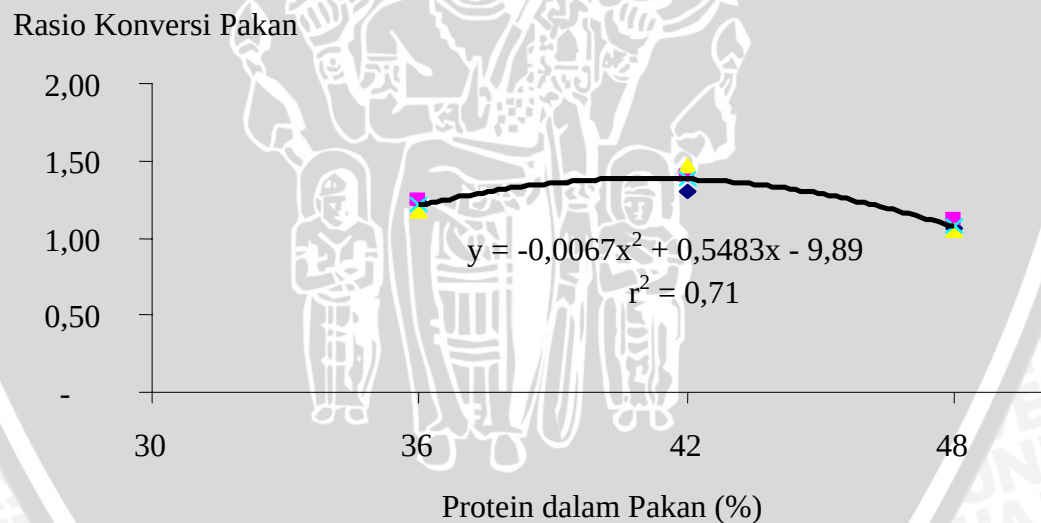
Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%

- * = beda nyata

- tn = tidak beda nyata

Berdasarkan uji BNT pada Tabel 10, kadar protein 36% tidak berbeda nyata dengan kadar protein 48% dan pada kadar protein 42% berbeda nyata dengan kadar protein 36% dan 48%. Untuk mengetahui pola hubungan antar perlakuan pada faktor protein dalam pakan terhadap rasio konversi pakan pada ikan kerapu pasir, maka dilakukan uji *Polynomial Orthogonal* yang memiliki pola kuadratik $y = -0,0067x^2 + 0,5483x - 9,88$ (Gambar 3).

Pada penelitian ini, faktor protein sangat berpengaruh dalam rasio konversi pakan terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Protein yang diserap oleh ikan akan digunakan sebagai sumber energi, untuk memperbaiki protein jaringan dan untuk pertumbuhan (Afrianto dan Liviawaty, 2005).



Gambar 3. Hubungan Kombinasi Kadar Protein terhadap Rasio Koversi Pakan dalam Pakan Buatan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Keterangan :

◆ Series1 ■ Series2 ▲ Series3 ✕ Series4 — Poly. (Series4)

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa pada juvenil ikan kerapu pasir yang diberi pakan kadar protein 48% mampu mengkonversi pakan lebih baik daripada yang diberi pakan kadar protein 36% dan 42%. Rasio konversi pakan berkadar protein 42% bahkan lebih buruk dari pakan berkadar protein 36% dan 48%, karena pada kadar protein 42% juvenil ikan kerapu pasir tidak mampu mengkonversi pakan secara optimal. Meskipun kadar protein 48% lebih tinggi, namun dalam penelitian ini kadar protein 48% tidak berbeda nyata dengan kadar protein 36%. Disamping itu, tingginya konversi pakan disebabkan adanya pakan yang tidak tercerna (Sugama, 1983 *dalam* Sutarmat *et al.*, 2006) atau dan jenis pakan yang kurang disukai oleh ikan (Sutarmat *et al.*, 2006).

Furuichi (1989) dan NRC (1983) *dalam* Mokoginta *et al.* (1995) dan Ekawati *et al.* (1999) mengatakan konversi pakan sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan, ketepatan pemberian pakan baik dalam hal jumlah maupun waktu, kualitas protein, kandungan energi pakan, dan suhu air. Apabila hal tersebut terpenuhi maka akan di peroleh konversi pakan yang baik. Dalam artian semakin baik kualitas pakan dan tepat dalam pemberiannya maka akan di perolah konversi pakan yang kecil.

Teng *et al.* (1977), Sukhawongs *et al.* (1978) dan Teng (1979) *dalam* Ahmad *et al.* (1992) melaporkan bahwa kadar protein terbaik dalam pakan bagi pertumbuhan kerapu lumpur yang dipelihara dalam kejapung adalah berkisar 40% - 50%. Mokoginta *et al.* (1995) menjelaskan protein adalah zat pakan yang sangat diperlukan ikan bagi pertumbuhan. Kadar protein pakan dapat mempengaruhi tinggi rendahnya pertumbuhan ikan (Khanset *et al.*, 1993 *dalam* Mokoginta *et al.*, 1995). Pada penelitian ini, lemak tidak berpengaruh terhadap rasio konversi pakan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Hal ini menunjukkan bahwa protein cenderung lebih efisien untuk dimanfaatkan.

4.4 Rasio Efisiensi Protein (*Protein Efficiency Ratio/ PER*)

Rasio efisiensi protein digunakan untuk menentukan efisiensi pemanfaatan protein oleh ikan, merupakan perbandingan antara pertambahan berat tubuh (berat basah) dengan jumlah protein yang dikonsumsi (berat kering). Data dan hasil perhitungan rasio efisiensi protein pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dapat dilihat pada Tabel 11 di bawah ini dan Lampiran 9.

Tabel 11. Data Rasio Efisiensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Ulangan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	2,03	2,00	2,03	6,06	2,02
42	9	2,02	1,49	1,41	4,92	1,64
48	9	2,04	2,06	2,08	6,18	2,06
36	18	2,30	2,33	2,56	7,19	2,40
42	18	1,56	1,85	1,75	5,16	1,72
48	18	1,90	1,70	1,92	5,52	1,84
Total		11,86	11,42	11,75	35,03	

Data pada Tabel 10, selanjutnya diuji kenormalan data dengan menggunakan SPSS 16 dan ditransformasi $\arcsin \sqrt{\%}$, kemudian dianalisis ragam (Tabel 12) untuk mengetahui pengaruh pada tiap perlakuan.

Tabel 12. Analisis Ragam Rasio Efisiensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	4,83	0,97	7,35*	3,11
Protein	2	3,66	1,83	13,90*	3,88
Lemak	1	0,11	0,11	0,84 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	1,06	0,53	4,04*	3,88
Acak/ Galat	12	1,58	0,13		
Total	17	6,41			

Keterangan : * = beda nyata

tn = tidak beda nyata

Hasil analisis ragam pada Tabel 12 menunjukkan bahwa faktor protein dan faktor interaksi berpengaruh dalam rasio efisiensi protein terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan di lakukan uji beda nyata terkecil (BNT) pada faktor interaksi. Pada kondisi ini interaksi adalah pengaruh peningkatan dari faktor protein bukan pengaruh dari faktor lemak. Tabel uji BNT pada kombinasi kadar protein dan lemak dapat dilihat pada Tabel 13 di bawah ini.

Tabel 13. Analisis Beda Nyata Terkecil Kombinasi Kadar Protein dan Lemak Terhadap Rasio Efisiensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan (protein, lemak) (%)	PL-B (42,9)	PL-E (42,18)	PL-F (48,18)	PL-A (36,9)	PL-C (48,9)	PL-D (36,18)	BNT 0,05
Rerata	7,34	7,53	7,79	8,17	8,25	8,90	
PL-B (42, 9) 7,34	-	tn	tn	*	*	*	0,65
PL-E (42, 18) 7,53	-	-	tn	tn	*	*	
PL-F (48, 18) 7,79	-	-	-	tn	tn	*	
PL-A (36, 9) 8,17	-	-	-	-	tn	*	
PL-C (48, 9) 8,25	-	-	-	-	-	*	
PL-D (36, 18) 8,90	-	-	-	-	-	-	
Notasi	a	a	ab	b	b	c	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%

- * = beda nyata

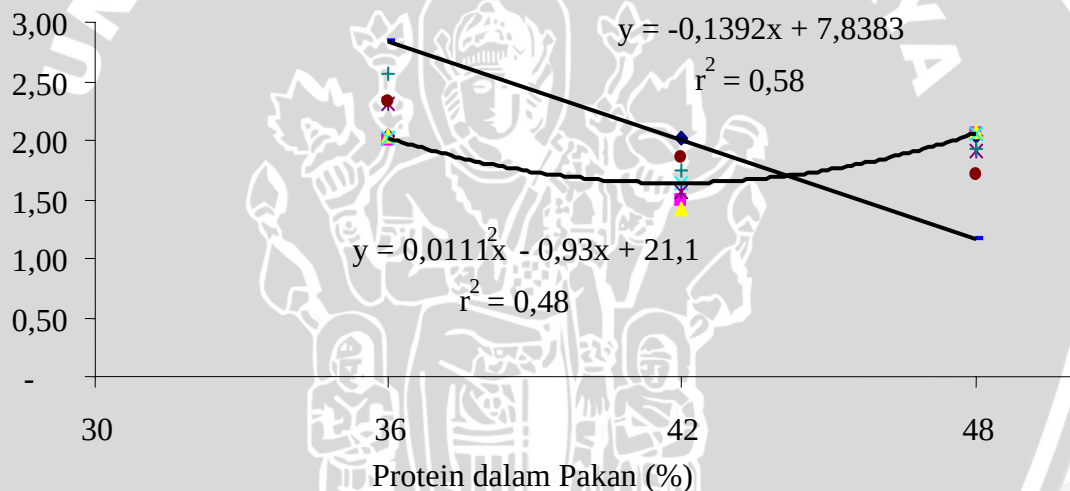
- tn = tidak beda nyata

Berdasarkan uji BNT pada Tabel 13, dapat dilihat bahwa perlakuan pakan D (36%, 18%) berpengaruh pada semua perlakuan. Perlakuan pakan A (36%, 9%) tidak berpengaruh dengan perlakuan pakan F (48%, 18%), tetapi perlakuan pakan A (36%, 9%) berpengaruh dengan perlakuan pakan B (42%, 9%), dan perlakuan pakan C (48%,

9%) berpengaruh dengan perlakuan pakan B (42%, 9%) dan pakan E (42%, 18%), sedangkan pada perlakuan pakan yang lain tidak berpengaruh.

Untuk mengetahui pola hubungan antar kombinasi dalam pakan buatan terhadap rasio efisiensi protein pada ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*), di lakukan uji *Polynomial Orthogonal* yang menunjukkan hasil kuadratik pada kombinasi kadar protein dan lemak 9% dengan persamaan $y = 0,0111x^2 - 0,92997x + 21,1$ dan hasil linier pada kombinasi kadar protein dan lemak 18% dengan persamaan $y = -0,1392x + 7,8383$ (Gambar 4).

Rasio Efisiensi Protein



Gambar 4. Hubungan Kombinasi Kadar Protein dan Lemak dalam Pakan Buatan Terhadap Rasio Efisiensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Keterangan :

- ◆ Series1
- ✱ Series5
- Linear (Series8)
- ◆ Series2
- Series6
- Poly. (Series4)
- ▲ Series3
- + Series7
- ✕ Series4
- Series8

Nilai rasio efisiensi protein selama penelitian menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Dalam penelitian ini, kadar protein 42% lebih rendah jika dibanding kadar protein 36% dan 48% terhadap rasio efisiensi protein. Hal ini diduga kadar protein 42% tidak termanfaatkan secara efisien pada juvenil ikan kerapu pasir.

Pada data dapat dilihat bahwa rasio efisiensi protein tertinggi pada pakan D (36%, 18%) yaitu sebesar 2,40. Hal ini sesuai dengan pendapat Bautista (1986) dalam Mokoginta *et al.* (1995) mengemukakan bahwa efisiensi pakan akan tinggi pada kadar protein rendah jika energi cukup tersedia dalam pakannya.

Dapat diketahui bahwa perlakuan pakan A (36%, 9%) tidak berbeda nyata dengan pakan F (48%, 18%). Artinya, pada pakan A (36%, 9%) dan pakan F (48%, 18%) memiliki kualitas pakan yang sama dalam pemanfaatan efisiensi protein untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). New (1987) dalam Utojo (1995) menjelaskan bahwa kebutuhan protein bervariasi menurut spesies ikan dan pemanfaatan protein pakan untuk pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh ukuran ikan, kualitas protein, kandungan energi pakan, keseimbangan kandungan nutrisi, tingkat pemberian pakan dan kandungan asam amino yang paling rendah ketersediannya. Ditambahkan Afrianto dan Liviawaty (2005), nilai efisiensi protein dipengaruhi oleh pencernaan pakan. Perbandingan antara energi dan protein pada penelitian ini meningkat sesuai dengan penurunan kadar protein, karena energi yang terkandung dalam semua pakan yang diuji sama.

Secara umum, proses pencernaan dan absorpsi pada ikan berlangsung di dalam saluran pencernaan. Saluran pencernaan ikan berturut – turut dimulai dari segmen mulut, rongga mulut, faring, esofagus, lambung, pylorus, usus, rectum dan anus. Dalam proses pencernaan, komponen makanan berupa protein, lemak dan karbohidrat harus dipecah menjadi senyawa - senyawa sederhana yang merupakan komponen – komponen penyusunnya. Nutrien berbentuk sederhana inilah yang dapat diserap oleh enterosit dan diedarkan keseluruh tubuh, untuk selanjutnya digunakan mensintesis senyawa baru (anabolisme) atau oksidasi untuk menghasilkan energi (katabolisme) (Fujaya, 2004).

Jika dilihat dari kebutuhan asam amino bahan pakan dan pakan uji pada penelitian ini (Lampiran 10), dapat diartikan bahwa semakin tinggi kadar protein, maka semakin tinggi asam amino yang terkandung dalam pakan. Tetapi, pakan F (48%, 18%) memiliki nilai kandungan asam amino yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pakan C (48%, 9%), karena pada pakan F (48%, 18%) terdapat penambahan kasein, sehingga perbandingan antara tepung ikan : tepung rebon : kasein sebesar 50% : 40% : 10% untuk mendapatkan iso energi sebesar 4,5 kkal/g. Pada penelitian Suyuti (2001) menunjukkan bahwa kandungan asam amino terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) pada kadar protein yang tinggi, maka kandungan asam aminonya yaitu pada kadar protein 53%.

Dalam penelitian ini, diduga "*protein sparing effect*" dari karbohidrat baik terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir dalam proses pemanfaatan efisiensi protein. Hardy (1991) dalam Ahmad *et al.* (1992) menjelaskan perbandingan antara karbohidrat dan protein pakan sangat mempengaruhi pemanfaatan protein untuk pembentukan jaringan. Apabila karbohidrat dalam pakan tidak mencukupi sebagai sumber energi maka ikan terutama ikan buas seperti ikan kerapu, akan memanfaatkan protein tidak hanya untuk pembentukan jaringan, tetapi juga sebagai sumber energi untuk gerak.

Gusrina (2008) menjelaskan bahwa pada ikan, karbohidrat merupakan sumber energi yang disebut dengan *Protein Sparing Effect* yaitu karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti bagi protein, karbohidrat sebagai mitra protein jika tubuh kekurangan protein, maka karbohidrat akan dipecah sebagai pengganti energi yang berasal dari protein. Dengan menggunakan karbohidrat dan lemak sebagai sumber bahan baku maka hal ini dapat mengurangi harga pakan dan mengurangi pengeluaran

limbah nitrogen ke lingkungan. Pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh aktivitas enzim dan hormon.

Kadar lemak dalam pakan juga ikut menentukan dalam pemanfaatan protein sebagai sumber energi untuk pembentukan jaringan dan aktivitas, karena lemak mempunyai nilai energi yang tinggi dan mengandung vitamin yang larut didalamnya. Giri *et al.* (1999) dalam Kabangnga *et al.* (2004) menyatakan bahwa kebutuhan lemak ikan kerapu berkisar antara 9% - 10%. Dalam penelitian Utojo (1995) kandungan nutrisi terutama lemak tertinggi terkandung pada pakan berkadar protein 40% yaitu 13,43%. Hasil penelitian Rachmansyah *et al.* (2001) menjelaskan bahwa rasio efisiensi protein tertinggi pada ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) adalah pakan dengan kadar protein 35%.

4.5 Retensi Protein

Retensi protein menggambarkan proporsi protein pakan yang tersimpan sebagai protein dalam jaringan tubuh ikan. Komposisi kimia tubuh ikan kerapu pasir terdapat pada Lampiran 11. Data dan hasil perhitungan retensi protein dapat dilihat pada Tabel 14 di bawah ini dan Lampiran 12.

Tabel 14. Data Retensi Protein (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Protein		Ulangan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	44,51	44,49	44,83	133,83	44,61
42	9	40,14	37,50	33,88	111,52	37,17
48	9	47,03	44,57	44,46	136,06	45,35
36	18	42,64	46,97	49,03	138,64	46,21
42	18	34,00	41,36	39,90	115,26	38,42
48	18	38,57	39,34	41,92	119,83	39,94
Total		246,88	254,24	254,03	755,14	

Hasil data pada Tabel 14 diuji kenormalan datanya dengan menggunakan SPSS 16 (Lampiran 12) dan dianalisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan (Tabel 15).

Tabel 15. Analisis Ragam Retensi Protein (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	228,42	45,68	6,70	3,11
Protein	2	178,33	89,16	13,07	3,88
Lemak	1	3,28	3,28	0,48	4,75
Interaksi	2	46,81	23,40	3,43	3,88
Acak/ Galat	12	81,87	6,82		
Total	17	310,28			

Keterangan : * = beda nyata
tn = tidak beda nyata

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein dan lemak yang berbeda dalam pakan buatan berpengaruh pada faktor protein terhadap retensi protein pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

Untuk mengetahui perbedaan masing – masing perlakuan pada faktor protein terhadap retensi protein pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*), maka dilakukan analisis uji BNT (Beda Nyata Terkecil), seperti tertera pada Tabel 16.

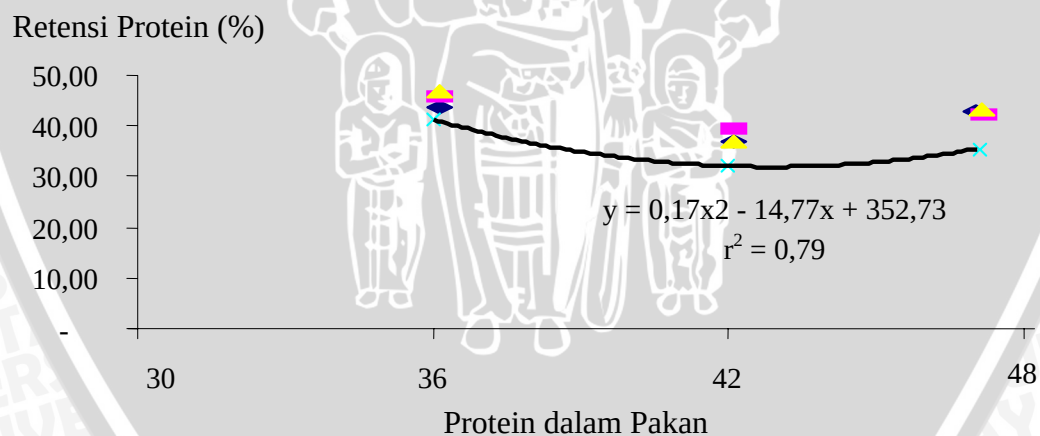
Tabel 16. Analisis Beda Nyata Terkecil Faktor Protein terhadap Retensi Protein (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan	P2 (42%)	P3 (48%)	P1 (36%)	BNT 0,05
	37,80	42,65	45,41	
P2 (42%) 37,80	-	*	*	
P3 (48%) 42,65		-	tn	3,29
P1 (36%) 45,41			-	
Notasi	a	b	b	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%
- * = beda nyata
- tn = tidak beda nyata

Berdasarkan uji BNT, faktor protein berpengaruh nyata pada kadar protein 36% dengan kadar protein 42% dan tidak berpengaruh dengan kadar protein 48%. Dari kadar protein 36% dan 48% yang tidak berbeda nyata, maka dapat dikatakan bahwa masing-masing kombinasi kadar protein 36% dan 48% memiliki pengaruh yang sama, sehingga secara ekonomis sebaiknya menggunakan pakan dengan kadar protein 36% karena dapat meminimalisir biaya. Untuk mengetahui pola hubungan antar perlakuan faktor protein, maka dilakukan uji *Polynomial Orthogonal* dengan pola kuadratik dan persamaan $y = 0,17x^2 - 14,77x + 352,73$ (Gambar 5).

Pada penelitian ini, faktor protein sangat berpengaruh dalam penyimpanan dan pemanfaatan protein secara efisien di dalam tubuh ikan. Protein yang diserap oleh ikan akan digunakan sebagai sumber energi, untuk memperbaiki protein jaringan dan untuk pertumbuhan (Afrianto dan Liviawaty, 2005).



Gambar 5. Hubungan Kombinasi Kadar Protein dalam Pakan Buatan terhadap Retensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Keterangan :

◆ Series1 ■ Series2 ▲ Series3 × Series4 — Poly. (Series4)

Pada Gambar 5 dapat dijelaskan bahwa ikan kerapu pasir yang diberi pakan berkadar protein 36% mampu memanfaatkan dan menyimpan protein dalam pakan lebih baik. Retensi protein berkadar protein 42% bahkan lebih buruk. Hal ini diduga pada kadar protein 42% kurang dimanfaatkan dan disimpan oleh juvenil ikan kerapu pasir secara efisien. Sesuai dengan pendapat Giri *et al.* (2007b) mengatakan bahwa ada kecenderungan meningkatnya kandungan protein pakan menghasilkan retensi protein yang menurun. Peningkatan kadar protein dalam tubuh ikan menunjukkan terjadinya pembentukan jaringan baru dalam tubuh ikan, yang berarti protein dalam pakan pada penelitian ini dapat dimanfaatkan secara efisien oleh ikan untuk menyusun protein tubuhnya. Untuk mencapai pertumbuhan optimum, ikan kerapu lumpur (*Epinephelus suillus*) membutuhkan protein dalam pakannya sebesar 40-50% (Akbar, 2002).

Menurut Halver (1976) dalam Rachmansyah *et al.* (2001), kebutuhan protein merupakan aspek penting dalam nutrisi ikan karena protein merupakan salah satu nutrisi yang diperlukan oleh ikan untuk pertumbuhan. Dalam penelitian ini faktor lemak tidak mempengaruhi. Lemak sebagai sumber energi dalam pakan ikan, terutama pada ikan-ikan karnivora tidak efisien dalam penyimpanan dan pemanfaatan protein pada penelitian ini. NRC (1993) dalam Giri (2007b) mengatakan bahwa beberapa studi penentuan kebutuhan protein ikan ekonomis penting untuk budidaya telah dilakukan dan menunjukkan bahwa protein dalam pakannya bervariasi antara 30%-55%.

4.6 Retensi Lemak

Retensi lemak menggambarkan penambahan lemak dalam tubuh dibagi dengan bobot lemak yang disimpan dalam tubuh ikan. Data dan hasil perhitungan retensi lemak pada juvenil ikan kerapu pasir pada Tabel 17 di bawah ini dan Lampiran 12.

Tabel 17. Data Hasil Retensi Lemak (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Ulangan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	94,57	94,70	98,20	287,47	95,82
42	9	84,54	69,03	60,47	214,05	71,35
48	9	82,91	88,45	91,78	263,14	87,71
36	18	79,04	80,70	88,23	247,97	82,66
42	18	70,37	61,74	56,83	188,93	62,98
48	18	79,41	58,49	69,94	207,84	69,28
Total		490,84	453,10	465,46	1409,39	

Selanjutnya data pada Tabel 17 diuji kenormalan datanya menggunakan SPSS 16 dan ditransformasi arcsin $\sqrt{\%}$, selanjutnya dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan (Tabel 18).

Tabel 18. Analisis Ragam Retensi Lemak (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 0,05
Perlakuan	5	1395,08	279,02	10,10*	3,11
Protein	2	839,87	419,94	15,20*	3,88
Lemak	1	497,47	497,47	18,01*	4,75
Interaksi	2	57,74	28,87	1,05 ^{tn}	3,88
Galat/ Acak	12	331,50	27,63		
Total	17	1726,58			

Keterangan : * = beda nyata

tn = tidak beda nyata

Dari hasil analisis ragam pada Tabel 18, menunjukkan bahwa faktor protein dan faktor lemak dalam pakan buatan yang berbeda memiliki hasil berbeda nyata ($f > 0,05$) terhadap penyimpanan lemak dalam tubuh. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan pada faktor protein dalam retensi lemak pada juvenil ikan kerapu pasir dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) yang dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19. Analisis Beda Nyata Terkecil Faktor Protein dalam Retensi Lemak (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*)

Perlakuan	P2 (42%)	P3 (48%)	P1 (36%)	BNT 0,05
	55,30	63,12	72,02	
P2 (42%) 55,30	-	*	*	6,61
P3 (48%) 63,12		-	*	
P1 (36%) 72,02			-	
Notasi	a	b	c	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%
 - * = beda nyata

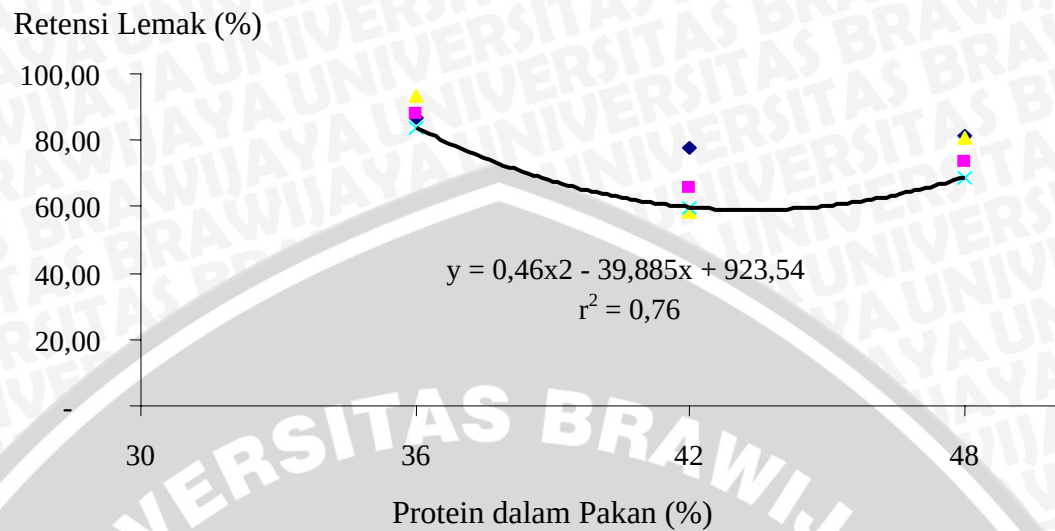
Hasil BNT pada Tabel 19 menunjukkan bahwa pada kombinasi kadar protein berpengaruh nyata. Hasil BNT faktor lemak terhadap retensi lemak menunjukkan bahwa kadar lemak 9% berbeda nyata dengan kadar lemak 18% (Tabel 20).

Tabel 20. Analisis Beda Nyata Terkecil Faktor Lemak Terhadap Retensi Lemak (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*)

Perlakuan	L2 (18%)	L1 (9%)	BNT 0,05
	58,22	68,74	
L2 (18%) 58,22	-	*	5,40
L1 (9%) 68,74		-	
Notasi	a	b	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%
 - * = beda nyata

Untuk mengetahui pola hubungan faktor protein dan faktor lemak dalam retensi lemak dilakukan uji *Polynomial Orthogonal* dan menunjukkan hasil berpola kuadratik (Gambar 6) pada faktor protein dengan persamaan $y = 0,46x^2 - 39,885x + 923,54$ dan faktor lemak berpola linier (Gambar 7) dengan persamaan $y = -1,48x + 98,28$.



Gambar 6. Hubungan Kombinasi Kadar Protein dalam Pakan Buatan terhadap Retensi Lemak pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicio*)

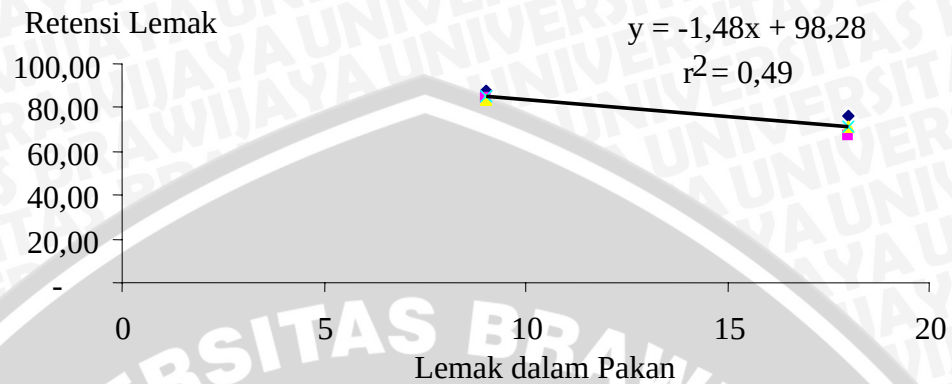
Keterangan :

◆ Series1 ■ Series2 ▲ Series3 × Series4 — Poly. (Series4)

Dalam Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa kadar protein 36% menurun hingga pada kadar protein 42%, kemudian meningkat pada kadar protein 48%. Hal ini menunjukkan kadar protein 36% mampu memanfaatkan dan menyimpan lemak pakan dalam tubuh lebih baik daripada pakan berkadar protein 42% dan 48%. Dari beberapa penelitian Chua dan Teng (1980) dalam Rachmansyah *et al.* (2001) melaporkan bahwa ikan kerapu bebek membutuhkan pakan dengan kadar protein yang cukup tinggi yaitu lebih dari 45% dengan lemak berkisar 9%-15%.

Pada Gambar 7, dapat dilihat bahwa nilai total kadar lemak 9% lebih baik untuk pemanfaatan dan penyimpanan lemak dalam tubuh dibanding dengan kadar lemak 18%. Hal ini diduga kadar lemak 9% yang diberikan melalui pakan digunakan sebagai energi untuk metabolisme, sebagaimana seperti yang dilaporkan oleh Giri *et al.* (1999) dan Williams *et al.* (2002) dalam Kabangnga *et al.* (2004) bahwa kebutuhan lemak ikan kerapu bebek berkisar antara 9% - 10%. Apabila lemak diberikan di atas 15% maka

lemak tubuh ikan kerapu bebek akan meningkat karena lemak yang diberikan tidak teroksidasi tetapi disimpan sebagai cadangan lemak dalam tubuh.



Gambar 7. Hubungan Lemak dalam Retensi Lemak

Keterangan :

- ◆ ul 1
- ul 2
- ▲ ul 3
- × Rata-rata Lemak dalam Retensi Lemak
- Linear (Rata-rata Lemak dalam Retensi Lemak)

Hasil penyimpanan lemak terhadap tubuh ikan sangat tinggi pada perlakuan A (36%, 9%) yaitu sebesar 95,82%, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Suwirya *et al.* (2003), bahwa kandungan n-3 HUFA yang optimal dalam pakan dengan kadar lemak 9,41% - 9,61% dapat memberikan pertumbuhan tertinggi terhadap ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). Pada penelitian ini, ikan kerapu pasir mampu menyimpan dan memanfaatkan lemak dalam tubuhnya dengan kadar protein 36% dan lemak 9% secara efisien.

4.7 Retensi Energi

Retensi energi merupakan pertambahan energi tubuh dibagi energi pakan yang dikonsumsi. Data dan hasil perhitungan retensi energi pada juvenil ikan kerapu pasir terdapat pada Tabel 21 dan Lampiran 12.

Tabel 21. Data Retensi Energi (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Perlakuan		Ulangan			Total	Rerata
Protein(%)	Lemak(%)	1	2	3		
36	9	40,95	41,24	43,92	126,11	42,04
42	9	43,42	33,39	31,36	108,16	36,05
48	9	46,94	44,41	46,82	138,17	46,06
36	18	54,87	55,16	60,21	170,24	56,75
42	18	46,01	48,12	44,17	138,30	46,10
48	18	50,81	44,14	51,20	146,15	48,72
Total		283,00	266,46	277,69	827,14	

Data pada Tabel 21 selanjutnya diuji kenormalan data menggunakan SPSS 16 dan ditransformasi arcsin $\sqrt{\%}$ untuk mendapatkan keragaman data yang homogen. Data hasil transformasi selanjutnya dianalisis ragam (Tabel 22).

Tabel 22. Analisis Ragam Retensi Energi (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F-Hit	F Tabel 0,05
Perlakuan	5	240,11	48,02	11,19*	3,11
Protein	2	76,77	38,39	8,95*	3,88
Lemak	1	126,38	126,38	29,46*	4,75
Interaksi	2	36,96	18,48	4,31*	3,88
Galat/ Acak	12	51,48	4,29		
Total	17	291,59			

Keterangan : * = beda nyata

Pada Tabel 22 di atas, hasil analisis ragam menunjukkan hubungan interaksi yang berbeda nyata dan saling mempengaruhi. Untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan pada faktor interaksi maka dilakukan analisis Beda Nyata Terkecil dan dapat dilihat pada Tabel 23 di bawah ini.

Tabel 23. Analisis Beda Nyata Terkecil Kombinasi Kadar Protein dan Lemak terhadap Retensi Energi (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

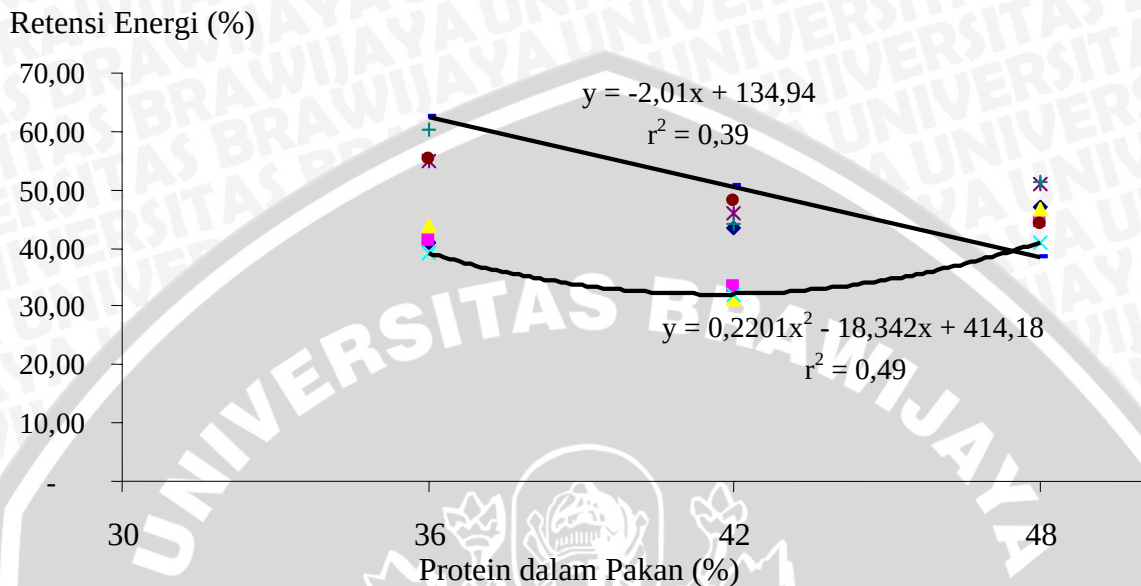
Perlakuan (protein, lemak) (%)	PL-B (42,9)	PL-A (36,9)	PL-C (48,9)	PL-E (42,18)	PL-F (48,18)	PL-D (36,18)	BNT 0,05
Rerata	36,86	40,42	42,74	42,76	44,26	48,88	
PL-B (42,9) 36,86	-	tn	*	*	*	*	3,68
PL-A (36,9) 40,42		-	tn	tn	*	*	
PL-C (48,9) 42,74			-	tn	tn	*	
PL-E (42,18) 42,76				-	tn	*	
PL-F (48,18) 44,26					-	*	
PL-D (36,18) 48,88						-	
Notasi	a	a	ab	ab	b	c	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%
 - * = beda nyata
 - tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil uji BNT, dapat dilihat perlakuan pakan D (36%, 18%) berbeda nyata dengan semua perlakuan pakan. Hal ini berarti pakan D (36%, 18%) mempunyai pengaruh dalam retensi energi terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir. Untuk mengetahui pola hubungan antar perlakuan (Gambar 8) pada faktor interaksi yang berbeda dalam pakan buatan, maka di lakukan uji *Polynomial Orthogonal* yang menunjukkan hasil kuadratik pada kombinasi kadar protein dan lemak 9% dengan persamaan $y = 0,22x^2 - 18,33x + 413,98$ dan hasil linier pada kombinasi kadar protein dan lemak 18% dengan persamaan $y = -2,01x + 134,94$.

Nilai retensi energi selama penelitian menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap perlakuan. Dalam penelitian ini kadar protein 42% lebih rendah jika dibandingkan kadar protein 36% dan 48% terhadap retensi energi. Hal ini diduga pada kadar protein 42% tidak termanfaatkan dengan baik dalam penyimpanan energi dalam tubuh ikan. Pada data dapat dilihat bahwa retensi energi tertinggi pada pakan D (36%, 18%) yaitu sebesar

56,75%. Meningkatnya nilai retensi energi selaras dengan meningkatnya nilai rasio efisiensi protein yaitu pada pakan D (36%, 18%) yaitu sebesar 2,40.



Gambar 8. Hubungan Kombinasi Kadar Protein dan Lemak dalam Pakan Buatan terhadap Retensi Energi pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicio*)

Keterangan :

- ◆ Series1
- Series2
- ▲ Series3
- ✕ Series4
- ✕ Series5
- Series6
- + Series7
- Series8
- Poly. (Series4)
- Linear (Series8)

Ikan perlu makan untuk memenuhi kebutuhan energinya, sehingga anergi pakan merupakan hal yang harus didahulukan daripada unsur – unsur lainnya dalam menentukan makanan yang masuk. Oleh karena itu, jumlah energi pakan perlu diperhatikan, karena bila kebutuhan tidak terpenuhi maka jaringan tubuh akan dikatabolisme sebagai akibat dari kebutuhan energi. Winarno (2002), mengatakan bahwa semua pakan yang dicerna selanjutnya akan diserap oleh tubuh, adanya penyerapan energi ini akan merubah komposisi tubuh ikan yang ditunjukkan oleh pertumbuhan.

Dalam kondisi kekurangan energi, protein yang dikonsumsi akan dibakar untuk memenuhi kekurangan kalori, karena kebutuhan kalori harus terpenuhi sebelum kebutuhan protein. Bila energi untuk pemeliharaan tubuh telah terpenuhi maka kelebihan

energinya akan digunakan untuk pertumbuhan. Ditambahkan oleh NRC (1983) dalam Suwirya (2003) energi digunakan untuk berbagai keperluan di antaranya yaitu untuk pemeliharaan (*maintenance*) tubuh, misalnya metabolisme basal, pergerakan, pengaturan suhu tubuh, dan lain – lain.

Seperti yang diungkapkan NRC (1993) dalam Febriani (2005), bahwa protein harus dimanfaatkan untuk pertumbuhan bukan untuk diubah menjadi energi atau disimpan dalam lemak tubuh. Jika energi dalam pakan rendah, maka sebagian protein digunakan sebagai sumber energi untuk proses metabolisme. Agar pertumbuhan optimal, ikan harus diberi kadar protein dengan kadar energi yang seimbang secara cukup dan terus menerus (Nursyam, 1991 dalam Febriani, 2005). Perbandingan antara energi dan protein pada penelitian ini meningkat sesuai dengan penurunan kadar protein, karena energi yang terkandung dalam semua pakan yang diuji sama.

Diduga, pada penelitian ini "*protein sparing effect*" dari karbohidrat baik terhadap retensi energi dalam kelangsungan hidup dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir. Adanya "*protein sparing effect*" dari karbohidrat selaras dengan rasio efisiensi protein, bahwa dalam penelitian ini karbohidrat sangat berperan sebagai sumber energi untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir dengan harga murah dan dapat menggantikan protein yang mahal sebagai sumber energi. Wilson (1985) dalam Mokoginta *et al.* (1995) menjelaskan bahwa pakan harus mempunyai rasio energi tertentu, yang dapat menyediakan energi non protein dalam jumlah yang cukup, supaya protein pakan sebagian besar digunakan untuk pertumbuhan.

Karbohidrat dalam formulasi pakan (Tabel 2) didapatkan nilai tertinggi pada pakan A (36%, 9%) sebesar 36,77%, selanjutan berurutan pada perlakuan pakan B (42%, 9%) hingga pada kadar lemak 18%. Hal ini sesuai dengan Gusrina (2008), bahwa

kemampuan setiap jenis ikan dalam memanfaatkan karbohidrat berbeda-beda, kebutuhan karbohidrat bagi ikan budidaya berkisar antara 20 – 40%. Hal ini dikarenakan enzim yang mencerna karbohidrat yaitu amilase pada ikan karnivora lebih rendah dibandingkan dengan ikan herbivora dan omnivora. Karbohidrat merupakan sumber energi yang disebut dengan *Protein Sparing Effect* yaitu karbohidrat dapat digunakan sebagai sumber energi pengganti bagi protein, karbohidrat sebagai mitra protein jika tubuh kekurangan protein, maka karbohidrat akan dipecah sebagai pengganti energi yang berasal dari protein. Pemanfaatan karbohidrat sebagai sumber energi dalam tubuh dapat dipengaruhi oleh aktivitas enzim dan hormon.

Menggunakan karbohidrat dan lemak sebagai sumber bahan baku dapat mengurangi harga pakan. Pengelolaan pakan sangat penting dalam proses budidaya yang merupakan pengeluaran terbesar. Harga pakan yang rendah tidak selalu menjamin besarnya keuntungan yang akan diperoleh. Biasanya, harga pakan buatan dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan. Pakan yang murah biasanya berkualitas rendah yang akhirnya akan berpengaruh terhadap kondisi air dan pertumbuhan. Dalam penelitian ini, harga pakan dapat dilihat dalam Lampiran 13. Pakan A (36%, 9%) memiliki harga termurah sebesar Rp. 20.371,45.

4.8 Kualitas Air

Kualitas air media budidaya merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan suatu usaha budidaya. Pengelolaan kualitas air adalah cara pengendalian kondisi air sehingga memenuhi persyaratan fisika dan kimiawi bagi kehidupan dan pertumbuhan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) yang dipelihara.

Sebagai parameter penunjang dalam penelitian ini dilakukan pengukuran kualitas air media penelitian meliputi pengukuran suhu, pH air, oksigen terlarut, salinitas dan NO_3 . Data dan hasil perhitungan pengukuran kualitas air media penelitian dapat dilihat pada Tabel 24 dan Lampiran 14.

Tabel 24. Data Rerata Kualitas Air pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicol*)

PERLAKUAN		Kualitas Air				
Protein (%)	Lemak (%)	Suhu (°C)	pH	DO (mg/l)	Salinitas (ppm)	NO_3 (ppm)
36	9	27,91	8,08	4,63	34,63	0,06
42	9	27,91	8,09	4,60	34,50	0,08
48	9	27,93	8,10	4,71	34,58	0,07
36	18	27,93	8,10	4,74	34,46	0,06
42	18	27,83	8,07	4,72	34,42	0,07
48	18	27,93	8,09	4,66	34,62	0,06

4.8.1 Suhu

Data hasil perhitungan suhu selanjutnya diuji kenormalan data dengan menggunakan SPSS 16, kemudian dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan. Data hasil analisis ragam suhu dapat dilihat pada Tabel 25 di bawah ini.

Tabel 25. Analisis Ragam Suhu pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicol*)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,022	0,004	1,128 ^{tn}	3,11
Protein	2	0,013	0,006	1,590 ^{tn}	3,88
Lemak	1	0,001	0,001	0,276 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	0,009	0,004	1,092 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	0,047	0,004		
Total	17	0,070			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kualitas air tidak berbeda nyata atau relatif homogen. Kisaran suhu selama penelitian antara 27,83°C - 27,93°C.

Menurut Kordi (2001), suhu yang baik bagi pertumbuhan ikan kerapu berkisar antara 20°C - 35°C. Sehingga suhu air media penelitian menunjukkan angka yang layak bagi kehidupan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

4.8.2 pH

Data hasil perhitungan pH selanjutnya diuji kenormalan data dengan SPSS 16 dan ditransformasi $\arcsin \sqrt{\%}$, hasil dari transformasi dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan (Tabel 26).

Tabel 26. Analisis Ragam pH pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,003	0,001	0,577 ^{tn}	3,11
Protein	2	0,001	0,000	0,427 ^{tn}	3,88
Lemak	1	0,000	0,000	0,101 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	0,002	0,001	0,965 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	0,011	0,001		
Total	17	0,014			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) tidak memberikan pengaruh terhadap derajat keasaman (pH). Hal ini berarti bahwa nilai pH relatif homogen (sama) sehingga nilai pH air pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata.

Nilai pH selama penelitian antara 8,07 - 8,10. Menurut Kordi (2001), pada umumnya kisaran pH air laut yang paling baik untuk pertumbuhan ikan kerapu adalah 7,6 – 8,9. Derajat keasaman dipergunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan suatu perairan dalam memproduksi garam-garam mineral. Sehingga pH air media penelitian dapat dikatakan layak untuk kehidupan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

4.8.3 DO (*Demand Oxygen*)

Data hasil perhitungan DO (*Demand Oxygen*) selanjutnya dilakukan uji kenormalan data dengan SPSS 16, kemudian hasil dari transformasi dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan. Data hasil analisis ragam DO (*Demand Oxygen*) dapat dilihat pada Tabel 27 di bawah ini.

Tabel 27. Analisis Ragam DO (*Demand Oxygen*) pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,048	0,010	0,832	3,11
Protein	2	0,002	0,001	0,094	3,88
Lemak	1	0,016	0,016	1,353	4,75
Interaksi	2	0,030	0,015	1,308	3,88
Acak (Gallat)	12	0,138	0,012		
Total	17	0,186			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) tidak memberikan pengaruh terhadap *Demand Oxygen* (DO). Hal ini berarti bahwa nilai DO relatif homogen (sama) sehingga nilai DO air pada masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata.

Nilai DO selama penelitian antara 4,60 - 4,64. Menurut Kordi (2001), kisaran DO air laut yang paling baik untuk pertumbuhan ikan kerapu adalah tidak boleh kurang dari 4 ppm. Sehingga DO air media penelitian dapat dikatakan layak untuk kehidupan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

4.8.4 Salinitas

Data hasil perhitungan salinitas selanjutnya diuji kenormalan data dengan SPSS 16 kemudian dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan (Tabel 28).

Tabel 28. Analisis Ragam Salinitas pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,117	0,023	0,598	3,11
Protein	2	0,062	0,031	0,792	3,88
Lemak	1	0,021	0,021	0,546	4,75
Interaksi	2	0,034	0,017	0,429	3,88
Acak (Gallat)	12	0,470	0,039		
Total	17	0,587			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 28, menunjukkan bahwa salinitas media ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) tidak berbeda nyata atau relatif homogen. Kisaran salinitas selama penelitian antara 34,42 ppm - 34,63 ppm. Antoro *et al.* (2004) menjelaskan bahwa salinitas yang cocok untuk pertumbuhan ikan kerapu antara 30-33 ppt. Sehingga salinitas air media penelitian menunjukkan angka yang layak bagi kehidupan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

4.8.5 NO₃

Data hasil perhitungan nitrat nitrogen (NO₃) selanjutnya dilakukan uji kenormalan data dengan SPSS 16 dan ditransformasi arcsin $\sqrt{\%}$, kemudian hasil dari transformasi dianalisis ragam untuk menentukan pengaruh perlakuan. Data hasil analisis ragam nitrat nitrogen (NO₃) dapat dilihat pada Tabel 29 di bawah ini.

Tabel 29. Analisis Ragam Nitrat Nitrogen (NO₃) pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Sumber Keragaman	JK	db	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	0,09	5	0,02	0,51 ^{tn}	3,11
Protein	0,08	2	0,04	1,17 ^{tn}	3,88
Lemak	0,00	1	0,00	0,10 ^{tn}	4,75
Interaksi	0,00	2	0,00	0,06 ^{tn}	3,88
Acak (Galat)	0,40	12	0,03		
Total	0,49	17			

Keterangan : tn = tidak beda nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa nitrat nitrogen media ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) tidak berbeda nyata atau relatif homogen. Kisaran nitrat nitrogen selama penelitian antara 0,06 - 0,08. Menurut Nirmala (2001), level paparan kronik maksimum $< 1,0 \text{ mg/l}$ merupakan pedoman yang disarankan, tetapi dibawah sebagian besar kondisi budidaya toksisitas nitrat terhadap ikan pada budidaya intensif bukanlah suatu masalah yang serius. Sehingga NO_3 (nitrat nitrogen) air media penelitian menunjukkan angka yang layak bagi kehidupan ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Penggunaan kadar protein (36%, 42%, 48%) dan lemak (9%, 18%) tidak berpengaruh terhadap kelulushidupan dan laju pertumbuhan spesifik pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Faktor protein berpengaruh terhadap rasio konversi pakan dan retensi protein. Faktor interaksi kadar protein dan lemak dalam pakan berpengaruh terhadap rasio efisiensi protein dan retensi energi, serta faktor protein dan faktor lemak berpengaruh dalam retensi lemak.
- Kadar protein 36% dan lemak 9% baik terhadap terhadap efisiensi nutrisi pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). Nilai kelulushidupan pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) sebesar 100%, laju pertumbuhan spesifik sebesar 1,27%bb/hari, rasio konversi protein sebesar 1,32, rasio efisiensi protein sebesar 2,02, retensi protein sebesar 44,61%, retensi lemak sebesar 95,82% dan retensi energi sebesar 42,04%.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian dapat disarankan untuk meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang baik pada ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dapat dimanfaatkan pemberian pakan dengan level protein 36% dan lemak 9%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2008. **Klasifikasi Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)**. [http : www. iptek.co.id](http://www.iptek.co.id). Diakses pada Tanggal 12 Januari 2008, Pukul 12.30 WIB.
- Afianto, E dan Liviawaty, E. 2005. **Pakan Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 148 hal.
- Ahmad, T., M. Ardiansyah dan D. Usmunandar. 1992. **Pengaruh Pemberian Pakan Berkadar Protein Berbeda terhadap Pertumbuhan Kerapu Lumpur (*Epinephelus tauvina*)**. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai VIII (2) : 71 – 80.
- Akbar, S. 2002. **Meramu Pakan Ikan Kerapu : Bebek, Lumpur, Macan, Malabar**. Penebar Swadaya. Jakarta. 85 hal.
- Akiyama, Dominy and Lawrence. 1991. **Penaeid Shrimp Nutrition for The Commercial Feed Industry : Revised**. Proceedings of The Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Thailand and Indonesia 19-25, 1991. American Soybean Association. Singapore 0923. Republic of Singapore. 241 pp.
- Andamari, R., B. Teguh dan Mujimin. 2005. **Kajian Ekspor Kerapu dari Propinsi Bali. Buku Perikanan Budidaya Berkelanjutan**. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan hal 259-268.
- Antoro, S., E. Widiastuti dan P. Hartono. 2004. **Pembenihan Kerapu Macan (*Epinephelus corallicola*)**. BBL Lampung. DPDJP. Lampung. 84 hal.
- Arif, A. G. dan Katimin. 2007. **Perbaikan Jenis Pakan dalam Produksi Benih Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) pada Skala Massal**. Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur VI (2) : 111-115.
- Asmawi, S. 1984. **Pemeliharaan Ikan dalam Karamba**. Gramedia. Jakarta. 65 hal.
- Azwar dan Suhenda. 2006. **Perlu Bahan Baku Sumber Protein Alternatif untuk Pengembangan Budidaya Ikan**. 60 Tahun Perikanan Indonesia. Masyarakat Perikanan Nusantara. Disunting oleh : Fuad C., Shidiq M., Endang S. H., Taufik A. dan Ahmad F. PT. Victoria Kreasi Mandiri. Jakarta. 252 hal.
- Buwono, Ibnu D. 2000. **Kebutuhan Asam Amino Essensial dalam Ransum Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 55 hal.
- Boyd, C. E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Department of Fisheries and Allied Aquaculture Auburn University. Albama. 316 pp.

- Djasewaka dan Djajadiredja. 1980. **Nutrisi dan Teknologi Makanan Ikan dalam Menunjang Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar**. Prosiding Lokakarya Nasional. Teknologi Tepat Guna Bagi Pengembangan Perikanan Budidaya Air Tawar Bogor 28-31 Januari 1980. Balai Penelitian Perikanan Air Tawar. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian : 104-108.
- Effendie, M.I. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 155 hal.
- Ekawati, A. W. 1999. **Introduksi Pemanfaatan Silase Kering Ampas Tahu sebagai Bahan Pakan Buatan untuk Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)**. Jurnal Penelitian Perikanan, 4 : 59 – 65.
- Febriani. 2005. **Retensi Protein Energi dalam Pakan Patin (*Pangasius sp.*) yang di beri Khamir sebagai Pengganti Protein Hewani dan Tepung Kedelai**. Jurnal Perikanan Fakultas Teknologi Kelautan dan Perikanan Universitas Hang Tuah Surabaya, 2 : 28 - 32.
- Fujaya. 2000. **Fisiologi Ikan**. Kanisius. Yogyakarta. 165 hal.
- Giri, N. A, K. Suwiry, T. Sutarmat, M. Marzuqi. 2007^a. **Effect of Dietary Protein and Lipid Level on Growth performance of Tiger Grouper *Epinephelus fuscoguttatus* During Late – Stage Grow Out**. Marine Finfish Aquaculture Network. p. 39 .
- Giri, N. A, K. Suwiry, A. I. Pithasari, M. Marzuqi. 2007^b. **Pengaruh Kandungan Protein Pakan terhadap Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Benih Ikan Kakap Merah (*Lutjanus argentimaculatus*)**. Februari 2007. Jurnal Perikanan IX (1) : 55 – 62.
- Gusrina. 2008. **Budidaya Ikan**. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 499 hal.
- Hariati, A. M. 1989. **Makanan Ikan**. Nuffic/Unibraw/Luw/Fish. Fisheries Project. Malang. 152 hal.
- Hutapea, J. H dan B. Slamet. 2007. **Perkembangan Morfologi Larva Ikan Kerapu Pasir, *Epinephelus corallicolus* (Valenceinnes, 1828)**. Seminar Nasional Kelautan III. Pembangunan Kelautan Berbasis IPTEK dalam Rangka Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat Pesisir. Universitas Hang Tuah Surabaya, 24 April 2007 : 27-34.
- Jauhari, Z. R. 1990. **Kebutuhan Protein dan Asam Amino pada Ikan Teleostei**. Fakultas Perikanan UNIBRAW. Malang. 53 hal.
- Kabangnga, N., N. N. Palinggi, A. Laining dan D. S. Pongsapan. 2007. **Pengaruh Sumber Lemak Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Retensi serta**

Koefisien Kecernaan Nutrien Pakan pada Ikan Kerapu Bebek. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, X (5) : 71 – 79.

Kordi. 2001. **Budidaya Ikan Laut di Karamba Jaring Apung.** Rineka Cipta. Jakarta. 85 hal.

Linder, M. C. 1992. **Biokimia Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaiannya Secara Klinis.** Alih Bahasa : Aminuddin Parakkasi. Universitas Indonesia Press. Jakarta. 412 hal.

Marzuqi, M., N. A. Giri, K. Suwiry, dan S. L. Sagala. 2006. **Kebutuhan Protein Optimal dan Kecernaan Nutrien Pakan untuk Benih Ikan Kerapu Sunu (*Plectopormus leopardus*).** Prossiding Konferensi Akuakultur Indonesia 2006. Hak cipta oleh Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI) hal 2-7.

Meiyana, M., Istiqomah, Sahrun dan Ruslan. 2005. **Pengaruh Pengkayaan Pakan Buatan dengan Minyak Ikan Cod pada Pemeliharaan Kerapu Bebek di Karamba Jaring Apung.** Balai Budidaya Laut Lampung. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. Buletin Budidaya Laut, 18 : 25 – 31.

Minjoyo, H., Istiqomah dan S. Saputra. 2005. **Penambahan Asam Lemak Tak Jenuh (ω 3 HUFA) pada Pakan Pelet Komersil untuk Meningkatkan Pertumbuhan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*).** Balai Budidaya Laut Lampung. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan. Buletin Budidaya Laut, 18 : 20 – 24.

Mudjiman, A. 2001. **Makanan Ikan.** Penebar Swadaya. Jakarta. 179 hal.

Musa, M. 2003. **Kondisi Kualitas Air pada Budidaya Campuran (*Mixculture*) Ikan Bandeng dan Udang di Tambak Garam Sumenep, Madura.** Jurnal Perikanan, 7 (1) : 25 - 26.

Mokoginta, I., M. A. Suprayudi dan M. Setiawati. 1995. **Kebutuhan Optimum Protein dan Energi Pakan Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.).** Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, I (3) : 82 – 94.

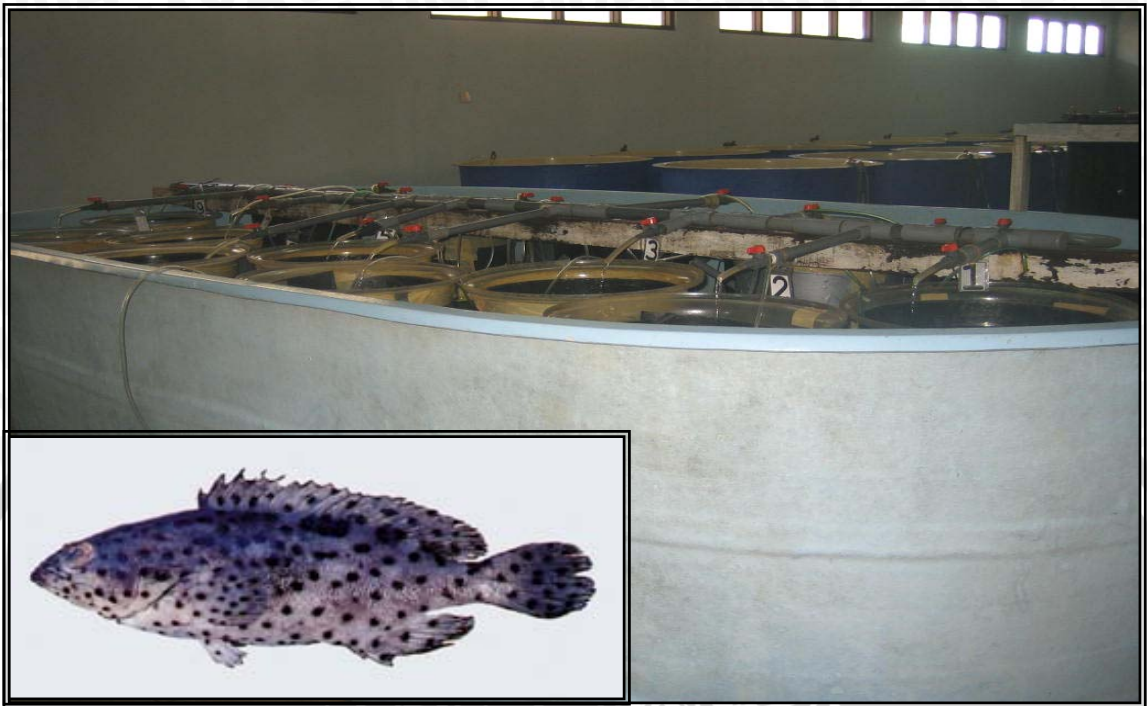
Nirmala, K. 2001. **Manajemen Kualitas Media Budidaya.** Laboratorium Lingkungan Budidaya Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 62 hal.

NRC (National Research Council). 1993. **Nutrient Requirements of Warmwater Fishes.** National Academy Press. Washington, D. C. USA. 78 p.

- Pirzan, Utojo dan Tonnek. 1998. **Kajian Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Ikan Kerapu sebagai Acuan Pemilihan Spesies Potensial Budidaya Perikanan Pantai.** Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, IV (4) : 11-12.
- Prihaningrum, A., H. Minjono, B. Kurnia dan Panudyasmanu. 2005. **ω3 HUFA sebagai Bahan Pengkaya pada Pendederan dan Penggelondongan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*).** Balai Budidaya Laut Lampung. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan Buletin Budidaya Laut, 18 : 32-33.
- Rachmansyah, P. R. P. Masak, A. Laining dan A. G. Mangawe. 2001. **Kebutuhan Protein Pakan bagi Pembesaran Ikan Kerapu Bebek, *Cromileptes altivelis*.** Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia VII (4) : 40 – 45.
- Setiadharna, T., Wardoyo, K. M. Setiawati dan I. N. A. Giri. 2008. **Efektivitas Padat Tebar Terhadap Sintasan dan Keragaan Benih Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Pada Produksi Massal.** Prosiding Seminar Riptek Kelautan Nasional : 186 – 188. [http : www. Barunajaya. Com/ dwld/ docs/ 2008093743 – MAK. 2 – 34. PDF](http://www.Barunajaya.Com/dwld/docs/2008093743-MAK.2-34.PDF). Diakses tanggal 20 Desember 2008.
- Subaidah, Mudjiman, Kurniadi dan Salim. 1988. **Pembuatan Makanan Buatan untuk Burayak Udang Windu.** Buletin Pembenihan Udang, 1 : 16-27.
- Suhenda, N., E. Tahapari, J. Slembrouck dan Y. Moreau. 2004. **Retensi Protein dan Pemanfaatan Energi pada Benih Ikan Patin Jambal (*Pangasius djambal*) yang di beri Pakan Berprotein Tinggi.** Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia X (5) : 65-69.
- Sukadi, MF. 2004. **Strategi dan Kebijakan Pengembangan Pakan dalam Budidaya Perikanan.** Direktur Jendral Perikanan Budidaya, Dinas Kelautan dan Perikanan. DKP Jakarta. 153 hal.
- Supito, Kuntiyo dan I. S. Djunaidah. 1998. **Kaji Pendahuluan Pembesaran Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) di Tambak.** Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai Bali. Perkembangan Terakhir Teknologi Budidaya Pantai untuk Mendukung Pemulihan Ekonomi Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Loka Penelitian Perikanan Pantai Gondol–Bali bekerjasama dengan Japan International Cooperation Agency JICA ATA. Hal. 25 – 32.
- Sutarmat, T., K. Suwiryana dan N. A. Giri. 2006. **Pengaruh Ukuran Benih Saat tebar Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Benih Kerapu Sunu (*Plectropomus leopardus*) di Karamba Jaring Apug.** Seminar Indonesian Aquaculture : 31 – 47.
- Sutarmat, T., N. A. Giri, W. Andryanto dan A. Hanafi. 2007. **Studi Pendahuluan Pengaruh Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam Karamba Jaring Apung.** BBRPBL. Gondol. Bali.

- Suwirya, K., N. A. Giri, M. Marzuqi. 2003. **Pengaruh N-3 HUFA Pakan terhadap Pertumbuhan Benih Kerapu Macan, *Epinephelus fuscoguttatus***. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia IX (4) : 19-30.
- Suyuti, RB. Moh. 2001. **Pengaruh Level Protein Pakan yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Pada ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*)**. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Tidak diterbitkan.
- Tim Peneliti, Lembaga Penelitian Undana. 2006. **Analisis Komoditas Unggulan dan Peluang Usaha (Budidaya Ikan Kerapu)**. Kerjasama Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Kupang dengan Lembaga Penelitian Universitas Nusa Cendana Kupang. Kupang, Desember 2006. 123 hal.
- Utojo. 1995. **Pengaruh Kadar Protein pada Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Kakap Putih, *Lates calcaliver* Bloch**. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, I (4) : 42-45.
- Widyatmoko. 2007. **Peranan Pakan Buatan dalam Pengembangan Budidaya Kerapu**. PT. Suri Tani Pemuka. Aquafeed Operation. Pengembangan Teknologi Budidaya Perikanan. Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut. Badan Riset Kelautan dan Perikanan : 23-25.
- Winarno, F. G. 2002. **Enzim Pangan**. PT. Gramedia. Jakarta. 253 hal.
- Yitnosumarto, S. 1991. **Percobaan Perancangan, Analisis, dan Interpretasinya**. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta. 124 hal.
- Yuwono E, P. Sukardi dan I. Sulistyio. 2007. **Efek Restriksi Pakan Secara Periodik Terhadap Penggunaan Pakan dan Indeks Kondisi Tubuh Ikan Kerapu Bebek, *Cromilepte altivelis***. [http : //eyuwono. wordpress. com](http://eyuwono.wordpress.com). 2007/ 07/ 27/ 8. Diakses Tanggal 15 Desember 2008.

Lampiran 1. Bak Penelitian pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)



Lampiran 2. Komposisi Kimia Bahan Dasar Penyusun Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*)

BAHAN	Kadar Kering (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Abu (%)	Serat Kasar (%)	BETN (***)	ENERGI (****)
T. Ikan	91,97*	63,05*	10,31*	15,4*	2,82*	8,42	4,99
Rebon	78,4*	62,55*	4,56*	27,4*	3,63*	1,86	4,10
Dextrin	100**	0**	0**	0**	0**	100	1

Keterangan :

* Hasil Analisis Proksimat BBRPBL Gondol, Propinsi Bali, 2008

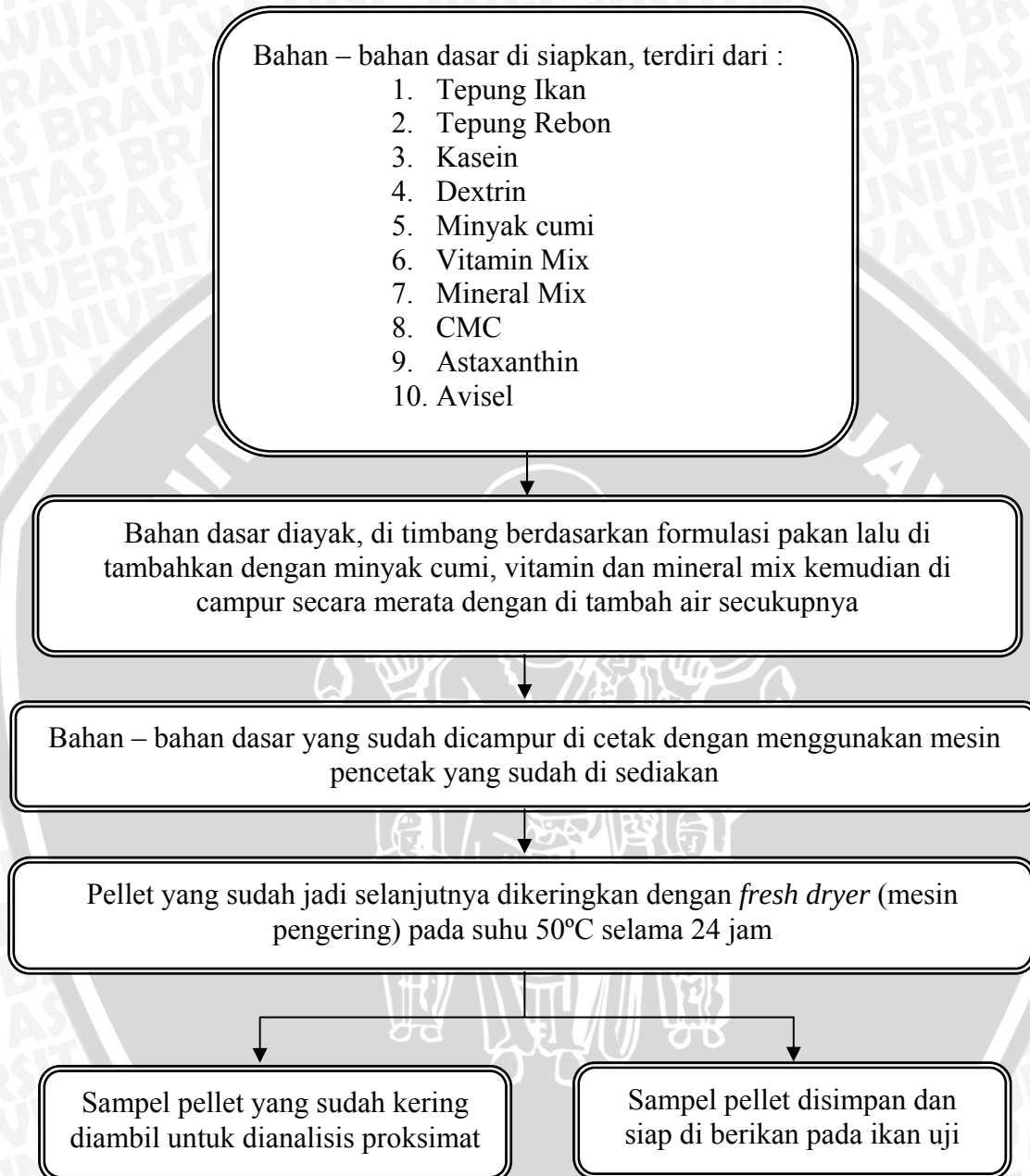
** NRC, 1993

*** BETN = 100% - (protein + lemak + abu + serat kasar)

**** Energi = (protein*5,65 kkal/gr)+(lemak*9,45 kkal/gr)+(karbohidrat*4,10 kkal/gr) (NRC, 1993)



Lampiran 3. Diagram Alur Proses Pembuatan Pakan Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*)



Lampiran 4. Komposisi Campuran Vitamin dan Mineral Pakan Percobaan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)

Komposisi Vitamin Mix Pakan Buatan

Vitamin	mg/ 1 kg pakan
Thiamin	50,0
Riboflavin	50,0
Ca - pantotenat	100,0
Niacin	200,0
Piridoxyn – HCl	40,0
Biotin	6,0
Folic Acid	15,0
Inocitol	2000,0
P - Amino benzoic Acid	50,0
Cyanocobalamin	1,0
Choline – chloride	9.000,0
Vitamin C	1.200,00
B carotin	150,0
Menadion	40,0
Calciferol	19,0
Vitamin E (α tocoferol)	200,0
Total	13.121,00

Komposisi Mineral Mix Pakan Buatan

Mineral	mg/ 1 kg pakan
KH ₂ PO ₄	4.120,0
Ca – Lactate	2.820,0
NaH ₂ PO ₄	6.180,0
FeCl ₂ . 4H ₂ O	1.660,0
ZnSO ₄	99,9
MnSO ₄	63,0
CuSO ₄ . 7H ₂ O	0,5
MgSO ₄	2.400,0
CuSO ₄	20,0
KJ	1,5
Total	17.364,9

Lampiran 5. Hasil Perhitungan Kelulushidupan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) Selama Penelitian

Perlakuan Protein (%), Lemak (%)	Ulangan	Jumlah Individu		SR (%)
		Awal	Akhir	
A (36%, 9%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	7	100
B (42%, 9%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	6	85,71
C (48%, 9%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	7	100
D (36%, 18%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	7	100
E (42%, 18%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	7	100
F (48%, 18%)	1	7	7	100
	2	7	7	100
	3	7	7	100

Test of Homogeneity of Variances

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
8,00	5	12	0,06

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

Rumus SR :

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100 \% = \frac{7}{7} \times 100 \% = 100 \%$$

dengan : SR = Tingkat Sintasan (%)
 Nt = Jumlah ikan hidup pada akhir penelitian (ekor)
 No = Jumlah ikan hidup pada awal penelitian (ekor)

Lampiran 6. Bobot Rata-Rata Individu (g) dan Biomassa (g) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) untuk Berbagai Perlakuan

Perlakuan (Protein, Lemak)	UL	Keterangan	Waktu Pengamatan (hari)							
			0	7	14	21	28	35	42	49
A (36%, 9%)	1	a	26,69	36,90	40,53	42,93	45,64	47,36	50,50	54,40
		b	207,80	258,30	283,70	300,50	319,50	331,50	353,50	380,80
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	28,57	36,04	40,91	42,88	45,74	46,86	49,59	51,14
		b	200,00	252,30	286,40	300,20	320,20	328,00	347,10	358,00
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	28,57	36,18	40,80	44,20	48,04	50,53	53,34	56,16
		b	200,00	253,30	285,60	309,40	336,30	353,70	373,40	393,10
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Rata-rata	28,94	36,38	40,75	43,34	46,47	48,25	51,14	53,90	
	Biomassa	202,60	254,63	285,23	303,37	325,33	337,73	358,00	377,30	
B (42%, 9%)	1	a	28,43	38,57	45,30	48,66	54,49	55,63	60,80	63,69
		b	199,00	270,00	317,10	340,60	381,40	389,40	452,60	445,80
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	30,30	38,08	41,70	43,54	45,61	46,23	47,39	48,56
		b	212,10	266,60	291,90	304,80	319,30	323,60	331,70	338,50
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	30,66	38,14	41,74	44,71	49,79	50,26	51,26	51,82
		b	214,60	267,00	292,20	313,00	348,50	351,80	358,80	370,70
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,00
	Rata-rata	29,80	38,27	41,73	44,17	47,73	50,71	53,15	54,62	
	Biomassa	208,57	267,87	300,40	319,47	349,73	354,93	381,03	385,00	

di lanjutkan (Lampiran 6)

Lanjutan (Lampiran 6)

Perlakuan (Protein, Lemak)	UL	Keterangan	Waktu Pengamatan (hari)							
			0	7	14	21	28	35	42	49
C (48%, 9%)	1	a	28,41	38,11	42,97	47,83	52,69	54,36	58,00	58,79
		b	198,90	266,80	300,80	334,80	368,80	380,50	406,00	411,50
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	29,43	38,46	45,47	50,40	57,70	60,29	67,83	67,16
		b	206,00	269,20	318,30	352,80	403,90	422,00	474,80	470,10
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	30,20	40,64	46,00	48,27	54,51	58,31	61,61	63,79
		b	211,40	284,50	322,00	337,90	381,60	408,20	431,30	446,50
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Rata-rata		29,35	39,07	44,81	49,63	54,97	57,65	62,48	63,25
	Biomassa		205,43	273,50	313,70	341,83	384,77	403,57	437,37	442,70
D (36%, 18%)	1	a	30,09	39,51	45,71	46,83	50,99	51,93	55,31	57,57
		b	210,60	276,60	320,00	327,80	356,90	363,50	387,20	403,00
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	29,44	39,33	45,07	47,83	50,83	53,76	56,87	59,17
		b	206,10	275,30	315,50	334,80	355,80	376,30	398,10	414,20
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	27,33	38,67	42,51	46,96	51,90	53,80	55,54	58,53
		b	191,30	270,70	297,60	328,70	363,30	376,60	388,80	409,70
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Rata-rata		28,95	39,17	44,43	47,22	51,24	53,16	55,91	58,42
	Biomassa		202,67	274,20	311,03	330,43	358,67	372,13	391,37	408,97

di lanjutkan (Lampiran 6)

Lanjutan (Lampiran 6)

Perlakuan (Protein, Lemak)	UL	Keterangan	Waktu Pengamatan (hari)							
			0	7	14	21	28	35	42	49
E (42%, 18%)	1	a	29,81	36,64	41,13	44,16	48,43	49,89	51,96	51,46
		b	208,70	256,50	287,90	309,10	339,00	349,20	363,70	360,20
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	28,89	36,64	42,10	46,26	53,26	54,63	57,27	57,27
		b	202,20	256,50	294,70	323,80	372,80	382,40	400,90	400,90
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	27,39	37,44	41,56	44,53	49,84	51,57	55,39	55,11
		b	191,70	262,10	290,97	311,70	348,90	361,00	387,70	385,80
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Rata-rata Biomassa	28,70	36,91	41,60	44,98	50,51	52,03	54,87	54,61	
		200,87	258,37	291,19	314,87	353,57	364,20	384,10	382,30	
F (48%, 18%)	1	a	28,61	39,54	45,46	49,70	57,73	59,84	64,63	65,43
		b	200,30	276,80	318,20	347,90	404,10	418,90	452,40	458,00
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	2	a	30,04	38,31	42,33	45,97	46,10	50,67	53,20	55,36
		b	210,30	268,20	296,30	321,80	322,70	354,70	372,40	387,50
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	3	a	29,63	39,91	43,53	46,94	51,39	53,07	55,96	59,11
		b	207,40	279,40	304,70	328,60	359,70	371,50	391,70	413,80
		N (ikan)	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Rata-rata Biomassa	29,43	39,26	43,77	47,54	51,74	54,53	57,93	59,97	
		206,00	274,80	306,40	332,77	362,17	381,70	405,50	419,77	

Keterangan : a = rata-rata
b = biomassa
N (ikan) = jumlah ikan (awal-akhir)

Lampiran 7. Hasil Perhitungan Laju Pertumbuhan Spesifik (%bb/hari) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) untuk Berbagai Perlakuan

Perlakuan Protein (%), Lemak (%)	Ulangan	$\overline{W_o}$	$\overline{W_t}$	SGR
A (36%, 9%)	1	29,69	54,4	1,24
	2	28,57	51,14	1,19
	3	28,57	56,16	1,38
B (42%, 9%)	1	28,43	63,69	1,65
	2	30,30	48,36	0,95
	3	30,66	51,82	1,07
C (48%, 9%)	1	28,41	58,79	1,48
	2	29,43	67,16	1,68
	3	30,20	63,79	1,53
D (36%, 18%)	1	30,09	57,57	1,32
	2	29,44	59,17	1,42
	3	27,33	58,53	1,55
E (42%, 18%)	1	29,81	51,46	1,11
	2	28,89	57,27	1,40
	3	27,39	55,11	1,43
F (48%, 18%)	1	28,61	65,43	1,69
	2	30,04	55,36	1,25
	3	29,63	59,11	1,41

Test of Homogeneity of Variances

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
2,54	5	12	0,09

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

$$\text{Rumus } SGR = \frac{\ln \overline{W_t} - \ln \overline{W_o}}{t} \times 100 \%$$

$$SGR = \frac{\ln 54,40 - \ln 29,69}{49} 100\% = 1,24$$

dengan :

- SGR = Laju pertumbuhan spesifik
- $\overline{W_o}$ = Rata – rata Bobot awal (gram)
- $\overline{W_t}$ = Rata – rata Bobot akhir (gram)
- t = Waktu (hari)

Lampiran 8. Hasil Perhitungan Rasio Konversi Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) Selama Penelitian

Perlakuan Protein (%), Lemak (%)	Ulangan	ΣF	Berat Kering Pakan	$\overline{W_o}$	$\overline{W_t}$	$\overline{W_t} - \overline{W_o}$	FCR	Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$
A (36%, 9%)	1	35,92	32,38	29,69	54,4	24,71	1,31	6,57
	2	33,41	30,12	28,57	51,14	22,57	1,33	6,63
	3	40,08	36,30	28,57	56,16	27,59	1,31	6,57
B (42%, 9%)	1	43,54	39,95	28,43	63,69	35,26	1,13	6,11
	2	30,28	27,78	30,30	48,36	18,06	1,54	7,12
	3	37,49	34,40	30,66	51,82	21,16	1,63	7,32
C (48%, 9%)	1	33,61	31,70	28,41	58,79	30,38	1,04	5,86
	2	41,46	39,11	29,43	67,16	37,73	1,04	5,84
	3	36,60	34,53	30,20	63,79	33,59	1,03	5,82
D (36%, 18%)	1	33,56	31,93	30,09	57,57	27,48	1,16	6,19
	2	35,93	34,19	29,44	59,17	29,73	1,15	6,16
	3	34,32	32,66	27,33	58,53	31,20	1,05	5,87
E (42%, 18%)	1	33,93	32,09	29,81	51,46	21,65	1,48	6,99
	2	37,42	35,39	28,89	57,27	28,38	1,25	6,41
	3	38,59	36,50	27,39	55,11	27,72	1,32	6,59
F (48%, 18%)	1	41,99	39,61	28,61	65,43	36,82	1,08	5,95
	2	32,25	30,42	30,04	55,36	25,32	1,20	6,29
	3	33,25	31,36	29,63	59,11	29,48	1,06	5,92

di Lanjutkan (Lampiran 8)

Lanjutan (Lampiran 8)

$$\text{Konversi Pakan} = \frac{\text{Jumlah pakan (Bobot Kering) yang diberikan}}{\text{Pertambahan bobot}}$$

Test of Homogeneity of Variances

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
5,93	5	12	0,07

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah pakan (bobot kering) yang diberikan} &= \frac{\sum \text{pakan} \times (100 - \text{KadarAirPakan})}{100} \\ &= \frac{35,92 \times (100 - 9,85)}{100} = 32,38 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FCR} &= \frac{\text{Jumlah pakan (bobot kering) yang diberikan}}{\text{Pertambahan bobot}} \\ \text{FCR} &= \frac{32,38}{24,71} = 1,31 \end{aligned}$$

Keterangan : FCR = *Feed Conversion Ratio* (Rasio Konversi Pakan)

di Lanjutkan (Lampiran 8)

Lanjutan (Lampiran 8)

Tabel Data Hasil Perhitungan Rasio Konversi Pakan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) Selama Penelitian

Perlakuan		Perlakuan			Total	Rerata
Protein (%)	Lemak (%)	1	2	3		
36	9	1,31	1,33	1,31	3,95	1,32
42	9	1,13	1,54	1,63	4,30	1,43
48	9	1,04	1,04	1,03	3,11	1,04
36	18	1,16	1,15	1,05	3,36	1,12
42	18	1,48	1,25	1,32	4,05	1,35
48	18	1,08	1,20	1,06	3,34	1,11
Total		7,21	7,51	7,39	22,11	

Tabel Data Dua Arah

Perlakuan	L1 (9%)	L2 (18%)	Total	Rerata
P1 (36%)	3,95	3,36	7,31	1,22
P2 (42%)	4,30	4,05	8,34	1,39
P3 (48%)	3,11	3,34	6,45	1,07
Total	11,36	10,75	22,11	
Rerata	1,26	1,19		

Tabel Analisis Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan Kombinasi	5	0,38	0,08	4,84*	3,11
Protein	2	0,30	0,15	9,58*	3,88
Lemak	1	0,02	0,02	1,34 ^{tn}	4,75
Interaksi	2	0,06	0,03	1,85 ^{tn}	3,88
Acak (Gallat)	12	0,19	0,02		
Total	17	0,57			

Keterangan : * = beda nyata

tn = tidak beda nyata

di Lanjutkan (Lampiran 8)

Lanjutan (Lampiran 8)

Tabel Analisis Beda Nyata Terkecil

Perlakuan	P3 (48%)	P1 (36%)	P2 (42%)	BNT 0,05
	1,07	1,22	1,39	
P3 (48%) 1,07	-	tn	*	0,39
P1 (36%) 1,22		-	*	
P2 (42%) 1,39			-	
Notasi	a	a	b	

Keterangan : - Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan tidak berbeda nyata pada BNT 5%

- * = beda nyata
- tn = tidak beda nyata

ANALISIS REGRESI untuk FCR**Tabel Polinomial Orthogonal**

Perlakuan Protein	Data (Ti)	Pembanding (Ci)	
		Linier	Kuadratik
P1 (36%)	7,31	-1	1
P2 (42%)	8,34	0	-2
P3 (48%)	6,45	1	1
$Q = \sum CiTi$		-0,86	-2,92
$Kr = (\sum Ci^2) \times r$		6	18
$JK = \frac{Q^2}{Kr}$		0,12	0,47
JK Regresi Total = JK Linier + JK Kuadratik		0,59	

Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%
1. Perlakuan	5	0,59	0,12	7,54*	3,11
- Linier	1	0,12	0,12	7,79*	4,75
- Kuadratik	1	0,47	0,47	29,92*	4,75
2. Gallat/ Acak	12	0,19	0,02		
3. Total	17	0,57			

di Lanjutkan (Lampiran 8)

Lanjutan (Lampiran 8)

Karena Regresi Linier dan Regresi Kuadratik beda nyata, maka dihitung R^2 masing-masing regresi tersebut.

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK Linier}}{\text{JK Linier} + \text{JK Gallat}} = \frac{0,12}{0,12 + 0,19} = 0,39$$

$$R = 0,63$$

$$R^2 \text{ Kuadrat} = \frac{\text{JK Kuadrat}}{\text{JK Kuadrat} + \text{JK Gallat}} = \frac{0,47}{0,47 + 0,19} = 0,71$$

$$R = 0,84$$

Ternyata R^2 Kuadratik $>$ R^2 Linier. Selanjutnya mencari persamaan Regresi Kuadratik.

$$X = \frac{N - 42}{6} \rightarrow 42 = \frac{36 + 42 + 48}{3} \rightarrow 6 = \text{jarak/interval}$$

Sehingga :

$$N = 36 \Rightarrow X = \frac{36 - 42}{6} = -1$$

$$N = 42 \Rightarrow X = \frac{42 - 42}{6} = 0$$

$$N = 48 \Rightarrow X = \frac{48 - 42}{6} = +1$$

Sehingga di dapatkan :

x_j	36	42	48	$\Sigma x_j = 126$
u_j	-1	0	1	$\Sigma u_j = 0$
u_j^2	1	0	1	$\Sigma u_j^2 = 2$
u_j^4	1	0	1	$\Sigma u_j^4 = 2$
Y_{ij}	7,31	8,34	6,45	$\Sigma Y_{ij} = 22,1$
$u_j Y_{ij}$	-7,31	0	6,45	$\Sigma u_j Y_{ij} = -0,86$
$u_j^2 Y_{ij}$	7,31	0	6,45	$\Sigma u_j^2 Y_{ij} = 13,76$

di Lanjutkan (Lampiran 8)

Lanjutan (Lampiran 8)

Substitusikan pada Rumus :

$$\sum ujYij = b_1 * r \times \sum uj^2 \rightarrow -0,86 = 12b_1 \rightarrow b_1 = -0,07$$

$$\sum Yij = b_0 * n + b_2 * r \times \sum uj^2 \rightarrow 22,1 = 18b_0 + 12b_2 \rightarrow 18b_0 + 12b_2 = 22,1.....(1)$$

$$\sum uj^2 Yij = b_0 * r \times \sum uj^2 + b_2 * r \times \sum uj^4 \rightarrow 13,76 = 12b_0 + 12b_2 \rightarrow 12b_0 + 12b_2 = 13,76.....(2)$$

Jadi,

$$18b_0 + 12b_2 = 22,1$$

$$18b_0 + 12b_2 = 13,76$$

$$\rightarrow 6b_0 = 8,34 \rightarrow b_0 = 1,39$$

$$12b_0 + 12b_2 = 13,76$$

$$12(1,39) + 12b_2 = 13,76 \rightarrow 12b_2 = 13,76 - 16,68 \rightarrow b_2 = -0,24$$

Sehingga didapatkan persamaan sebagai berikut :

$$y = 1,39 - 0,07x - 0,24x^2$$

Kembalikan transformasi $X = \frac{N - 42}{6}$

JADI,

$$y = 1,39 - 0,07\left(\frac{N - 42}{6}\right) - 0,24\left(\frac{N - 42}{6}\right)^2$$

$$y = 1,39 - 0,07\left(\frac{N - 42}{6}\right) - 0,24\left(\frac{N - 42}{6}\right)\left(\frac{N - 42}{6}\right)$$

$$y = 1,39 - 0,07\left(\frac{1}{6}N - 7\right) - 0,24\left(\frac{1}{36}N^2 - \frac{7}{3}N + 49\right)$$

$$y = 1,39 - 0,01167N + 0,49 - 0,00667N^2 + 0,56N - 11,76$$

$$y = -9,88 + 0,5483N - 0,00667N^2$$

JADI, Persamaan Kuadratik pengaruh protein dalam Rasio Konversi Pakan :

$$y = -9,88 + 0,5483x - 0,00667x^2$$

$$x = 36 \rightarrow y = 1,21$$

$$x = 42 \rightarrow y = 1,38$$

$$x = 48 \rightarrow y = 1,07$$

$$y' \rightarrow 0,5483 = 2(0,00667)x$$

$$0,01334x = 0,5483 \rightarrow x = 41,10 \rightarrow y = 1,38$$

Lampiran 9. Hasil Perhitungan Rasio Efisiensi Protein pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) Selama Penelitian

Perlakuan Protein (%), Lemak (%)	UL	ΣF	Berat Kering Pakan	Bobot Protein Yang Diberikan	$\overline{W_o}$	$\overline{W_t}$	$\overline{W_t} - \overline{W_o}$	PER	RERATA	Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$
A (36%, 9%)	1	35,92	32,38	12,16	29,69	54,4	24,71	2,03	2,02	8,19
	2	33,41	30,12	11,31	28,57	51,14	22,57	2,00		8,12
	3	40,08	36,30	13,57	28,57	56,16	27,59	2,03		8,20
B (42%, 9%)	1	43,54	39,95	17,42	28,43	63,69	35,26	2,02	1,64	8,18
	2	30,28	27,78	12,12	30,30	48,36	18,06	1,49		7,01
	3	37,49	34,40	15,00	30,66	51,82	21,16	1,41		6,82
C (48%, 9%)	1	33,61	31,70	14,86	28,41	58,79	30,38	2,04	2,06	8,22
	2	41,46	39,11	18,33	29,43	67,16	37,73	2,06		8,25
	3	36,60	34,53	16,18	30,20	63,79	33,59	2,08		8,28
D (36%, 18%)	1	33,56	31,93	11,93	30,09	57,57	27,48	2,30	2,40	8,73
	2	35,93	34,19	13,77	29,44	59,17	29,73	2,33		8,78
	3	34,32	32,66	13,20	27,33	58,53	31,20	2,56		9,20
E (42%, 18%)	1	33,93	32,09	13,91	29,81	51,46	21,65	1,56	1,72	7,17
	2	37,42	35,39	15,34	28,89	57,27	28,38	1,85		7,82
	3	38,59	36,50	15,82	27,39	55,11	27,72	1,75		7,61
F (48%, 18%)	1	41,99	39,61	19,38	28,61	65,43	36,82	1,90	1,84	7,92
	2	32,25	30,42	14,88	30,04	55,36	25,32	1,70		7,49
	3	33,25	31,36	15,34	29,63	59,11	29,48	1,92		7,97

di Lanjutkan (Lampiran 9)

Lanjutan (Lampiran 9)

Rumus :

$$PER = \frac{\text{Pertambahan Bobot Tubuh}}{\text{Bobot Protein yang diberikan}}$$

Test of Homogeneity of Variances

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
5,89	5	12	0,07

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Bobot Protein yang diberikan} &= \frac{\sum \text{Pakan Kering} \times \text{Kadar Protein Pakan}}{100} \\ &= \frac{32,38 \times 37,56}{100} = 12,16 \end{aligned}$$

$$PER = \frac{24,71}{12,16} = 2,03$$

Keterangan : PER = *Protein Efficiency Ratio* (Rasio Efisiensi Protein)

Lampiran 10. Kebutuhan Asam Amino Essensial (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*) untuk Berbagai Perlakuan

Asam Amino Essensial (%)	T. Ikan (*)	T. Rebon (**)	Kasein (***)	P 36% L 9%, 18%		P 42% L 9%, 18%		P 48% L 9%		P 48% L 18%			% AA 36 (9, 18)	% AA 42 (9, 18)	% AA 48 (9)	% AA 48 (18)
				T. Ikan	Rebon	T. Ikan	Rebon	T. Ikan	Rebon	T. Ikan	Rebon	Kasein				
arginin	3,90	9,00	3,40	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	3,70	4,32	4,94	4,45
histidin	1,50	1,90	2,50	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	0,98	1,14	1,30	1,30
isoleusin	3,60	3,80	5,70	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	2,12	2,47	2,83	2,88
leusin	5,10		8,70	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	1,46	1,70	1,94	2,46
lysin	6,40	9,40	7,00	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	4,53	5,29	6,04	5,74
methionin	1,80	2,80	2,70	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	1,32	1,54	1,76	1,71
phenilalanin	2,60	4,40	4,60	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	2,01	2,34	2,68	2,61
threonin	2,80	4,10	3,80	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	1,98	2,31	2,64	2,55
triptopan	0,70	1,00	1,00	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	0,49	0,57	0,65	0,63
valin	3,50	4,40	6,80	285,5	287,8	333,1	335,7	380,7	383,7	380,7	307	59,6	2,27	2,64	3,02	3,09

* G.R. Areeno dan B.E.Rozan (1981); dalam Buwono (2000)

** Wilson (1985); Wilson (1989); Cowey (1994) dalam Buwono (2000)

*** Santoso (1989) dalam Buwono (2000)

di lanjutkan (Lampiran 10)

Lanjutan (Lampiran 10)

Rumus Kebutuhan Asam Amino Essensial :

$$\% \text{ Asam Amino Bahan Dasar} = \frac{\text{Jumlah Penggunaan Bahan Dasar (gr)}}{1000} \times 100\%$$

$$= \left(\frac{3,90}{100} \times \frac{285,5}{1000} \times 100 \right) + \left(\frac{9,00}{100} \times \frac{287,8}{1000} \times 100 \right) + \left(\frac{3,40}{100} \times \frac{59,6}{1000} \times 100 \right) = 4,45$$

Jadi, Asam Amino pada Pakan F (48%, 18%) untuk Arginin sebesar 4,45%



Lampiran 11. Komposisi Kimia Tubuh (% kering) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) untuk Berbagai Perlakuan

NO	SAMPEL AWAL	KADAR AIR (%)	KADAR PROTEIN (%)	KADAR LEMAK (%)	KADAR ABU (%)	KARBOHIDRAT (%)	ENERGI (*)	
1	IKAN KERAPU PASIR	72,45	59,16	18,43	16,73	5,68	5,32	
SAMPEL AKHIR IKAN (PROTEIN, LEMAK)		UL	KADAR AIR (%)	KADAR PROTEIN (%)	KADAR LEMAK (%)	KADAR ABU (%)	KARBOHIDRAT (%)	ENERGI
A (36%, 9%)	1	64,25	52,73	22,53	19,67	3,08	5,42	
	2	63,97	52,59	22,40	19,31	4,70	5,38	
	3	62,05	50,39	22,43	18,32	6,85	5,44	
B (42%, 9%)	1	63,84	50,48	19,47	17,90	7,97	5,41	
	2	65,96	57,61	19,83	20,17	2,39	5,23	
	3	65,37	56,17	19,11	19,28	5,43	5,20	
C (48%, 9%)	1	64,00	54,90	18,09	19,54	7,48	5,12	
	2	65,53	56,02	20,02	19,86	4,10	5,22	
	3	65,22	54,61	19,87	18,31	7,21	5,26	
D (36%, 18%)	1	62,28	46,01	28,74	16,38	8,87	5,68	
	2	62,25	48,33	29,74	16,90	5,03	5,75	
	3	61,78	46,65	30,25	16,52	6,58	5,76	
E (42%, 18%)	1	61,92	48,93	29,56	18,51	3,01	5,68	
	2	62,37	51,29	26,02	17,15	5,55	5,58	
	3	63,69	53,85	26,59	16,12	3,44	5,70	
F (48%, 18%)	1	62,71	49,75	28,26	18,38	3,60	5,63	
	2	64,74	55,08	23,58	17,07	4,27	5,52	
	3	63,51	52,22	24,57	16,62	6,59	5,54	

Keterangan Tanda (*) : Karbohidrat = 100-(Protein+Lemak+Abu) Energi = ((Protein*5,65)+(Lemak*9,45)+(Karbohidrat*4,1))/100

Lampiran 12. Hasil Perhitungan Retensi Protein (%), Retensi Lemak (%) dan Retensi Energi (%) pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus coralicola*)

Peubah	Perlakuan Kadar Protein (%) – Lemak (%)					
	A (36%-9%)	B (42%-9%)	C (48%-9%)	D (36%-18%)	E (42%-18%)	F (48%-18%)
Bobot Tubuh Juvenil Ikan Kerapu Pasir (g kering)						
Awal Percobaan	8,18	7,83	7,83	8,29	8,21	7,88
	7,87	8,35	8,11	8,11	7,96	8,28
	7,87	8,45	8,32	7,53	7,55	8,16
Akhir Percobaan	19,45	23,03	21,16	21,71	19,60	24,40
	18,43	16,46	23,15	22,34	21,55	19,52
	21,31	17,95	22,19	22,37	20,01	21,57
Protein dalam Tubuh Ikan Kerapu Pasir (g)						
Awal Percobaan	4,84	4,63	4,63	4,90	4,86	4,66
	4,66	4,94	4,80	4,80	4,71	4,90
	4,66	5,00	4,92	4,45	4,46	4,83
Akhir Percobaan	10,25	11,63	11,62	9,99	9,59	12,14
	9,69	9,48	12,97	10,80	11,05	10,75
	10,74	10,08	12,12	10,44	10,78	11,26
Lemak dalam Tubuh Ikan Kerapu Pasir (g)						
Awal Percobaan	1,51	1,44	1,44	1,53	1,51	1,45
	1,45	1,54	1,49	1,50	1,47	1,53
	1,45	1,56	1,53	1,39	1,39	1,50
Akhir Percobaan	4,38	4,48	3,83	6,24	5,79	6,89
	4,13	3,27	4,63	6,64	5,61	4,60
	4,78	3,43	4,41	6,77	5,32	5,30

di Lanjutkan (Lampiran 12)

Lanjutan (Lampiran 12)

Peubah	Perlakuan Kadar Protein (%) – Lemak (%)					
	A (36%-9%)	B (42%-9%)	C (48%-9%)	D (36%-18%)	E (42%-18%)	F (48%-18%)
Energi dalam Tubuh Ikan Kerapu Pasir (g)						
Awal Percobaan	43,52	41,67	41,64	44,10	43,69	41,93
	41,87	44,41	43,13	43,15	42,34	44,03
	41,87	44,94	44,26	40,06	40,14	43,43
Akhir Percobaan	103,45	119,54	108,31	123,30	111,32	137,33
	98,02	86,05	120,94	128,40	120,34	107,67
	113,61	93,36	119,69	128,93	113,99	119,54
Jumlah Pakan yang Di berikan (g kering)	32,38	39,95	31,70	31,93	32,09	39,61
	30,12	27,78	39,11	34,19	35,39	30,42
	36,13	34,40	34,53	31,93	36,50	31,36
Jumlah Protein Pakan yang Di berikan (g kering)	12,16	17,52	14,86	11,93	13,91	19,38
	11,31	12,12	18,33	12,77	15,34	14,88
	13,57	15,00	16,18	12,20	15,82	15,34
Jumlah Lemak Pakan yang Di berikan (g kering)	3,04	3,60	2,88	5,96	6,08	6,85
	2,83	2,50	3,55	6,38	6,71	5,26
	3,39	3,10	3,13	6,10	6,92	5,43
Jumlah Energi Pakan yang Di berikan (g kering)	146,37	179,36	142,04	144,34	146,99	187,74
	136,14	121,73	175,21	154,53	162,11	144,19
	163,32	154,43	154,67	147,61	167,18	148,67

di Lanjutkan (Lampiran 12)

Lanjutan (Lampiran 12)

Peubah	Perlakuan Kadar Protein (%) – Lemak (%)					
	A (36%-9%)	B (42%-9%)	C (48%-9%)	D (36%-18%)	E (42%-18%)	F (48%-18%)
Retensi Protein (%)	44,51	40,14	47,03	42,64	34,00	38,57
	44,49	37,50	44,57	46,97	41,36	39,34
	44,83	33,88	44,46	49,03	39,90	41,52
RERATA	44,61	37,17	45,35	46,21	38,42	39,94
Retensi Lemak (%)	94,57	84,54	82,91	79,04	70,37	79,41
	94,70	69,03	88,45	80,70	61,74	58,49
	98,20	60,47	91,78	88,23	56,83	69,94
RERATA	95,82	71,35	87,71	82,66	62,98	69,28
Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$	76,52	66,85	65,58	62,75	57,02	63,02
	76,69	56,18	70,13	63,94	51,79	49,89
	82,29	51,05	73,34	69,93	48,93	56,75
Retensi Energi (%)	40,95	43,42	46,94	54,87	46,01	50,81
	41,24	33,39	44,41	55,16	48,12	44,14
	43,92	31,36	46,82	60,21	44,17	51,20
RERATA	42,04	36,05	46,06	56,75	46,10	48,72
Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$	39,78	41,22	43,24	47,80	42,71	45,47
	39,96	35,30	41,79	47,96	43,92	41,63
	41,51	34,05	43,18	50,89	41,65	45,69

Test of Homogeneity of Variances untuk Retensi Protein

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
1,86	5	12	0,18

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

di Lanjutkan (Lampiran 12)

Lanjutan (Lampiran 12)

Test of Homogeneity of Variances untuk Retensi Lemak

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
0,61	5	12	0,69

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

Test of Homogeneity of Variances untuk Retensi Energi

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
3,36	5	12	0,06

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi

Rumus :

$$\text{Retensi Protein (\%)} = \frac{\text{Pertambahan Protein Tubuh}}{\text{Bobot Protein yang diberikan}} \times 100\%$$

Pertambahan Protein Tubuh = Jumlah Protein Wt – Jumlah Protein Wo

Jumlah Protein Wt (gr) = (Berat Kering Wt x Kadar Protein Wt) / 100

Jumlah Protein Wo (gr) = (Berat Kering Wo x Kadar Protein Wo) / 100

Berat Kering Wo (gr) = (Bobot Pertumbuhan Awal x Kadar Kering Wo) / 100

Berat Kering Wt (gr) = (Bobot Pertumbuhan Akhir x Kadar Kering Wt) / 100

Kadar Kering Tubuh (%) = 100 – Kadar Air Tubuh (%)

Bobot Protein Yang Diberikan (gr) =

(Jumlah Pakan (gr kering) x Kadar Protein Pakan (%)) / 100

Jumlah Pakan Kering (gr) =

(Jumlah Pakan (gr) x Kadar kering Pakan (%)) / 100

Kadar Kering Pakan (%) = 100 – Kadar Air Pakan (%)

Contoh perhitungan : $RP = \frac{10,25 - 4,84}{12,16} \times 100 = 44,51\%$

Keterangan : RP = Retensi Protein (%)

Lampiran 13. Perhitungan Harga Pakan Buatan Berdasarkan Kandungan Nutrien dalam Pakan Buatan pada Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicolus*)

PAKAN A (36%, 9%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	285,50	3.283,25
Rebon	20.000	287,80	5.756,00
Kasein	150.000	-	-
Dextrin	15.000	316,00	4.740,00
M.Cumi	15.000	47,40	711,00
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	2,30	57,50
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			20.371,45

PAKAN B (42%, 9%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	333,10	3.830,65
Rebon	20.000	335,70	6.714,00
Kasein	150.000	-	-
Dextrin	15.000	228,20	3.423,00
M.Cumi	15.000	40,40	606,00
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	1,60	40,00
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			20.437,35

PAKAN C (48%, 9%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	380,70	4.378,05
Rebon	20.000	383,70	7.674,00
Kasein	150.000	-	-
Dextrin	15.000	140,60	2.109,00
M.Cumi	15.000	33,30	499,50
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	0,80	20,00
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			20.504,25

di Lanjutkan (Lampiran 13)

Lanjutan (Lampiran 13)

PAKAN D (36%, 18%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	285,50	3.283,25
Rebon	20.000	287,80	5.756,00
Kasein	150.000	-	-
Dextrin	15.000	108,50	1.627,50
M.Cumi	15.000	137,40	2.061,00
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	119,80	2.995,00
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			21.546,45

PAKANE E (42%, 18%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	333,10	3.830,65
Rebon	20.000	335,70	6.714,00
Kasein	150.000	-	-
Dextrin	15.000	20,70	310,50
M.Cumi	15.000	130,40	1.956,00
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	119,10	2.977,50
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			21.612,35

PAKAN F (48%, 18%)

Bahan Dasar	Harga Bahan Dasar (Rp/Kg)	Kebutuhan Bahan Dasar (gr)	Harga Pakan (Rp)
T. Ikan	11.500	380,70	4.378,05
Rebon	20.000	307,00	6.140,00
Kasein	150.000	59,60	8.940,00
Dextrin	15.000	0,80	12,00
M.Cumi	15.000	126,80	1.902,00
VITAMIN MIX	75.000	13,00	975,00
MINERAL MIX	6.100	17,00	103,70
CMC	100.000	20,00	2.000,00
Astaxanthin	1.745.000	1,00	1.745,00
Cr ₂ O ₃	100.000	10,00	1.000,00
Avisel (Filler)	25.000	64,20	1.605,00
TOTAL HARGA PAKAN (Rp)			28.800,75

Lampiran 14. Hasil Perhitungan Kualitas Air pada Media Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*) untuk Berbagai Perlakuan

a). SUHU

Perlakuan (Protein, Lemak) (%)	UL	Waktu Pengamatan (hari)								SUHU	RERATA
		0	7	14	21	28	35	42	49		
A (36%, 9%)	1	27,60	28,30	28,00	28,00	27,70	27,50	27,60	28,00	27,84	27,91
	2	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,60	27,70	28,00	27,95	
	3	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,60	27,70	28,00	27,95	
B (42%, 9%)	1	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,50	27,70	28,00	27,94	27,91
	2	27,90	28,40	28,10	27,90	27,60	27,50	27,50	27,90	27,85	
	3	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,50	27,70	28,00	27,94	
C (48%, 9%)	1	28,20	28,40	28,00	27,90	27,50	27,50	27,60	28,00	27,89	27,93
	2	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,50	27,70	28,00	27,94	
	3	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,60	27,70	28,00	27,95	
D (36%, 18%)	1	28,20	28,40	28,10	28,00	27,50	27,50	27,70	28,00	27,93	27,93
	2	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,50	27,70	28,00	27,94	
	3	28,20	28,40	28,10	28,00	27,50	27,60	27,70	28,00	27,94	
E (42%, 18%)	1	28,00	28,40	26,80	27,90	27,50	27,50	27,60	27,90	27,70	27,83
	2	27,80	28,40	28,10	27,90	27,50	27,60	27,60	27,90	27,85	
	3	28,20	28,40	28,10	28,00	27,60	27,60	27,70	28,00	27,95	
F (48%, 18%)	1	28,20	28,40	28,10	27,90	27,60	27,50	27,70	28,00	27,93	27,93
	2	28,10	28,40	28,10	28,00	27,60	27,60	27,70	28,00	27,94	
	3	28,20	28,40	28,10	27,90	27,50	27,60	27,70	28,00	27,93	

di lanjutkan (Lampiran 14)

Lanjutan (Lampiran 14)

b). pH

Perlakuan (Protein, Lemak) (%)	UL	Waktu Pengamatan (hari)								pH	RERATA	Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$
		0	7	14	21	28	35	42	49			
A (36%, 9%)	1	7,89	8,10	8,06	8,06	8,02	8,15	8,05	8,06	8,05		16,48
	2	8,06	8,17	8,09	8,13	8,04	8,18	8,09	8,09	8,11	8,08	16,54
	3	8,03	8,17	8,08	8,13	8,04	8,19	8,09	8,03	8,09		16,53
B (42%, 9%)	1	8,06	8,15	8,08	8,11	8,03	8,17	8,03	8,03	8,08		16,52
	2	7,97	8,16	8,10	8,12	8,03	8,20	8,02	8,02	8,08	8,09	16,51
	3	8,08	8,16	8,08	8,14	8,04	8,17	8,09	8,17	8,12		16,55
C (48%, 9%)	1	8,06	8,15	8,07	8,03	7,99	8,16	8,05	8,03	8,07		16,50
	2	8,06	8,16	8,07	8,11	8,02	8,18	8,07	8,11	8,10	8,10	16,53
	3	8,08	8,18	8,08	8,14	8,04	8,18	8,09	8,18	8,12		16,56
D (36%, 18%)	1	8,05	8,14	8,09	8,08	8,02	8,17	8,09	8,08	8,09		16,52
	2	8,05	8,15	8,08	8,12	8,04	8,18	8,09	8,09	8,10	8,10	16,54
	3	8,07	8,17	8,08	8,14	8,04	8,19	8,09	8,19	8,12		16,56
E (42%, 18%)	1	8,01	8,12	8,06	8,05	8,01	8,16	8,06	8,05	8,07		16,50
	2	7,58	8,15	8,08	8,13	8,03	8,19	7,91	8,04	8,01	8,07	16,44
	3	8,07	8,16	8,09	8,14	8,04	8,18	8,09	8,18	8,12		16,56
F (48%, 18%)	1	8,05	8,13	8,06	8,09	8,01	8,17	8,08	8,09	8,08		16,52
	2	8,01	8,16	8,08	8,13	8,03	8,16	8,07	8,07	8,09	8,09	16,52
	3	7,98	8,16	8,08	8,13	8,04	8,20	8,08	8,04	8,09		16,52

di lanjutkan (Lampiran 14)

Lanjutan (Lampiran 14)

c). DO

Perlakuan (Protein, Lemak) (%)	UL	Waktu Pengamatan (hari)								DO	RERATA
		0	7	14	21	28	35	42	49		
A (36%, 9%)	1	4,77	4,60	4,87	4,86	4,69	4,78	4,74	3,66	4,62	4,63
	2	4,54	4,71	4,80	4,96	4,84	5,28	4,77	4,08	4,75	
	3	4,12	4,49	4,71	5,03	4,57	4,95	4,45	3,83	4,52	
B (42%, 9%)	1	4,94	4,42	5,21	4,92	4,81	4,27	3,89	4,05	4,56	4,60
	2	4,13	4,26	4,84	4,95	4,56	4,93	4,76	4,77	4,65	
	3	5,34	4,57	4,66	4,57	4,63	4,26	4,84	3,86	4,59	
C (48%, 9%)	1	5,26	4,76	5,03	4,79	4,61	4,83	4,33	4,99	4,83	4,71
	2	4,90	4,40	4,88	4,84	4,54	5,10	4,52	4,39	4,70	
	3	4,43	4,66	4,84	5,28	4,97	4,83	4,17	3,70	4,61	
D (36%, 18%)	1	5,08	4,76	4,70	5,01	5,07	5,04	4,44	4,78	4,86	4,74
	2	4,52	4,69	4,65	4,67	4,75	5,30	4,17	4,28	4,63	
	3	5,07	4,29	5,10	5,04	4,92	4,70	4,49	4,19	4,73	
E (42%, 18%)	1	4,81	4,79	4,88	5,19	4,72	4,77	4,68	4,46	4,79	4,72
	2	3,45	4,38	4,59	5,02	4,79	4,63	4,87	5,26	4,62	
	3	4,34	4,49	4,97	4,80	4,92	4,97	5,01	4,54	4,76	
F (48%, 18%)	1	4,26	4,04	4,67	4,84	4,75	5,01	4,67	4,40	4,58	4,66
	2	4,71	4,60	4,88	5,55	4,52	5,00	4,73	4,59	4,82	
	3	4,03	4,41	4,76	5,00	4,72	4,98	4,55	4,10	4,57	

di lanjutkan (Lampiran 14)

Lanjutan (Lampiran 14)

d). SALINITAS

Perlakuan (Protein, Lemak) (%)	UL	Waktu Pengamatan (hari)								SALINITAS	RERATA
		0	7	14	21	28	35	42	49		
A (36%, 9%)	1	34,00	34,00	34,00	35,00	35,00	37,00	35,00	35,00	34,88	34,63
	2	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	36,00	35,00	35,00	34,50	
	3	34,00	35,00	34,00	35,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,50	
B (42%, 9%)	1	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	36,00	35,00	35,00	34,50	34,50
	2	34,00	34,00	35,00	34,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,38	
	3	34,00	34,00	34,00	35,00	33,00	36,00	35,00	36,00	34,63	
C (48%, 9%)	1	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	36,00	35,00	35,00	34,50	34,58
	2	34,00	34,00	34,00	35,00	34,00	36,00	34,00	35,00	34,50	
	3	34,00	35,00	34,00	35,00	33,00	36,00	35,00	36,00	34,75	
D (36%, 18%)	1	34,00	34,00	35,00	34,00	34,00	36,00	34,00	35,00	34,50	34,46
	2	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	36,00	35,00	35,00	34,50	
	3	34,00	35,00	34,00	34,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,38	
E (42%, 18%)	1	34,00	34,00	34,00	35,00	35,00	36,00	35,00	35,00	34,75	34,42
	2	34,00	35,00	34,00	34,00	33,00	35,00	33,00	35,00	34,13	
	3	34,00	35,00	34,00	34,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,38	
F (48%, 18%)	1	34,00	35,00	35,00	35,00	34,00	36,00	35,00	35,00	34,88	34,63
	2	34,00	34,00	35,00	35,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,50	
	3	34,00	35,00	34,00	35,00	33,00	35,00	35,00	35,00	34,50	

di lanjutkan (Lampiran 14)

Lanjutan (Lampiran 14)

e). NO₃

Perlakuan (Protein, Lemak) (%)	UL	Waktu Pengamatan (hari)								NO ₃	RERATA	Hasil Transformasi Arcsin $\sqrt{\%}$
		0	7	14	21	28	35	42	49			
A (36%, 9%)	1	0,05	0,06	0,05	0,05	0,16	0,06	0,03	0,02	0,06		1,41
	2	0,08	0,03	0,06	0,05	0,10	0,05	0,04	0,02	0,05	0,06	1,31
	3	0,04	0,04	0,10	0,07	0,17	0,06	0,03	0,02	0,06		1,46
B (42%, 9%)	1	0,50	0,06	0,06	0,11	0,10	0,05	0,04	0,02	0,12		1,96
	2	0,07	0,03	0,05	0,08	0,10	0,05	0,05	0,02	0,06	0,08	1,37
	3	0,05	0,06	0,05	0,09	0,13	0,05	0,03	0,03	0,06		1,43
C (48%, 9%)	1	0,14	0,04	0,04	0,05	0,11	0,05	0,04	0,02	0,06		1,40
	2	0,11	0,06	0,07	0,09	0,14	0,04	0,04	0,02	0,07	0,07	1,54
	3	0,06	0,06	0,06	0,08	0,18	0,05	0,03	0,03	0,07		1,51
D (36%, 18%)	1	0,06	0,05	0,07	0,07	0,18	0,05	0,03	0,02	0,06		1,45
	2	0,06	0,03	0,07	0,08	0,11	0,05	0,03	0,02	0,06	0,06	1,34
	3	0,07	0,06	0,05	0,06	0,17	0,05	0,03	0,02	0,06		1,43
E (42%, 18%)	1	0,08	0,06	0,08	0,08	0,17	0,05	0,23	0,02	0,10		1,77
	2	0,14	0,06	0,07	0,03	0,16	0,06	0,04	0,02	0,07	0,07	1,52
	3	0,05	0,04	0,05	0,07	0,12	0,05	0,03	0,02	0,05		1,32
F (48%, 18%)	1	0,16	0,07	0,06	0,13	0,13	0,04	0,04	0,02	0,08		1,60
	2	0,05	0,06	0,06	0,03	0,10	0,04	0,04	0,02	0,05	0,06	1,26
	3	0,07	0,04	0,07	0,03	0,19	0,05	0,03	0,02	0,06		1,44

di lanjutkan (Lampiran 14)

Lanjutan (Lampiran 14)

Test of Homogeneity of Variances pada SUHU (°C)

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
1,51	5	12	0,28

Test of Homogeneity of Variances pada pH

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
4,92	5	12	0,06

Test of Homogeneity of Variances pada DO (mg/l)

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
1,00	5	12	0,46

Test of Homogeneity of Variances pada SALINITAS (ppm)

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
1,57	5	12	0,24

Test of Homogeneity of Variances pada NO₃ (ppm)

Levene statistik	db 1	db 2	Signifikan (*)
1,18	5	12	0,38

Keterangan :

(*) Signifikansi > 0,05, data menyebar normal, maka asumsi ANOVA terpenuhi