

**PEMANFAATAN PROTEIN SEL TUNGGAL DALAM RANSUM PAKAN
BUATAN TERHADAP DAYA CERNA NUTRIEN JUVENIL KERAPU PASIR
(*Epinephelus corallicola*)**

**SKRIPSI
BUDIDAYA PERAIRAN**

Oleh :
**WENING INDRIANI
NIM. 0310850080-85**



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



**PEMANFAATAN PROTEIN SEL TUNGGAL DALAM RANSUM PAKAN
BUATAN TERHADAP DAYA CERNA NUTRIEN JUVENIL KERAPU PASIR**

(Epinephelus corallicola)

*Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan Pada
Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya*

Oleh :

WENING INDRIANI

NIM. 0310850080-85

Dosen Penguji I

(Ir. ADLIS ACHIR, MS)

Tanggal : _____

Dosen Penguji II

(Ir. M RASYID FADHOLI, MSi)

Tanggal : _____

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. ANIK MARTINAH. H., MSc)

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing II

(ATING YUNIARTI SP.i.,Maqua)

Tanggal : _____

Dosen Pembimbing III

(Dr. Ir. NYOMAN ADIASMARA

GIRI, MS)

Tanggal : _____

Mengetahui,

Ketua jurusan MSP

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)

Tanggal : _____

RINGKASAN

WENING INDRIANI. PEMANFAATAN PROTEIN SEL TUNGGAL DALAM RANSUM PAKAN BUATAN TERHADAP DAYA CERNA NUTRIEN JUVENIL KERAPU PASIR (*Epinephelus corallicola*). (Dibawah bimbingan : 1). Ir. Anik Martinah. H, M.Sc, 2). Ating Yuniarti, S. Pi. M. Aqua dan 3). Dr. Ir. I Nyoman Adiasmara Giri, MS.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Kimia Balai Besar Riset Pengembangan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol Bali pada bulan November 2007 sampai Februari 2008. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh Protein Sel Tunggal (PST) sebagai salah satu bahan substitusi protein pakan terhadap daya cerna nutrient pada juvenil kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*) dan juga untuk mengetahui nilai daya cerna nutrient juvenile kerapu pasir yang diberi perlakuan PST.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil dan Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu menggunakan 5 perlakuan dengan 3 ulangan, sebagai perlakuan adalah substitusi PST yaitu 0% (perlakuan A), 5% (perlakuan B), 10% (perlakuan C), 15% (perlakuan D) dan 20% (perlakuan E).

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi PST berpengaruh nyata terhadap daya cerna nutrient juvenil Kerapu Pasir. Untuk daya cerna bahan kering, dosis substitusi terbaik pada PST 5% yaitu 81,51% dan terendah pada substitusi PST 20% yaitu sebesar 75,99%. Dari hubungan dosis substitusi PST terhadap daya cerna bahan kering membentuk model kuadratik yaitu $y = -0,019x^2 + 0,149x + 80,94$ dengan R^2 sebesar

0,876. Dari persamaan tersebut didapatkan hasil daya cerna bahan kering maksimum sebesar 81,23% didapatkan pada pakan dengan substitusi PST 3,92%.

Untuk daya cerna protein terbaik pada penggunaan PST 0% yaitu sebesar 93,54% diikuti oleh penggunaan PST 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari hubungan daya cerna protein terhadap tingkat penggunaan PST membentuk model linier negatif dengan persamaan $y = -0,4429x + 94,021$ dengan $R^2 = 0,967$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat penggunaan PST dalam ransum pakan maka akan menyebabkan penurunan daya cerna protein juvenile kerapu pasir. Begitu juga dengan hasil daya cerna lemak maupun energi. Semakin tinggi penggunaan PST dalam pakan maka akan menurunkan daya cerna lemak maupun energi. Sedangkan untuk daya cerna abu, perlakuan terbaik pada substitusi PST 5% yaitu sebesar 18,62%. Dan terendah pada substitusi PST 20% yaitu sebesar 9,41%. Dari hubungan daya cerna abu terhadap tingkat penggunaan PST membentuk persamaan kuadratik yaitu $y = -0,054x^2 + 0,862x + 14,52$ Dengan $R^2 = 0,516$. Hal ini menunjukkan bahwa daya cerna abu maksimum sebesar 17,96% didapatkan pada penggunaan PST sebesar 7,98%. Untuk daya cerna karbohidrat tertinggi pada penggunaan PST 5% yaitu sebesar 86,23%. Hubungan daya cerna karbohidrat terhadap tingkat penggunaan PST membentuk model kuadratik dengan persamaan $y = -0,023x^2 + 0,363x + 84,34$, dan R^2 sebesar 0,621. Daya cerna karbohidrat maksimum sebesar 85,77% didapatkan pada pakan dengan penggunaan PST sebesar 7,89%.

Kualitas air yang diamati selama penelitian yaitu suhu berkisar antara 30-30,1°C oksigen terlarut berkisar antara 4,11-5,03 ppm, pH berkisar antara 7,96-8,02, salinitas sebesar 34-35 ppt dan ammonia sebesar 0,0151-0,0277 mg/lit.

Dari hasil penelitian ini dapat disarankan agar penggunaan PST sebaiknya tidak lebih dari 5% untuk mendapatkan daya cerna nutrisi juvenil kerapu pasir yang terbaik.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Skripsi ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tak terhingga kepada :

- ❖ Kedua orangtuaku yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil
- ❖ Ibu. Ir. Anik M. Hariati, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I
- ❖ Ibu. Ating Yuniarti, S.Pi., M.Aqua selaku Dosen Pembimbing II
- ❖ Bpk. Dr. Ir. I Nyoman Adiasmara Giri, MS selaku Pembimbing III dan juga selaku Kepala BBRPBL Gondol, Bali
- ❖ Ibu Olga Pattinasarany, SH selaku Kepala Bidang Pelayanan Teknis BBRPBL Gondol, Bali
- ❖ Seluruh Staf, dan Teknisi di BBRPBL Gondol, Bali terutama Laboratorium Kimia dan Nutrisi
- ❖ Teman-teman satu team GONDOL, Ronie dan Adam atas bantuan, dorongan, motivasi, dan kebersamaan kita selama ini
- ❖ Teman-teman BP '03 serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung ataupun tidak langsung dalam proses pengerjaan SKRIPSI ini

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran untuk perbaikan laporan ini sangat kami harapkan.

Dan akhirnya penulis berharap semoga laporan ini berguna bagi semua pihak yang membutuhkan.

Malang, Juli 2008

Penulis

DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Hipotesis	5
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ikan Kerapu Pasir (<i>Epinephelus corallicola</i>).....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	6
2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan	7
2.2.1 Protein	7
2.2.2 Lemak	8
2.2.3 Karbohidrat	9
2.2.4 Vitamin.....	10
2.2.5 Mineral.....	11
2.2.6 Air.....	12
2.3 Pakan Buatan	12
2.4 Kebutuhan Energi	13
2.5 Pencernaan Pakan	14

2.6 Protein Sel Tunggal.....	15
2.7 Kualitas Air.....	17
2.7.1 Suhu.....	17
2.7.2 Oksigen Terlarut.....	17
2.7.3 Derajat Keasaman.....	18
2.7.4 Salinitas.....	18
2.7.5 Amonia.....	19
3. MATERI DAN METODOLOGI 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 dan Bahan Penelitian.....	22
3.2 Metode Penelitian.....	24
3.3 Rancangan Percobaan.....	25
3.4 Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1 Persiapan Penelitian.....	26
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.4.3 Cara Pengukuran Daya Cerna Nutrien dengan Cr ₂ O ₃ sebagai Indikator ..	28
3.5 Parameter Penelitian.....	29
3.5.1 Parameter Utama.....	29
3.5.2 Parameter Penunjang.....	29
3.6 Analisa Data.....	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Hasil Penelitian.....	31
4.1.1 Daya Cerna Nutrien.....	31
4.1.2 Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Kerapu Pasir.....	42
4.2 Pembahasan.....	42
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Formulasi Bahan Penyusun Pakan Ikan Kerapu	13
2. Kandungan Asam Amino PST Dari <i>Cellulomonas</i>	16
3. Formulasi Pakan Penelitian.....	21
4. Data Hasil Perhitungan Daya Cerna Nutrien Ikan Kerapu Pasir Pada Berbagai Tingkat Penggunaan PST.....	31
5. Data Hasil Pengamatan Suhu, DO, Ph, Salinitas Dan NH ₃ Media Budidaya Selama Penelitian Pada Berbagai Perlakuan Tingkat Penggunaan PST.....	42
6. Rata-Rata Kualitas Air Hasil Penelitian dibandingkan dengan Literatur.	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar Denah Percobaan.....	26
2. Rata-rata Daya Cerna Bahan Kering Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda	32
3. Hubungan Daya Cerna Bahan Kering Terhadap Berbagai Tingkat Penggunaan PST	33
4. Rata-rata Daya Cerna Protein Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda	33
5. Hubungan Daya Cerna Protein Terhadap Berbagai Tingkat Penggunaan PST	34
6. Rata-rata Daya Cerna Lemak Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda	35
7. Hubungan Daya Cerna Lemak Terhadap Berbagai Tingkat Penggunaan PST..	36
8. Rata-rata Daya Cerna Abu Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda.....	37
9. Hubungan daya Cerna Abu Terhadap Berbagai Tingkat Penggunaan PST...	38
10. Rata-rata Daya Cerna Karbohidrat Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda	38

11. Hubungan Daya Cerna Karbohidrat Dengan Berbagai Tingkat Penggunaan PST.....	40
12. Rata-rata Daya Cerna Energi Ikan Kerapu Pasir Dengan Subtitusi PST yang berbeda.....	40
13. Hubungan Daya Cerna Energi Dengan Berbagai Tingkat Penggunaan PST...	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Juvenil Kerapu Pasir dan Gambar Bak Penelitian	57
2. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Pakan.....	58
3. Hasil analisa pakan dan feses ikan dengan metode Chromix Oxide (Cr_2O_3)	59
4. Komposisi Proksimat Pakan dan Feses Ikan Kerapu Pasir.....	61
5. Hasil Perhitungan statistik ANOVA Daya Cerna Bahan Kering.....	62
6. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Protein	64
7. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Lemak.....	66
8. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Abu.....	68
9. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Karbohidrat	71
10. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Energi	74
11. Data Pengukuran Kualitas Air	76
12. Hasil Perhitungan statistik ANOVA Kualitas Air	78
13. Gambar Protein Sel Tunggal (PST) dan Skema Pembuatan Protein Sel Tunggal dari <i>Coryne bacterium glutamaticum</i>	83
14. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Air (Metode Pemanasan Oven).....	84
15. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Protein.....	85
16. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Lemak	86

17. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar abu.....	87
18. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Serat Kasar.....	88
19. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Pengujian Daya Cerna	90

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu komoditas perikanan laut yang mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi dan mempunyai prospek masa depan yang cukup menjanjikan adalah Ikan Kerapu. Ikan Kerapu terutama kerapu hidup merupakan ikan yang mempunyai nilai jual yang tinggi terutama di pasar Asia (Malaysia, Thailand, Singapura dan Hongkong) (Rachman *et al.*, 2004).

Usaha budidaya ikan kerapu pasir tergolong masih baru jika dibandingkan dengan ikan kerapu tikus, kerapu macan dan kerapu lumpur. Salah satu faktor penting dalam usaha budidaya yaitu ketersediaan pakan yang cukup seimbang baik dari efisiensi pakan maupun kebutuhan nutrisinya.

Pakan sempurna mengandung semua zat yang dibutuhkan ikan dalam jumlah yang cukup dan seimbang sesuai dengan kebutuhan, salah satunya adalah protein. Jika dilihat dari sumbernya, bahan pakan dapat dibedakan dalam tiga kelompok, yaitu bahan

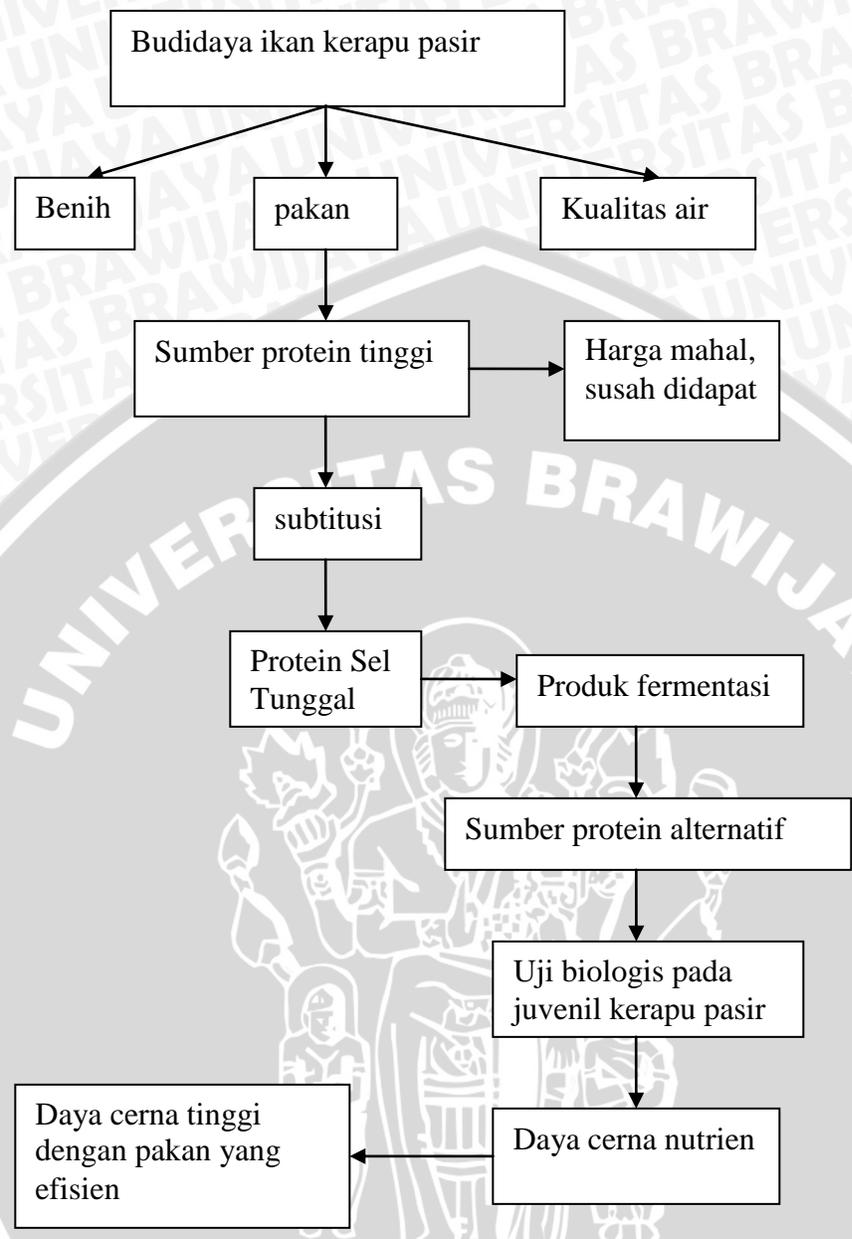
nabati, hewani dan tambahan. Secara umum bahan hewani tergolong dalam bahan yang mempunyai kandungan protein tinggi dan mempunyai mutu yang lebih baik jika dibandingkan dengan bahan nabati. Namun demikian protein yang sering di gunakan sebagai formulasi untuk pembuatan pakan ikan harganya masih tergolong tinggi. Sebagai contoh tepung ikan. Tepung ikan yang digunakan sebagai bahan formulasi pakan kebanyakan masih berasal dari luar negeri, dikarenakan kualitas tepung ikan dari luar negeri cukup baik dan kandungan proteinnnya cukup tinggi. Akibat ketergantungan impor tepung ikan tersebut, maka harga tepung ikan yang beredar dipasaran cukup tinggi pula sehingga membuat para pembudidaya ikan tidak mampu membelinya. Salah satu alternatif yang perlu dilakukan untuk mengantisipasi tingginya harga tersebut yaitu dengan substitusi bahan pakan dengan bahan lain yang mengandung nilai gizi tinggi dengan harga yang dapat dijangkau.

Limbah dari industri makanan dan minuman menjadi permasalahan yang semakin meningkat, karena semakin bertambah ketatnya undang-undang tentang pembuangan bahan limbah dengan BOD. Bahan-bahan yang membentuk limbah biasanya didaur ulang kedalam ekosistem, misalnya jerami, ampas tebu, limbah sitrat, *whey*, limbah zaitun serta kurma, gula tetes, kotoran hewan dan sampah. Jumlah bahan-bahan limbah ini banyak sekali terdapat didaerah penampungannya dan bisa mengakibatkan pencemaran air dalam taraf yang berarti. Banyak macam upaya kini dilakukan untuk menggunakan limbah organik tersebut sehingga dihasilkan produk samping yang berharga, sementara proses pembuangan limbah secara aktif bisa tercapai (Smith, 1995). Salah satu cara pemanfaatan bahan tersebut yaitu dengan pembuatan Protein Sel Tunggal (PST).

Produksi protein sel tunggal atau protein mikroba merupakan salah satu cara memperoleh protein. Dengan pemilihan mikroba yang tepat, melalui proses mikrobiologis dapat dihasilkan protein yang bermutu tinggi dan hasil serta kecepatan produksi yang tinggi (Rosalinda, 2007). Ditambahkan oleh Smith (1995), dalam pembuatan makanan hewan, PST bisa berfungsi sebagai pengganti suplemen protein seperti tepung ikan dan tepung kedelai. Kandungan proteinnya yang tinggi menyebabkan pemakaian PST menjadi masalah yang menarik dalam aquaculture, misalnya pertanian udang dan ikan seperti trout serta salmon, dll. Produksi dan pemanenan protein ini tidak memerlukan biaya karena hanya merupakan residu dari beberapa produksi material di atas.

1.2 Perumusan Masalah





Dalam komposisi pakan buatan protein diperoleh dari protein nabati dan protein hewani. Ikan kerapu tergolong ikan karnivora, sehingga lebih banyak mengkonsumsi protein hewani dari pada protein nabati. Tingginya kebutuhan pakan ikan berkaitan dengan energi yang diproduksi yang merupakan metabolisme protein. Meskipun demikian protein merupakan unsur penting yang diperlukan untuk pertumbuhan dan kesehatan pada seluruh jenis ikan.

Pencernaan merupakan proses penyederhanaan pakan melalui mekanisme fisik dan kimiawi sehingga pakan menjadi bahan yang mudah diserap dan diedarkan keseluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Dalam proses pencernaan pakan berupa protein, lemak dan karbohidrat harus dipecah menjadi senyawa sederhana yang merupakan komponen penyusunnya. Nutrien berbentuk sederhana inilah yang kemudian diedarkan keseluruh tubuh untuk selanjutnya digunakan untuk mensintesis senyawa baru (anabolisme) atau dioksidasi untuk menghasilkan energi (katabolisme) (Fujaya, 2004).

Koefisien pakan dipengaruhi oleh daya cerna sehingga perlu mengetahui tingkat penyerapan dari nutrien yang ada. Pengukuran daya cerna nutrien sangat dibutuhkan untuk mengevaluasi nilai gizi pakan, dimana daya cerna ditetapkan dari proporsi pakan yang tidak disekresikan dalam feses dan diasumsikan sebagai penyerapan oleh hewan (Fujaya, 2004).

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengetahui penggunaan protein sel tunggal sebagai pengganti protein hewani, maka perlu dilakukan penelitian untuk menentukan kebutuhan protein sel tunggal sebagai substitusi bahan yang mengandung protein hewani dalam ransum pakan buatan yang mempengaruhi daya cerna nutrien juvenil kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*), juga sebagai dasar untuk usaha pengembangan budidaya ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

- Untuk mengetahui pengaruh Protein Sel Tunggal sebagai salah satu bahan substitusi protein pakan terhadap daya cerna nutrient pada juvenil kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*)
- Untuk mengetahui nilai daya cerna nutrient juvenile kerapu pasir yang diberi perlakuan PST.

1.4 Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai penambah informasi dan bahan pertimbangan dalam penelitian selanjutnya juga menjadi kemajuan dalam usaha pembenihan ikan kerapu pasir, terutama sebagai pedoman dalam analisa dan penyusunan formulasi pakan ikan kerapu pasir.

1.5 Hipotesa

Diduga pemanfaatan protein sel tunggal dengan dosis yang berbeda dalam ransum pakan buatan menunjukkan adanya pengaruh terhadap daya cerna nutrien juvenil kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*).

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2007 sampai dengan Februari 2008 bertempat di Laboratorium Nutrisi dan Kimia Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol Bali.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Valenciennes (1828) dalam Anonymous (2007a), klasifikasi kerapu pasir adalah sebagai berikut :

Phylum	: Chordata
Subphylum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Subclass	: Actinopteri
Ordo	: Percomorphi
Subordo	: Percoidea
Family	: Serranidae
Genus	: <i>Epinephelus</i>
Spesies	: <i>Epinephelus corallicola</i>

Ikan kerapu ini memiliki tubuh memanjang silindris. Pada sirip punggungnya terdapat 6-8 jari-jari keras. Warna tubuh kerapu ini sering berubah, dipengaruhi kondisi ikan dan ketenangan ikan (tingkat stress). Pada tubuhnya terdapat bintik-bintik berwarna hitam dengan tepi gelap. Ikan ini memiliki 6 buah pita berwarna gelap, yang dalam kondisi tertentu tidak nampak. Badan ditutupi oleh sisik kecil, mengkilat dan memiliki ciri-ciri loreng. Ikan kerapu ini memiliki bintik-bintik kecil yang berukuran seragam.

Sistem pencernaan ikan kerapu sama seperti pada hewan bertulang belakang lainnya. Bentuk dan kondisi mulut dalam rongga mulut di bagian kepala adalah seperti umumnya pembukaan mulut ikan secara horisontal yang dapat menutup kembali. Oesophagus atau kerongkongan diposisikan di belakang mulut. Keduanya pada sisi

kanan dan sisi kiri yang terakhir adalah dikenal sebagai jaringan branchial. Pada bagian ini membentuk semacam saringan tempat lewatnya air dan juga mempertahankan dan memindahkan makanan ke kerongkongan. Dari beberapa lapisan saringan itu memungkinkan untuk mendapatkan sebagian bahan makanan pada saat ikan makan. Ikan kerapu yang rakus kemampuan saringan untuk mendapatkan makanan adalah besar.

Ikan kerapu dikenal secara umum sebagai hewan karnivora yang buas dan rakus, memakan berbagai jenis ikan, krustacea besar dan kadang-kadang juga memakan cumi-cumi. Kebanyakan spesies ini tinggal di daerah karang, karang mati, atau karang berlumpur.

2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan

Menurut Mashur (2006), komponen yang penting dan harus tersedia dalam pakan ikan antara lain protein (asam amino), lemak (asam lemak), karbohidrat, vitamin dan mineral.

2.2.1 Protein

Protein merupakan komponen utama dalam pembentukan organ-organ tubuh ikan. Sekitar 20 asam amino yang terkandung dalam protein sangat menentukan nilai nutrisi protein tersebut. Dari jumlah itu hanya 10 asam amino yang sangat penting dan harus tersedia dalam pakan. Kesepuluh asam amino esensial itu adalah leusin, metionin, isoleusin, triptofan, valin, arginin, histidin, fenilalanin, treonin, dan lisin (Mashur, 2006).

Kebutuhan asam amino (protein) masing-masing jenis ikan berbeda-beda. Jumlah protein yang dibutuhkan ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain

ukuran ikan, suhu air, jumlah pakan yang dimakan ikan, kesediaan dan kualitas pakan alami, dan kualitas protein. Jenis ikan karnivora membutuhkan tingkat protein yang lebih tinggi daripada ikan herbivora. Beberapa sumber memberikan informasi tentang kandungan protein dalam pakan ikan (Lovell, 1989 dalam Mashur, 2006). Menurut Boonyaratpalin (1993) dalam Mashur (2006), kebutuhan protein dalam pakan buatan untuk ikan karnivora seperti kerapu cukup tinggi. Sebagai contoh, dari hasil pengujian diperoleh bahwa kerapu bebek yang diberi pakan buatan dengan kandungan protein 45-52 % menghasilkan pertumbuhan yang cukup baik. Menurut Teng *et.al.*, (1978) perkiraan kebutuhan konsumsi protein ikan kerapu jenis *Epinephelus salmoides* dari bahan casein sebesar 40 – 50%. Ditambahkan oleh Marzuqi *et al.*(2006), koefisien pencernaan protein pakan meningkat dengan meningkatnya kandungan protein pakan yaitu 90,58 % sampai 94,25 %. Kebutuhan protein optimum untuk benih ikan kerapu sunu adalah 47,02 %.

Suatu percobaan yang menggunakan casein sebagai sumber protein telah menunjukkan tingkat kebutuhan konsumsi protein yang optimal untuk kerapu malabar (*Epinephelus malabaricus*) sebesar 47,8%. (Chen dan Tsai, 1994). Sementara itu menurut Giri *et al.*(1999) melaporkan bahwa kebutuhan konsumsi protein untuk kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) sebesar 54,2%.

2.2.2 Lemak

Lemak adalah senyawa organik kompleks yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Lemak berfungsi sebagai sumber energi yang paling besar diantara protein dan karbohidrat. Lemak juga berfungsi membantu proses metabolisme dan menjaga keseimbangan daya apung ikan dalam air, memelihara bentuk dan fungsi

membran/jaringan. Kelebihan lemak dapat disimpan sebagai cadangan energi untuk kebutuhan energi dalam jangka panjang selama melakukan aktivitas atau selama periode tanpa makanan (Akbar, 2000).

Dijelaskan oleh Akbar (2000), kebutuhan asam lemak tak jenuh lebih tinggi pada ikan stadia awal dibandingkan dengan ikan dewasa. Asam lemak ω -3 HUFA seperti eicosapentanoic acid disingkat dengan EPA (20:5n-3) dan docosahexanoic acid disingkat dengan DHA (22:6n-3) merupakan asam lemak esensial bagi ikan laut. Ikan karnivora biasanya akan memangsa sumber makanan yang mengandung 10 – 20 % lemak. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif bila dibandingkan dengan karbohidrat maupun protein. Satu gram lemak dapat menghasilkan 8,9 kkal energi sedangkan protein dan karbohidrat kurang lebih 4 kkal/g (NRC, 1983). Menurut Suwirya *et al.* (2003) bahwa kebutuhan n-3 HUFA yuwana kerapu macan sebesar 1,5% dan kerapu bebek sebesar 1,4% (Suwirya *et al.*, 2001). Kekurangan asam lemak ω -3 HUFA dapat mengakibatkan lambatnya pertumbuhan, tidak sempurnanya pembentukan dan fungsi gelembung renang. Menurut Giri, *et al.* (1999) kebutuhan lemak pada pakan juvenile kerapu tikus untuk dapat tumbuh optimal berkisar antara 9%-10%. Ditambahkan oleh Kabangnga *et al.* (2004) pemanfaatan lemak oleh kerapu bebek dengan menggunakan lemak rantai karbon C untuk tumbuh optimum berkisar antara 9%-15%.

2.2.3 Karbohidrat

Secara kimiawi, karbohidrat termasuk sumber energi yang paling sederhana . unsur-unsurnya terdiri dari karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat

dalam bentuk sederhana umumnya memiliki sifat lebih mudah larut dalam air daripada lemak dan protein (Mashur, 2006).

Menurut NRC (1983) ikan karnivora membutuhkan karbohidrat lebih kecil sebagai sumber energi dan membutuhkan protein lebih tinggi sebagai sumber energi. Karbohidrat terdapat dalam makanan ikan dalam bentuk serat kasar dan ekstrak N-bebas. Ditambahkan oleh Linder (1992), karbohidrat dalam bentuk serat kasar sebenarnya tidak termasuk sebagai zat gizi yang diperlukan karena sukar dicernakan. Termasuk dalam katagori serat adalah selulosa dan hemi selulosa. Meskipun sulit dicernakan, serat yang mengandung selulosa diperlukan untuk mempertinggi gerakan peristaltic pada proses pencernaan pakan.

Menurut Mashur (2006), bila komposisi karbohidrat dalam pakan berlebihan, maka zat-zat tersebut akan diubah menjadi monosakarida yang kemudian disimpan dalam bentuk lemak atau menjadi glikogen. Kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat tergantung pada kemampuan menghasilkan enzim amilose sebagai pemecah karbohidrat. Selanjutnya dijelaskan, kebutuhan karbohidrat dalam pakan untuk kerapu tidak lebih dari 10%. Menurut Catacutan dan Coloso, (1996) dalam Suwirya *et al.* (2004), menjelaskan bahwa pemberian pakan pada *Lates calcarifer* dengan kandungan karbohidrat 20% dengan lemak 6 sampai 18% memberikan pertumbuhan yang tinggi. Sementara itu Suwirya *et al.* (2004) melaporkan bahwa kebutuhan karbohidrat juvenile kerapu tikus untuk dapat tumbuh optimal adalah sebesar 14 %.

2.2.4 Vitamin

Vitamin adalah senyawa organik yang dibutuhkan oleh ikan agar pertumbuhan dan kesehatan ikan dalam keadaan baik. Vitamin berfungsi sebagai katalisator dalam proses-proses biokimia yang berlangsung didalam tubuh organisme dan berfungsi sebagai koenzim didalam sistem biologis (Mudjiman, 2004).

Pada umumnya vitamin tidak dapat disintesa dalam tubuh ikan sehingga harus tersedia dalam pakan. Kebutuhan vitamin sangat dipengaruhi oleh jenis ikan, laju pertumbuhan, komposisi pakan, kondisi fisiologi ikan, serta lingkungan perairan. Menurut Bonyaratpalin *et al.*(1998), kebutuhan vitamin akan menurun dengan meningkatnya ukuran ikan. Giri *et al.* (1999) melaporkan bahwa kebutuhan vitamin C yang optimum bagi ikan kerapu adalah 30 mg/kg pakan. Sedangkan menurut Laining *et al.* (2004) dalam Giri *et al.* (1999) menjelaskan bahwa juvenile kerapu tikus membutuhkan Vitamin C sebesar 150mg/kg agar memiliki performen biologi optimal.

2.2.5 Mineral

Mineral berfungsi untuk memperkuat tulang dan eksoskeleton (kerangka luar). Disamping itu, mineral juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik antara cairan tubuh dan dalam sistem syaraf, serta kelenjar endokrin air disekitarnya. Mineral juga merupakan komponen dari enzim, pigmen darah dan senyawa-senyawa organik lainnya. Transfer energi dalam proses metabolisme juga melibatkan mineral-mineral (Mudjiman, 2004).

Kebutuhan mineral bagi ikan sangat tergantung pada konsentrasi air tempat budidaya. Penambahan mineral dalam pakan yang berlebihan justru akan berakibat negatif bagi pertumbuhan ikan budidaya karena akan dapat mengakibatkan

penghambatan pertumbuhan. Gejala defisiensi mineral pada umumnya tidak disebabkan karena kadarnya yang rendah, tetapi lebih sering terjadi karena ketidak seimbangan antara mineral dan nutrisi lainnya (Mashur, 2006).

2.2.6 Air

Kadar air merupakan pengencer nutrisi dalam bahan pakan. Kadar air dalam pakan diperlukan untuk proses metabolisme dan pembentukan cairan tubuh. Kadar air dalam pakan juga berguna untuk penyesuaian untuk kebutuhan pemberian pakan, perhitungan analisis berdasarkan berat kering, serta bentuk pakan. Ikan air laut membutuhkan jumlah air yang banyak karena kehilangan sejumlah air untuk keperluan proses osmoregulasi. Untuk mengatasi masalah tersebut, ikan air laut akan menelan air melalui mulut, permukaan kulit dan dari makanannya. Jumlah air yang diminum lebih banyak daripada jumlah air yang disekresikan melalui urine dan pori-pori tubuhnya (Mudjiman, 2004).

2.3 Pakan Buatan

Pakan buatan yang sering disebut dengan pellet, menurut Zonneveld (1991) adalah pakan kering dengan kadar air dibawah 10% dan kandungan nutrisinya lengkap sesuai kebutuhan dari jenis ikan yang akan dibudidayakan. Pellet yang berkualitas secara kuantitas mempunyai kandungan antara lain protein kasar, lemak kasar, serat kasar, ekstrak N bebas, abu dan energi bruto. Jumlah serat kasar dan ekstrak N bebas merupakan cerminan dari total karbohidrat.

Selain itu kualitas pakan secara fisik juga sangat mempengaruhi nafsu makan ikan, seperti aroma pakan, tekstur pakan, daya apung, stabilitas pakan dalam air dan kemampuan daya simpan terhadap oksidasi (NRC, 1983).

Formulasi bahan pakan untuk ikan kerapu dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Bahan Penyusun Pakan Ikan Kerapu

Bahan Baku	Persentase (%)	Nilai Nutrisi
Kasein	18	Protein : 48,39 %
Tepung ikan	38	Lemak : 10,71 %
Tepung hati cumi	6,2	Serat : 4,6 %
Tepung rebon	8,0	Air : 8,25 %
Dektrin	18,0	Abu : 9.84 %
Minyak cumi	5,7	Energi pakan : 4,40
Vitamin	1,3	(kkal/g)
Mineral mix	1,7	
CMC	3,0	
Astaxanthin	0,1	

Sumber : Marzuqi *et al.*(2006)

2.4 Kebutuhan Energi

Ikan memperoleh suplai energi dari pakan yang digunakan untuk pemeliharaan tubuh, mengganti sel-sel yang rusak dan selebihnya digunakan untuk pertumbuhan (Asmawi, 1986). Menurut Zonneveld *et al.*(1991), katabolisme pakan menghasilkan H_2O_2 , CO_2 , panas dan sebagian teroksidasi. Selama proses katabolisme pakan berlangsung, energi kimia dalam pakan diubah menjadi energi tingkat tinggi seperti ATP sebesar 40-50 % dan sisanya hilang sebagai panas. Kebutuhan energi pada ikan dapat terpenuhi dengan memberikan pakan yang mengandung protein, lemak, dan karbohidrat

yang mencukupi. Ditambahkan oleh Mudjiman (2004), perbedaan komposisi pakan akan menyebabkan perbedaan energi yang digunakan. Secara alami, semua energi yang digunakan oleh seekor ikan berasal dari protein. Jadi, protein digunakan untuk pertumbuhan maupun pemeliharaan tubuh. Disamping itu, untuk pemeliharaan tubuh dapat digunakan energi yang berasal dari lemak dan karbohidrat. Oleh karena itu, secara terbatas lemak dan karbohidrat dapat digunakan untuk mengganti peran protein sebagai sumber energi dalam pemeliharaan tubuh. Dengan demikian protein akan lebih terarah untuk sumber energi pertumbuhan. Dalam makanan yang dimakan terdapat energi yang dapat diserap atau digunakan dan energi yang hilang bersama kotoran. Energi yang terserap itu disebut energi yang dapat dicerna.

2.5 Pencernaan Pakan

Pencernaan pakan merupakan proses penghalusan pakan yang dicerna menjadi molekul-molekul atau butiran-butiran mikro yang sesuai untuk diabsorpsi melalui dinding gastrointestinalis ke dalam aliran darah. Proses pencernaan pakan berlangsung terus-menerus dimulai dengan pengambilan pakan dan berakhir dengan pembuangan sisa pakan. Umumnya pencernaan pakan adalah hidrolisasi protein menjadi asam amino atau polipeptida sederhana dari karbohidrat menjadi gula sederhana, sedangkan lipida menjadi gliserol dan asam lemak. Proses fisika dan kimia dalam tubuh mempunyai peranan penting pada proses pencernaan (Zonneveld *et al.*, 1991).

Menurut Huet Marcel (1971), dalam sistem pencernaan ikan ada makanan yang dapat dicerna yaitu protein, lemak dan karbohidrat, makanan tidak dicerna yaitu mineral dan vitamin serta makanan yang tidak dapat dicerna yaitu serat. Selanjutnya

ditambahkan pula oleh Affandi *et al.* (1992) yang menyatakan bahwa, nilai pencernaan suatu bahan makanan pada ikan menggambarkan kemampuan ikan dalam mencerna suatu makanan dan kualitas makanan yang dikonsumsi. Pakan yang dikonsumsi ikan harus dapat dicerna untuk mendukung pertumbuhannya. Dalam mempelajari kebutuhan protein untuk pertumbuhan ikan, digunakan makanan isokalorik yang mengandung beberapa tingkatan protein berkualitas tinggi. Makanan ini digunakan dalam waktu yang panjang dalam dosis percobaan untuk menentukan tingkat minimum protein yang memberikan berat optimal (Zonneveld *et al.*, 1991).

2.6 Protein Sel Tunggal

Single Cell Protein atau Protein sel tunggal (PST) adalah makanan berkadar protein tinggi, berasal dari mikroorganisme. Contohnya yaitu antara lain : Mikoprotein dari *Fusarium*; substrat: tepung gandum dan ketan; dan *Spirulina* dan *Chlorella*. Kelebihan dari PST adalah kadar protein lebih tinggi dari protein kedelai atau hewan, dan pertumbuhannya yang cepat (Anonymous, 2007b).

Menurut Augustiza (2007), istilah Protein Sel Tunggal digunakan untuk seluruh bahan-bahan protein yang berasal dari mikroorganisme seperti bakteri, alga, ragi dan jamur yang ditumbuhkan pada media tertentu. Ditambahkan oleh Smith (1995), kualitas dan kuantitas protein merupakan tujuan dari produksi PST. Namun demikian, mikroba juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin serta mineral dan menghasilkan semua unsur gizi tersebut (pada umumnya), dari bahan limbah yang bermutu rendah serta tidak dapat dimakan. Organisme yang dipakai dalam proses pembuatan PST harus nonpatogen serta nontoksikogen dan hasil metabolisme organisme tersebut harus tidak berbahaya.

Produksi protein sel tunggal dapat dilakukan secara kontinyu tidak tergantung iklim dan tanah yang luas, dapat digunakan yang tepat dan unggul secara genetik sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan sesuai dengan permintaan pasar. Keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan protein sel tunggal salah satunya yaitu kandungan protein dari mikroorganisme lebih tinggi dibandingkan dengan makanan hewani dengan asam amino essensial yang cukup baik (Hariyum, 1986). Kandungan asam amino dari PST yang berasal dari *Cellulomonas* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Asam Amino PST Dari *Cellulomonas*

Zat Makanan	Kadar (%)
Arginin (Arg)	10,2
Lisin (Lys)	6,5
Metionin (Met)	1,5
Tyrosin (Tyr)	2,6
Histidin (His)	3,6
Leusin (Leu)	8,1
Isoleusin (Ileu)	3,3
Fenilalanin (Phe)	3,4
Treonin (Thr)	4,7
Valin (Val)	5,8

Sumber : Hitcher dan Leatherwood (1980)

Protein sel tunggal diproduksi terutama untuk kandungan proteinnya disamping juga mengandung karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral (Sardjoko, 1991). Kualitas protein sel tunggal sebagai bahan pakan ternak sumber protein sangat tergantung pada hasil yang didapat dari substrat dan organisme tunggal yang digunakan, disamping faktor-faktor yang erat hubungannya dengan proses selama pertumbuhan. (Gohll, 1975 dalam Andajani, 1988). Kandungan protein kasar dari protein sel tunggal sangat bervariasi yang berkisar antara 30-80 % (Kompiani, 1985). Kandungan zat makanan

dari protein sel tunggal sebagai sumber protein tidak jauh berbeda dibandingkan dengan tepung ikan (Parakkasi, 1990). Nilai biologis dari protein sel tunggal ditentukan oleh komposisi asam amino essensial (Hariyum, 1986). Menurut Perera *et al.* (1994), protein sel tunggal terbaik digunakan untuk pakan ikan salmon yaitu berkisar pada 0% dan 25%. Sedangkan menurut Subiyakto (2007), mengatakan bahwa PST yang digunakan sebesar 10% sudah dapat memberikan pertumbuhan yang optimum bagi ikan kerapu tikus. Respon pertumbuhan pada perlakuan pakan bentuk pelet yang disubstitusi dengan PST dan diinokulasi *Bacillus* sp mampu menggantikan pakan rucah karena nilai parameter pertumbuhan yang lebih tinggi daripada rucah dan bentuk perlakuan pakan yang lain.

2.7 Kualitas Air

Air yang digunakan dalam usaha pembenihan ataupun pembesaran ikan kerapu harus berada pada kondisi kualitas yang optimal, karena akan sangat mempengaruhi kehidupan ikan itu sendiri. Beberapa parameter yang dijadikan indikator pengukuran kualitas air diantaranya adalah sebagai berikut :

2.7.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik dilautan maupun di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan ikan. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Perubahan suhu air yang drastis dapat mematikan ikan karena terjadi perubahan daya angkut darah. Seperti diketahui daya angkut darah akan lebih rendah pada suhu tinggi. Suhu juga mempengaruhi selera makan ikan. Ternyata ikan relatif lebih lahap makan pada pagi dan sore hari sewaktu

suhu air berkisar antara 27-28⁰C. kisaran suhu optimum bagi kehidupan ikan adalah antara 24-32⁰C. bila suhu rendah ikan akan kehilangan nafsu makannya sehingga pertumbuhan terhambat (Kordi, 2005).

2.7.2 Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*) merupakan gas terlarut dalam air dengan jumlah terbanyak kedua setelah nitrogen, namun kebutuhan akan gas ini merupakan yang paling banyak dibutuhkan (Kordi, 2005). Konsentrasi dan ketersediaan oksigen terlarut (DO) dalam air sangat dibutuhkan ikan dan organisme air lainnya untuk hidup. Konsentrasi oksigen dalam air dapat mempengaruhi pertumbuhan dan konversi pakan serta mengurangi daya dukung perairan (Akbar dan Sudaryanto, 2002). Menurut Romimohtarto (1985), kadar oksigen terlarut untuk budidaya Ikan Kerapu adalah 4-8 ppm. Kandungan oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan-ikan laut untuk pertumbuhan optimum adalah 5 - 6 ppm dan minimal adalah 4 ppm (Kordi, 2005).

2.7.3 Derajat Keasaman (pH)

pH sangat penting sebagai parameter kualitas air karena ia mengontrol tipe dan laju kecepatan reaksi beberapa bahan di dalam air. Selain itu ikan dan mahluk-mahluk akuatik lainnya hidup pada selang pH tertentu, sehingga dengan diketahuinya nilai pH maka kita akan tahu apakah air tersebut sesuai atau tidak untuk menunjang kehidupan mereka (Anonymous, 2007b). Kondisi perairan dengan pH netral sampai sedikit basa sangat ideal untuk kehidupan ikan air laut. Suatu perairan yang ber-pH rendah dapat mengakibatkan aktivitas pertumbuhan menurun atau ikan menjadi lemah serta lebih mudah terinfeksi penyakit dan biasanya diikuti dengan tingginya tingkat kematian (Akbar dan Sudaryanto,2002). Menurut Svobodova *et al.*(2006), Nilai pH optimum

untuk ikan berkisar antara 6,5 - 8,5, nilai pH diatas 9,2 dan dibawah 4,8 akan menyebabkan kematian pada ikan.

2.7.4 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi rata-rata seluruh larutan garam yang terdapat di dalam air laut. Konsentrasi garam-garam jumlahnya relatif sama dalam setiap contoh air, sekalipun pengambilannya ditempat berbeda. Salinitas ini berpengaruh terhadap tekanan osmotik sel tubuh. Dengan demikian bila seekor ikan dipindahkan dari habitat aslinya misalnya dari salinitas tinggi ke salinitas rendah, berarti ikan tersebut akan mengalami ancaman kematian kecuali jika ikan tersebut mampu mentoleransi perubahan tersebut (Kordi, 2001a). Diperairan samudera salinitas biasanya berkisar antara 33-35 ppt. Di perairan pantai karena terjadi pengenceran aliran sungai, salinitasnya biasanya turun rendah. Sebaliknya di daerah penguapan yang sangat tinggi, salinitas biasanya meningkat tinggi. Untuk keperluan budidaya ikan laut, maka salinitas disesuaikan dengan jenis ikan yang dibudidayakan. Ikan kerapu karang dan kerapu bebek menyukai perairan yang salinitasnya antara 33-35 ppt. Sedangkan kerapu lumpur antara 15-35 ppt (Kordi, 2005).

2.7.5 Amonia

Ammonia di dalam air terdiri atas dua bentuk, yaitu NH_4^+ dan NH_3 . Apabila pH air tinggi maka kadar NH_3 menjadi tinggi dan sifat racunnya juga meningkat. Ammonia dihasilkan dari proses perombakan bahan organik yang kaya protein misalnya kotoran ikan dan sisa pakan (Kordi, 2001a). Menurut Supratno (2002) menyebutkan bahwa konsentrasi NH_3 pada 0,5 mg/l mampu menurunkan laju pertumbuhan ikan, konsentrasi NH_3 yang aman bagi ikan kerapu lebih kecil dari 0,1 mg/l.

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Ikan uji

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah juvenil ikan kerapu pasir (lampiran 1a) dengan berat rata-rata 27,10 gram (\pm 6,0 gram). Ikan kerapu ini berasal dari pembenihan di Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut (BBRPBL) Gondol, Bali.

3.1.2 Media Penelitian

Air media percobaan yang digunakan yaitu air laut dengan salinitas 34-35 ppt yang ditempatkan pada bak-bak percobaan yang berjumlah 15 buah dengan volume air 300 liter (lampiran 1b). Bak dilengkapi sistem aerasi dan air mengalir dengan pergantian air 20 liter/jam. Kualitas air pada masing-masing media diusahakan dalam keadaan optimum bagi ikan uji.

3.1.3 Pakan Percobaan

Bahan penyusun pakan yang digunakan dalam penelitian adalah bahan pakan buatan dari Lab nutrisi BBRPBL Gondol. Pakan yang digunakan adalah pakan iso protein (48%) dan iso energi (4,1 kkal/g), berupa pelet yang telah dicampur dengan protein sel tunggal dengan perbandingan dosis yang berbeda. Pemberian pakan diberikan 2 kali setiap harinya yaitu pada pukul 07.00 WITA dan 16.00 WITA. Sedangkan dosis pakan yang diberikan adalah *ad libitum* (sekenyangnya). Berikut pada tabel 3 adalah

formulasi pakan penelitian daya cerna pakan, sedangkan komposisi kimia bahan penyusun pakan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel 3. Formulasi Pakan Penelitian

BAHAN DASAR	SUBSTITUSI PST				
	0%	5%	10%	15%	20%
T. Ikan	50,50	47,98	45,45	42,93	40,40
Rebon	9,00	8,55	8,10	7,67	7,20
Kasein	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20
T. Cumi	10,00	9,50	9,00	8,50	8,00
PST	0,00	3,39	6,78	10,17	13,56
Dextrin	15,67	15,77	15,88	15,98	16,10
M.cumi	4,73	4,91	5,09	5,27	5,44
VITAMIN MIX ¹⁾	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
MINERAL MIX ²⁾	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
CMC	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Asthaxanthin	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Cr203	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Perhitungan proximat					
BAHAN KERING (%)	91,91	92,11	92,62	92,34	92,10
PROTEIN (%)	47,91	48,17	48,09	48,44	48,14
LEMAK (%)	14,02	13,29	13,87	13,68	13,88
SERAT (%)	9,76	8,70	8,99	6,05	6,66
ABU (%)	12,76	11,90	11,67	11,25	10,64
BETN (%) ³⁾	15,55	17,95	17,37	20,88	20,68
KARBOHIDRAT (%) ⁴⁾	25,31	26,64	26,37	26,93	27,34
ENERGI (Kcal/g) ⁵⁾	4,19	4,18	4,22	4,23	4,26

Keterangan :

- 1) Vitamin mix (mg/100gr diet) : Thiamin 5,0; riboflavin 5,0; Ca-pantothenate 10,0; niacin 20; pyridoxine-HCl 4,0; Biotin 0,6; Folic acid 1,5; Inositol 200; p-aminobenzoic acid 5,0; cyanocobalamin 0,01; choline-chloride 900; vit C 120; b-caroten 15; menadion 4; calciferol 1,9; α -tocoferol 20.
- 2) Mineral mix (mg/100gr diet) : KH_2PO_4 412; Ca-Lactate 282; NaH_2PO_4 618; $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 166; ZnSO_4 9,99; MnSO_4 6,3; CuSO_4 2,0; $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,05; MgSO_4 240; KJ 0,15.
- 3) $\text{BETN} = 100\% - (\text{protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{serat})$
- 4) $\text{Karbhidrat} = 100\% - (\text{protein} + \text{lemak} + \text{Abu})$
- 5) $\text{Energi} = (4 \times \text{protein} + 9 \times \text{lemak} + 3,5 \times \text{BETN})$

3.1.4 Alat dan Bahan penelitian

a. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Wadah pemeliharaan, yaitu:
 - Wadah pemeliharaan yang digunakan berupa bak fiber volume 300 liter sebanyak 15 buah
 - Aerasi yang dilengkapi dengan batu dan selang aerasi untuk masing-masing bak dengan sistem air mengalir (sirkulasi)
 - Pipa pengeluaran air untuk menjaga volume air agar tetap konstan
 - Alat penyifon berupa selang plastik yang diberi pipa PVC model T dan sponge halus dibagian bawahnya untuk menyifon kotoran yang terdapat didasar bak setiap harinya
 - Busa pembersih berupa sponge halus sebanyak 1 buah untuk membersihkan bagian tepi bak yang kotor
 - Bak adaptasi berupa bak fiber dengan panjang 1,83 m; lebar 1,52 m; dan tinggi 80 cm
- Peralatan untuk pengambilan feses, yaitu:

- Alat pengambilan feses dengan menggunakan alat sifon berupa selang dengan diameter 0,5 cm dan panjang 100 cm.
- Tempat penampungan feses berupa pipa PVC dengan diameter 8,5 cm dan tinggi 20,5 cm, yang diberi waring di atasnya agar feses yang terambil tidak lolos kebawah
- Tempat penampungan feses sementara berupa mangkuk kecil dari bahan alumunium
- Sendok 1 buah untuk memindahkan feses ke wadah sementara
- Baki 1 buah sebagai wadah feses yang sudah ditampung
- Peralatan untuk penyimpanan pakan dan feses, yaitu:
 - Botol pakan dengan volume 250 ml sebanyak 15 buah untuk menyimpan pakan setiap harinya
 - Botol plastik dengan volume 28,26 ml sebanyak 15 buah untuk menyimpan feses kering sampai dilakukan analisa berikutnya
 - Baki plastik sebanyak 2 buah untuk wadah 15 buah botol pakan dan 15 buah botol penampungan feses
 - Lemari es 1 pintu untuk menyimpan pakan harian
 - Freezer dengan suhu $\pm -20,5^{\circ}\text{C}$ hingga $-24,9^{\circ}\text{C}$ untuk menyimpan feses kering dan stok pakan.
 - Timbangan analitik OHAUS dengan ketelitian 0,1 gram dan ukuran maksimal 200 g untuk menimbang pakan dan feses

- Timbangan sartorius dengan ketelitian 0,01 mg dan ukuran maksimal 200 g untuk menimbang sampel pakan dan feses yang akan dianalisa
- Satu set unit analisa proksimat
- Unit pembuat pellet, yang meliputi:
 - Ayakan untuk menyaring bahan-bahan pembuat pellet
 - Alat pencetak pellet yang dilengkapi dengan pisau pemotong pellet dan cetakan pellet dengan diameter 4,2 mm
 - Timbangan elektronik dengan kapasitas 320 g dengan ketelitian 0,01 dan 0,001 g
 - Beaker glass untuk mencampur bahan
 - Freezedry (LABCONCO) untuk mengeringkan pellet.
- Alat pengukuran kualitas air yaitu: DO meter, pH meter, refraktometer, dan spektrofotometer

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

- Bahan baku pakan percobaan, yang meliputi Protein Sel Tunggal yang berasal dari limbah MSG, tepung ikan, tepung rebon, kasein, tepung cumi, Dekstrin, vitamin mix, mineral mix, minyak cumi, astaxantin, CMC, dan Cr_2O_3
- Bahan analisa proksimat

Bahan untuk analisa proksimat adalah aquades, bahan pakan dan feses yang sudah di buat tepung dan bahan masing-masing analisa (bahan untuk uji kadar protein, lemak, air, abu, dan serat)

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil. Hasil yang akan didapat menegaskan bagaimana hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki dan berapa besar hubungan sebab akibat tersebut, dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimental dan menyediakan kontrol untuk perbandingan (Nazir, 1988).

Pengambilan sampel dilakukan secara acak artinya sampel diambil sedemikian rupa sehingga tiap individu atau anggota populasi mempunyai kemungkinan yang sama untuk terpilih menjadi anggota sampel (Surakhmad, 1980).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang di gunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan ini digunakan karena medium yang digunakan bersifat homogen sehingga yang mempengaruhi hasil penelitian hanyalah perlakuan dan faktor kebetulan saja (Surakhmad, 1985).

Rumus umum Rancangan Acak Lengkap (RAL)

$$Y_{ij} = \mu + T\alpha_i + \epsilon_{ij}$$

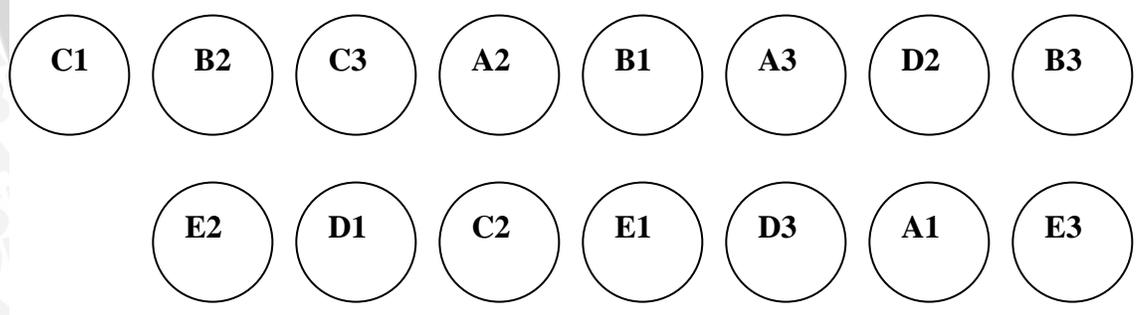
dimana :

- Yij = Nilai observasi taraf perlakuan ke-i pada ulangan ke-j
- μ = Rata-rata umum
- T_{0i} = Pengaruh taraf perlakuan ke-i
- e_{ij} = Acak nilai observasi taraf perlakuan ke I pada ulangan ke j

Sebagai perlakuan adalah substitusi protein pakan dengan Protein Sel Tunggal (PST) pada ransum pakan buatan dengan dosis yang berbeda yaitu :

- Perlakuan A : Substitusi PST 0%
- Perlakuan B : Substitusi PST 5%
- Perlakuan C : Substitusi PST 10%
- Perlakuan D : Substitusi PST 15%
- Perlakuan E : Substitusi PST 20%

Dalam perlakuan ini masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali yang penempatannya dilakukan secara acak. Untuk lebih jelasnya denah percobaan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar1. Denah percobaan

Keterangan: A-E : Perlakuan
 1-3 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Penelitian

Persiapan Penelitian meliputi persiapan pakan, persiapan alat dan persiapan ikan uji.

Persiapan pakan meliputi :

- Persiapan bahan penyusun pakan
- Analisa proksimat bahan penyusun pakan
- Penentuan formulasi pakan
- Analisa proksimat pakan
- Pembuatan pakan percobaan, meliputi :
 - Menimbang bahan-bahan sesuai dengan yang sudah diformulasikan
 - Mencampur semua bahan-bahan sampai rata
 - Mencetak adonan menjadi pellet basah (diameter 4,2 mm)
 - Mengeringkan pellet basah dalam *Freeze Dry* selama 1 hari

Persiapan peralatan meliputi :

- Bak-bak yang digunakan untuk media ikan uji ditempatkan sesuai dengan denah percobaan
- Persiapan peralatan pendukung.

Persiapan ikan uji meliputi :

- Ikan uji diadaptasikan dengan pemberian pakan secara *ad libitum* dengan pakan komersial selama satu minggu dalam bak-bak percobaan
- Sehari sebelum penelitian ikan dipuasakan untuk mengosongkan isi perut.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

- Pada saat ikan uji dipuasakan selama satu hari untuk mengosongkan lambung, ikan uji ditimbang dan kemudian dimasukkan dalam bak percobaan yang diisi air sampai 300 liter dengan kepadatan 15 ekor/bak.
- Pemberian pakan secara *ad libitum*, dengan frekuensi pemberian pakan 2 kali sehari yaitu pada pukul 07.00 dan pukul 16.00 WITA.
- Feses mulai di ambil pada hari ke 2 setelah diberi pakan uji.
- Pengambilan feses dimulai 3 jam setelah pemberian pakan setelah penyiponan. Setelah itu feses diambil tiap 2 jam sekali sampai pukul 20.00 WITA.
- Feses yang diperoleh dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 50⁰C selama 1 hari. Feses yang sudah kering dimasukkan dalam botol plastik dan kemudian disimpan dalam freezer.
- Pengukuran kualitas air meliputi kelarutan oksigen (DO), suhu, derajat keasaman (pH), salinitas dan kandungan amonia yang dilakukan satu minggu sekali.
- Pergantian air dilakukan dengan cara penyiponan sebanyak 50% dari total volume air.
- Feses ikan uji dari tiap bak diambil untuk dianalisa kadar protein, lemak, karbohidrat, bahan kering, kadar abu dan energinya, kemudian dianalisa dengan metode Cromix Oxide (Cr₂O₃) untuk mengetahui daya cerna protein, lemak, karbohidrat, bahan kering, kadar abu dan daya cerna energinya.

3.3.3 Cara Pengukuran Daya Cerna Nutrien dengan Cr₂O₃ sebagai Indikator

- Sampel pakan atau feses yang kira-kira mengandung 1-3 mg Cr₂O₃ ditimbang sebanyak 100 mg kemudian beserta asam nitrat pekat sebanyak 5 ml dimasukkan dalam tabung kjedahl.

- Tabung sampel diletakkan diatas heater dan dipanaskan sampai suhu 300°C dan dibiarkan sampai sampel tercerna yang ditandai dengan adanya endapan putih.
- Heater dimatikan dan tabung dibiarkan sampai dingin, kemudian ditambahkan 3 ml asam perklorat ke dalam larutan tersebut. Larutan dipanaskan kembali hingga warna hijau berubah menjadi warna kuning, oranye, atau merah, kemudian didinginkan.
- Ditambahkan 50 ml aquades dan dibiarkan dingin (suhu kamar), kemudian ditambahkan lagi aquades sehingga mencapai volume 100 ml.
- Mengalibrasi spektrofotometer pada gelombang 35 nm dengan aquades dan batang hitam $T = 0$. Membuat kurva standar dalam bentuk persamaan garis linier yang didapat dari berbagai level Cr_2O_3 yang diketahui konsentrasinya secara pasti. Membuat garis sumbu y sebagai optical density dan sumbu x adalah kadar Cr_2O_3 dalam sampel (mg/100ml).
- Larutan yang sudah ditambahkan aquades dipindahkan dalam kuvet secukupnya dan membaca optical density pada gelombang 350 nm dan membandingkannya dengan aquades pada panjang gelombang yang sama.
- Memasukkan nilai optical density dari sampel ke dalam persamaan garis kurva standar tersebut sehingga kadar Cr_2O_3 sampel (x) dapat diketahui. Presentase Cr_2O_3 dapat dihitung dengan rumus $x.100 / p$.

3.4 Parameter Penelitian

3.4.1 Parameter Utama

Parameter utama yaitu penghitungan daya cerna yang meliputi daya cerna protein, lemak, karbohidrat, bahan kering, kadar abu dan daya cerna energi.

Rumus perhitungan Daya Cerna Nutrient (Apparent Digestibility / AD) menurut Furukawa dan Tsukahara (1966) adalah sebagai berikut:

$$AD (\%) = 100 - \left[100x \frac{(\%Cr_2O_3 \text{ pakan} \times \% \text{nutrient feses})}{(\%Cr_2O_3 \text{ feses} \times \% \text{nutrient pakan})} \right]$$

3.4.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang adalah kualitas air selama penelitian yang meliputi pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas dan amonia.

3.6 Analisis Data

Analisa data dan pelaporan hasil dalam penelitian ini menggunakan software Microsoft® Word 2007, Microsoft® Excel 2007, dan SPSS® (*Statistical Product and Service Solutions*) Version 14.0 for windows. Pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan pada masing-masing perlakuan. Analisa data yang digunakan adalah analisa keragaman (one-way ANOVA), apabila dari hasil sidik ragam ternyata berbeda nyata atau berbeda sangat nyata maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil menggunakan uji Tukey (Gaspersz, 1991).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Daya Cerna Nutrien

Dari hasil penelitian pengaruh pemberian Protein Sel Tunggal (PST) dalam pakan terhadap daya cerna nutrien ikan kerapu pasir, diperoleh hasil analisa pakan dan feses dengan menggunakan Cr₂O₃ (lampiran 3), dan hasil analisa proksimat pakan dan feses

ikan kerapu pasir (Lampiran 4). Adapun rata-rata nilai daya cerna nutrisi juvenil kerapu pasir pada berbagai level penggunaan PST disajikan pada Tabel 4.

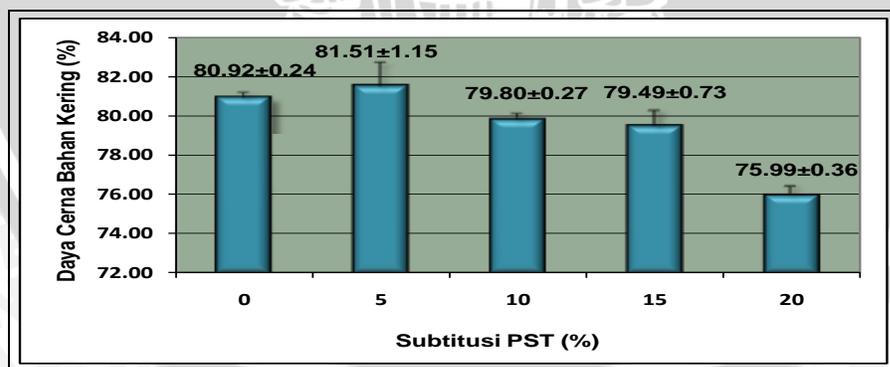
Tabel 4. Data Hasil Perhitungan Daya Cerna Nutrien Ikan Kerapu Pasir Pada Berbagai Tingkat Penggunaan PST

Daya cerna	Perlakuan				
	PST (0%)	PST (5%)	PST (10%)	PST (15%)	PST (20%)
Bahan kering	80,92 ^{bc} ±0,24	81,51 ^c ±1,15	79,80 ^{bc} ±0,27	79,49 ^b ±0,73	75,99 ^a ±0,36
Protein	93,54 ^e ±0,06	92,12 ^d ±0,40	89,71 ^c ±0,20	88,13 ^b ±0,30	84,46 ^a ±0,29
Lemak	96,26 ^c ±1,44	93,74 ^b ±0,71	93,10 ^{ab} ±0,59	92,46 ^{ab} ±0,68	90,86 ^a ±0,52
Karbohidrat	84,13 ^{ab} ±0,68	86,23 ^b ±0,58	85,02 ^b ±0,41	84,82 ^{ab} ±1,73	82,38 ^a ±1,04
Abu	14,35 ^b ±0,94	18,62 ^b ±5,53	15,34 ^b ±1,34	17,24 ^b ±1,68	9,41 ^a ±0,97
Energi	92,08 ^e ±0,32	91,08 ^d ±0,52	89,54 ^c ±0,07	88,55 ^b ±0,59	85,80 ^a ±0,25

* Nilai dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p < 0,05$)

a. Daya Cerna Bahan Kering

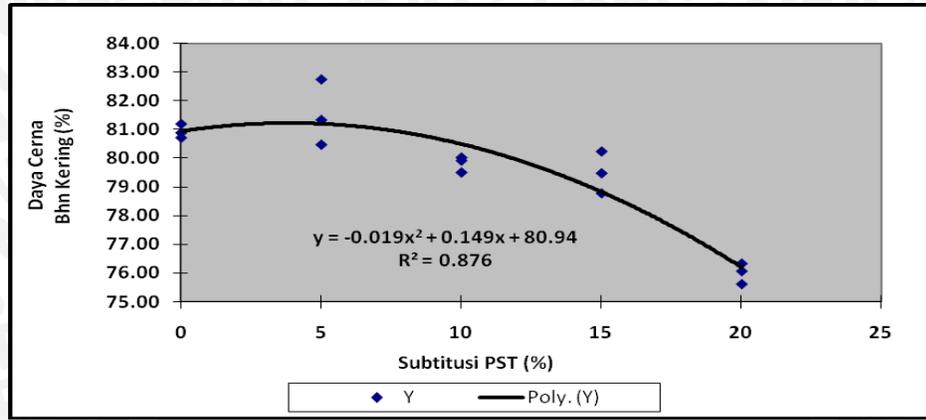
Hasil perhitungan rata-rata daya cerna bahan kering juvenil kerapu pasir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rata-rata daya cerna bahan kering ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda

Berdasarkan Gambar 2 diatas diketahui bahwa daya cerna bahan kering tertinggi pada perlakuan B yaitu substitusi protein pakan dengan PST sebesar 5%. Daya cerna bahan kering dengan penggunaan PST 5% lebih tinggi 0,735% dari pakan kontrol (PST 0%). Namun ketika substitusi PST ditingkatkan menjadi 10 %, 15% dan 20%, daya cerna bahan kering akan terus menurun dan lebih rendah dari pada pakan kontrol.

Dari hasil uji One Way ANOVA (analisa keragaman) pada taraf nyata 0,05 (lampiran 5) menunjukkan bahwa substitusi protein pakan dengan PST berpengaruh sangat nyata ($P > 0,05$) terhadap daya cerna bahan kering ikan kerapu pasir. Untuk mengetahui respon terbaik dari perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan uji Tukey pada taraf 0,05 (selang kepercayaan 95%). Hasil perhitungan uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada substitusi PST sebesar 5% yaitu sebesar 81,51%. Namun demikian penggunaan PST 5% tidak berpengaruh nyata dari pakan kontrol (PST 0%). Begitu juga dengan penggunaan PST 10% dan 15% tidak berpengaruh secara nyata dibanding dengan kontrol, tetapi pada penggunaan PST 20% daya cerna bahan kering mengalami penurunan secara nyata terhadap kontrol. Kecenderungan yang terjadi adalah penggunaan PST diatas 5% daya cerna bahan kering akan menurun. Untuk selanjutnya respon daya cerna bahan kering pakan terhadap berbagai tingkat penggunaan PST dapat dilihat pada gambar 3.

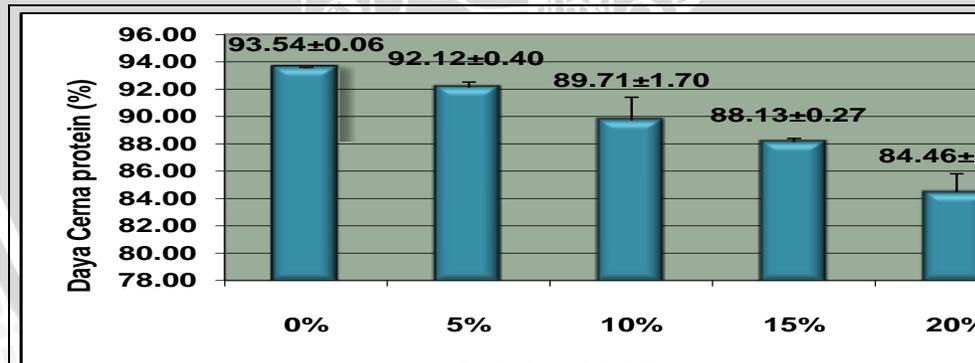


Gambar 3. Hubungan daya cerna bahan kering terhadap berbagai tingkat penggunaan PST

Dari persamaan pada gambar 3 diatas, didapatkan titik maksimum sebesar 81,23% pada substitusi PST 3,92%, artinya daya cerna bahan kering maksimum (81,23%) didapatkan pada pakan dengan penggunaan PST 3,92%.

b. Daya Cerna Protein

Daya cerna protein pakan ikan kerapu pasir dapat dilihat pada gambar 4 .

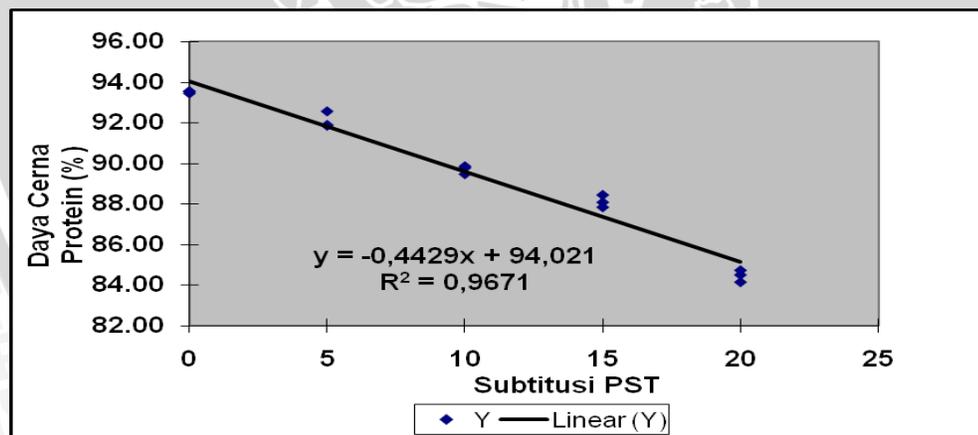


Gambar 4. Rata-rata daya cerna protein ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda

Gambar 4 diatas menunjukkan bahwa daya cerna protein pakan kontrol yaitu sebesar 93,54% dan memiliki daya cerna protein paling tinggi bila dibandingkan dengan daya cerna protein semua perlakuan. Pada penggunaan PST 5% menurun sebesar 1,51%

dari pakan kontrol yaitu sebesar 92,12%. Untuk pakan dengan substitusi PST 20% menurun sebesar 9,71% dari pakan kontrol yaitu sebesar 84,48%. Secara umum daya cerna protein ikan kerapu pasir menurun dengan penambahan PST

Dari hasil uji One Way ANOVA (analisa keragaman) pada taraf nyata 0,05 (lampiran 6), menunjukkan bahwa ternyata dengan substitusi PST daya cerna protein ikan kerapu pasir menurun secara nyata ($p > 0,05$) dibandingkan pakan kontrol. Untuk mengetahui respon terbaik dari perlakuan, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 0,05 (selang kepercayaan 95%). Hasil perhitungan uji BNT (Tukey) menunjukkan bahwa dosis substitusi PST terbaik adalah 0%. Pada penggunaan PST 5 % sudah berbeda sangat nyata terhadap kontrol, sampai dengan penggunaan PST 20% daya cerna proteinnya mengalami penurunan dan berbeda sangat nyata daripada pakan kontrol. Untuk mengetahui respon daya cerna protein pada berbagai tingkat penggunaan PST dapat di lihat pada Gambar 5 berikut ini.



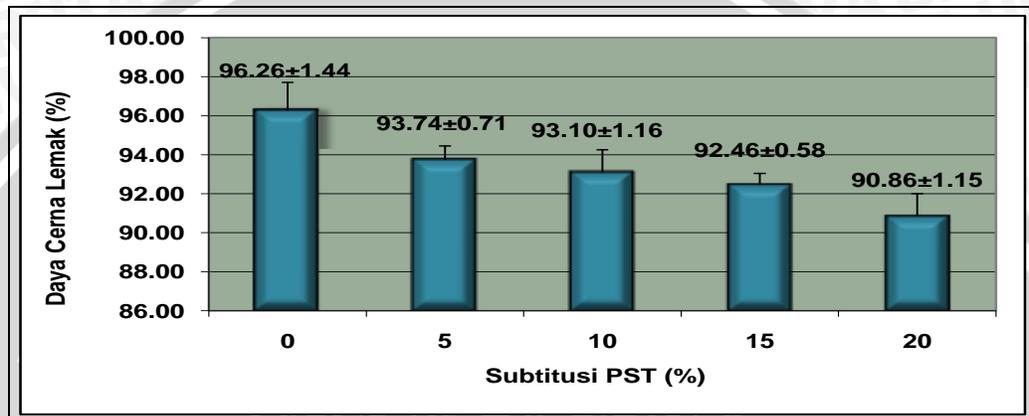
Gambar 5. Hubungan daya cerna protein terhadap berbagai tingkat penggunaan PST.

Pada Gambar 5 diatas terlihat bahwa respon daya cerna protein terhadap berbagai penggunaan PST membentuk model linear negatif, hal ini menunjukkan bahwa

semakin tinggi tingkat penggunaan PST dalam ransum pakan maka akan menyebabkan penurunan daya cerna protein juvenile kerapu pasir.

c. Daya Cerna Lemak

Untuk Daya cerna lemak disajikan pada gambar 6 di bawah ini.

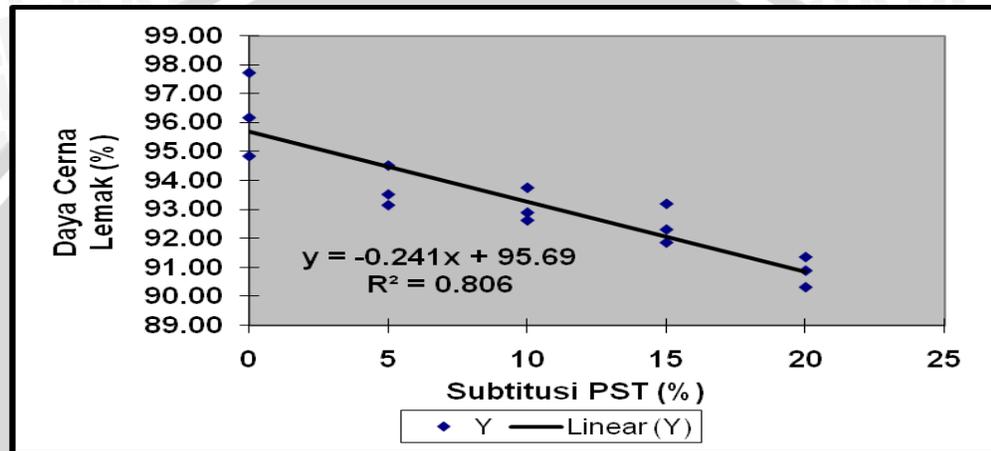


Gambar 6. Rata-rata daya cerna lemak ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda

Berdasarkan gambar diatas, daya cerna lemak pakan ikan kerapu pasir tertinggi terdapat pada pakan tanpa penggunaan PST yaitu 96,26%. Pada substitusi PST 5%, daya cerna lemak sudah menurun jauh dari kontrol, yaitu sebesar 93,74%. Secara umum, daya cerna lemak ikan kerapu pasir menurun tiap penambahan PST. Untuk mengetahui apakah substitusi PST dalam pakan berpengaruh terhadap daya cerna lemak ikan kerapu pasir, maka dilakukan uji one way ANOVA (analisis keragaman).

Setelah dilakukan uji one way ANOVA pada taraf nyata 0,05 (lampiran 7), ternyata penggunaan PST menurun secara nyata dari pada kontrol (0%). Pada uji BNT dengan menggunakan Tukey, diperoleh data bahwa penggunaan PST terbaik yaitu pakan tanpa substitusi PST (kontrol). Pakan kontrol berbeda nyata dengan pakan dengan

substitusi PST 5 %, yaitu menurun sebesar 2,65%. Sementara itu untuk pakan dengan substitusi PST 10%, dan 15% tidak berbeda nyata dengan pakan dengan substitusi PST sebesar 5%. Pada substitusi PST 20%, daya cerna lemak sudah menurun sangat nyata dari pakan kontrol maupun pakan dengan substitusi PST 5%. Untuk respon daya cerna lemak pada berbagai tingkat penggunaan PST dapat di sajikan pada Gambar 7 berikut ini.

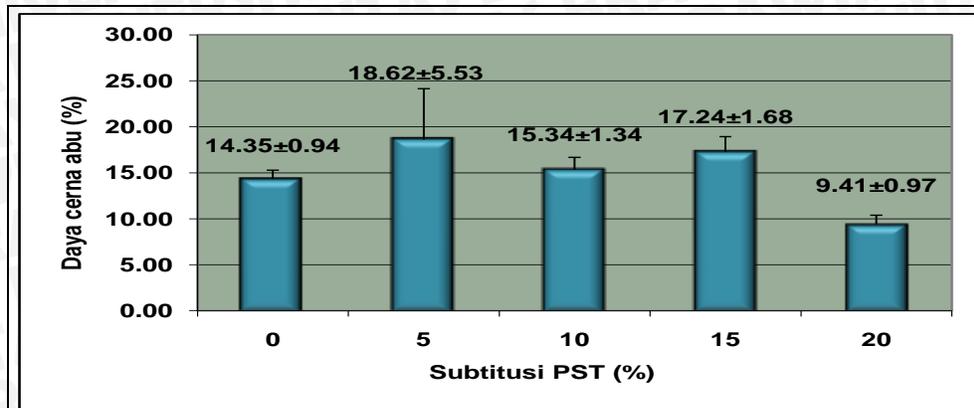


Gambar 7. Hubungan daya cerna lemak terhadap berbagai tingkat penggunaan PST.

Berdasarkan gambar 7 diatas, respon daya cerna lemak terhadap penggunaan PST membentuk model linear negatif, dengan persamaan $y = -0,241x + 95,69$ dan $R^2 = 0,806$. Dari persamaan tersebut, dapat diartikan bahwa dengan semakin tinggi dosis penggunaan PST dalam pakan, maka akan menurunkan daya cerna lemak juvenil kerapu pasir.

d. Daya Cerna abu

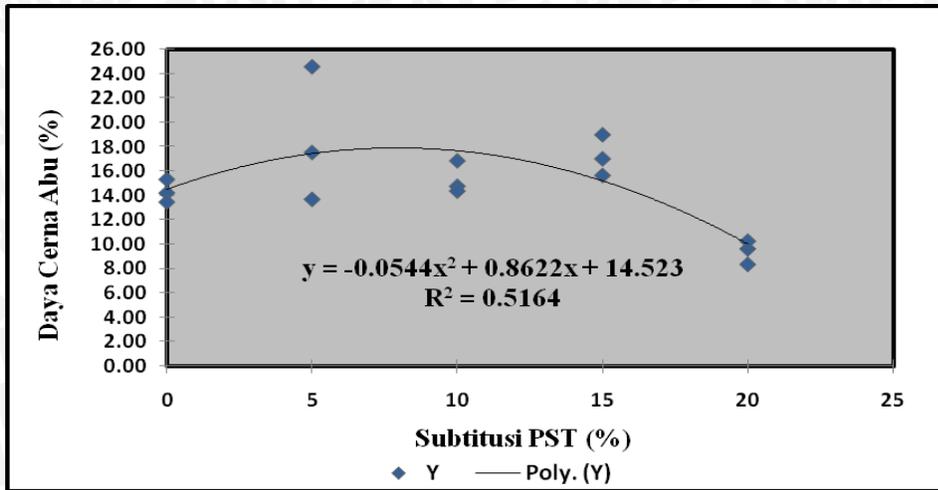
Hasil daya cerna abu dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Rata-rata daya cerna abu ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda

Dilihat dari grafik diatas, daya cerna abu juvenil kerapu pasir, pada penggunaan PST 5% (perlakuan B) cenderung meningkat dibanding dengan kontrol. Ketika penggunaan PST dinaikkan menjadi 10% dan 15%, daya cerna abu ikan kerapu pasir cenderung mengalami penurunan walaupun masih lebih tinggi daripada pakan kontrol. Daya cerna abu paling rendah didapatkan pada pakan dengan penambahan PST 20%.

Berdasarkan uji one way ANOVA pada taraf nyata 0,05 (lampiran 8) menyatakan bahwa penggunaan PST dalam pakan berpengaruh nyata terhadap daya cerna abu. Setelah dilanjutkan dengan uji BNT (tukey), ternyata penggunaan PST tidak berpengaruh nyata terhadap kontrol, namun penggunaan PST 5% dan 15% sudah berbeda sangat nyata dengan penggunaan PST 20%. Penggunaan PST 20% terjadi penurunan sangat nyata bila dibandingkan dengan pakan dengan penggunaan PST 5% dan 15%. Daya cerna abu terbaik didapatkan pada penggunaan PST sebesar 5%. Selanjutnya, berturut-turut daya cerna abu adalah penggunaan PST 15%, 10%, 0% dan 20%. Sedangkan hubungan antara daya cerna abu terhadap berbagai tingkat penggunaan PST dapat disajikan pada gambar 9 dibawah ini.

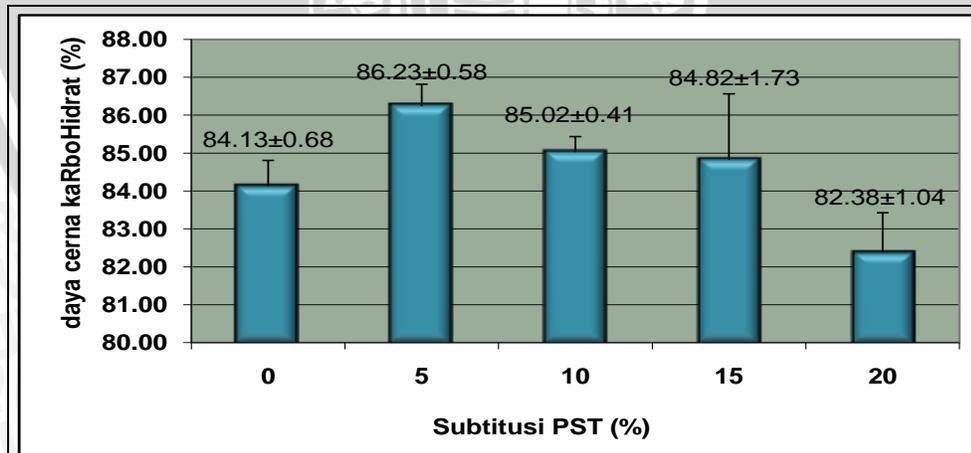


Gambar 9. Hubungan daya cerna abu terhadap berbagai tingkat penggunaan PST

Berdasarkan gambar 9 diatas, respon daya cerna abu terhadap penggunaan PST membentuk model kuadratik. Daya cerna abu maksimum (17,96%) didapatkan pada penggunaan PST sebesar 7,98%.

e. Daya cerna Karbohidrat

Hasil perhitunga daya cerna karbohidrat dapat dilihat pada gambar 10 dibawah ini.

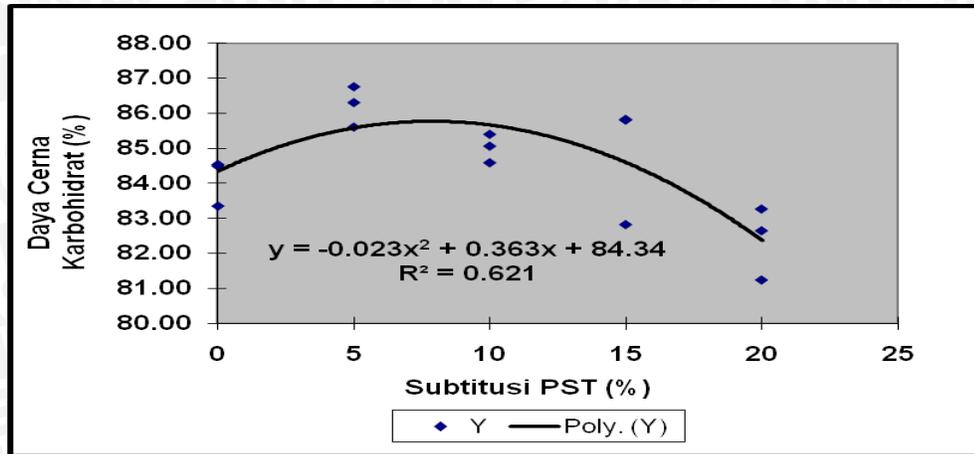


Gambar 10. Rata-rata daya cerna karbohidrat ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda.

Berdasarkan gambar 10 diatas, dapat diketahui bahwa pada penggunaan PST 5% daya cerna karbohidrat juvenil kerapu pasir cenderung meningkat dibandingkan dengan pakan kontrol. Daya cerna karbohidrat tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan penggunaan PST 5% yaitu sebesar 86,23%. Pada penggunaan PST 10% dan 15%, daya cerna karbohidrat masih lebih tinggi daripada pakan kontrol, walaupun nilainya menurun dari penggunaan PST 5%. Namun Pada penggunaan PST 20%, daya cerna karbohidrat mengalami penurunan dibandingkan dengan kontrol.

Setelah dilakukan uji one way ANOVA pada taraf 0,05 (lampiran 9) menyatakan bahwa substitusi PST dalam pakan berpengaruh nyata terhadap daya cerna karbohidrat juvenile kerapu pasir. Setelah dilakukan uji BNT dengan menggunakan tukey, daya cerna karbohidrat berpengaruh nyata terhadap berbagai level penggunaan PST. Daya cerna tertinggi terjadi pada penggunaan PST 5%. Ketika penggunaan PST ditingkatkan menjadi 10%, daya cerna karbohidrat menurun tetapi masih tinggi 1,05% dari pakan kontrol. Begitu juga dengan pemberian PST 15%, mengalami penurunan dan ketika penggunaan PST ditingkatkan menjadi 20%, daya cerna karbohidrat cenderung menurun sangat nyata terhadap pakan dengan penggunaan PST 5% namun tidak berbeda nyata dari pada pakan kontrol.

Untuk respon daya cerna karbohidrat terhadap berbagai tingkat penggunaan PST dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.



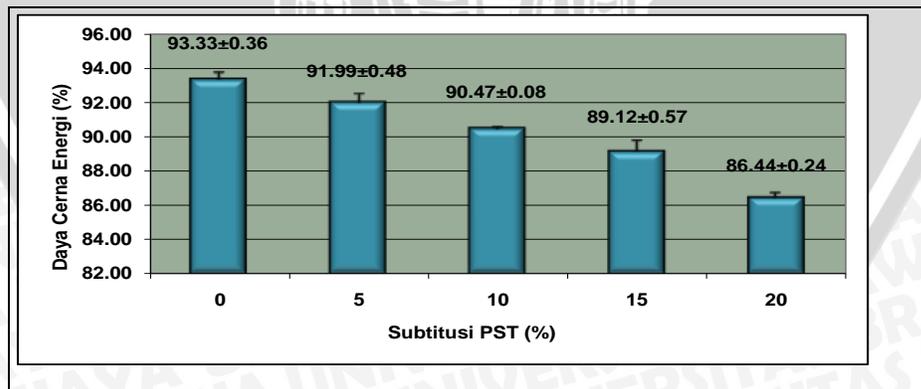
Gambar 11. Hubungan daya cerna karbohidrat dengan berbagai tingkat penggunaan PST

Berdasarkan gambar 9 diatas, respon daya cerna karbohidrat terhadap penggunaan PST membentuk model kuadratik. Dengan persamaan $y = -0,023x^2 + 0,363x + 84,34$, dan R^2 sebesar 0,621. Daya cerna karbohidrat maksimum (85,77%) didapatkan pada pakan dengan penggunaan PST sebesar 7,89%.

f. Daya cerna Energi

Pada daya cerna energi, terjadi penurunan daya cerna pada semua substitusi PST.

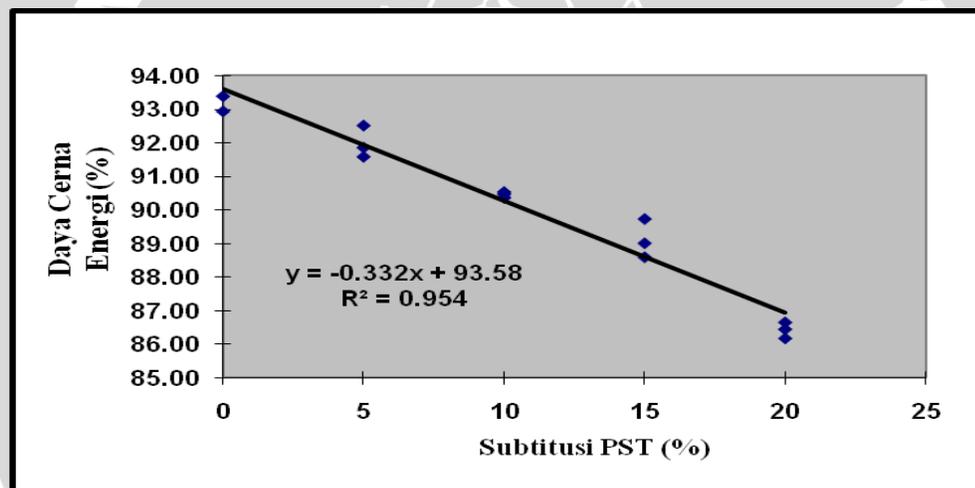
Rata-rata daya cerna energi dapat dilihat pada gambar12 berikut ini:



Gambar 12. Rata-rata daya cerna energi ikan kerapu pasir dengan substitusi PST yang berbeda

Pada gambar diatas terlihat bahwa daya cerna energi semakin menurun dengan bertambahnya penggunaan PST. Daya cerna energi tertinggi didapatkan pada pakan kontrol. Pakan dengan penambahan PST 20% memiliki daya cerna energi paling rendah dengan penurunan sebesar 7,39% daripada pakan kontrol.

Setelah dilakukan uji one way ANOVA pada taraf 0,05 (lampiran 10) diperoleh bahwa penggunaan PST berpengaruh nyata pada daya cerna energi juvenil kerapu pasir. Nilai daya cerna energi menurun secara nyata terhadap kontrol. Untuk hubungan daya cerna energi dengan berbagai tingkat penggunaan PST dapat disajikan pada Gambar 13 dibawah ini.



Gambar 13. Hubungan daya cerna energi dengan berbagai tingkat penggunaan PST.

Pada gambat 13 diatas, terlihat bahwa respon daya cerna energi membentuk pola linear negatif dengan persamaan $y = -0,332x + 93,58$, yang artinya bahwa daya cerna energi akan menurun seiring dengan penambahan PST dalam pakan.

4.1. 2 Kualitas Air Media Pemeliharaan Ikan Kerapu Pasir

Selama penelitian telah dilakukan pengukuran beberapa parameter penting kualitas air antara lain suhu, DO, pH, salinitas dan amonia. Adapun hasil pengukuran rata-rata selama penelitian disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Data hasil pengamatan suhu, DO, pH, salinitas dan NH₃ media budidaya selama penelitian pada berbagai perlakuan tingkat penggunaan PST

Parameter Kualitas air	perlakuan				
	0%	5%	10%	15%	20%
Suhu pagi (°C)	30,07 ^a ±0,05	30,0 ^a 7±0,05	30,10 ^a ±0,0	30,10 ^a ±0,06	30,10 ^a ±0,00
DO pagi (ppm)	4,38 ^a ±0,25	4,56 ^a ±0,32	4,48 ^a ±0,25	4,62 ^a ±0,24	4,53 ^a ±0,26
pH	8,00 ^a ±0,01	7,99 ^a ±0,01	7,99 ^a ±0,03	8,01 ^a ±0,02	8,01 ^a ±0,01
Salinitas (ppt)	34,33 ^a ±0,52	34,17 ^a ±0,41	34,67 ^a ±0,52	34,67 ^a ±0,52	34,51 ^a ±0,55
NH ₃ (ppm)	0,026 ^a ±0,002	0,02 ^a 3±0,001	0,022 ^a ±0,006	0,019 ^a ±0,02	0,0198 ^a ±0,003

* Nilai dalam kolom yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$)

Berdasarkan tabel 5 diatas dan berdasarkan hasil uji one way ANOVA pada taraf nyata 0,05 (lampiran 11), ternyata penggunaan PST tidak berpengaruh secara nyata terhadap kualitas air (suhu, DO, pH, salinitas dan amonia). Secara keseluruhan parameter kualitas air masih dalam kisaran normal untuk pemeliharaan juvenil kerapu pasir.

4.2 Pembahasan

Protein Sel Tunggal (PST) adalah protein murni yang berasal dari mikroorganisme seperti jamur, alga, bakteri yang diproduksi dari proses fermentasi yang dapat digunakan sebagai pakan ikan (Tacon and Andrew 1985).

Berdasarkan tabel 4 untuk daya cerna bahan kering, diperoleh data bahwa perlakuan terbaik didapatkan pada pakan dengan substitusi PST 5% yaitu sebesar 81,51%. Tetapi setelah dinaikkan dosis substitusi PST, daya cerna bahan kering cenderung menurun. Penurunan daya cerna bahan kering tersebut dapat disebabkan

karena berkurangnya konsumsi pakan tiap penambahan PST, terbukti dari laju konsumsi pakan ikan semakin menurun dengan bertambahnya level substitusi PST (Robisalmi, 2008), sehingga bahan kering yang masuk kedalam tubuh ikan pun sedikit, yang menyebabkan makanan yang dapat dicerna juga sesuai dengan makanan yang masuk kedalam tubuh ikan. Dari hasil perhitungan regresi diperoleh dosis pemberian PST pada pakan sebaiknya tidak lebih dari 5% untuk mendapatkan daya cerna bahan kering yang maksimum. Pemberian PST yang paling efektif yaitu sebesar 3,92% akan memberikan daya cerna bahan kering maksimum sebesar 81,23%. Pada penelitian Abimorad dan Carniero (2007), daya cerna bahan kering juvenil ikan pacu berkisar antara 77-82%.

Berdasarkan hasil uji one way ANOVA didapatkan bahwa daya cerna protein untuk tiap perlakuan berbeda nyata ($P > 0,05$). Berdasarkan hasil perhitungan regresi didapatkan bahwa semakin tinggi substitusi PST dalam pakan maka akan menurunkan daya cerna protein juvenil kerapu pasir. Menurunnya daya cerna protein tiap penambahan PST dapat disebabkan karena kandungan dari PST yang ada dalam pakan tidak termanfaatkan secara optimum oleh ikan. Walaupun demikian, tetapi ikan kerapu pasir masih mampu menerima pakan dengan substitusi PST cukup baik. Hal ini terlihat bahwa pada hasil daya cerna protein juvenil kerapu pasir dengan substitusi PST pada semua perlakuan masih diatas 80%, yang berkisar antara 84%-93%. Secara umum daya cerna protein berkisar antara 70-90% (Hariati, 1989). Novoa *et al.* (2002) melaporkan bahwa pemanfaatan PST dari torula Yeast (*Candida utilis*) pada tilapia mempunyai nilai daya cerna protein sebesar 80%. Selanjutnya dikatakan subiyakto (2007), pemanfaatan PST sebesar 10% pada ikan kerapu bebek memiliki daya cerna sebesar 92,78%. Ditambahkan oleh Abimorad and Carneiro (2007), daya cerna pada juvenil ikan pacu

(*Piaractus mesopotamicus*) sebesar 90% pada kadar protein pakan sebesar 25%. Menurut Marzuqi *et al.* (2006), menjelaskan bahwa koefisien daya cerna protein pakan ikan kerapu sunu meningkat dengan meningkatnya kandungan protein pakan yaitu 90,58 % sampai 94,25 %. Daya cerna protein yang tinggi itu sangat penting artinya karena protein tersebut merupakan sumber energi utama. Disamping digunakan sebagai sumber energi, protein juga digunakan untuk pembentukan sel-sel baru dalam proses pertumbuhan. Menurut Affandi *et al.* (1992) nilai daya cerna suatu bahan makanan pada ikan menggambarkan kemampuan ikan dalam mencerna suatu makanan dan kualitas makanan yang dikonsumsi. Ditambahkan oleh Zonneveld *et al.* (1991) pakan yang dikonsumsi ikan harus dapat dicerna untuk mendukung pertumbuhannya. Dalam mempelajari kebutuhan protein untuk pertumbuhan ikan, digunakan makanan isokalorik yang mengandung beberapa tingkatan protein berkualitas tinggi. Makanan ini digunakan dalam waktu yang panjang dalam dosis percobaan untuk menentukan tingkat minimum protein yang memberikan berat optimal.

Daya cerna protein erat kaitannya dengan komposisi pakan terutama kandungan protein yang ada dalam pakan yang diberikan pada ikan, sebab protein merupakan unsur utama yang dibutuhkan oleh ikan untuk pertumbuhan dan *maintenance*. Dalam penelitian ini menggunakan kandungan protein sebesar $\pm 48\%$. Menurut Boonyaratpalin (1993) dalam Mashur (2006), kebutuhan protein dalam pakan buatan untuk ikan karnivora seperti kerapu cukup tinggi. Sebagai contoh, dari hasil pengujian diperoleh bahwa kerapu bebek yang diberi pakan buatan dengan kandungan protein 45-52 % menghasilkan pertumbuhan yang cukup baik. Giri *et al.* (1999) menyatakan bahwa kebutuhan konsumsi protein ikan kerapu berkisar antara 47,8 – 60%. Menurut Teng *et*

al. (1978) perkiraan kebutuhan konsumsi protein ikan kerapu jenis *Epinephelus salmoides* dari bahan casein sebesar 40 – 50%. Ditambahkan oleh Marzuqi *et al.*(2006), Kebutuhan protein optimum untuk benih ikan kerapu sunu adalah 47,02 % .

Hasil daya cerna lemak memperlihatkan bahwa daya cerna lemak menurun seiring dengan penambahan PST. Dari hasil uji one way ANOVA, daya cerna lemak tertinggi pada perlakuan kontrol (PST 0%). Pada pemberian PST 5% sudah menurun secara nyata dari pakan kontrol ($P > 0,05$). Sampai dengan pemberian PST 20% daya cerna lemak terus menurun secara nyata dari pakan kontrol yaitu sebesar 90,86%. Meskipun demikian, daya cerna lemak untuk seluruh perlakuan masih diatas 90%. Secara umum koefisien pencernaan lemak ikan adalah tinggi, yaitu sekitar 90% bahkan dapat mencapai 95% (Cho *et al*, 1985). Pada penelitian Subyakto (2007), ikan kerapu bebek yang diberi pakan dengan penambahan PST sebesar 10% memiliki daya cerna lemak sebesar 94,20%. Daya cerna lemak yang tinggi karena kebutuhan lemak sangat penting bagi ikan sebagai sumber energi selain protein dan karbohidrat. Menurut Wiramiharja *et ai.* (2007), lemak berperan penting sebagai sumber energi terutama sebagai asam lemak essensial dalam pakan ikan budidaya terutama untuk ikan karnivora dimana keberadaan karbohidrat sebagai sumber energi rendah. Sedangkan ikan membutuhkan pakan dengan kadar protein tinggi. Karena keberadaan karbohidrat sebagai energi rendah, maka beberapa bagian protein digunakan sebagai sumber energi. Penambahan lemak dengan asam lemak essensial sebagai sumber energi dalam pakan sangat membantu dalam pemanfaatan protein atau sering disebut *Protein sparing effect*. Menurut Ellis dan Reigh (1991) dalam Abimorad dan Carneiro (2007), percobaan dengan pakan iso protein 320 g/kg CP pada dua level lemak (60 dan 100 g/kg) pada

juvenil red drum *Sciaenops ocellatus* mencapai hasil yang lebih baik pada pakan dengan level lemak yang tinggi (100 g/kg lemak). Selanjutnya ditambahkan Abimorad dan Carneiro (2007), percobaan pada juvenil pacu dengan pakan 220 dan 250 g/kg CP dengan lemak pada level 40 dan 80 g/kg pakan, memperlihatkan bahwa kedua level protein menghasilkan daya cerna energi yang lebih tinggi pada level lemak sebesar 80 g/kg pakan daripada 40 g/kg pakan. Hal tersebut memperlihatkan protein sparing effect dari lemak pada ikan karnivora tersebut.

Menurut NRC (1993), sebagai sumber energi, lemak penting khususnya bagi ikan karnivora. Ikan ini biasanya akan memangsa sumber makanan yang mengandung 10–20% lemak. Pada penelitian ini menggunakan sumber lemak sebesar $\pm 13\%$. Berdasarkan penelitian Kabangnga *et al.* (2004) bahwa pemanfaatan lemak dengan rantai atom karbon sedang pada dosis 9%-15% dapat memberikan optimalisasi penggunaan protein dan lemak sebagai sumber energi. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif bila dibandingkan dengan karbohidrat maupun protein.

Untuk daya cerna abu, daya cerna tertinggi didapatkan pada penggunaan PST 5% yaitu sebesar 18,62%. Daya cerna abu terendah diperoleh pada penggunaan PST 20% yaitu sebesar 9,41%. Kholil (2007) menyatakan bahwa daya cerna abu ikan kerapu bebek sebesar 20%. Sedangkan menurut Djajasekawa dan Evi (1999) nilai daya cerna abu ikan tambakan sebesar 22,83%. Secara keseluruhan hasil daya cerna abu tersebut cukup rendah. Rendahnya nilai daya cerna abu tersebut menyebabkan mineral yang diserap oleh ikan sedikit. Menurut Hariati (1989), bahwa zat-zat mineral yang dibutuhkan oleh ikan umumnya dalam jumlah yang sedikit, tetapi mempunyai fungsi yang penting dalam tubuh ikan. Menurut Mudjiman (2004), mineral berfungsi untuk

memperkuat tulang dan eksoskeleton (kerangka luar). Disamping itu, mineral juga berfungsi untuk menjaga keseimbangan tekanan osmotik antara cairan tubuh dan dalam sistem syaraf, serta kelenjar endokrin air disekitarnya. Mineral juga merupakan komponen dari enzim, pigmen darah dan senyawa-senyawa organik lainnya. Transfer energi dalam proses metabolisme juga melibatkan mineral-mineral.

Berdasarkan uji one way ANOVA, didapatkan analisa regresi kuadratik. Hubungan daya cerna abu terhadap tingkat penggunaan PST, didapatkan nilai daya cerna abu terbaik pada penggunaan PST 7,98% dengan daya cerna abu maksimum sebesar 17,96%.

Sementara untuk rata-rata daya cerna karbohidrat diatas 80% untuk tiap-tiap perlakuan. Subyakto (2007) mengatakan bahwa daya cerna karbohidrat ikan kerapu bebek yang diberi penambahan PST yang berasal dari limbah MSG sebesar 88,17%. Tingginya daya cerna karbohidrat ini dapat disebabkan karena sumber karbohidrat pada PST berasal dari molases dan dekstrose dengan terlebih dahulu telah melalui proses fermentasi sehingga karbohidrat yang berasal dari PST dapat dicerna dengan baik oleh juvenile kerapu pasir.

Daya cerna karbohidrat tertinggi didapatkan pada substitusi PST 5% yaitu sebesar 86,23%. Ketika penggunaan PST dinaikkan 10%, 15%, maupun 20%, daya cerna karbohidrat mengalami penurunan. Penurunan daya cerna ini mengindikasikan bahwa kemampuan juvenile kerapu pasir dalam mencerna karbohidrat terbatas, mengingat sebagai ikan karnivora enzyme amylase yang diproduksi sangat rendah. Jauhari (1990) menyatakan bahwa kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi tergantung kapasitas enzimatiknya untuk menguraikan karbohidrat dengan

mengsekresikan alfa amilase. Aktivitas enzim yang terbesar terdapat pada ikan-ikan herbivora diikuti ikan omnivora dan karnivora. Dengan demikian ikan-ikan herbivora dan omnivora dapat memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi lebih baik dibandingkan ikan karnivora.

Untuk daya cerna energi, rata-rata daya cerna energi untuk semua perlakuan menurun seiring dengan penambahan pemberian PST. Dari uji one way ANOVA didapat hasil yang berbeda nyata ($P > 0,05$). Daya cerna energi juvenil kerapu pasir pada berbagai penggunaan PST sebagaimana disajikan pada tabel 4, Nampak bahwa secara keseluruhan daya cerna energi pada semua perlakuan relatif tinggi yaitu diatas 85%. Hal ini memperlihatkan bahwa PST merupakan sumber energi yang baik, hasil tersebut diperkuat dengan tingginya daya cerna protein, daya cerna lemak maupun daya cerna karbohidrat yang terlihat masih berada pada level diatas 80%. Mengingat protein, lemak dan karbohidrat merupakan sumber energi bagi ikan. Seperti dijelaskan Phillipe *et al.* (1966) dalam Halver (1988) bahwa ikan salmon memanfaatkan maltase yang berasal dari karbohidrat untuk mencukupi kebutuhannya. Selanjutnya dijelaskan lemak merupakan sumber energi primer dalam bentuk sederhana yang digunakan untuk perbaikan konsumsi pakan. Ditambahkan oleh Jauhari (1990), ikan karnivora lebih efisien dalam memanfaatkan lemak sebagai sumber energi, sedangkan ikan-ikan herbivora maupun omnivora lebih efisien dalam memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi. Pada ikan urutan pembongkaran sumber energi adalah protein, lemak, karbohidrat.

Menurut Zonneveled *et al.* (1991) kebutuhan energi pada ikan dapat terpenuhi dengan memberikan pakan yang mengandung protein, lemak, dan karbohidrat yang

mencukupi. Ditambahkan oleh Mudjiman (2004), perbedaan komposisi pakan akan menyebabkan perbedaan energi yang digunakan. Dalam makanan yang dimakan terdapat energi yang dapat diserap atau digunakan dan energi yang hilang bersama kotoran. Energi yang terserap itu disebut energi yang dapat dicerna.

Dari hasil penelitian daya cerna nutrien, secara umum terjadi penurunan nilai daya cerna dengan seiring meningkatnya penggunaan PST. Namun dengan semakin menurunnya nilai daya cerna nutrien tiap substitusi PST, sebenarnya juvenil kerapu pasir masih mampu mencerna ransum dengan menggunakan substitusi PST 5%. Meskipun daya cerna nutrien cenderung menurun akan tetapi daya cerna nutrien dari substitusi PST 5% rata-rata masih diatas 80%, sedangkan pada penelitian Robisalmi (2008) menyatakan bahwa laju pertumbuhan 5% tidak berbeda nyata dengan laju pertumbuhan kontrol. Begitu juga dengan perhitungan FCR. FCR meningkat dengan penambahan PST. Namun dengan penambahan PST 5% tidak berbeda nyata dengan pakan kontrol. Sedangkan pada penambahan diatas 5% sampai 20% menurun secara nyata daripada pakan kontrol. Itu artinya pakan tersebut masih dapat dimanfaatkan sampai batas tertentu substitusi PST yaitu sebesar 5%.

Secara umum, menurunnya daya cerna nutrien, pertumbuhan, maupun meningkatnya FCR juvenil kerapu pasir pada tiap-tiap perlakuan substitusi PST, dapat disebabkan adanya penurunan laju konsumsi pakan tiap penambahan PST. Hal ini dikarenakan dengan semakin tingginya penggunaan PST akan menurunkan penggunaan tepung ikan, tepung rebon maupun tepung cumi, sehingga secara tidak langsung akan menurunkan nafsu makan ikan karena daya tarik pakan juga menurun walaupun kandungan protein PST tinggi (70,81%). Menurunnya laju konsumsi pakan ini akan

mengurangi pasokan energi untuk aktifitas metabolisme dan pertumbuhan, yang secara tidak langsung dapat menurunkan daya cerna protein maupun energi. Selain itu, dapat disebabkan karena kandungan lemak dan karbohidrat yang cukup tinggi menyebabkan protein yang diberikan tidak dimanfaatkan dengan baik, karena kebutuhan energi sudah terpenuhi dari pembakaran lemak dan karbohidrat, dan pada akhirnya ikan sudah merasa kenyang tanpa memanfaatkan protein yang cukup. Pernyataan ini diperkuat dengan pendapat Jauhari (1990) yang menyatakan bahwa lemak dan karbohidrat merupakan sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan metabolik dengan tujuan untuk menghemat energi.

Hasil perhitungan rata-rata kualitas air selama penelitian seperti pada tabel 5 masih berada pada kisaran normal untuk pemeliharaan juvenil kerapu pasir. Hal ini seperti disajikan pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Rata-rata Kualitas Air Hasil Penelitian dibandingkan dengan Literatur

Parameter kualitas air	Hasil	Normal	Literatur
Suhu pagi ($^{\circ}\text{C}$)	30-30,1	28-32	Subyakto dan Cahyaningsih (2003)
DO pagi (ppm)	4,11-5,03	4-8	Romimohtarto (1985)
pH	7,96-8,02	6,5-8,5	Svobodova <i>et al.</i> (2006)
Salinitas (ppt)	34-35	33-35	Kordi (2005)
NH ₃ (ppm)	0,0151-0,0277	<0,1	Supratno (2002)

Suhu di perairan sangat mempengaruhi kondisi ikan terutama nafsu makannya. Hal ini berkaitan dengan proses metabolisme ikan tersebut. Semakin tinggi suhu perairan, maka semakin tinggi pula proses metabolisme dalam tubuh ikan. Sebaliknya jika suhu rendah maka proses metabolisme tersebut akan terhambat, sehingga ikan tidak mau makan, namun jika suhu ideal maka proses metabolisme ikan akan normal sehingga pertumbuhan akan berjalan optimum. Dari hasil pengamatan suhu pada

penelitian ini masih dalam kisaran normal untuk pemeliharaan ikan kerapu seperti yang terlihat pada tabel 6 diatas.

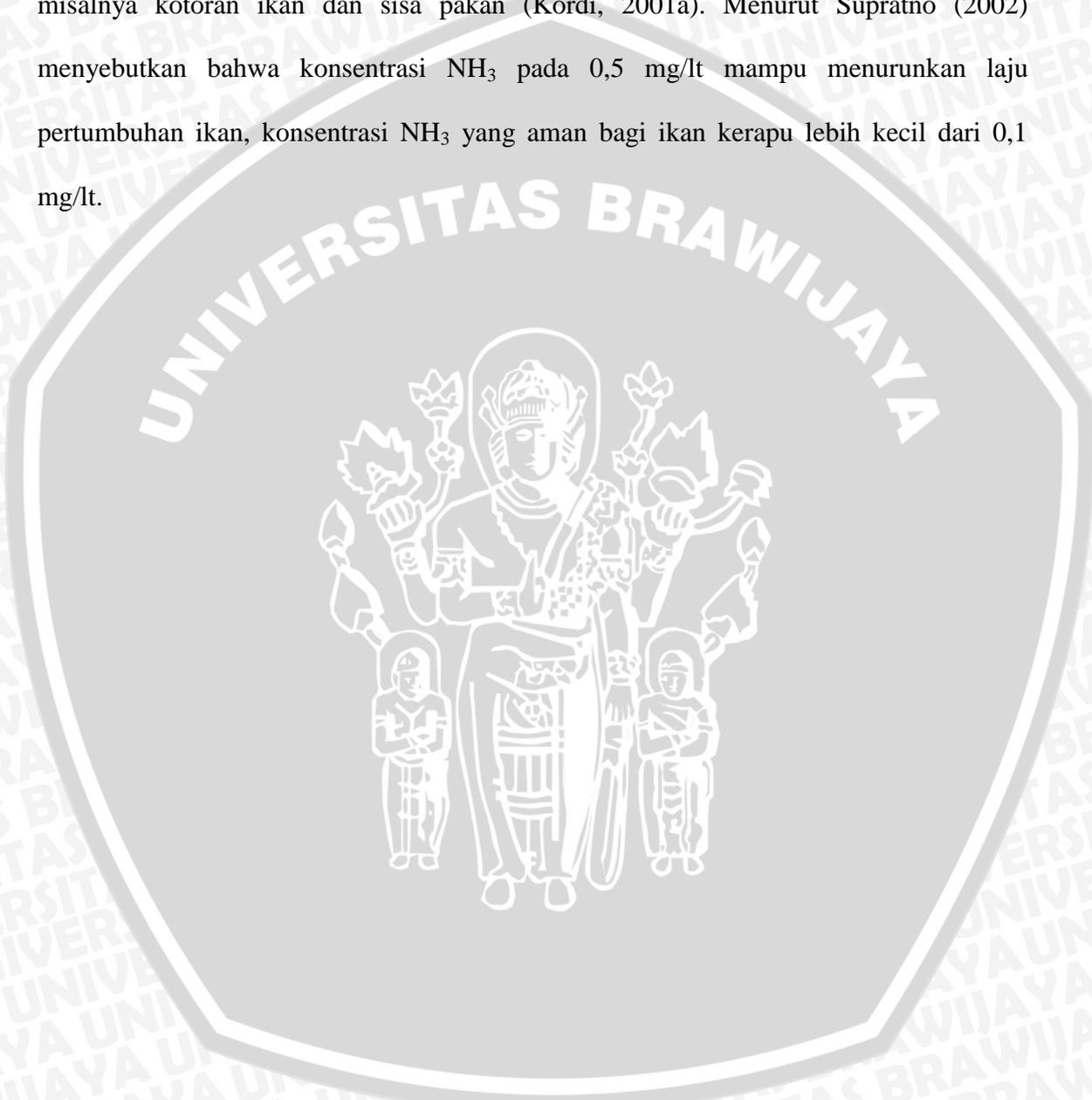
Begitu juga dengan hasil pengamatan nilai DO yang masih dalam kisaran normal untuk pemeliharaan ikan kerapu (4,11-5,03 ppm). Pengelolaan DO juga sangat penting dalam budidaya ikan. Mengelola kandungan DO dalam perairan sangat erat hubungannya dengan jumlah dan jenis phytoplankton, jumlah dan kondisi aerator, banyak sedikitnya bahan organik yang ada, dan biomas ikan itu sendiri (kordi, 2005). Jika konsentrasi DO dibawah 4 ppm, maka akan membuat ikan sulit untuk menangkap oksigen, sehingga ikan akan naik ke permukaan air untuk mendapatkan oksigen. Jika hal ini berlangsung dalam waktu yang lama, maka ikan akan lemas (*collaps*) dan lama-lama ikan akan mati karena kekurangan oksigen.

Menurut Svobodova *et al.*(2006), pH merupakan ukuran aktifitas ion hidrogen dalam suatu larutan yang dinyatakan dengan asam atau basa. Selanjutnya ditambahkan bahwa pH berkaitan dengan karbondioksida dan alkalinitas. Semakin tinggi pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin sedikit kadar karbondioksida bebas. Untuk budidaya ikan kerapu, pH sebaiknya dijaga pada kisaran 6,5-8,5. Jila pH perairan sangat asam atau sangat basa maka akan dapat mengganggu metabolisme ikan, nafsu makan turun, dan pada akhirnya akan mengganggu pertumbuhan ikan.

Salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat di perairan (Boyd, 1988 *dalam* Kordi, 2005). Salinitas lingkungan yang optimal dibutuhkan ikan untuk menjaga kandungan air dalam tubuhnya agar dapat melangsungkan proses metabolismenya dengan baik. Pada penelitian ini didapatkan nilai salinitas berkisar antara 34-35 ppt. Hal

ini sudah sesuai dengan kisaran salinitas yang optimal bagi pertumbuhan ikan kerapu yaitu antara 33-35 ppt (Kordi, 2005).

Ammonia dihasilkan dari proses perombakan bahan organik yang kaya protein misalnya kotoran ikan dan sisa pakan (Kordi, 2001a). Menurut Supratno (2002) menyebutkan bahwa konsentrasi NH_3 pada 0,5 mg/lit mampu menurunkan laju pertumbuhan ikan, konsentrasi NH_3 yang aman bagi ikan kerapu lebih kecil dari 0,1 mg/lit.



5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- ❖ Pemanfaatan Protein Sel Tunggal (PST) dalam pakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya cerna nutrisi juvenil kerapu pasir
- ❖ Semakin tinggi penggunaan PST dalam pakan maka akan menurunkan daya cerna nutrisi juvenil kerapu pasir

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Penggunaan PST dalam ransum pakan sebaiknya tidak melebihi 5 % karena akan menyebabkan penurunan daya cerna nutrisi juvenil kerapu pasir
- ❖ Perlu penelitian lebih lanjut tentang penggunaan PST dalam ransum pakan dengan penambahan bahan lain (mikroba) yang dapat membantu dalam proses pencernaan didalam tubuh ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2007a. *Epinephelus corallicola*. www.fishbase.org. Diakses 25 September 2007
- . 2007b. **Protein Sel Tunggal Bioteknologi**. www.bebas.vlsm.org. Diakses 12 Juni 2007
- Affandi , R. Sjafei, D. S. R. dan Sulistiono, (1992), **Fisiologi Ikan (Pencernaan)**. Departemen pendidikan dan kebudayaan, Direktorat jenderal pendidikan Tinggi, pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, p 45 – 55
- Agustiza. 2007. **Penggunaan Jamur *Pleuratus ostreatus* ITB L 69 untuk Pembuatan Protein Sel Tunggal pada Media Tetes Tebu**. www.digilab.bi.itb.ac.id
Diakses 12 Juni 2007
- Akbar, S., 2000. **Meramu Pakan Ikan Kerapu: Bebek, Lumpur, Macan, Malabar**. Penebar Swadaya: Jakarta
- Akbar, S dan Sudaryanto, 2002. **Pembenihan dan Pembesaran Kerapu Bebek**. Penebar Swadaya: Jakarta
- Andajani, S. 1988. **Perbedaan Pengaruh Penggunaan Berbagai Tingkat Protein Sel Tunggal sebagai Bahan Pakan Sumber Protein terhadap Penampilan Ayam Pedaging**. Laporan Penelitian. Unibraw. Malang
- Asmawi, S. 1986. **Pemeliharaan Ikan dalam Karamba**. PT Gramedia. Jakarta
- Chen, H.Y. dan Tsai., J.C., (1994). **Optimal Dietary Protein Level For Growth Of Juvenile Grouper (*Epinephelus Malabaricus*) Ted Semipurified Diets**. *Aquaculture*, 119; 265-271
- Cho, C.Y. and Kaushik, S.J. 1985. In “**Nutrition and feeding in fish**” (C.B Cowey,A.M Mackey and J.G Bell, eds). Academic Press, London. 95 – 117pp

- De la Huiguera, M. et al. 1981. **Nitrogen Utilization by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) on the yeast *Hansenula anomala*.** Comp. Biochem.Physiol.69A, 583- 586pp
- Effendie, M. I. 2002. **Biologi Perikanan.** Yayasan Pustaka Nusatara. Yogyakarta
- Fujaya, Y. 2004. **Fisiologi Ikan. Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan.** Rineka Cipta. Jakarta
- Giri. N. A., K. Suwirya and M. Marzuqi.1999. **Kebutuhan Protein, lemak dan Vitamin C pada juvenile kerap tikus (*Cromileptes altivelis*).** Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, V:38-46 hlm 29 – 32
- Giri, N.A, Ketut S., M. Marzuqi, M.A Rimmer, Kevin C.W. 2004. **Effect of Dietary Protein Levels on Growth and Feed Efficiency of Juvenile Tiger Grouper (*Epinephelus fuscoguttatus*).** Indonesian Fisheries Research Journal. Vol 10 No. 1.78-80pp.
- Halver, J. E. 1988. **Fish Nutrition.** Academic Press. London. 3-5pp
- Hariati, A.M. 1989. **Diktat Kuliah Makanan Ikan.** Universitas Brawijaya. Malang
- Hariyum, A. 1986. **Pembuatan Protein Sel Tunggal.** PT Wacana Utama Pramesti. Jakarta
- Hitchner, E. V, and J, M. Leatherwood. 1980. **Use of a Cellulose-Derepressed Mutant of Cellulomonas in the Production of a Single Cell Protein Product From Cellulose.** Journal Applied and Environmental Microbiologi. Vol 39. No. 2. Feb 1980. 382-386pp
- Huet Marcel, 1971. **Textbook of Fish Culture. Breeding and Cultivation of Fish.** Fishing News (Books) Ltd, London. 41 p
- Jauhari,R.Z 1990. **Kebutuhan Protein dan Asam Amino pada Ikan Teleostei.** Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.hlm.35-40.
- Kabangnga, N, Neltje, N. P, Laining, Daud, P. 2004. **Pengaruh Sumber Lemak Pakan yang berbeda Terhadap Pertumbuhan, Retensi, Serta Koefisien Kecernaan Nutrien Pakan pada Ikan Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis*.** JPPI Vol 10. No 5. 2004. 71-79pp
- Kholil, 2007. **Pemanfaatan Limbah Monosodium Glutamat Sebagai Sumber Protein Pakan Terhadap Pertumbuhan Juvenil Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*).** Laporan Thesis. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.

- Kompiang, P. 1985. **Prospek Protein Sel Tunggal di Indonesia**. Seminar Prospek Industri Sel Tunggal di Indonesia. Jakarta
- Kordi M.G.H. 2001a. **Usaha Pembesaran Kerapu di Tambak**. Kanisius: Yogyakarta.
- , 2001b. **Pembesaran Kerapu Bebek di Karamba Jaring Apung** Kanisius: Yogyakarta
- , 2005. **Budidaya Ikan Laut di Karamba Jaring Apung** Kanisius: Yogyakarta
- Linder M.C. 1992. Biokimia **Nutrisi dan Metabolisme dengan Pemakaiannya Secara Klinis**. Alih bahasa: Aminudin Parakkasi. Universitas Indonesia Press, Jakarta. 412 hal
- Mashur, 2006. **Kebutuhan Nutrisi Kerapu**. www.ntb.litbang.deptan.go.id. 24 November 2006
- Marzuqi, M, N.A. Giri, K. Suwirya dan S.L. Sagala.2006. **Kebutuhan Protein Optimal dan Kecernaan Nutrien Pakan untuk Benih Ikan Kerapu Sunu (*Plectropomus leopardus*)**. BBRPBL-Gondol. Bali
- Mudjiman, A. 2004. **Makanan Ikan**. Penebar Swadaya. Jakarta
- Murjani M., Subyakto S., Sitorus P., 2004. **Cerita Sukses Pembudidaya Kerapu**. Makalah Simposium Nasional Perkembangan dan Inovasi Ilmu dan Teknologi Akuakultur, Semarang.
- Nazir, 1988. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta Timur
- Novoa,O.M.A., C.A Martinez-Palacios and L.Olivera-Castillo, 2002. **Utilization Of Torula Yeast (*Candida Utilis*) As A Protein Sources In Diets For Tilapia (*Oreochromis Mossambicus* Peter)** Fry. Aquaculture Nutrition 8(4). 257-264pp
- NRC.1983. **Nutrien Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes**. Revised Edition. National Academy Press. Washington,D.C.101 pp.
- Parakkasi, A. 1990. **Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogatrik**. Angkasa. Bandung
- Rachman, M. A. et al. 2004. **Induce Spwaning Ikan Kerapu Kertang (*Epinephelus lanceolatus*)**. Balai Budidaya Air Payau. Situbondo
- Rachmansyah, Usman, Naftali Kangnga dan Makmur. 2006. **Penggunaan Tepung Silase Usus Ayam Dalam Pakan Pembesaran Ikan Kerap Macan, *Epinephelus Fuscoguttatus***. Jurnal Riset Akuakultur Vol. 1. No.1 tahun 2006.hlm. 87- 95.

- Robisalmi, A. 2008. **Pemanfaatan Protein Sel Tunggal dalam Ransum Pakan Buatan terhadap Retensi Protein dan Energi Juvenil Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)**. Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Romimohtarto, K. 1985. **Kualitas Air dalam Budidaya Laut**. Sea Farming Workshop Report. Bandar Lampung
- Rosalinda, N. 2007. **Penentuan Kondisi Optimum Lingkungan Abiotis dalam Pembuatan Protein Sel Tunggal pada Media Tetes Tebu oleh Candida Utilis ITB R 24**. www.digilab.bi.itb.ac.id. Diakses 12 Juni 2007
- Smith, J.E. 1995. **Bioteknologi**. Alih Bahasa : Andry Hartono. Buku Kedokteran. Jakarta
- Spinelli, J. 2007. **Unconventional Feed Ingredients for Fish Feed**. National Marine Fisheries Services. Fisheries Department. Washington
- Subiyakto, A. 2007. **Respon Pertumbuhan Ywana Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*) yang diberi Pakan Buatan Berinokulasi Bacillus dan Single Cell Protein**. Thesis. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Supratno T. 2002. **Manajemen Air Dalam Budidaya Ikan Kerapu Di Tambak**. Makalah Pelatihan Budidaya Air Payau. Badan Diklat Propinsi Jawa Timur. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Pertanian dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Surabaya.
- Surakhmad, W. 1985. **Pengantar Penelitian Ilmiah - Dasar Metode Teknik**. Torsito Press. Bandung. 139 hal
- Suwirya, K., N.A. Giri dan M. Marzuqi. 2001. **Pengaruh n-3 HUFA terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ywana ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis***. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, V:38-46.
- Suwirya K, N.A. Giri, M. Marzuqi and Trijoko, 2004. **Utilisation of Dietary Dextrin by Juvenile Humpback Grouper (*Cromileptes altivelis*)**. Advances in Grouper Aquaculture Edited by M.A. Rimmer, S. McBride and K.C. Williams ACIAR Monograph 110 (printed version published in 2004).98-99pp.
- Svobodova, Z. B. Vyokusova dan J. Machova. 2006. **Intoxications of Fish**. www.fao.org. 20 November 2006

Teles, A.O and Paula Goncalves. 2001. **Partial replacement of fishmeal by brewers yeast (*Saccaromyces cerevisiae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles.** Aquaculture 202.269-278pp.

Teng S.K., T.E. Chua and P.E Lim. 1978. **Preliminary Observation On The Dietary Protein Requirement Of Estuary Grouper, *Epinephelus Salmoides* Maxwell Cultured In Floating Net-Cages.** Aquaculture, 15. 257-271pp

Wantanabe, T. 1988. **Fish Nutrition and Nariculture.** JICA Text Book. Japan

Zonneveld, N.E.A Huisman dan J.H Boon. 1991. **Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan.** PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Bak Penelitian dan Gambar Juvenil Kerapu Pasir

b. Gambar Juvenil Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus corallicola*)



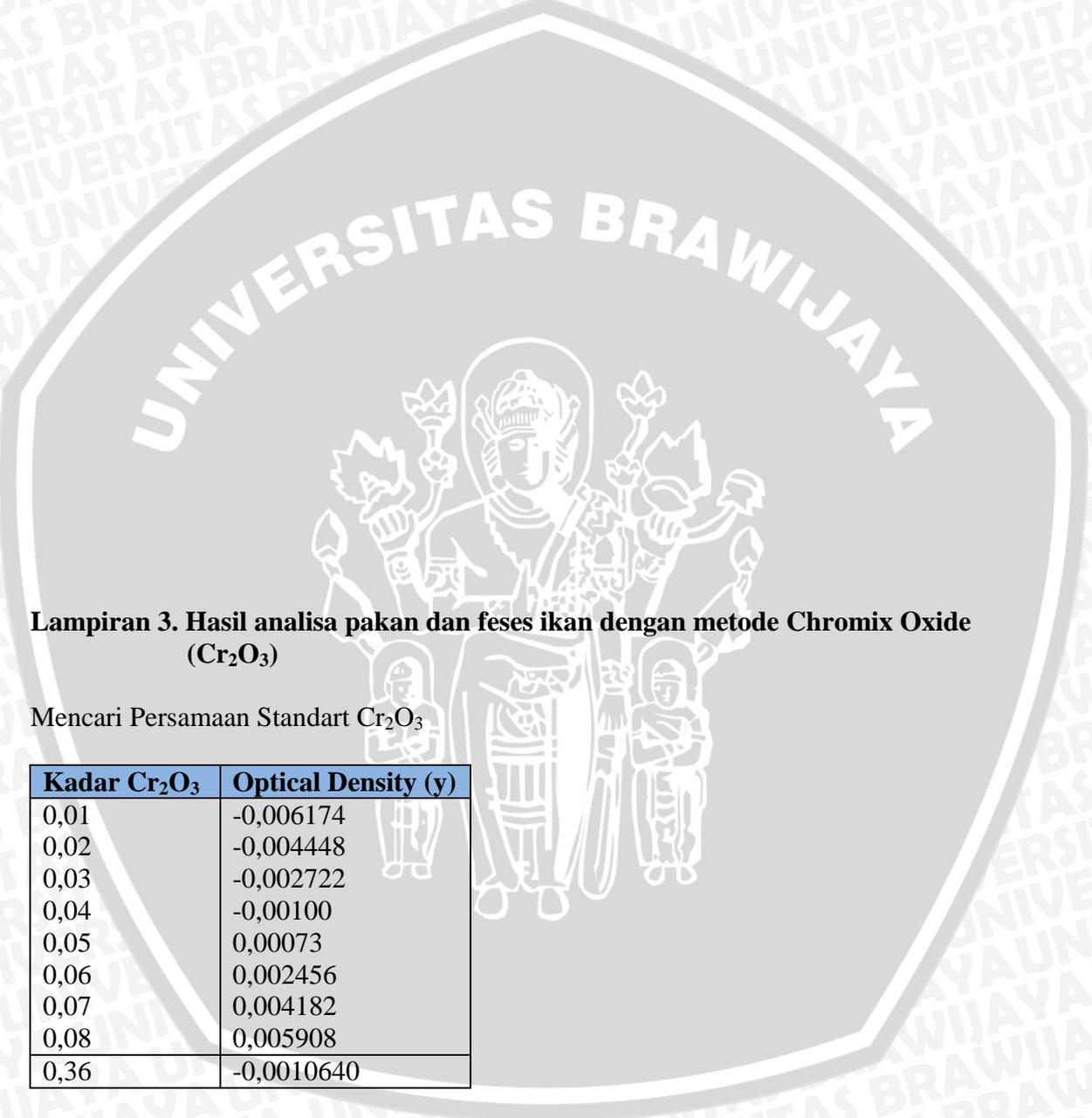
a. Gambar Bak Penelitian



Lampiran 2. Komposisi Kimia Bahan Penyusun Pakan

ANALISA PROKSIMAT PAKAN (%)						
BAHAN DASAR	B.KERING	PROTEIN	LEMAK	SERAT	ABU	BETN
T. Ikan	90	66,18	11,27	0,5	17	5,05
Rebon	78,4	62,55	4,56	3,63	27,4	1,86
Kasein	91	89,36	0,33	0,2	2,2	7,91
T. Cumi	91,37	54,01	12,05	2,3	6,09	25,55
PST	90,6	70,81	5,6	1,3	3,3	18,99

Keterangan: Hasil analisa Proksimat Laboratorium Kimia BBRPBL Gondol 2008



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lampiran 3. Hasil analisa pakan dan feses ikan dengan metode Chromix Oxide (Cr_2O_3)

Mencari Persamaan Standart Cr_2O_3

Kadar Cr_2O_3	Optical Density (y)
0,01	-0,006174
0,02	-0,004448
0,03	-0,002722
0,04	-0,001000
0,05	0,00073
0,06	0,002456
0,07	0,004182
0,08	0,005908
0,36	-0,0010640

$$y = A + Bx^2$$

$$B = \frac{(n \sum xy) - (\sum x \cdot \sum y)}{(n \sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$A = \frac{\sum y - (B \cdot \sum x)}{n}$$

Persamaannya adalah $y = -0,0079 + 0,1726 x$

Persentase Cr_2O_3 dihitung menggunakan rumus $\text{Cr}_2\text{O}_3 (\%) = x \cdot 100 / p$

Keterangan :

y = optical density

x = kadar Cr_2O_3

p = berat sampel (mg)

Contoh perhitungan (%) Cr_2O_3 pada pakan A1

Diketahui : p = 154,8 mg

y = 0,151

Dari persamaan didapatkan nilai $x = 0,9206$

Sehingga persentase Cr_2O_3 adalah : $0,9206 \times 100 / 154,8 = 0,59\%$

Lampiran 3 (lanjutan)

Berdasarkan persamaan dan rumus diatas, maka diperoleh data persentase Cr_2O_3 pada pakan dan feses sebagai berikut :

Perlakuan	Berat Sampel (mg)	Optical Density (y)	Kadar Cr_2O_3 (x)	% Cr_2O_3
Pakan A	154,8	0,151	0,92	0,59
B	155	0,129	0,79	0,51
C	156,9	0,121	0,75	0,48
D	157,7	0,126	0,78	0,49
E	158,9	0,142	0,87	0,55
Feses A1	152	0,833	4,87	3,21
A2	157,9	0,854	4,99	3,16
A3	153	0,848	4,96	3,24
B1	167,9	0,875	5,12	3,05
B2	160,2	0,769	4,50	2,81
B3	159,4	0,736	4,31	2,70
C1	156,2	0,649	3,81	2,44

C2	159,6	0,658	3,86	2,42
C3	163,4	0,664	3,89	2,38
D1	169,9	0,743	4,35	2,56
D2	168,7	0,682	3,40	2,37
D3	168,2	0,707	4,14	2,46
E1	155	0,615	3,61	2,33
E2	151,8	0,617	3,62	2,39
E3	159,3	0,639	3,75	2,35

Keterangan :

Hasil analisa Laboratorium kimia BRPBL Gondol - Bali

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 4. Komposisi Proksimat Pakan dan Feses pada Ikan Kerapu Pasir (*Epinephelus Corallocola*) (*)

PERLAKUAN	BAHAN KERING		PROTEIN		LEMAK		ABU		SERAT		KARBOHIDRAT		ENERGI	
	ULANGAN	PAKAN	FESES	PAKAN	FESES	PAKAN	FESES	PAKAN	FESES	PAKAN	FESES	PAKAN	FESES	PAKAN
A1	91,91	94,74	47,91	16,58	14,02	1,71	12,76	59,00	9,76	9,68	25,31	22,71	419,07	172,55
A2	91,91	94,31	47,91	16,64	14,02	3,84	12,76	58,72	9,76	9,79	25,31	20,80	419,07	184,31
A3	91,91	94,25	47,91	16,82	14,02	2,92	12,76	58,89	9,76	9,81	25,31	21,38	419,07	179,05
jumlah	275,73	283,30	143,72	50,04	42,07	8,47	38,29	176,61	29,28	29,28	75,92	64,89	1257,22	535,90
rata-rata	91,91	94,43	47,91	16,68	14,02	2,82	12,76	58,87	9,76	9,76	25,31	21,63	419,07	178,63
st dev	0,00	0,27	0,00	0,12	0,00	1,07	0,00	0,14	0,00	0,07	0,00	0,98	0,00	5,89
B1	92,11	94,68	48,17	21,27	13,29	4,33	11,90	53,41	8,7	8,72	26,64	20,99	418,85	208,01
B2	92,11	94,46	48,17	21,40	13,29	4,72	11,90	53,86	8,7	8,75	26,64	20,02	418,85	208,15
B3	92,11	95,10	48,17	20,68	13,29	4,81	11,90	54,26	8,7	8,64	26,64	20,25	418,85	206,99
jumlah	276,33	284,24	144,51	63,35	39,87	13,86	35,70	161,53	26,10	26,11	79,93	61,26	1256,54	623,15
rata-rata	92,11	94,75	48,17	21,12	13,29	4,62	11,90	53,84	8,70	8,70	26,64	20,42	418,85	207,72
st dev	0,00	0,33	0,00	0,38	0,00	0,25	0,00	0,42	0,00	0,06	0,00	0,50	0,00	0,63
C1	92,62	94,77	48,09	24,94	13,87	5,23	11,67	49,67	8,99	8,91	26,37	2,15	422,68	227,50
C2	92,62	94,52	48,09	24,94	13,87	5,00	11,67	50,52	8,99	9,04	26,37	19,54	422,68	222,95
C3	92,62	95,07	48,09	25,32	13,87	4,33	11,67	50,02	8,99	8,95	26,37	20,33	422,68	221,61
jumlah	277,86	284,36	144,27	75,20	41,62	14,57	35,01	150,20	26,97	26,90	79,10	60,03	1268,05	672,05
rata-rata	92,62	94,79	48,09	25,07	13,87	4,86	11,67	50,07	8,99	8,97	26,37	20,01	422,68	224,02
st dev	0,00	0,28	0,00	0,22	0,00	0,47	0,00	0,43	0,00	0,07	0,00	0,42	0,00	3,09
D1	92,34	95,05	48,44	29,12	13,68	4,84	10,95	46,15	6,05	6,12	26,93	19,88	424,59	239,58
D2	92,34	94,81	48,44	27,90	13,68	5,08	10,95	44,65	6,05	5,94	26,93	22,37	424,59	246,83
D3	92,34	95,29	48,44	29,58	13,68	5,59	10,95	45,65	6,05	5,89	26,93	19,17	424,59	245,37
jumlah	277,02	285,15	145,32	86,60	41,03	15,52	32,85	136,45	18,15	17,95	80,80	61,43	1273,78	731,78
rata-rata	92,34	95,05	48,44	28,87	13,68	5,17	10,95	45,48	6,05	5,98	26,93	20,48	424,59	243,93
st dev	0,00	0,24	0,00	0,87	0,00	0,38	0,00	0,77	0,00	0,12	0,00	1,68	0,00	3,83
E1	92,10	95,73	48,14	32,52	13,88	5,72	10,64	41,54	6,05	6,56	27,34	20,21	426,82	262,45
E2	92,10	95,18	48,14	32,56	13,88	5,52	10,64	41,96	6,05	6,54	27,34	19,96	426,82	259,73
E3	92,10	94,95	48,14	31,65	13,88	5,16	10,64	41,11	6,05	6,6	27,34	22,09	426,82	261,38
jumlah	276,30	285,86	144,43	96,73	41,63	16,40	31,92	124,61	18,15	19,70	82,02	62,26	426,82	78,56
rata-rata	92,10	95,29	48,14	32,24	13,88	5,47	10,64	41,54	6,05	6,57	27,34	20,75	426,82	26,19
st dev	0,00	0,40	0,00	0,51	0,00	0,29	0,00	0,43	0,00	0,03	0,00	1,16	0,00	1,37

Lampiran 5. Hasil Perhitungan statistik ,ANOVA Daya Cerna Bahan Kering

Data Perhitungan Daya Cerna Bahan Kering

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	80,87	82,74	80,01	80,22	75,60
2	80,70	81,32	79,91	78,77	76,32
3	81,18	80,46	79,49	79,47	76,05
Total	242,76	244,52	239,41	238,46	227,97
Rerata	80,92	81,51	79,80	79,49	75,99

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang Kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	80,92	0,24	0,14	80,31	81,52	80,70	81,18
5	3	81,51	1,15	0,66	78,65	84,36	80,46	82,74
10	3	79,80	0,27	0,16	79,12	80,48	79,49	80,01
15	3	79,49	0,73	0,42	77,67	81,30	78,77	80,22
20	3	75,99	0,36	0,21	75,09	76,89	75,60	76,32
Total	15	79,54	2,06	0,53	78,40	80,68	75,60	82,74

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db1	db2	Sig.*
2,046	4	10	0,163

*: signifikansi $>0,05$ → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA (Analisis Keragaman)

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	Fhit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	55,345	4	13,836	32,68	3,48	5,99	0,00
Acak	4,234	10	0,423				
Total	59,579	14					

Keterangan :

F Hitung > F Tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Sangat Nyata) → Dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Lampiran 5 (lanjutan)

Uji BNT menggunakan Tukey ($\alpha = 0,05$)

Tukey

PST	N	$\alpha = 0,05$		
		a	b	c
20	3	75,99		
15	3		79,49	
10	3		79,80	79,80
0	3		80,92	80,92
5	3			81,51
Sig.		1,00	0,12	0,06

Tabel analisa sidik ragam Regresi

ANOVA

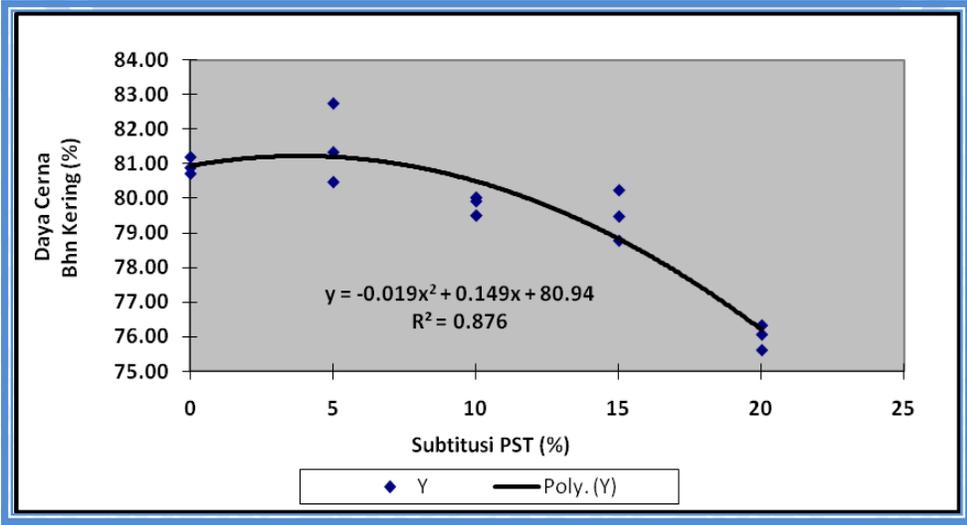
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	52,20	2	26,10	42,44	0,00
Residual	7,38	12	0,62		
Total	59,58	14			

The independent variable is PST.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,936	0,876	0,855	0,784

The independent variable is PST.



Lampiran 6. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Protein

Data Perhitungan Daya Cerna Protein

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	93,58	92,58	89,87	88,45	84,14
2	93,47	91,91	89,79	88,09	84,50
3	93,56	91,87	89,48	87,85	84,73
Total	280,61	276,37	269,14	264,39	253,38
Rerata	93,54	92,12	89,71	88,13	84,46

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	93,54	0,06	0,03	93,39	93,68	93,47	93,58
5	3	92,12	0,40	0,23	91,13	93,11	91,87	92,58
10	3	89,71	0,21	0,12	89,20	90,23	89,48	89,87
15	3	88,13	0,30	1,17	87,38	88,88	87,85	88,45
20	3	84,46	0,29	0,17	83,72	85,20	84,14	84,73
Total	15	89,59	3,30	0,85	87,77	91,42	84,14	93,58

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.*
2,00	4	10	0,17

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA (Analisis Keragaman)

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	151,43	4	37,86	492,15	3,48	5,99	0,00
Acak	0,77	10	0,08				
Total	152,19	14					

Keterangan :

F Hitung > F Tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Sangat Nyata) → Dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Lampiran 6 (lanjutan)

Uji BNT menggunakan Tukey

Tukey

PST	N	$\alpha = .05$				
		a	b	c	d	e
20	3	84,46				
15	3		88,13			
10	3			89,71		
5	3				92,12	
0	3					93,54
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel analisa sidik ragam Regresi

ANOVA

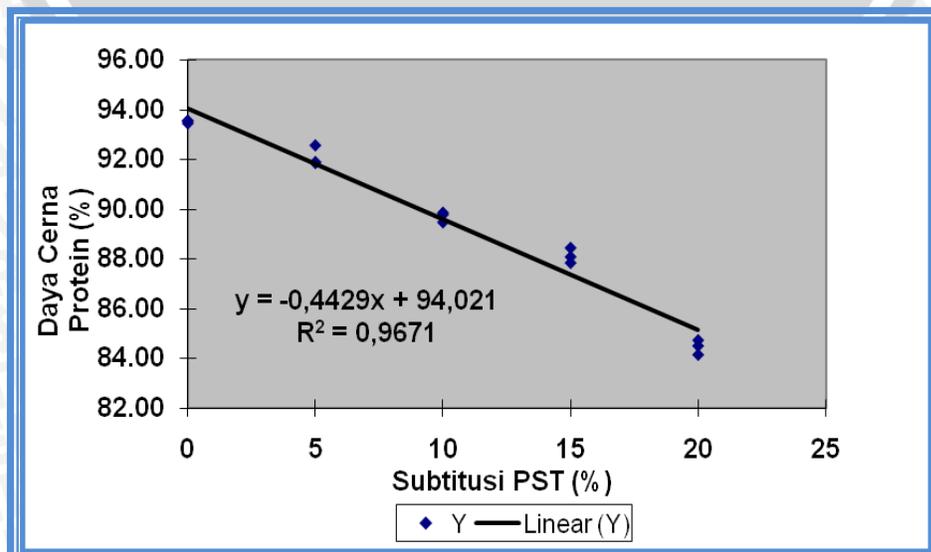
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	147,14	1	147,14	382,37	0,00
Residual	5,00	13	0,39		
Total	152,15	14			

The independent variable is PST.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,98	0,97	0,97	0,62

The independent variable is PST.



Lampiran 7. Hasil Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Lemak

Data perhitungan Daya Cerna Lemak

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	97,74	94,53	92,63	93,20	90,32
2	94,85	93,53	92,90	92,31	90,89
3	96,18	93,16	93,76	91,86	91,36
Total	288,77	281,21	279,29	277,38	272,57
Rerata	96,26	93,74	93,10	92,46	90,86

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	96,26	1,45	0,84	92,66	99,85	94,85	97,74
5	3	93,74	0,70	0,41	91,98	95,50	93,16	94,53
10	3	93,10	0,59	0,34	91,63	94,56	92,63	93,76
15	3	92,46	0,68	0,39	90,76	94,15	91,86	93,20
20	3	90,86	0,52	0,30	89,56	92,15	90,32	91,36
Total	15	93,28	1,97	0,51	92,19	94,37	90,32	97,74

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.*
0,97	4	10	0,47

*: signifikansi $>0,05$ data menyebar normal \rightarrow asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel	Sig.
------------------	----------------	----	----------------	-------	------------	---------	------

						1%	
Perlakuan	46,98	4	11,75	15,99	3,48	5,99	0,00
Acak	7,35	10	0,735				
Total	54,33	14					

Keterangan :

F Hitung > F Tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Sangat Nyata) → Dilanjutkan dengan uji BNT

Lampiran 7 (lanjutan)

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan Tukey ($\alpha = 0,05$)

Tukey

PST	N	$\alpha = 0.05$		
		a	b	c
20	3	90,86		
15	3	92,46	92,46	
10	3	93,10	93,10	
5	3		93,74	
0	3			96,26
Sig.		0,06	0,411	1,00

Tabel analisa sidik ragam Regresi

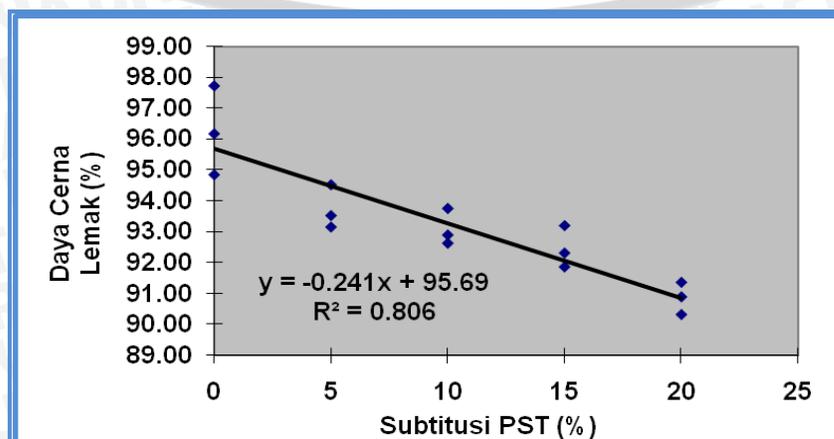
ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Regression	43,79	1	43,79	54,033	0,00
Residual	10,54	13	0,81		
Total	54,33	14			

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,90	0,81	0,79	0,90

The independent variable is PST.



Lampiran 8. Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Abu

Data perhitungan Daya Cerna abu

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	14,22	24,61	16,87	19,01	8,35
2	13,48	17,55	14,77	15,67	9,63
3	15,34	13,70	14,38	17,03	10,26
Total	43,04	55,86	46,02	51,71	28,24
Rerata	14,35	18,62	15,34	17,24	9,41

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig. *
3,65	4	10	0,04

*: signifikansi $<0,05$ → data tidak menyebar normal → untuk dapat menghitung ANOVA maka data dinormalkan terlebih dahulu dengan menggunakan Logaritma (Log) berikut ini :

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang Kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	1,15	0,03	0,02	1,09	1,23	1,13	1,19
5	3	1,25	0,13	0,07	0,94	1,57	1,14	1,39
10	3	1,18	0,04	0,02	1,09	1,28	1,16	1,23
15	3	1,24	0,04	0,02	1,13	1,34	1,20	1,28
20	3	0,97	0,05	0,03	0,86	1,09	0,92	1,01
Total	15	1,16	0,12	0,03	1,10	1,23	0,92	1,39

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.*
2,06	4	10	0,16

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

Lampiran 8 (lanjutan)

ANOVA

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,15	4	0,04	8,564	3,48	5,99	0,003
Acak	0,05	10	0,01				
Total	0,20	14					

Keterangan :

F Hitung > F Tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Sangat Nyata) → dilanjutkan dengan uji BNT (beda nyata terkecil)

Uji BNT menggunakan tukey ($\alpha = 0,05$)

Tukey

PST	N	$\alpha = 0,05$	
		a	B
20	3	0,97	
0	3		1,16
10	3		1,18
15	3		1,24
5	3		1,26
Sig.		1,00	0,40

Tabel analisa sidik ragam Regresi

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--	----------------	----	-------------	---	------

Regression	115.521	2	57.760	6.408	.013
Residual	108.172	12	9.014		
Total	223.693	14			

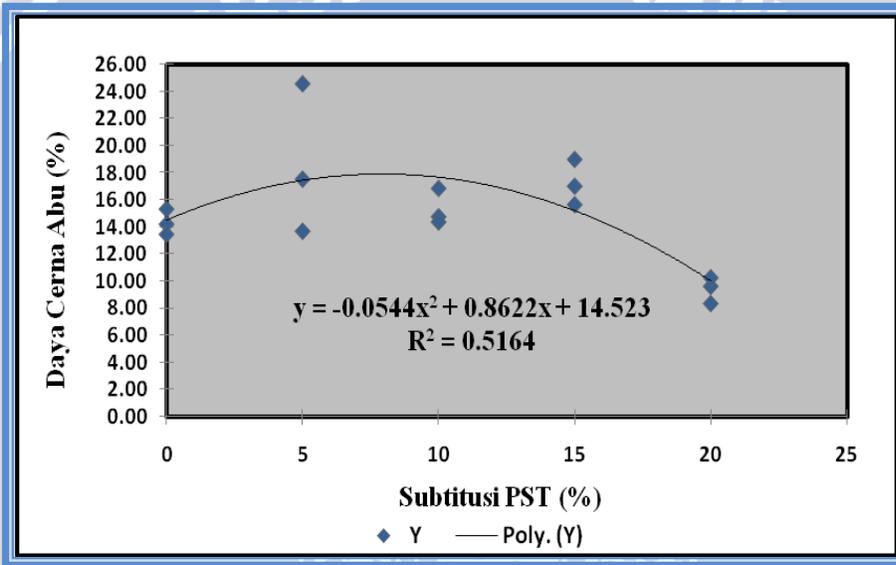
The independent variable is PST.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,72	0,52	0,44	3,00

The independent variable is PST.

Lampiran 8 (lanjutan)



Lampiran 9. Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Karbohidrat

Data perhitungan Daya cerna Karbohidrat

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	83,35	86,77	85,07	85,82	82,64
2	84,54	86,31	85,41	82,82	83,27
3	84,50	85,61	84,59	85,83	81,23
Total	252,39	258,70	255,07	254,47	247,15
Rerata	84,13	86,23	85,02	84,82	82,38

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.*
3,58	4	10	0,046

*: signifikansi $<0,05$ → data tidak menyebar normal → untuk dapat menghitung ANOVA maka data dinormalkan terlebih dahulu dengan menggunakan Akar kuadrat berikut ini :

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang Kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	9,17	0,03	0,02	9,09	9,26	9,13	9,19
5	3	9,29	0,04	0,02	9,20	9,38	9,25	9,32
10	3	9,22	0,02	0,01	9,17	9,29	9,20	9,24
15	3	9,21	0,09	0,05	8,98	9,44	9,10	9,26
20	3	9,08	0,06	0,04	8,92	9,23	9,01	9,13
Total	15	9,19	0,09	0,02	9,14	9,24	9,01	9,32

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.*
3,292	4	10	0,058

*: signifikansi $>0,05$ → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

Lampiran 9 (lanjutan)

ANOVA

Sumber keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,07	4	0,02	5,90	3,48	5,99	0,01
Acak	0,03	10	0,01				
Total	0,101	14					

Keterangan :

F tabel ($\alpha = 0,05$) < F hitung < F tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Nyata) → dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Uji BNT menggunakan Tukey ($\alpha = 0,05$)

Tukey

PST	N	$\alpha = 0,05$	
		a	b
20	3	9,08	
0	3	9,17	9,17
15	3	9,21	9,21
10	3	9,22	9,22
5	3		9,29
Sig.		0,058	0,14

Tabel analisa sidik ragam Regresi

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	21,19	2	10,60	9,85	0,003
Residual	12,92	12	1,08		
Total	34,11	14			

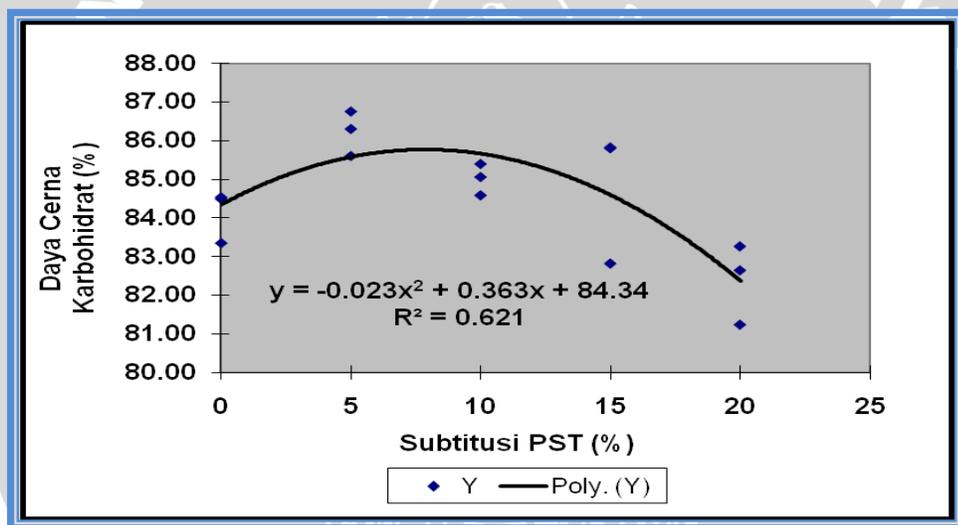
The independent variable is PST.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,79	0,62	0,56	1,04

The independent variable is PST.

Lampiran 9 (lanjutan)



Lampiran 10. Perhitungan statistik ANOVA daya cerna Energi

ULANGAN	PERLAKUAN				
	0%	5%	10%	15%	20%
1	93,65	92,52	90,38	89,74	86,19
2	92,95	91,87	90,54	88,61	86,67
3	93,39	91,59	90,48	89,02	86,46
Total	279,99	275,98	271,40	267,37	259,31
Rerata	93,33	91,99	90,47	89,12	86,44

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang Kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	93,33	0,35	0,20	92,45	94,21	92,95	93,65
5	3	91,99	0,48	0,28	90,81	93,18	91,59	92,52
10	3	90,47	0,08	0,05	90,27	90,67	90,38	90,54
15	3	89,12	0,57	0,33	87,70	90,54	88,61	89,74
20	3	86,44	0,24	0,14	85,84	87,04	86,19	86,67
Total	15	90,27	2,49	0,64	88,89	91,65	86,19	93,65

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig. *
1,84	4	10	0,198

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	85,07	4	21,27	142,83*	3,48	5,99	0,00
Acak	1,49	10	.049				
Total	86,56	14					

Keterangan :

F hitung > F tabel ($\alpha = 0,01$) H_1 diterima (Berbeda Sangat Nyata) → dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil)

Lampiran 10 (lanjutan)

Uji BNT menggunakan Tukey ($\alpha = 0,05$)

PST	N	$\alpha = 0,05$				
		a	B	c	d	e
20	3	86,44				
15	3		89,12			
10	3			90,47		
5	3				91,99	
0	3					93,33
Sig.		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabel analisa sidik ragam Regresi

ANOVA

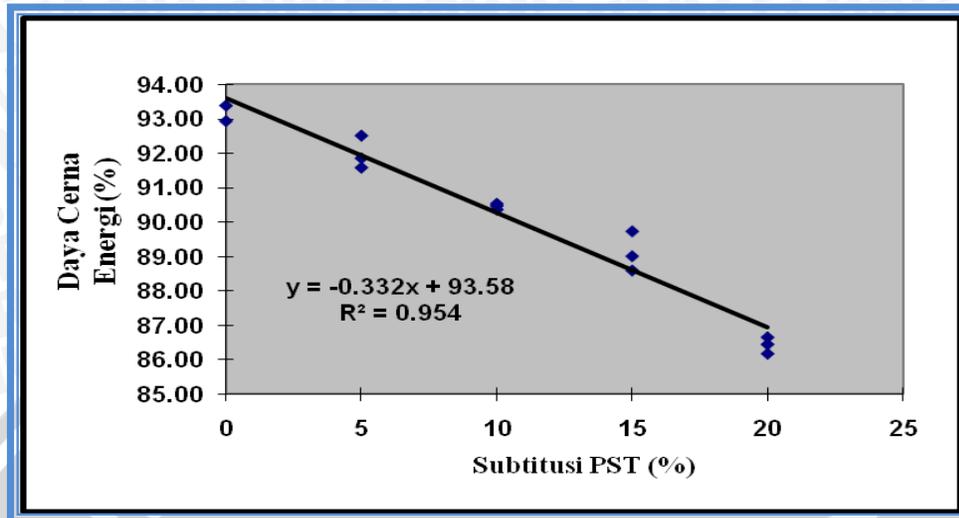
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	83,17	1	83,17	31,93	0,00
Residual	3,39	13	0,261		
Total	86,56	14			

The independent variable is PST.

Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0,98	0,96	0,96	0,51

The independent variable is PST.



Lampiran 11. Data Pengukuran Kualitas Air

a. Suhu

Data hasil pengukuran Suhu (°C)

Pengamatan	Ulangan	0%	5%	10%	15%	20%
Minggu 1	1	30,1	30,0	30,0	30,1	30,1
	2	30,0	30,1	30,1	30,0	30,1
	3	30,0	30,0	30,1	30,1	30,1
Minggu 2	1	30,1	30,1	30,1	30,2	30,1
	2	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
	3	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
	total	180,4	180,4	180,5	180,6	180,6
	rerata	30,1	30,1	30,1	30,1	30,1
	St. deviasi	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0

b. Oksigen terlarut (DO)

Data hasil pengukuran DO (ppm)

Pengamatan	Ulangan	0%	5%	10%	15%	20%
Minggu 1	1	4,34	4,38	4,44	4,58	4,71
	2	4,85	4,44	4,38	4,38	4,85

	3	4,21	4,80	4,40	4,42	4,50
Minggu 2	1	4,45	5,03	4,13	4,87	4,11
	2	4,13	4,13	4,72	4,96	4,77
	3	4,32	4,58	4,81	4,52	4,58
	total	26,30	27,36	26,88	27,73	27,52
	rerata	4,38	4,56	4,48	4,62	4,59
	st deviasi	0,25	0,32	0,25	0,24	0,27

Lampiran 11 (lanjutan)

c. pH

Data hasil pengukuran pH

pengamatan	ulangan	0%	5%	10%	15%	20%
Minggu 1	1	8,01	7,98	7,96	8,01	8,01
	2	7,99	7,99	8,02	8,01	8,01
	3	8,00	8,00	7,99	8,02	8,02
	total	24,00	23,97	23,97	24,04	24,04
	rerata	8,00	7,99	7,99	8,01	8,01
	st deviasi	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01

d. Salinitas

Data hasil pengukuran Salinitas (ppt)

pengamatan	ulangan	0%	5%	10%	15%	20%
Minggu 1	1	35	35	35	35	35
	2	35	34	35	35	34
	3	34	34	34	35	35
Minggu 2	1	34	34	35	34	34

	2	34	34	35	34	34
	3	34	34	34	35	34
	total	206	205	208	208	206
	rerata	34.33	34.17	34.667	34.667	34.33
	St. deviasi	0.516	0.408	0.516	0.516	0.52

e. Ammonia

Data hasil pengukuran Amonia (ppm)

Pengamatan	Ulangan	0%	5%	10%	15%	20%
Minggu 1	1	0,026	0,023	0,025	0,017	0,019
	2	0,025	0,023	0,015	0,019	0,017
	3	0,028	0,024	0,025	0,021	0,023
	total	0,078	0,069	0,066	0,057	0,059
	rerata	0,026	0,023	0,022	0,019	0,020
	St. deviasi	0,002	0,001	0,006	0,002	0,003

Lampiran 12. Hasil Perhitungan ANOVA Kualitas Air

a. Perhitungan sidik ragam suhu ($^{\circ}\text{C}$)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
0%	30,10	30,05	30,05	90,20	30,07
5%	30,05	30,10	30,05	90,20	30,07
10%	30,05	30,10	30,10	90,25	30,08
15%	30,15	30,05	30,1	90,30	30,10
20%	30,10	30,10	30,10	90,30	30,10

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	30,07	0,03	0,02	29,99	30,14	30,05	30,10
5	3	30,07	0,03	0,02	29,99	30,14	30,05	30,10
10	3	30,08	0,03	0,02	30,01	30,16	30,05	30,10
15	3	30,10	0,05	0,03	29,98	30,22	30,05	30,15
20	3	30,10	0,00	0,00	30,10	30,10	30,10	30,10
Total	15	30,08	0,03	0,01	30,07	30,10	30,05	30,15

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.
2,00	4	10	0,17*

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Db	Kuadrat Tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,003	4	0,001	0,833 ^{ns}	3,48	5,99	0,534
Acak	0,01	10	0,001				
Total	0,01	14					

Keterangan :

F hitung < F tabel ($\alpha = 0,05$) H_0 diterima (Tidak Berbeda Nyata)

Lampiran 12 (lanjutan)

b. Perhitungan sidik ragam DO (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
0%	4,20	4,49	4,27	12,96	4,32
5%	4,72	4,29	4,69	13,7	4,57
10%	4,29	4,55	4,61	13,45	4,48
15%	4,73	4,67	4,47	13,87	4,62
20%	4,41	4,81	4,54	13,76	4,59

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	4,32	0,15	0,09	3,95	4,70	4,20	4,49
5	3	4,57	0,24	0,14	3,97	5,16	4,29	4,72
10	3	4,48	0,17	0,10	4,06	4,91	4,29	4,61
15	3	4,62	0,14	0,08	4,29	4,96	4,47	4,73
20	3	4,59	0,20	0,12	4,08	5,09	4,41	4,81

Total	15	4,52	0,19	0,05	4,41	4,62	4,20	4,81
-------	----	------	------	------	------	------	------	------

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.
0,62	4	10	0,658

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	Db	Kuadrat tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,18	4	0,04	1,30 ^{ns}	3,48	5,99	0,336
Acak	0,34	10	0,03				
Total	0,52	14					

Keterangan :

F hitung < F tabel ($\alpha = 0,05$) H_0 diterima (Tidak Berbeda Nyata)

Lampiran 12 (lanjutan)

c. Perhitungan sidik ragam pH

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
0%	8,01	7,99	8,00	24,00	8,00
5%	7,98	7,99	8,00	23,97	7,99
10%	7,96	8,02	7,99	23,97	7,99
15%	8,01	8,01	8,02	24,04	8,01
20%	8,01	8,01	8,02	24,04	8,01

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	8,00	0,01	0,005	7,98	8,02	7,99	8,01
5	3	7,99	0,01	0,006	7,97	8,01	7,98	8,00
10	3	7,99	0,03	.0,173	7,91	8,06	7,96	8,02
15	3	8,01	0,01	0,003	80,00	8,02	8,01	8,02
20	3	8,01	0,01	0,003	80,00	8,02	8,01	8,02

Total	15	8,00	0,02	0,003	80,00	8,01	7,96	8,02
-------	----	------	------	-------	-------	------	------	------

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.
1,72	4	10	0,22

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	db	Kuadrat tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,002	4	0,00	1,757 ^{ns}	3,48	5,99	0,214
Acak	0,002	10	0,00				
Total	0,004	14					

Keterangan :

F hitung < F tabel ($\alpha = 0,05$) H_0 diterima (Tidak Berbeda Nyata)

Lampiran 12 (lanjutan)

d. Perhitungan sidik ragam salinitas (ppt)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
0%	34,5	34,5	34	103	34,33
5%	34,5	34	34	102,5	34,17
10%	35	35	34	104	34,67
15%	34,5	34,5	35	104	34,67
20%	34,5	34	34,5	103	34,33

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	34,33	0,29	0,17	33,61	35,05	34,00	34,50
5	3	34,17	0,29	0,17	33,45	34,88	34,00	34,50
10	3	34,67	0,58	0,33	33,23	36,10	34,00	35,00
15	3	34,67	0,29	0,17	33,95	35,38	34,50	35,00
20	3	34,33	0,29	0,17	33,61	35,05	34,00	34,50
Total	15	34,43	0,37	0,09	34,23	34,64	34,00	35,00

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.
2,00	4	10	0,17

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	db	Kuadrat tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,60	4	0,15	1,125 ^{ns}	3,48	5,99	0,398
Acak	1,33	10	0,13				
Total	1,93	14					

Keterangan :

F hitung < F tabel ($\alpha = 0,05$) H_0 diterima (Tidak Berbeda Nyata)

Lampiran 12 (lanjutan)

e. Perhitungan sidik ragam amonia (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	I	II	III		
0%	0,0256	0,0245	0,0277	0,0778	0,026
5%	0,023	0,0225	0,0236	0,0691	0,023
10%	0,0254	0,0151	0,0254	0,0659	0,022
15%	0,0174	0,0185	0,0212	0,0571	0,019
20%	0,0196	0,0166	0,0233	0,0595	0,020

Deskriptif

PST	N	Rata-rata	Std. Deviasi	Std. Error	Selang kepercayaan 95%		Minimum	Maksimum
					Tepi bawah	Tepi atas		
0	3	0,025	0,0016	0,0009	0,0219	0,030	0,02	0,03
5	3	0,023	0,0005	0,0003	0,0217	0,0244	0,02	0,02
10	3	0,022	0,0059	0,0034	0,0072	0,0367	0,02	0,03
15	3	0,019	0,0019	0,0011	0,0142	0,0239	0,02	0,02

20	3	0,019	0,0034	0,0019	0,0115	0,0282	0,02	0,02
Total	15	0,022	0,0037	0,0009	0,0199	0,0240	0,02	0,03

Uji Kenormalan Data

Levene Statistic	db 1	db 2	Sig.
4,555	4	10	0,024

*: signifikansi >0,05 → data menyebar normal → asumsi ANOVA terpenuhi

ANOVA

Sumber keragaman	Jumlah kuadrat	db	Kuadrat tengah	F hit	F tabel 5%	F tabel 1%	Sig.
Perlakuan	0,00	4	0,00	2,109 ^{ns}	3,48	5,99	0,39
Acak	0,00	10	0,00				
Total	0,00	14					

Keterangan :

F hitung < F tabel (α = 0,05) H₀ diterima (Tidak Berbeda Nyata)

Lampiran 13. Gambar Protein Sel Tunggal (PST) dan Skema Pembuatan Protein

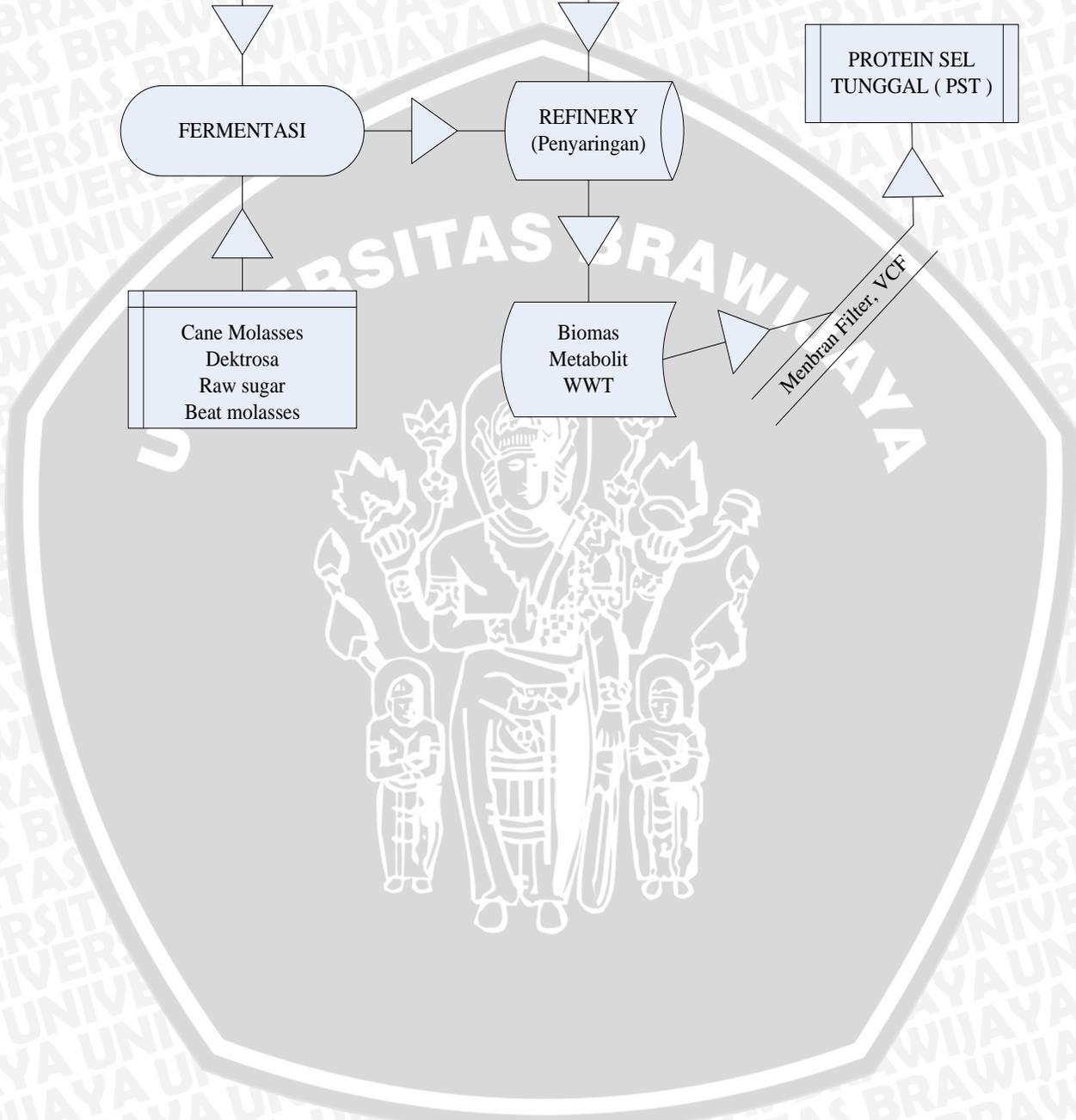
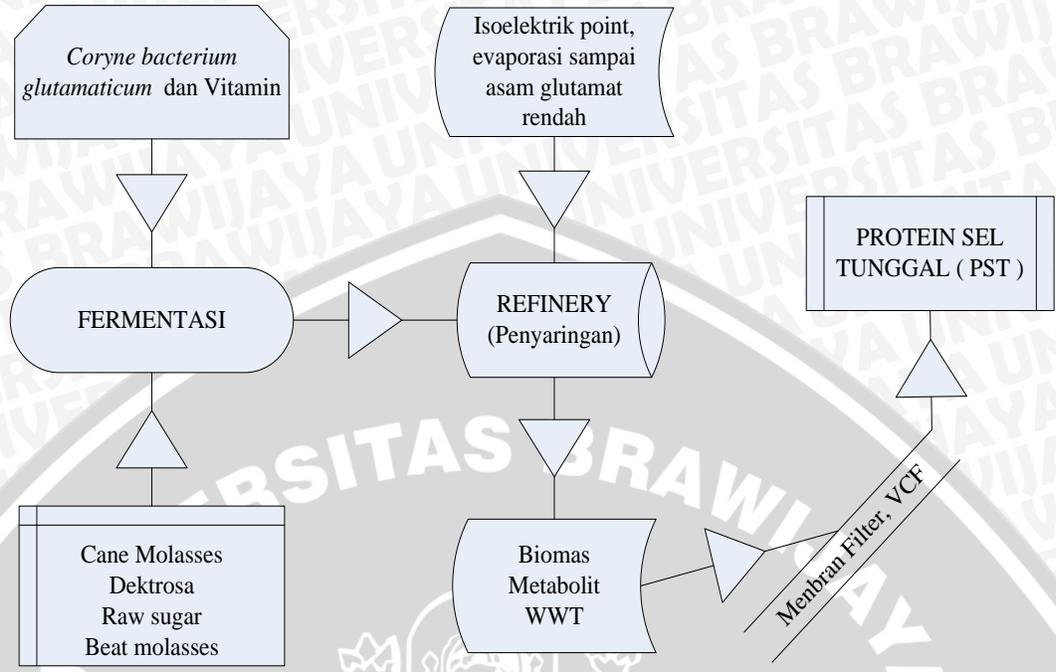
Sel Tunggal dari *Coryne bacterium glutamaticum*

a. Gambar Protein Sel Tunggal (PST)



b. Skema Pembuatan Protein Sel Tunggal dari *Coryne bacterium*

glutamaticum



Lampiran 14. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Air (Metode Pemanasan Oven)

Panaskan cawan porselin kosong pada tanur pengabuan pada suhu 600⁰C selama 2 jam



Turunkan suhu tanur hingga 110⁰C, angkat dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu timbang (A)



Timbang sampel (B) sebanyak 2 gr dan masukkan dalam cawan porselin



Panaskan cawan porselin yang berisi sampel dalam oven pengering pada suhu 110⁰C selama 2 jam



Angkat dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit dan timbang (C). Ulangi perlakuan C hingga bobot konstan



$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(A+B)-C}{B} \times 100\%$$

Lampiran 15. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Protein

Timbang 0,3 gram sampel kering (A) dan masukkan dalam tabung destruksi



Tambahkan 1,5 gram katalisator, 1 ml H₂SO₄ pekat



Panaskan secara perlahan hingga suhu 425⁰C pada unit alat destruksi dalam ruang asam hingga cairan jernih, kemudian didinginkan



Tambahkan 25 ml aquades secara perlahan dan pasang tabung destruksi pada alat destilasi. Tambah 50 ml NaOH 40% secara otomatis



Lakukan destilasi selama 4 menit hingga diperoleh destilasi ± 125 ml yang ditampung dalam labu Erlenmeyer yang telah diisi 25 ml asam borax 4%



Titrasasi destilat dengan larutan HCl 0,2 N hingga warna berubah dari hijau hingga orange kemerahan



**Kadar Protein (%) = $14,01 \times 0,2 \times 6,25 \times 100 \times \text{titrasi (A-blanko)}$
mg A**

**Lampiran 16. Prosedur Analisa Proksimat Penentuan Kadar Lemak
(Cloroform/Methanol)**

Timbang 0,3 gram sampel kering (A) dan masukkan dalam cawan stainless lalu tambahkan air 0,6 ml aduk secara manual hingga merata

Tambahkan 10 ml Methanol dan 20 ml Chloroform kemudian aduk 5 menit dan tambahkan lagi 10 ml Methanol aduk lagi hingga merata

Saring dengan kertas saring top filter paper dan ditampung dalam labu pemisah

Ditambahkan 7,5 ml larutan NaCl 0,9% dan kocok hingga homogen, lalu diamkan semalam hingga lemak dan air terpisah

Pindahkan lapisan bawah (lemak) dan tampung dalam botol evaporator, uapkan pelarut dengan unit alat evaporator

Pindahkan lemak ke dalam botol yang telah diketahui bobotnya (B) dan keringkan dengan oven pengering pada suhu 40⁰C

Angkat dan masukkan dalam desikator, tunggu selama 30 menit dan timbang (C)

Lampiran 17. Prosedur $\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{(C-B)}{A} \times 100\%$

Panaskan cawan porselin kosong dalam tanur pengabuan pada suhu 600°C selama 2 jam

Turunkan suhu tanur hingga 110°C , angkat dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit lalu timbang (A)

Timbang sampel (B) sebanyak 2 gram dan masukkan dalam cawan porselin

Abukan cawan porselin berisi sampel dalam tanur pengabuan pada suhu 600°C selama 3 jam

Turunkan suhu tanur hingga 110°C angkat sampel dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit, lalu timbang (C)

$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{(C-A)}{B} \times 100\%$

Lampiran 18. Prosedur Analisa Proksimat Serat Kasar

Dipanaskan kertas Whatman No.40 (diameter 12,5 cm) dalam oven dengan suhu 110°C selama 1jam

Angkat dan dinginkan dalam desikator selama 30 menit dan timbang (A)

Ditimbang sampel sebanyak 2 gr (B) dan diekstrak lemaknya

Bahan dipindahkan dalam beaker glass 600 ml, ditambahkan H₂SO₄ 1,25% dan ditutup dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit dengan digestor pendingin balik

Disaring suspensi yang diperoleh dengan kertas Whatman No.42 (diameter 1,25 cm) dan residu yang tertinggal dicuci dengan aquades mendidih sampai netral

Dipindahkan residu kedalam beker glass volume 600ml dengan larutan NaOH 1,25% mendidih hingga volume 200ml, dididihkan selama 30menit dengan degistor pendingin balik

Disaring filtrat dengan kertas saring (A), dibilas dengan aquades panas hingga netral

lampiran 18 (lanjutan)

Dicuci dengan larutan K_2SO_4 10% 50ml, dibilas lagi dengan aquades mendidih hingga netral dan disiram alkohol 95% \pm 15ml



Dikeringkan kertas saring berisi residu (serat) dalam oven dengan suhu $110^{\circ}C$ selama 2jam, diangkat dan didinginkan dalam desikator selama 30menit lalu timbang



$$\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{C-A}{B} \times 100\%$$



Lampiran 19. Penentuan Pengujian Daya Cerna

Ditimbang sampel pakan/feses $\pm 0,15$ g, kemudian masukkan dalam tabung Kjedahl

Ditambahkan asam nitrat pekat sebanyak 5 ml

Tabung dipanaskan diatas hotplate dan dibiarkan hingga adanya endapan putih

Didinginkan, setelah itu ditambahkan 3 ml asam perklorat

Dipanaskan kembali, hingga warna hijau berubah menjadi kuning, orange atau merah

Ditambahkan 100 ml aquadest dan dibiarkan dingin

Nilai optical density dari sampel dimasukkan ke dalam persamaan garis kurva standar sehingga kadar Cr_2O_3 sampel akan diketahui



Spektrofotometer dikalibrasi pada gelombang 350 μm dengan aquadest, larutan dimasukkan kuvet dan dibaca optical densitynya

