

**PENGARUH PEMANFAATAN TEPUNG SILASE LIMBAH KEPALA UDANG
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP RETENSI PROTEIN DAN RETENSI
LEMAK PADA BENIH IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Oleh :
USWATUN NURHASANAH
NIM. 125080500111008**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

**PENGARUH PEMANFAATAN TEPUNG SILASE LIMBAH KEPALA UDANG
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP RETENSI PROTEIN DAN RETENSI
LEMAK PADA BENIH IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

**Oleh :
USWATUN NURHASANAH
NIM. 125080500111008**



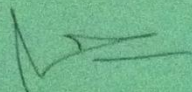
**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2016**

PENGARUH PEMANFAATAN TEPUNG SILASE LIMBAH KEPALA UDANG
DALAM FORMULASI PAKAN TERHADAP RETENSI PROTEIN DAN RETENSI
LEMAK PADA BENIH IKAN BAWAL AIR TAWAR (*Colossoma macropomum*)

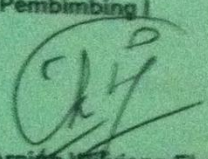
Oleh :
USWATUN NURHASANAH
NIM. 125080500111008

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 21 Juli 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Tanggal : _____

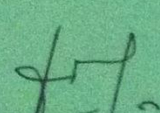
Menyetujui,
Dosen Penguji I


(Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS)
NIP.19600425 198503 1 002
Tanggal : 29 JUL 2016

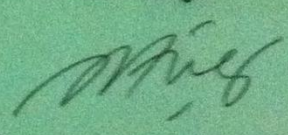
Dosen Pembimbing I


(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 29 JUL 2016

Dosen Penguji II


(Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, MSc)
NIP.19610310 198703 1 002
Tanggal : 29 JUL 2016

Dosen Pembimbing II


(Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Agric)
NIP. 19750604 199903 2 002
Tanggal : 29 JUL 2016



Mengetahui,
Ketua Jurusan
(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 29 JUL 2016

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, Juli 2016

Mahasiswa,



(Uswatun Nurhasanah)



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Sujud dan terima kasih yang dalam dan sebesar-besarnya penulis persembahkan kepada Orangtua Tercinta: Papa Budi Utomo dan Mama Siti Jami'atul Khasanah (almh).
3. Kakak-kakakku Tersayang: Mb Zahrotun Nurjanah, Mb Nurul Fadhilah Isnaini, Mb Nafisah Nur'aini serta Adikku Rasyid Bait Nugroho yang telah memberi motivasi, doa dan dukungan materiil selama ini. Tak lupa terima kasih banyak dan salam hormat buat Ibuku Lilik Tri Sayekti.
4. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S selaku Ketua Jurusan MSP dan selaku Dosen Pembimbing 1.
5. Ibu Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Bapak Dr. Ir.M. Fadjar, M.Sc selaku Ketua Program Studi BP.
7. Bapak Dr. Ir Maheno Sri Widodo, MS selaku Dosen Penguji 1 dan Ibu Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, MSc selaku Dosen Penguji 2.
8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.
9. Ibu Bapak Guru TK ABA Bedilan, SDN Sidogede, SMP N 2 Belitang dan MAN Gumawang OKU Timur Sumatera-Selatan.
10. Keluarga Besar Klaten dan Jogja yang telah memberi dukungan motivasi dan materiil.
11. Tim Silager : Trino Farida, Muhamad Syamsudin, Dworo Gogro Karuna Gusti, Fajar Rijal Ummami, Mohamad Dwi Arifanto.

12. Teman-Teman Seperjuangan: Dico, Laksmana, Sholihin, Rusmawanto, Endar, Dini, Sarifa, Zahrotul, Itis, Finsa, Mirza, Nurul Mustaqim, Ervi, Tim Pakan Maggot dan Tim Enzim atas bantuannya sehingga dapat tersusun skripsi ini.
13. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada teman-teman Aquasean tercinta atas semangat dan dukungan yang telah diberikan.
14. Laboran LBP (Mbak Rozika Hawa), Laboran PHP (Mbak Reni), Laboran Reproduksi Ikan (Pak Yitmono dan Pak Zainudin) dan Laboran Nutrisi (Bu Erma).
15. Teman-teman kos "Bunga": Khurotu A'yunin, Neng Lala Latifah, Ani Minarni dan Vindy Rahmatika. Terima kasih telah menjadi *the first friends* penulis di malang.
16. Kakak-Kakak S2 tim pakan 2016 (Mas Mono, Mas Ikhwan, Mas Damang dan Pak Yudho) yang telah banyak membantu tim silager selama penelitian
17. Teman-teman kelompok 18: Ananda, Ersya, Xenia, Endang, Aga, Ophi, Riana, Ilma, Rifaldi, Munir, Aji, dll. Terima kasih menjadi sahabat penulis selama ini. Serta sahabat pena "Anggi Ika Satri" terima kasih selalu memberikan penulis semangat dan cerita-cerita yang penuh motivasi.
18. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Malang, Juli 2016

(Penulis)

RINGKASAN

USWATUN NURHASANAH. Skripsi tentang Pengaruh Pemanfaatan Tepung Silase Limbah Kepala Udang dalam Formulasi Pakan terhadap Retensi Protein dan Retensi Lemak pada Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS** dan **Dr. Ating Yuniarti, S.Pi, M.Aqua**)

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah salah satu ikan ekonomis penting. Salah satu permasalahan budidayanya adalah pakan. Limbah kepala udang merupakan salah satu bahan pakan alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan karena kandungan protein yang cukup tinggi, namun limbah kepala udang memiliki faktor pembatas yaitu khitin. Peningkatan mutu limbah kepala udang dapat dilakukan dengan mengubahnya menjadi silase. Pemanfaatan silase limbah kepala udang untuk ikan bawal air tawar belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan silase limbah kepala udang sebagai bahan baku pakan.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) serta untuk mengetahui jumlah pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan yang baik terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen RAL dengan 5 perlakuan dengan substitusi protein tepung ikan terhadap protein tepung silase limbah kepala udang 0 – 100% (isoprotein 33% dan isoenergi 385 Kkal/100g) dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali dalam formulasi pakan yang digunakan yakni 0%, 25%, 50%, 75% dan 100 %. Parameter utama adalah retensi protein dan retensi lemak, sedangkan parameter penunjang adalah pertumbuhan dan kualitas air.

Hasil retensi protein pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan hasil terbaik adalah perlakuan D sebesar $21,66 \pm 2,56\%$, dan hasil terendah adalah perlakuan C sebesar $11,64 \pm 0,99$. Penyebab tingginya retensi protein pada perlakuan D dikarenakan terjadi sintesis protein yang cukup tinggi terlihat dari penambahan bobot yang juga tergolong tinggi dibanding perlakuan yang lain. Retensi lemak dengan perlakuan terbaik adalah perlakuan E sebesar $23,74 \pm 2,03\%$, dan hasil terendah adalah perlakuan C dengan nilai $11,12 \pm 0,91\%$. Tingginya retensi lemak pada perlakuan E disebabkan tingginya lemak yang dikonsumsi ikan tidak digunakan sebagai sumber energi secara optimal akan tetapi disimpan banyak dalam tubuh. Lemak tidak dimanfaatkan sebagai energi karena ikan cenderung memanfaatkan protein sebagai sumber energinya. Kualitas air tiap perlakuan tidak berbeda nyata dan masih dalam kisaran ideal untuk kehidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

Berdasarkan nilai di atas substitusi protein tepung ikan terhadap protein tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan dengan persentase berbeda memberikan pengaruh terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Substitusi protein tepung ikan menggunakan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan yang terbaik adalah 75% terhadap retensi protein, karena berdasarkan nilai SGR perlakuan terbaik adalah substitusi 75%. Diharapkan dengan diketahui substitusi protein tepung tersebut dalam formulasi pakan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dan pembudidaya.

KATA PENGANTAR

Penulis menyajikan laporan penelitian yang berjudul “Pengaruh Pemanfaatan Tepung Silase Limbah Kepala Udang dalam Formulasi Pakan terhadap Retensi Protein dan Retensi Lemak pada Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya. Di bawah bimbingan:

1. Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
2. Dr. Ating Yuniarti, S. Pi, M. Aqua

Pemanfaatan silase limbah kepala udang sebagai bahan baku pakan alternatif dalam formulasi pakan pada benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) dengan substitusi terbaik protein tepung silase kepala udang terhadap protein tepung ikan pada perlakuan 75%. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dijadikan informasi bagi pembudidaya dan masyarakat umum, khususnya budidaya Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*).

Malang, Juli 2016

Penulis

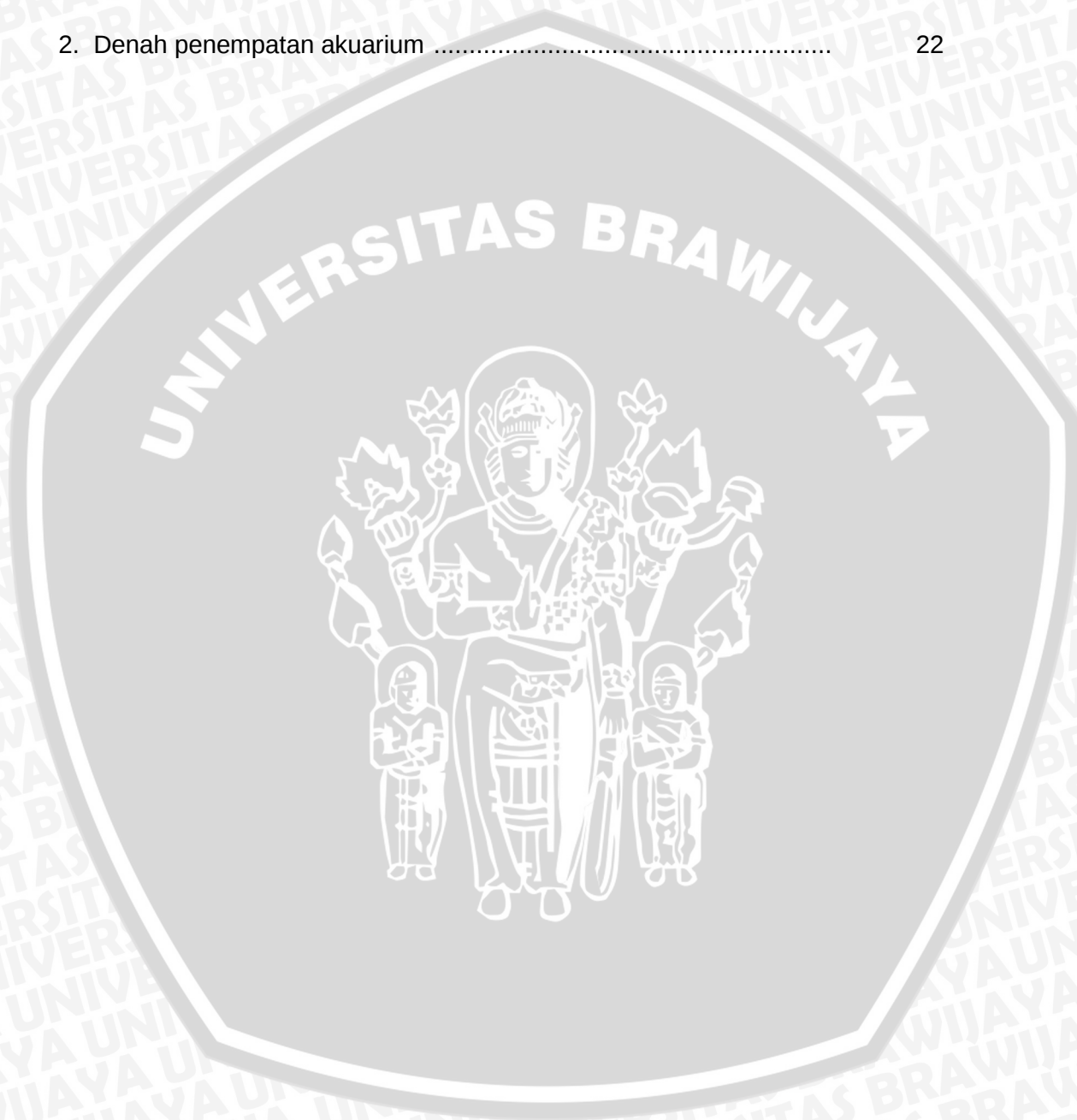
DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
RINGKASAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Biologi Ikan Bawal Air Tawar (<i>C. macropomum</i>).....	6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi.....	6
2.1.2 Habitat dan Penyebaran.....	7
2.1.3 Kebiasaan Makan.....	8
2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Bawal Air Tawar (<i>C. macropomum</i>).....	8
2.2.1 Protein.....	8
2.2.2 Lemak.....	9
2.2.3 Karbohidrat.....	9
2.2.4 Vitamin.....	10
2.2.5 Mineral.....	11
2.3 Silase.....	11
2.4 Bahan Penyusun Formula Pakan.....	13
2.4.1 Tepung Ikan.....	13
2.4.2 Tepung Silase Limbah Kepala Udang.....	13
2.4.3 Tepung Kedelai.....	14
2.4.4 Meat Bone Meal.....	14
2.4.5 Tepung Dedak.....	15
2.4.6 Tepung Terigu.....	15
2.4.7 Tepung Tapioka.....	16
2.5 Pertumbuhan.....	16
2.5.1 Pengertian Pertumbuhan.....	16
2.5.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan.....	17
2.6 Retensi Protein dan Retensi Lemak.....	17
2.6.1 Retensi Protein.....	17
2.6.2 Retensi Lemak.....	18
2.7 Kualitas Air.....	19

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	20
3.2 Materi Penelitian.....	20
3.2.1 Benih Ikan Bawal Air Tawar (<i>C. macropomum</i>)	20
3.2.2 Media Percobaan	20
3.2.3 Proses Pembuatan Silase Limbah Kepala Udang.....	20
3.2.4 Formulasi Pakan.....	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.3.1 Alat Penelitian	22
3.3.2 Bahan Penelitian	22
3.4 Metode Penelitian	23
3.5 Rancangan Percobaan Penelitian	23
3.6 Prosedur Penelitian.....	24
3.6.1 Formulasi Pakan.....	24
3.6.2 Persiapan Akuarium	25
3.6.3 Persiapan Ikan	25
3.6.4 Perlakuan Pada Ikan	25
3.7 Parameter Uji.....	26
3.7.1 Parameter Utama	26
3.7.2 Parameter Penunjang.....	27
3.8 Analisis Data	27
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Parameter Utama.....	28
4.1.1 Retensi Protein.....	28
4.1.2 Retensi Lemak	31
4.2 Parameter Penunjang.....	35
4.2.1 Pertumbuhan.....	35
4.2.2 Harga Pakan.....	38
4.2.2 Kualitas Air	38
5. KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>).....	6
2. Denah penempatan akuarium	22

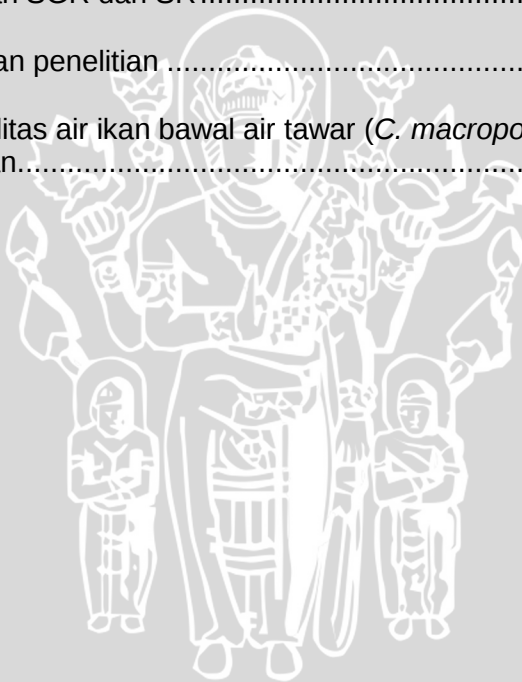


DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi bahan pakan penelitian.....	21
2. Formulasi pakan penelitian	21
3. Hasil uji proksimat formula penelitian	22
4. Retensi protein pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) selama penelitian.....	28
5. Sidik ragam retensi protein ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) ..	28
6. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan retensi protein pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>)	29
7. Retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) selama penelitian	32
8. Sidik ragam retensi lemak ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) ..	32
9. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>)	33
10. Data SGR pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) selama penelitian.....	35
11. Sidik ragam SGR benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>)	35
12. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan SGR pada benih ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>)	36
13. Rata-rata kualitas kimia dan fisika air selama penelitian	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan penelitian	49
2. Metode analisis proksimat	58
3. Hasil perhitungan retensi protein	63
4. Perhitungan ANOVA retensi protein.....	64
5. Hasil perhitungan retensi lemak.....	67
6. Perhitungan ANOVA retensi lemak	68
7. Data dan perhitungan SGR dan SR	70
8. Kalkulasi harga pakan penelitian	74
9. Data parameter kualitas air ikan bawal air tawar (<i>C. macropomum</i>) selama pemeliharaan.....	75



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan bawal air tawar (*Colossoma macropomum*) atau yang lebih dikenal dengan ikan *tambaqui* adalah salah satu spesies budidaya air tawar yang terkenal di Amerika Latin (Bezerra, 2002). Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki beberapa keunggulan antara lain resisten terhadap penyakit, dapat hidup di kualitas air yang buruk, harga pasaran yang tinggi dan dapat dijadikan ikan hias (Campos-Baca dan Kohler, 2005).

Pada mulanya ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) masuk ke Indonesia diperdagangkan sebagai ikan hias, namun karena memiliki pertumbuhan relatif cepat dan rasa daging yang enak, maka masyarakat menjadikan ikan tersebut sebagai ikan konsumsi. Meningkatnya kegemaran masyarakat mengonsumsi ikan menyebabkan banyak konsumen mulai menyukai ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (Yuliati, 2007). Hal ini mendorong suplai ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) untuk konsumsi semakin meningkat, sehingga suplai benih untuk pembesaran juga semakin meningkat.

Jumlah produksi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) di daerah Jawa Timur yang dibudidayakan di kolam pada tahun 2010 adalah 1.588,4 ton dan jumlah produksi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada budidaya karamba sebesar 0,6 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur, 2011). Sedangkan pada tahun 2013 jumlah produksi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) sebesar 6.547,5 ton dan jumlah produksi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada budidaya karamba sebesar 4,9 ton (Dinas Kelautan dan Perikanan Jawa Timur, 2013).

Usaha budidaya ikan menuntut tersedianya pakan dalam jumlah yang cukup, tepat waktu dan berkesinambungan. Menurut Boer *et al.* (2007), pakan adalah salah satu faktor penting yang menentukan dalam keberhasilan usaha perikanan serta kebutuhan mutlak yang harus dipenuhi untuk kelangsungan hidup dan berbagai proses biologis di dalam tubuh ikan. Pengadaan pakan merupakan biaya terbesar dalam usaha perikanan bila dibandingkan dengan biaya produksi lainnya yaitu dapat mencapai 60-80%. Semakin besarnya biaya produksi yang dikeluarkan untuk pakan disebabkan semakin tingginya harga bahan baku.

Salah satu bahan baku yang digunakan dalam pakan buatan adalah tepung ikan. Tepung ikan merupakan bahan baku pakan yang penting karena proteinnya tinggi mengandung mineral dan vitamin yang tinggi dan semua formulasi pakan menggunakan tepung ikan sebagai sumber protein. Mengingat ketersediaannya yang terbatas dan harga yang tinggi, maka perlu dilakukan upaya untuk mencari bahan penggantinya dan salah satunya dengan memanfaatkan limbah kepala udang sebagai bahan baku pakan.

Limbah kepala udang mengandung protein kasar 46,20%; lemak kasar 4,20%; serat kasar 16,85%; kalsium 5,72%; phosphor 1,77% dan ME 2397 Kkal/kg (Hadi *et al.*, 2009). Pemanfaatan limbah kepala udang sebagai bahan pakan berdasarkan kandungan nutrisinya yang hampir menyamai tepung ikan dan produksinya cukup melimpah (Prihatini, 2000). Pemanfaatan limbah kepala udang dibatasi oleh tingginya kandungan khitin dimana protein limbah kepala udang sebagian nitrogennya adalah *N acetylated glucosamine polysacharida* yang berikatan dengan khitin dan kalsium karbonat. Eratnya ikatan tersebut menyebabkan daya cernanya lebih rendah (Mairizal, 2010).

Peningkatan mutu limbah kepala udang tersebut masih dapat dilakukan lagi dengan merubahnya menjadi silase terlebih dahulu melalui fermentasi

secara kimiawi (asam organik dan asam anorganik) dan biologis (mikroorganisme). Silase dapat meningkatkan aktivitas endogen seperti enzim-enzim pencernaan protein, dan mencegah kerusakan bahan silase oleh aktivitas bakteri. Silase limbah kepala udang memiliki kandungan protein 63,13%; lemak 8,00%; abu 14,89% dan serat kasar 2,28% (Yanto, 2010).

Pemanfaatan silase limbah kepala udang telah dilakukan pada beberapa spesies budidaya antara lain udang windu (*Penaeus monodon*) (Prihatini, 2000), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Hadi *et al.*, 2009) dan ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii* Blkr) (Yanto, 2010). Sampai saat ini, penggunaan silase pada spesies ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) belum pernah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung silase limbah kepala udang terhadap retensi protein dan retensi lemak pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

1.2 Rumusan Masalah

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan salah satu ikan introduksi yang digemari masyarakat. Permintaan pasar untuk ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) setiap tahun semakin meningkat. Namun untuk pembudidayaannya masih terdapat banyak masalah, salah satu permasalahannya adalah pakan. Permintaan pakan semakin tinggi sejalan dengan semakin intensifnya kegiatan budidaya. Padahal keberhasilan budidaya ditentukan oleh ketersediaan pakan yang sesuai kebutuhan baik kualitas maupun ketersediaan bahan pembuat pakan. Semakin tingginya harga tepung ikan menyebabkan harga pakan semakin mahal. Sangat diperlukan penyediaan formula pakan yang efisien bagi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dengan biaya produksi yang rendah. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai penyediaan sumber protein adalah dengan pemanfaatan limbah kepala udang

yang dijadikan bahan pakan bagi benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*), sehingga dalam penelitian ini terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)
- Berapa jumlah pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan yang baik terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*).

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian mengenai pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formula pakan adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)
- Untuk mengetahui jumlah pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan yang baik terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

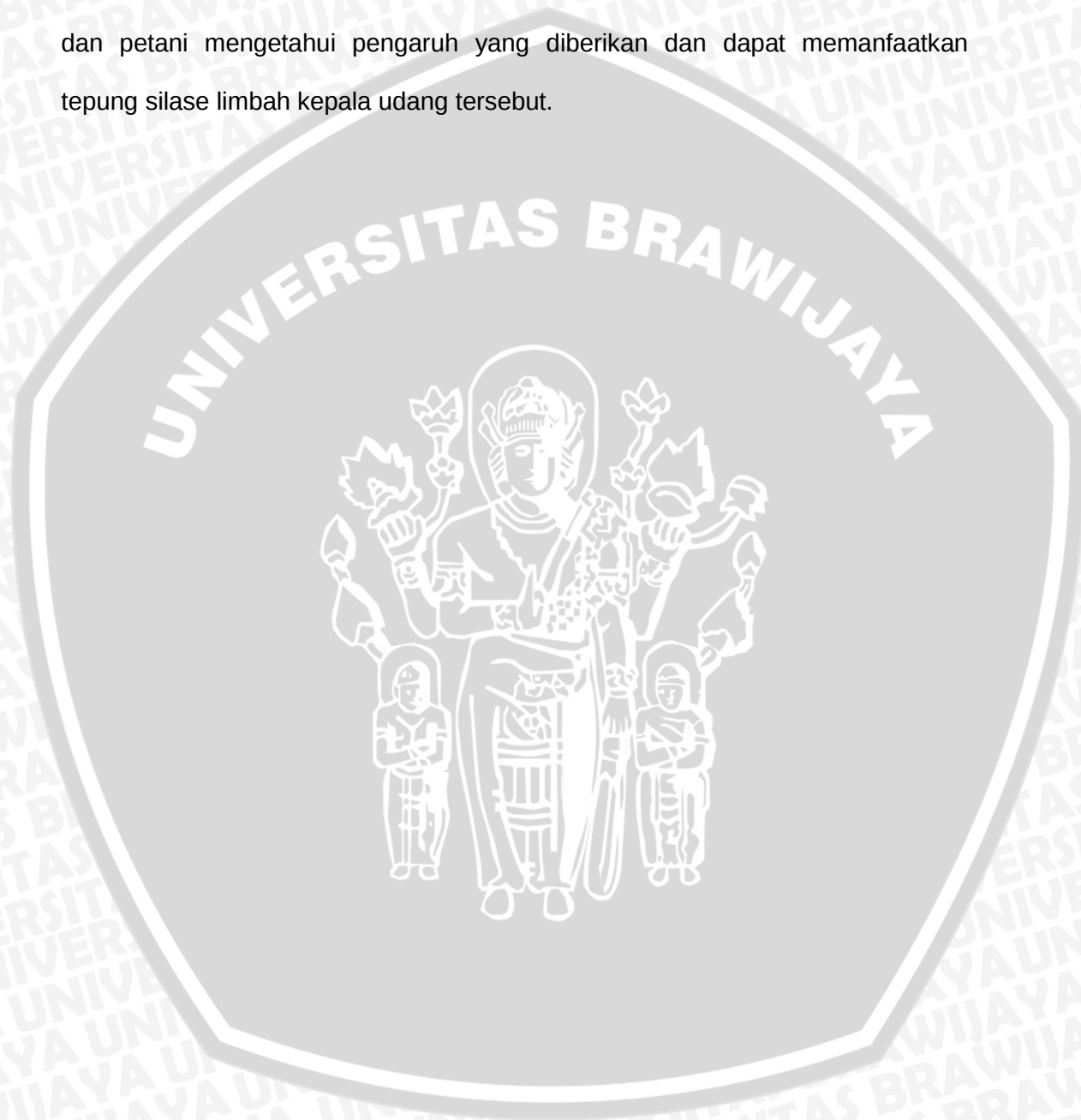
1.4 Hipotesis

H_0 : Pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan tidak berpengaruh terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

H_1 : Pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan berpengaruh terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu mengetahui pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dalam formulasi pakan terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*), sehingga masyarakat dan petani mengetahui pengaruh yang diberikan dan dapat memanfaatkan tepung silase limbah kepala udang tersebut.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ikan bawal air tawar atau *Tambaqui* (*C. macropomum*) di introduksi dari Brazil bagian utara pada tahun 1966 oleh *Departement National de Obras as Secras* (DNOCS). Pada tahun 1977, pemijahan buatan telah berhasil dilakukan, dan sejak itu telah dikembangkan budidaya ikan bawal air tawar secara monokultur dan polikultur (Silva *et al.*, 2000).

Klasifikasi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (Gambar 1) menurut Bezerra (2002), adalah sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichthyes
Subkelas	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Subordo	: Characoidei
Famili	: Characidae
Genus	: Colossoma
Spesies	: <i>Colossoma macropomum</i>



Gambar 1. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (Khairuman dan Amri, 2008)

Tubuh ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dalam posisi tegak berbentuk pipih, dengan tampak samping membulat (oval). Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki perbandingan antara tinggi dan lebar tubuh antara (4:1). Mulutnya kecil, terletak di ujung kepala, berahang pendek dan kuat dengan gigi-gigi seri yang tajam. Bentuk kepalanya membulat (Khairuman dan Amri, 2009). Menurut Kordi (2010), bentuk tubuh ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menandakan gerakannya tidak cepat (lambat). Warna tubuh bagian atas kuning kehijauan, abu-abu tua atau abu-abu gelap, sedangkan bagian bawah berwarna putih. Pada ikan dewasa, bagian tepi sirip perut, sirip anus dan bagian sirip ekor berwarna merah. Sisik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berukuran kecil dan berbentuk stenoid (*ctenoid*).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) masuk ke Indonesia pada awal tahun 1986 oleh PT. Cipta Mina Sentosa. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berasal dari Amerika Selatan. Ikan ini berkembang di lembah sungai Orinoco dan Amazon sampai daerah aliran sungai (DAS) Rio de La Plata. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan salah satu jenis ikan air tawar terbesar dari golongan ikan neotropik (Djarjah, 2001). Ikan Bawal air tawar (*C. macropomum*) telah berkembang di Asia Tenggara termasuk Indonesia. Di beberapa kawasan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menjadi komoditas penting seperti Jawa Tengah (Banjarnegara dan Magelang), Jawa Barat (Bogor, Cianjur dan Sukabumi) dan Jawa Timur (Tulung agung dan Kediri) (Mahyuddin, 2011).

Menurut Kordi (2010), habitat ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah sungai. Hidupnya bergerombol di daerah yang aliran sungainya deras, tetapi ditemukan pula di daerah berair tenang, terutama saat benih. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dapat dipelihara dari 0 - 800 m dpl dengan suhu air 25 - 30°C.

2.1.3 Kebiasaan Makan

Salah satu keunggulan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah cara makan yang bersifat omnivora. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dapat memakan segala jenis makanan. Menurut Razi (2014), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan jenis ikan pemakan segala (omnivora). Meskipun tergolong omnivora, ternyata pada masa kecilnya, bawal lebih bersifat karnivora. Jenis hewan yang paling disukai adalah Crustacea, Cladoceta, Copepoda dan Ostracoda. Ketika dalam pemeliharaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dapat diberi pakan tambahan berupa pellet yang mengandung protein 25 - 50%, ikan-ikan kecil dan daging keong mas.

Menurut Campos-Baca dan Kohler (2005), di habitat aslinya makanan alami ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berbeda, berdasarkan tinggi muka air sungai yang terjadi. Pada bulan April - September ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memakan Cladocera, sedangkan pada Bulan Oktober-Maret ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memakan Copepoda. Juvenil ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) menjadi omnivora cenderung karnivora hingga mencapai bobot 5 kg. Apabila diamati kebiasaan makannya, ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) tergolong ikan yang suka makan di bagian tengah perairan.

2.2 Kebutuhan Nutrisi Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*)

2.2.1 Protein

Salah satu nutrisi yang penting untuk menunjang pertumbuhan ikan adalah protein. Menurut NRC (1993), protein merupakan molekul yang kompleks dengan bobot molekul yang terdiri dari 50% unsur C, 22% unsur O, 7% unsur H dan 16% unsur N. Kebutuhan protein pada ikan berkaitan erat dengan kebutuhan energi.

Menurut Vijayagopal (2011), pada nutrisi ikan, protein merupakan komponen organik utama untuk tubuh ikan, 65 - 75% protein berperan sebagai sumber energi, zat pembangun dan pengatur untuk pertumbuhan. Penentuan protein yang tepat tergantung pada tergantung pada spesies dan ukuran ikan. Menurut Henandez *et al.* (1995), kebutuhan protein ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah 25 - 37%. Menurut Webster dan Lim (2002) menyebutkan bahwa ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) memiliki laju pertumbuhan yang baik pada kadar protein dan konsentrasi energi optimum yakni 24 - 50% dan 2700 - 4660 kkal/kg dengan rasio protein dan DE sebesar 9 - 10 kkal/g protein.

2.2.2 Lemak

Menurut Marzuqi (2015), lemak pakan memegang peranan penting sebagai sumber energi dalam pakan ikan, terutama untuk ikan-ikan karnivora maupun ikan omnivora cenderung karnivora. Energi total lemak adalah 9,45 kkal/g, tetapi nilai fisiologisnya 8,00 kkal/g untuk lemak jenuh dan 9,00 kkal/g untuk lemak tak jenuh. Lemak adalah senyawa organik kompleks yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Selain itu, lemak berfungsi menjadi sumber asam lemak, fosfolipid, kolesterol dan sebagai pelarut pada proses penyerapan vitamin A, D, E dan K.

Menurut Samsudin (2004), lemak memegang peranan yang penting sebagai sumber energi ikan terutama untuk ikan karnivora maupun untuk ikan omnivora yang cenderung karnivora, dimana ketersediaan karbohidrat rendah. Penelitian Webster dan Lim (2002) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berukuran *fingerlings* meningkat pada pakan dengan karbohidrat 38% dan kadar lemak 11%.

2.2.3 Karbohidrat

Menurut NRC (1993), karbohidrat merupakan zat organik yang tersusun dari atom karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O) dalam suatu perbandingan

tertentu. Menurut Marzuqi (2015), pengaruh karbohidrat pakan terhadap pertumbuhan ikan bergantung pada sumber, kandungan, daya cerna, jumlah yang dimakan, kondisi lingkungan dan jenis ikan. Selain itu, respon ikan terhadap karbohidrat pakan berbeda tergantung pada kemampuan organ pencernaan ikan dalam mencerna dan kemampuan sel untuk memanfaatkan glukosa.

Menurut Millamena *et al.* (2002), bahan baku yang mengandung karbohidrat dapat digunakan sebagai bahan pengikat (*binder*) dalam pakan. Menurut Hepher (1988), karbohidrat terdapat dalam makanan ikan dalam bentuk serat kasar dan ekstrak N-bebas. Menurut Utami *et al.* (2002), karbohidrat berperan sebagai sumber energi di samping lemak dan protein. Karbohidrat disusun atas beberapa monosakarida, disakarida atau polisakarida. Penelitian Mamora (2009) menunjukkan pertumbuhan optimal ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) ukuran *fingerlings* terdapat pada pakan dengan kandungan serat kasar 16%, protein kasar 30%, dan energi sebesar 3.000 kkal/g DE.

2.2.4 Vitamin

Vitamin merupakan senyawa organik kompleks yang diperlukan untuk tumbuh secara normal, reproduksi, kesehatan dan metabolisme secara umum (NRC, 1993). Menurut Afrianto dan Liviawaty (2005), vitamin harus selalu didatangkan melalui pakan sebab tubuh ikan tidak mampu membuatnya. Kandungan vitamin di dalam pakan buatan tergantung dari bahan baku yang digunakan dan bahan yang ditambahkan.

Menurut Handajani dan Widodo (2010), peranan vitamin di dalam tubuh ikan sebagai koenzim atau katalisator hayati, yaitu berperan sebagai mediator dalam sintesis suatu zat tanpa ikut menyusun zat yang disintesis atau dipecah tadi. Apabila vitamin tidak terdapat dalam pakan akan mengakibatkan penyakit difisiensi yang dapat diperbaiki dengan vitamin itu sendiri. Ikan yang sedang stress atau terkena penyakit, kebutuhan vitamin akan naik. Menurut Halver dan

Hardy (2002), kebutuhan vitamin untuk ikan air tawar yaitu vitamin A 2.000 IU/kg, vitamin D 1.600 – 2.400 IU/kg, vitamin E 25 – 50 mg/kg, thiamin (B1) 1 mg/kg, riboflavin (B2) 9 mg/kg, vitamin B6 2 mg/kg, asam pantothenat (B5) 10 – 15 mg/kg, niasin (B3) 14 mg/kg, asam folat 1,5 mg/kg, kolin 400 mg/kg, vitamin C 11 – 60 mg/kg dan myoinositol 440 mg/kg.

2.2.5 Mineral

Menurut Afrianto dan Liviawaty (2005), mineral merupakan elemen anorganik yang dibutuhkan oleh ikan dalam pembentukan jaringan dan berbagai fungsi metabolisme dan osmoregulasi. Ikan juga menggunakan elemen organik tersebut untuk mempertahankan keseimbangan osmosis. Mineral dibutuhkan dalam jumlah kecil, namun berperan sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup, mengingat beberapa proses yang berlangsung di dalam tubuh ikan membutuhkan mineral.

Kebutuhan ikan akan mineral merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan kepentingan produksi ikan itu sendiri. Selain itu mineral juga berperan mengatur transport makanan dalam sel, mengatur permeabilitas membran sel dan kofaktor enzim serta mengatur metabolisme. Mineral-mineral esensial ditemukan dalam sebagian besar makanan, terutama biji-bijian buah dan sayuran, tetapi dalam jumlah yang sedikit (Murtidjo, 2001). Menurut NRC (1993), kebutuhan mineral untuk ikan air tawar antara lain Ca 0,75%/kg pakan, P 0,8%/kg pakan, Mg 0,32%/kg pakan, NaCl 1 – 4%/kg pakan, Fe 30 mg/kg pakan, Cu 5 mg/kg pakan, Zn 20 mg/kg pakan, Mn 2,4 mg/kg pakan dan Se 0,25 mg/kg pakan.

2.3 Silase

Menurut Sumarsih *et al.* (2009), silase merupakan hasil penyimpanan dan fermentasi bahan segar dalam kondisi anaerob dengan bantuan bakteri asam laktat. Komposisi gizi dalam silase akan mengalami perubahan yaitu kadar

karbohidrat akan berkurang, namun kadar protein yang baik tidak akan mengalami banyak perubahan.

Teknik silase merupakan proses mempertahankan kesegaran bahan pakan dengan kandungan air minimal 70% dan proses ensilase ini biasanya dalam silo (dalam silo atau dalam lubang tanah, atau wadah lain yang prinsipnya harus pada kondisi anaerob (hampa udara) agar mikroba anaerob dapat melakukan reaksi fermentasi. Proses pembuatan silase perlu penambahan bahan kimia yang bersifat basa yang dapat mencegah terjadinya peningkatan kandungan asam, seperti CaCO_3 (kalsium karbonat) (Sianipar *et al.*, 2007).

Menurut Purwanto (2010), silase dibuat dengan cara anaerob, maka kondisi ini dimanfaatkan oleh bakteri *acetic-acid* untuk mengonsumsi karbohidrat dan menghasilkan asam laktat. Asam laktat tersebut terus bertambah sampai kondisinya benar – benar asam yaitu dengan pH sekitar 4. Pada pH tersebut tidak ada lagi bakteri yang aktif termasuk bakteri *acetic –acid* itu sendiri. Salah satu metode pembuatan silase yaitu dengan metode pencampuran. Metode pencampuran, pada metode ini bahan dicampur dengan bahan lain dahulu sebelum dipadatkan. Penambahan bahan ini bertujuan untuk mempercepat fermentasi, mencegah tumbuhnya jamur dan bakteri pembusukan. Bahan yang ditambahkan dapat berupa asam-asam organik (asam formiat, asam sulfat, asam klorida, asam propionat). Menurut Santi *et al.* (2012), kualitas silase dapat ditentukan secara organoleptik maupun kimiawi. Secara organoleptik ciri-ciri silase yang baik: 1) tekstur tidak berubah, 2) tidak menggumpal, 3) rasa dan bau asam, tetapi tidak terdapat asam butirat, 4) tidak berlendir dan tidak berjamur.

2.4 Bahan Penyusun Formula Pakan

2.4.1 Tepung Ikan

Tepung ikan pada umumnya merupakan bahan baku utama dari pakan ikan. Tepung ikan merupakan bahan baku sumber protein hewani utama dalam pakan ikan. Tepung ikan merupakan sumber protein utama karena tepung ikan memiliki profil asam amino yang mendekati tubuh ikan budidaya. Tepung ikan terbuat dari bagian tubuh ikan yang merupakan limbah dari pengolahan ikan (NRC, 1993).

Menurut Halver dan Hardy (2002), tepung ikan kaya akan asam amino, energi, asam lemak, dan mineral. Kandungan gizi yang tinggi pada tepung ikan dapat meningkatkan produksi dan nilai gizi pada ikan. Kandungan asam amino tepung ikan termasuk produk yang berkualitas tinggi. Kelemahan dari tepung ikan adalah harga, kontinuitas serta ketersediaan bagi kepentingan akuakultur.

2.4.2 Tepung Silase Limbah Kepala Udang

Limbah kepala udang yang dihasilkan dari proses pembekuan, pengalengan dan pengolahan kerupuk udang berkisar antara 30-75% dari berat udang. Upaya pemanfaatan tepung limbah udang dibatasi oleh tingginya kandungan khitin dimana protein limbah udang sebagian nitrogennya adalah nitrogen khitin yaitu senyawa *N acetylated glucosamine polysacharida*. Tepung limbah udang mengandung protein kasar 45,29%; serat kasar 17,59%; lemak 6,62 %; abu 18,65%; BETN 13,16 (Mairizal, 2010).

Silase adalah salah satu cara peningkatan mutu limbah udang. Proses silase dapat dilakukan melalui fermentasi secara biologis maupun kimiawi. Silase dapat meningkatkan aktivitas enzim endogen seperti enzim-enzim pencernaan protein dan mencegah kerusakan bahan silase oleh aktivitas bakteri sehingga diduga dapat dijadikan pengganti tepung ikan. Silase kerapas udang memiliki

kandungan protein 63,13%; lemak 8,00%; abu 14,89%; dan serat kasar 2,28% (Yanto,2010).

2.4.3 Tepung Kedelai

Tepung kedelai dibuat dengan cara menggiling atau menumbuk kacang kedelai hingga tingkat kehalusan tertentu. Mengingat kandungan proteinnya sangat tinggi, yaitu 42% maka tepung kedelai disebut juga sebagai produk putih telur nabati yang tertinggi. Kualitas protein tepung kedelai akan meningkat apabila dalam penggunaannya dicampurkan dengan tepung jenis lain (Purnomowati *et al.*, 2008).

Menurut Lukito dan Prayugo (2007), kelebihan tepung kedelai sebagai bahan pakan yaitu mengandung lisin sebagai asam amino esensial yang tinggi. Selain itu, aroma pakan juga menjadi lebih enak. Oleh karena kedelai mengandung zat yang dapat menghambat enzim tripsin, maka penggunaan tepung kedelai dalam pakan maksimal 10%. Kandungan nutrisi pada tepung kedelai yaitu protein 39%; lemak 14,3%; karbohidrat 29,5%; abu 5,4%; serat 2,8% dan air 8,4%.

2.4.4 Meat Bone Meal

Menurut NRC (1993), *Meat Bone Meal* (MBM) atau tepung daging dan tulang merupakan bahan baku pakan yang terbuat dari hasil limbah pengolahan hewan ternak. Tepung daging dan tulang dibuat dari limbah ternak sapi, kerbau, kambing, babi dan lain lain. Kandungan protein yang terdapat pada MBM berkisar antara 45 - 55%.

Tepung daging dan tulang (MBM), memiliki kandungan *methionine* dan *cystine* dalam jumlah sedikit tetapi memiliki kandungan asam amino *lysine* yang tinggi. Selain itu, karena merupakan hasil pengolahan limbah ternak yakni tulang dan daging maka bahan ini memiliki kandungan fosfor yang tinggi (Hasibuan, 2007).

2.4.5 Tepung Dedak

Dedak sebagai bahan baku pakan ikan, merupakan hasil ikutan beras yang telah mengalami proses. Dedak ada 2 macam, yaitu dedak halus (bekatul) dan dedak kasar. Dedak yang paling baik adalah dedak halus. Kandungan nutrisi dedak halus yaitu protein 11,35%; lemak 12,15%; karbohidrat 28,62%; abu 10,5%; serat kasar 24,46%; dan air 10,15 (Lukito dan Prayugo, 2007).

Menurut Khairuman dan Amri (2002), dedak merupakan hasil ikutan penggilingan padi yang banyak dipakai sebagai bahan formula pakan ikan. Beberapa jenis dedak yang biasa ditemukan adalah dedak kasar, dedak halus dan bekatul. Dedak kasar tersusun dari pecahan-pecahan kulit gabah yang tercampur dengan pecahan beras. Dedak halus merupakan pemisahan dari dedak kasar dan beras yang butirannya halus. Dedak halus banyak mengandung selaput, karbohidrat dan vitamin B1. Bekatul merupakan dedak yang banyak mengandung pecahan beras.

2.4.6 Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan sumber karbohidrat yang terbaik dalam pakan bagi ikan. Namun karena bahan dasar tepung terigu yaitu gandum masih diimpor maka biaya produksinya tinggi dan berdampak pada harga jual pakan ikan yang relatif mahal. Ketika pembuatan pakan buatan, tepung terigu digunakan sebagai bahan perekat. Kandungan nutrisi tepung terigu yaitu protein 8,9%, lemak 1,3%; karbohidrat 77,3%; abu 0,06% dan air 13,25% (Lukito dan Prayugo, 2007).

Menurut Purnomowati *et al.* (2008), tepung terigu dibuat dari gandum yang digiling. Secara garis besar tepung terigu dibedakan menjadi tiga: tepung terigu berprotein rendah 8 - 9%; tepung terigu protein sedang berprotein 10 - 11%; tepung terigu berprotein tinggi 11 - 12%. Menurut Tacon *et al.* (2009), tepung terigu pada dasarnya terdiri dari partikel-partikel pollar, biji gandum, dan

sisia dari penggilingan. Produk ini biasa didapatkan dari penggilingan secara komersil dan memiliki kandungan serat kasar tak lebih dari 9,5%.

2.4.7 Tepung Tapioka

Menurut Purnomowati *et al.* (2008), tepung tapioka biasa disebut sebagai tepung kanji. Tepung tapioka adalah pati dari umbi singkong yang dikeringkan dan dihaluskan. Kadar air yang dikehendaki adalah 8%. Masa penyimpanan tepung tapioka adalah 1 - 2 tahun. Kualitas tepung tapioka ditentukan oleh tingkat atau derajat keputihan, tingkat kehalusan dan kadar air.

Menurut Murtidjo (1987), jenis perekat alami yang sering digunakan dalam pembuatan pellet adalah tepung tapioka. Penggunaan perekat alami biasanya sekitar 5% - 10%. Jika makanan yang diformulasikan untuk kandungan protein tinggi, maka perekat alami tidak mungkin diberikan terlalu banyak atau di atas 15%.

2.5 Pertumbuhan

2.5.1 Pengertian Pertumbuhan

Pertumbuhan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) relatif lebih cepat dibandingkan dengan beberapa jenis ikan tawar lain. Menurut Buwono (2002), pertumbuhan diasumsikan sebagai penambahan jaringan struktural, yang berarti penambahan (peningkatan) jumlah protein dalam jaringan tubuh. Hampir semua jaringan secara aktif mengikat asam-asam amino dan menyimpannya secara intraseluler dalam konsentrasi yang lebih besar, untuk dibentuk menjadi protein tubuh (sel-sel tubuh).

Menurut Handajani dan Widodo (2010), pertumbuhan dapat dianggap sebagai hasil dari dua proses yaitu, proses yang cenderung untuk menurunkan energi tubuh yang menjadi nyata dan suatu proses yang diawali dari pengambilan makanan dan yang diakhiri dengan penyusunan unsur-unsur tubuh.

Pertumbuhan ikan yang baik, perlu didukung dengan pemberian makanan yang cukup mengandung protein, lemak, dan karbohidrat serta vitamin dan mineral.

2.5.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi Pertumbuhan

Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yaitu : bobot tubuh, seks, umur, kesuburan, kesehatan, pergerakan, aklimasi, aktivitas biomassa, dan konsumsi oksigen. Sedangkan faktor eksternal terdiri dari faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik terdiri dari tekanan, suhu, salinitas, kandungan oksigen air, buangan metabolit (CO_2 dan NH_3), pH, cahaya, musim. Faktor nutrisi termasuk faktor biotik yang meliputi ketersediaan pakan, komposisi pakan, pencernaan pakan, dan kompetisi pengambilan pakan. Diantara faktor-faktor tersebut, nutrisi merupakan faktor pengontrol, dan ukuran ikan mempengaruhi potensi tumbuh suatu individu (Haetami *et al.*, 2005).

2.6 Retensi Protein dan Retensi Lemak

2.6.1 Retensi Protein

Retensi protein merupakan gambaran dari banyaknya protein yang dapat diberikan, yang dapat diserap dan dimanfaatkan untuk membangun ataupun memperbaiki sel-sel tubuh yang sudah rusak, serta dimanfaatkan tubuh ikan bagi metabolisme sehari-hari. Cepat atau tidaknya pertumbuhan ikan, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh sebagai zat pembangun (Buwono, 2002).

Menurut Sukmaningrum *et al.* (2006), retensi protein perlu mendapat perhatian khusus dalam melihat kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan pada penambahan tubuh ikan. Nilai retensi protein menunjukkan kualitas protein dalam pakan, semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik. Pada dasarnya pemanfaatan protein bagi pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: ukuran, umur, kualitas protein, kandungan energi

pakan, temperatur air, dan tingkat pemberian pakan. Protein pakan yang dikonsumsi erat hubungannya dengan penggunaan energi untuk hidup, beraktivitas dan proses lainnya. Protein sangat diperlukan oleh ikan untuk menghasilkan tenaga dan untuk pertumbuhan. Menurut penelitian Oishi *et al.* (2010), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang diberi pakan dengan kadar protein 31% memberikan nilai retensi protein sebesar 25,3%. Menurut Santos *et al.* (2010), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang diberi pakan dengan kadar protein 31,88% serta DE 2661,46 kkal memiliki kadar retensi protein sebesar 28,15%.

2.6.2 Retensi Lemak

Retensi lemak menggambarkan kemampuan ikan dalam menyimpan dan memanfaatkan lemak pakan. Komposisi lemak tubuh sangat dipengaruhi oleh pakan ikan yang mengandung lemak. Tingginya lemak yang dikonsumsi ikan dan yang tidak digunakan sebagai sumber energi kemudian disimpan sebagai lemak tubuh. Tingkat retensi lemak yang relatif sama diduga karena kandungan lemak yang ada di dalam pakan masih dalam kisaran yang sesuai dan cukup untuk memenuhi kebutuhan lemak hewan uji. Tingginya kadar lemak ini bisa disimpan atau dimanfaatkan sebagai sumber energi (Haryati *et al.*, 2011).

Menurut Handajani (2008), jika retensi lemak yang tinggi, maka ikan akan cenderung menyimpan lemak di dalam tubuh sehingga menyebabkan rendahnya pertumbuhan. Kadar lemak yang tinggi akan menyebabkan penyimpanan lemak pada tubuh, penurunan konsumsi pakan dan pertumbuhan serta degradasi hati. Lemak yang tersimpan dalam tubuh tanpa dimanfaatkan sebagai energi dapat menyebabkan pertumbuhan yang dihasilkan rendah. Menurut Santos *et al.* (2010), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang diberi pakan dengan kadar

protein 31,88% serta DE 2661,46 kkal memiliki kadar retensi lemak sebesar 31,59%.

2.7 Kualitas Air

Kualitas air berpengaruh untuk semua faktor fisika, kimia dan biologi bagi ikan. Semua proses dalam tubuh ikan dilakukan di dalam air, diantaranya: mencari makan, respirasi, ekskresi dan reproduksi. Kualitas air dalam kegiatan budidaya memegang peran penting, maka kualitas air harus selalu dikontrol dan dimonitoring (Amoah, 2011). Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) merupakan salah satu ikan yang dapat hidup dengan kondisi yang berbagai macam. Menurut Kordi (2010), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) tahan hidup di perairan rendah oksigen (< 2 ppm). Habitatnya adalah di sungai. Hidupnya bergerombol di daerah yang alirannya deras, tetapi ditemukan pula di daerah berair tenang. Ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dapat dipelihara dari 0 - 800 m dpl dengan suhu air 25 – 30 °C. Menurut Calvalho et al. (2014), ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dapat bertahan dengan perubahan pH sampai 4. Nilai pH yang optimal untuk kehidupan ikan bawal air tawar adalah pH 7,2 - 7,8.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Januari - April 2016, bertempat di Laboratorium Nutrisi Ikan, Laboratorium Perekayasa Hasil Perikanan, Laboratorium Bioteknologi Perairan dan Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Benih Ikan Bawal Air Tawar (*C. macropomum*)

Benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang digunakan dalam penelitian diambil dari Daerah Tulungagung dengan rata-rata berat $3,50 \pm 0,30$ g/ekor dan ukuran 5 - 7 cm. Padat penebaran yang digunakan dalam setiap akuarium adalah 2 ekor/liter.

3.2.2 Media Percobaan

Media pemeliharaan ikan menggunakan 15 buah akuarium dengan ukuran $30 \times 30 \times 30$ cm³. Pada media pemeliharaan digunakan *blower* untuk menjaga agar tetap terdapat suplai oksigen yang cukup dalam akuarium selama penelitian berlangsung.

3.2.3 Proses Pembuatan Silase Limbah Kepala Udang

Limbah kepala udang diperoleh dari *cold storage* di daerah Pasuruan. Kepala udang kemudian dibersihkan dan dicuci secara berulang sebanyak 3 kali pencucian dengan air bersih, selanjutnya dihancurkan menjadi bagian yang lebih kecil. Kemudian limbah kepala udang ditempatkan dalam drum plastik tertutup. Limbah kepala udang dicampur dengan asam formiat 85% sebanyak 3% dari total biomass limbah. Campuran diaduk 2 kali sehari selama 5 hari dan selanjutnya pada hari ke 5 sudah menjadi silase. Tingkat kemasaman (pH) silase

adalah 4,5 pada hari terakhir tersebut. Silase limbah kepala udang dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering. Silase limbah kepala udang digiling halus dan dijadikan tepung.

3.2.4 Formulasi Pakan

Formulasi pakan ditentukan berdasarkan komposisi semua bahan penyusun percobaan yang akan digunakan berdasarkan formula pakan dengan isoprotein dan isoenergi. Perbandingan protein hewani : nabati adalah 54% : 46%. Komposisi pakan penelitian yang digunakan (Tabel 1), formula pakan penelitian (Tabel 2) dan hasil uji proksimat formula pakan penelitian (Tabel 3).

Tabel 1. Komposisi Bahan Pakan Penelitian

Bahan	Kadar Air (%) [*]	Protein (%) [*]	Lemak (%) [*]	Serat Kasar (%) [*]	Abu (%) [*]	BETN (%) ^{**}
T. Ikan	9,00	57,75	7,00	8,60	18,00	8,65
MBM	8,00	54,25	7,00	9,60	20,00	9,15
T. Silase K Udang	10,91	55,12	5,00	16,40	16,00	7,48
T. Kedelai	10,00	47,90	15,00	9,80	4,00	23,30
T. Dedak	10,75	13,20	11,00	8,70	10,00	57,10
T. Terigu	13,00	16,76	1,00	0,60	0,00	81,64
T. Tapioka	12,58	0,00	1,00	0,10	0,00	98,90

^{*} : Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari 2016.

^{**} : BETN (%) = (100 - Protein – Lemak – Serat - Abu).

Tabel 2. Formula Pakan Penelitian

KOMPOSISI BAHAN	A (0%)	B (25%)	C (50%)	D (75%)	E (100%)
T. IKAN(%)	21,60	16,20	10,80	5,40	0
MBM(%)	9,85	9,85	9,85	9,85	9,85
T S K. UDANG (%)	0,00	5,66	11,32	16,97	22,63
T. KEDELAI(%)	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
T. DEDAK(%)	11,50	11,50	11,50	11,50	11,50
T. TERIGU(%)	22,64	22,64	22,64	22,64	22,64
T. TAPIOKA(%)	6,06	5,85	5,63	5,42	5,20
MINERAL(%)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Cr2O3(%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
NaCl(%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
CMC(%)	3,74	3,70	3,66	3,61	3,57
TOTAL (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabel 3. Hasil Uji Proksimat Formula Bahan Penelitian*

	A (0%)	B (25%)	C (50%)	D (75%)	E (100%)
PROTEIN (%)	32,88	32,83	31,75	32,68	32,65
KADAR AIR (%)	6,00	8,00	10,00	6,00	8,00
LEMAK (%)	9,00	8,50	8,00	8,50	8,50
ABU (%)	16,00	14,00	12,19	11,60	14,00
SERAT (%)	5,96	6,43	6,89	7,42	7,82
BETN (%)	36,16	38,24	41,17	39,80	37,03
KARBOHIDRAT (%)	42,12	44,67	48,06	47,22	44,85
DE (Kkal/100 g)**	392,94	398,67	403,12	405,94	398,58
GE (Kkal/100 g)***	443,52	448,99	452,12	455,96	448,72

* : Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Maret 2016.

** : DE = ((4,5*protein)+(8,5*lemak)+(4*karbohidrat)) (Hernandez *et al.*, 1995)

*** : GE = ((5,64*protein)+(9,44*lemak)+(4,11*karbohidrat)) (NRC,1993)

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Aquarium ukuran 30x30x30 cm³, *heater*, *blower*, selang aerasi, batu aerasi, DO meter, pH meter, spektrofotometer, timbangan analitik, timbangan digital, jangka sorong, seser, baskom, ayakan bertingkat, loyang, mortar, alu, labu destruksi, *soxhlet*, oven, *petri dish*, cawan porselen, kompor listrik, pendingin balik, *muffle*, destilator, titrasi set, corong *buchner*, *vacuum pump*, loyang, drum berukuran 250 liter, penggiling pakan, desikator, *crushable tank*, *beaker glass*, erlenmeyer, gelas ukur (Lampiran 1).

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) berat rata-rata 3,50 ±0,30 g, tepung ikan, tepung kedelai, tepung MBM, tepung dedak, tepung terigu, tepung tapioka, tepung silase limbah kepala udang, premix, CMC, Cr₂O₃, tablet kjedahl, *petroleum*

eter; H_2SO_4 , NaOH, ethanol 96%, *antifoam agent*, *aquadest*, *methyl orange*, *aluminium foil*, *formic acid*, kertas *whatman* 41, kertas label (Lampiran 1).

3.4 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, karena bertujuan mengetahui pengaruh protein tepung silase limbah kepala udang terhadap retensi protein dan retensi lemak pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dalam lingkungan yang terkontrol. Suhaemi (2011), menyatakan bahwa penelitian dengan menggunakan metode eksperimen adalah suatu penelitian yang dilakukan sengaja memberikan suatu perlakuan terhadap objek penelitian kemudian diteliti bagaimana akibat dari perlakuan yang diberikan.

3.5 Rancangan Percobaan Penelitian

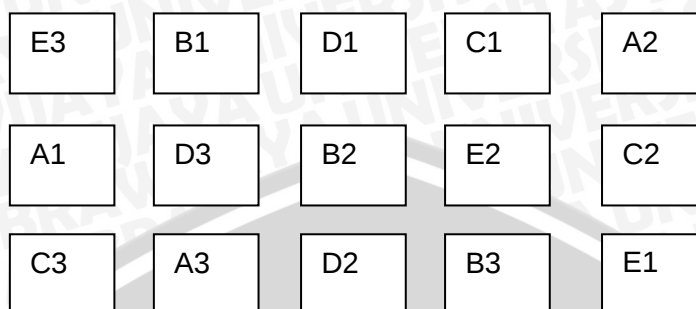
Rancangan percobaan penelitian yang digunakan yakni Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Raupong dan Anisa (2011), RAL merupakan rancangan yang digunakan jika bahan percobaan homogen atau relatif homogen, biasanya dilakukan di laboratorium serta jumlah perlakuan terbatas.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan. Lima perlakuan pakan diamati pengaruhnya terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) sebagai variabel terkait. Penelitian ini dilakukan substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda, yaitu:

- Perlakuan A: Substitusi 0%
- Perlakuan B: Substitusi 25%
- Perlakuan C: Substitusi 50%
- Perlakuan D: Substitusi 75%

- Perlakuan E: Substitusi 100%

Untuk denah penelitian disajikan pada Gambar 2 :



Gambar 2. Denah Penempatan Akuarium Penelitian

Keterangan :

- A, B, C, D, E : perlakuan
- 1,2,3 : ulangan

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Formulasi Pakan

- Mempersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan dalam formulasi pakan.
- Melakukan uji proksimat pada setiap bahan yang akan digunakan untuk formula pakan. Metode analisis proksimat disajikan pada Lampiran 2.
- Mencampurkan semua bahan sesuai dengan komposisi pakan yang telah ditentukan (Tabel 1). Pencampuran dimulai dari bahan dengan jumlah terkecil sampai ke jumlah terbesar.
- Ditambahkan air panas untuk mencampur bahan.
- Apabila sudah tercampur rata, adonan pakan dimasukkan dalam alat penggiling pakan untuk dicetak menjadi pellet.
- Dilakukan penjemuran pakan sampai kering.
- Dilakukan uji proksimat setelah bahan jadi.
- Pakan ditumbuk menggunakan mortar dan alu agar menjadi remahan.

- Selanjutnya diayak menggunakan ayakan bertingkat dengan *mesh size* 50 agar ukuran seragam dan sesuai dengan bukaan mulut ikan.
- Pakan siap diberikan pada ikan.

3.6.2 Persiapan Akuarium

- Disiapkan akuarium ukuran 30x30x30 cm³.
- Dicuci sampai bersih menggunakan air mengalir.
- Akuarium diangin-anginkan sampai kering.
- Akuarium diisi air sampai ketinggian 20 cm.
- Diberi aerasi dengan aerator selama 1 hari penuh.

3.6.3 Persiapan Ikan

- Ikan bawal air tawar yang baru datang dari Tulungagung, diaklimatisasi terlebih dahulu pada akuarium.
- Ikan dikeluarkan dari plastik ke akuarium yang telah disediakan dengan padat tebar 2 ekor/liter pada setiap akuariumnya.
- Ikan bawal air tawar diadaptasikan terlebih dahulu selama 1 minggu di Laboratorium Reproduksi Ikan dan kemudian dipuasakan selama 1 hari penuh sebelum perlakuan.

3.6.4 Perlakuan Pada Ikan

- Benih ikan uji tiap perlakuan ditimbang bobot awalnya (W_0) kemudian diambil sampel ikan dan dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar kering tubuh, kadar protein tubuh awal dan kadar lemak tubuh awal.
- Ikan bawal air tawar diberi pakan 3% dari bobot tubuh ikan per hari selama 30 hari.
- Frekuensi pemberian pakan dilakukan sebanyak 3 kali dalam sehari, setiap pukul 08.00 WIB, 12.00 WIB dan 16.00 WIB.

- Pengukuran kualitas air (suhu, pH dan DO) dilakukan setiap hari, pada pukul 06,00 WIB dan pukul 15.00 WIB. Total Amoniak Nitrogen (TAN) di hari pemeliharaan ke 1, 15 dan 30.
- Pengamatan pertumbuhan setiap 10 hari sekali meliputi bobot tubuh (Wt) dengan menimbang seluruh ikan tiap akuarium dan penyesuaian pakan untuk 10 hari berikutnya.
- Penyiponan akuarium untuk membersihkan feses dan sisa pakan dilakukan setiap 1 hari sekali sebanyak 50-70% dari volume akuarium.
- Pada akhir penelitian dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar kering tubuh, kadar protein tubuh akhir dan kadar lemak tubuh akhir.

3.7 Parameter Uji

3.7.1 Parameter Utama

Parameter Utama yang diamati dalam penelitian ini diantaranya adalah :

- a. Retensi Protein (RP) (Yilmaz *et al.*, 2012)

$$RP (\%) = \frac{(Pt \times Wt) - (Po \times Wo)}{Pf \times FCR \times (Wt - Wo)} \times 100\%$$

Keterangan :

- Pt : Konsentrasi protein akhir (%)
 Wt : Bobot tubuh akhir (g)
 P₀ : Konsentrasi protein awal (%)
 W₀ : Bobot tubuh awal (g)
 Pf : Kandungan protein dalam pakan (%)

- b. Retensi Lemak (RL) (Yilmaz *et al.*, 2012)

$$RL (\%) = \frac{(Lt \times Wt) - (Lo \times Wo)}{Lf \times FCR \times (Wt - Wo)} \times 100\%$$

Keterangan :

- Lt : Konsentrasi lemak akhir (%)
 Wt : Bobot tubuh akhir (g)
 L₀ : Konsentrasi lemak awal (%)
 W₀ : Bobot tubuh awal (g)
 Lf : Kandungan lemak dalam pakan (%)

3.7.2 Parameter Penunjang

Penelitian yang akan dilakukan peneliti terdapat dua parameter penunjang yang diamati yaitu pertumbuhan dan kualitas air. Selama penelitian berlangsung dilakukan pengamatan terhadap kualitas air media budidaya meliputi suhu, pH, DO dan TAN. Pengukuran suhu menggunakan Termometer, pengukuran pH menggunakan pH meter, pengukuran DO menggunakan DO meter dan pengukuran TAN menggunakan Spektrofotometer.

3.8 Analisis Data

Berbagai data yang berhasil dikumpulkan selama penelitian selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan analisis keragaman (ANOVA), sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan program SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) ver. 17 for windows.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Retensi Protein

Retensi protein merupakan gambaran dari banyaknya protein yang diberikan, yang dapat diserap dan dimanfaatkan untuk membangun ataupun memperbaiki sel-sel yang rusak, serta dimanfaatkan oleh tubuh ikan bagi metabolisme sehari-hari. Perhitungan nilai retensi protein ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian (Lampiran 3) disajikan secara umum pada Tabel 4.

Tabel 4. Retensi protein (%) pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Rata – Rata
	1	2	3	
A	15,77	12,87	15,72	14,78 ± 1,66
B	14,88	19,08	16,77	16,91 ± 2,10
C	12,76	11,27	10,88	11,64 ± 0,99
D	21,60	24,48	18,91	21,66 ± 2,78
E	15,38	14,39	16,99	15,58 ± 1,31

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan D (Substitusi 75%) memberikan nilai retensi protein tertinggi yakni sebesar $21,66 \pm 2,78\%$ dan diikuti perlakuan B, perlakuan E, perlakuan A dan perlakuan C. Uji normalitas dan homogenitas (Lampiran 4) bertujuan untuk mengetahui sebaran data normal dan varian yang homogen sehingga dapat dilakukan sidik ragam. Berikut tersaji sidik ragam retensi protein ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) pada Tabel 5.

Tabel 5. Sidik ragam retensi protein ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

	JK	db	KT	F.Hit	Sig.
Perlakuan	160,545	4	40,136	11,372	,001
Acak	35,292	10	3,529	**	
Total	195,838	14			

**berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa retensi protein pada substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan mempengaruhi retensi protein pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Berdasarkan analisis ragam yang menunjukkan hasil berbeda nyata dilanjutkan pada perhitungan homogenous subsets dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan seperti dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan retensi protein pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

Perlakuan	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
50%	3	11,64			a
0%	3	14,79	14,79		ab
100%	3		15,59		b
25%	3		16,91		b
75%	3			21,66	c
Sig.		0,067	0,216	1,000	

Tabel 6 menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh berbeda nyata. Kadar retensi protein pada ikan bawal air tawar tertinggi pada perlakuan D, diduga karena terjadi sintesis protein yang cukup tinggi terlihat dari penambahan bobot yang juga tergolong tinggi dibanding perlakuan yang lain.

Menurut Halver dan Hardy (2002), protein adalah nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah besar pada formulasi pakan ikan. Protein dibutuhkan secara terus menerus oleh ikan untuk membentuk jaringan baru (pertumbuhan dan reproduksi) atau untuk mengganti protein yang hilang (pemeliharaan). Ketidakcukupan protein dalam pakan akan menurunkan pertumbuhan atau hilangnya bobot badan karena diambilnya protein dari jaringan yang kurang penting untuk

memelihara jaringan yang lebih penting. Di sisi lain protein yang terlalu banyak disuplai dari pakan hanya sebagian kecil yang akan digunakan untuk membuat protein baru dan sisanya akan dikonversi menjadi energi.

Rendahnya hasil pada perlakuan C diduga disebabkan beberapa hal yaitu rendahnya protein pakan C (31,75%) dan tingginya kadar air pada pakan C (10%). Kandungan protein tubuh ikan dipengaruhi oleh kandungan protein pakannya (Giri *et al.*, 2007). Menurut Sahwan (2002), kadar air pakan sebaiknya < 10%. Jadi, kadar air pada pakan ini tidak dalam batas kisaran ideal. Tingkat kekeringan pakan sangat menentukan daya tahan pakan karena apabila pakan buatan mengandung banyak air maka akan menjadi lembab.

Kitin merupakan polisakarida struktural yang digunakan untuk menyusun eksoskeleton dari artropoda, rumus molekul $(C_8H_{13}NO_5)_n$ yang tersusun atas 47%C, 6%H, 7%N, dan 40%O. Kitin murni mirip dengan kulit, namun akan mengeras ketika dilapisi dengan garam kalsium karbonat. Kitin tidak larut dalam air, asam encer dan pelarut organik. Proses silase secara kimiawi menggunakan asam mineral seperti H_2SO_4 , HNO_3 , $HCOOH$ dan H_3PO_4 (Einbu, 2007). Hal yang sama juga dikemukakan oleh Hirano (1986), asam mineral seperti H_2SO_4 , HNO_3 , $HCOOH$ dan H_3PO_4 dapat melarutkan kitin sekaligus menyebabkan rantai panjang kitin terdegradasi menjadi satuan-satuan yang lebih kecil. Kitinase adalah enzim yang dapat mendegradasi kitin.

Menurut Knor (1991), protein pada limbah udang terikat dalam bentuk senyawa kompleks antara kitin-protein- $CaCO_3$. Jika kitin terdegradasi oleh kitinase maka protein juga akan terbebaskan dari ikatan senyawa tersebut. Kitin sebagai salah satu komponen penyusun kulit udang dirombak oleh kitinase melalui pemutusan ikatan β 1,4 glikosidik menjadi monomernya N-Asetil,D-glukosamina, selanjutnya protein akan terbebaskan dari senyawa kompleks kitin-protein- $CaCO_3$. Berdasarkan hasil penelitian Mirzah (1997), kitin terhitung sebagai serat kasar

oleh sebab itu penurunan jumlah kitin limbah udang pasca hidrolisis juga akan menurunkan kandungan serat kasar. Maka ketika serat kasar menurun, pencernaan akan tinggi dan menyebabkan penyerapan protein akan tinggi.

Hasil retensi protein pada penggunaan tepung silase limbah kepala udang pada spesies budidaya lain seperti ikan nila, nilai retensi protein 19,96 – 30,82% (Hadi *et al.*, 2009) dan ikan jelawat, retensi protein 17,07 – 32,87% (Yanto, 2010). Hasil tertinggi pada perlakuan D (24,44%) termasuk dalam kisaran retensi protein yang baik pada spesies budidaya lain dengan penggunaan tepung silase limbah kepala udang.

Retensi protein perlu mendapat perhatian secara khusus untuk melihat kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan terhadap pertambahan tubuh ikan (Giri *et al.*, 2007). Nilai retensi protein juga menunjukkan kualitas protein dalam pakan, semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik (Soedibya, 2013). Nilai retensi protein dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam mencerna pakan yang diberikan. Ketersediaan pakan dengan kualitas dan kuantitas nutrisi pakan dengan kebutuhan ikan sangat diperlukan karena nutrisi yang terkandung dalam pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan (Rachmawati dan Samidjan, 2014). Hubungan antara nilai retensi protein dan laju pertumbuhan spesifik ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dalam penelitian ini adalah berkorelasi positif.

4.1.2 Retensi Lemak

Retensi lemak menggambarkan kemampuan ikan dalam menyimpan dan memanfaatkan lemak pakan selama masa pemeliharaan. Hasil perhitungan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (Lampiran 5), rata – rata retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) tiap perlakuan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Retensi lemak (%) pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Rata – Rata
	1	2	3	
A	14,10	10,41	14,43	12,98 ± 2,23
B	17,77	20,47	20,05	19,43 ± 1,45
C	12,13	10,88	10,37	11,12 ± 0,91
D	20,88	22,50	17,22	20,20 ± 2,71
E	23,92	21,63	25,67	23,74 ± 2,03

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa perlakuan E (Substitusi 100%) memberikan nilai retensi lemak tertinggi yakni sebesar $23,74 \pm 2,03\%$ dan diikuti perlakuan D, perlakuan B, perlakuan A dan perlakuan C. Sebelum sidik ragam, dilakukan uji normalitas dan homogenitas data (Lampiran 6) sehingga dapat dilakukan sidik ragam (Tabel 8).

Tabel 8. Sidik ragam retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

	JK	db	KT	F.Hit	Sig.
Perlakuan	330,691	4	82,673	20,203	,000
Acak	40,920	10	4,092	**	
Total	371,612	14			

** berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 8 menunjukkan bahwa retensi lemak dengan substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan mempengaruhi retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Setelah di analisis ragam menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dilanjutkan pada perhitungan homogenous subsets dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan seperti disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

Perlakuan	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
50	3	11,13			a
0	3	12,93			a
25	3		19,23		b
75	3		20,20	20,20	bc
100	3			23,74	c
Sig.		0,287	0,570	0,058	

Pada Tabel 9 menunjukkan bahwa masing-masing perlakuan memberikan pengaruh berbeda nyata. Lemak merupakan sumber energi yang potensial bagi ikan dan mudah dicerna (NRC, 1993). Lemak biasanya disimpan sebagai cadangan energi untuk kebutuhan energi jangka panjang (Nurnaneng, 2014).

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap retensi lemak pada ikan bawal air tawar (*C. macropomum*), bahwa ikan yang diberi pakan mengandung tepung silase limbah kepala udang 100%(E) memberikan hasil retensi lemak tertinggi. Hal tersebut menandakan bahwa tingginya lemak yang dikonsumsi ikan tidak digunakan sebagai sumber energi secara optimal akan tetapi disimpan banyak dalam tubuh. Lemak tidak dimanfaatkan sebagai energi karena ikan cenderung memanfaatkan protein sebagai sumber energinya (Batubara, 2009). Pada perlakuan C nilai retensi lemak terendah maka dapat dikatakan bahwa lemak pada pakan perlakuan 50% lebih banyak digunakan dalam kegiatan metabolisme tubuh dibandingkan dengan pakan E yang lebih banyak disimpan di dalam tubuh.

Rendahnya retensi lemak pada perlakuan C diduga dikarenakan beberapa hal yaitu tingginya kadar air (10%) pada perlakuan C serta rendahnya kadar lemak (8%) dan protein pakan penelitian (31,75%). Menurut Samsudin (2004), rendahnya kandungan lemak maupun protein dalam pakan akan mempengaruhi rendahnya nilai retensi nutriennya.

Menurut Widaksi *et al.* (2014), semakin tinggi lemak dalam pakan maka lemak yang dideposit di dalam tubuh akan semakin tinggi. Berdasarkan penelitian Mahata *et al.* (2006), lemak dalam kepala udang akan meningkat pasca hidrolisis. Hal ini disebabkan oleh terlarutnya carotenoid (*astaxanthin*) yang terdapat pada limbah udang pasca hidrolisis. Terurainya senyawa kitin dan terbebasnya protein dari senyawa kompleks kitin-protein- CaCO_3 juga meningkatkan carotenoid yang dapat dianalisis, dan di dalam analisis proksimat senyawa carotenoid dan vitamin-vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, K) terhitung sebagai lemak.

Retensi lemak pada penggunaan tepung silase limbah kepala udang pada spesies budidaya lain seperti ikan nila nilai retensi lemaknya 20,54 – 33,84% (Hadi *et al.*, 2009) dan ikan jelawat retensi lemaknya 15,09 – 21,67% (Yanto, 2010). Hasil tertinggi pada perlakuan E (25,77%) termasuk dalam kisaran retensi lemak yang normal pada spesies budidaya lain dengan penggunaan tepung silase limbah kepala udang.

Setelah kebutuhan protein terpenuhi dan kebutuhan energi tercukupi maka lemak dari pakan akan disimpan dalam jaringan ikan sehingga mengakibatkan tingginya retensi lemak ikan uji (Samsudin, 2010). Rendahnya retensi lemak tubuh ikan pada perlakuan A, B, C dan D diduga karena pakan yang dikonsumsi ikan tersebut mempunyai imbalanced protein dan non protein yang memenuhi kebutuhan ikan, sehingga lemak dapat dimanfaatkan dengan efisien sebagai energi sebagai akibatnya lemak yang dideposit di dalam tubuh tidak tinggi (Subekti, 2011).

Tubuh ikan juga membutuhkan lemak untuk disimpan sebagai lemak struktural. Untuk memenuhi kebutuhan lemak tersebut maka ikan mensintesa (biokonservasi) lemak berasal dari nutrien non lemak, seperti karbohidrat menjadi asam-asam lemak dan trigliserida yang terjadi di hati dan jaringan lemak (Bicudo

et al., 2002). Lebih lanjut Marzukiewicz (2009), menambahkan bahwa lemak berfungsi dalam penyerapan vitamin A, D, E, dan K.

4.2 Parameter Penunjang

4.2.1 Pertumbuhan

Pertumbuhan adalah perubahan ikan, baik berat badan maupun panjang dalam waktu tertentu. Laju pertumbuhan spesifik adalah laju pertumbuhan harian atau persentase pertambahan bobot ikan setiap harinya. Laju pertumbuhan spesifik menjelaskan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrisi pakan untuk disimpan dalam tubuh dan mengkonversinya menjadi energi. Perhitungan laju pertumbuhan spesifik / *Specific Growth Rate* (SGR) benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) (Lampiran 7) disajikan secara umum pada Tabel 10.

Tabel 10. Data SGR (%BB/hari) pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
A	1,32	1,12	1,31	1,25 ± 0,11
B	1,47	1,56	1,52	1,52 ± 0,05
C	1,16	0,97	0,88	1,00 ± 0,15
D	1,57	1,78	1,44	1,59 ± 0,17
E	1,22	1,09	1,30	1,20 ± 0,10

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa perlakuan D (Substitusi 75%) memberikan nilai SGR tertinggi yakni sebesar 1,59±0,17%BB/hari dan terendah pada perlakuan C (Substitusi 50%) yakni sebesar 1,00±0,15%BB/hari. Sebelum uji sidik ragam, dilakukan uji normalitas dan homogenitas data (Lampiran 7). Setelah data dinyatakan normal dan homogen maka dilakukan sidik ragam (Tabel 11).

Tabel 11. Sidik ragam SGR pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

	JK	db	KT	F _{hit}	Sig.
Pelakuan	0,701	4	0,175	11,563	0,001
Acak	0,152	10	0,015	**	
Total	0,853	14			

** berbeda sangat nyata

Berdasarkan Tabel 11 menunjukkan bahwa SGR dengan substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Hal ini berarti bahwa perlakuan mempengaruhi SGR pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Setelah di analisis ragam menunjukkan hasil berbeda sangat nyata dilanjutkan pada perhitungan homogenous subsets dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan seperti disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil homogenous subsets dengan uji Duncan SGR pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)

Substitusi (%)	N	Subset			Notasi
		1	2	3	
50	3	1,0033			a
100	3	1,2033	1,2033		ab
0	3		1,2500		b
25	3			1,5167	c
75	3			1,5967	c
Sig.		0,075	0,653	0,445	

Ketika enzim kitinase telah jenuh maka penguraian kitin akan menurun, karena berdasarkan penelitian Knor (1991), protein pada limbah udang terikat dalam bentuk senyawa kompleks antara kitin-protein- CaCO_3 . Kitin sebagai salah satu komponen penyusun kulit udang dirombak oleh kitinase melalui pemutusan ikatan β 1,4 glikosidik menjadi monomernya N-Asetil,D-glukosamina, selanjutnya protein akan terbebaskan dari senyawa kompleks kitin-protein- CaCO_3 . Berdasarkan hasil penelitian Mirzah (1997), kitin terhitung sebagai serat kasar oleh sebab itu penurunan jumlah kitin limbah udang pasca hidrolisis juga akan menurunkan kandungan serat kasar. Jadi, ketika protein mengalami kenaikan, serat mengalami penurunan, laju pertumbuhan akan semakin tinggi.

Cepat tidaknya pertumbuhan ikan, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh ikan sebagai zat pembangun. Oleh karena

itu, agar ikan dapat tumbuh secara normal, pakan yang diberikan harus memiliki kandungan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan energi metabolisme dan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan pembangunan sel-sel tubuh yang baru (Setiawati, 2007). Hal yang sama juga pernah dikemukakan oleh Mokoginta *et al.* (1995), yang menyatakan pertumbuhan ikan paling besar dipengaruhi oleh keseimbangan protein dan energi dalam pakan, kekurangan dan kelebihan energi pakan dapat menurunkan pertumbuhan ikan.

Nilai SGR pada penggunaan tepung silase limbah kepala udang pada spesies budidaya lain seperti ikan nila, nilai SGR 1,13 – 2,76%BB/hari (Hadi *et al.*, 2009); udang windu, nilai SGR 1,04 – 1,78%BB/hari (Prihatini, 2000) dan ikan jelawat nilai SGR nya 0,72 – 1,09%BB/hari (Yanto, 2010). Hasil SGR (0,85 – 1,76%BB/hari) pada semua perlakuan termasuk dalam kisaran nilai SGR yang normal pada spesies budidaya lain dengan penggunaan tepung silase limbah kepala udang.

Tingginya SGR pada perlakuan D diduga karena tingginya retensi protein pada perlakuan D. Berdasarkan penelitian Afzriansyah *et al.* (2014), nilai retensi protein yang berbeda menyebabkan perbedaan laju pertumbuhan individu dan efisiensi pakan. Nilai retensi protein yang tinggi pada pakan D berdampak pada laju pertumbuhan spesifik pakan D lebih tinggi jika dibandingkan dengan pakan A, B, C, dan E. Menurut Dani *et al.* (2005), pemanfaatan protein bagi pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran ikan, umur ikan, kualitas protein pakan, kandungan energi pakan, suhu air dan frekuensi pemberian pakan.

Substitusi protein silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda dalam formula pakan tidak mempengaruhi sintasan ikan uji. Nilai *Survival Rate* (SR) (Lampiran 7) tidak berbeda antar

perlakuan ($P > 0,05$), sehingga hal ini memperjelas bahwa silase limbah kepala udang tidak bersifat toksik pada tubuh ikan secara langsung ketika dikonsumsi oleh ikan. Menurut Samsudin (2004), penggantian tepung ikan dengan bahan pakan alternatif tidak bersifat toksik bagi ikan jika berdasarkan pengamatan langsung tidak mempengaruhi tingkah laku pada ikan, seperti menunjukkan paralisis dan kelainan tingkah laku lainnya. Substitusi protein silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dapat dilakukan di dalam formulasi pakan hingga substitusi 75%.

4.2.2 Harga Pakan

Substitusi protein silase limbah kepala udang dapat dilakukan dengan biaya yang lebih murah. Kandungan protein pakan sangat menentukan harga pakan, karena semakin tinggi protein pakan maka harga pakan akan semakin mahal. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Giri *et al.* (2007), protein merupakan salah satu nutrisi penting yang tidak hanya menentukan pertumbuhan ikan, tetapi juga menentukan harga dari pakan karena sebagian besar komponen pakan adalah protein serta sebagian besar protein berasal dari tepung ikan. Substitusi tepung ikan menggunakan 25% tepung silase limbah kepala udang dapat menghemat biaya sebesar Rp. 1.000,00 dari harga pakan komersial dengan kadar protein 33%. Substitusi tepung ikan menggunakan 100% tepung silase limbah kepala udang menghemat biaya sebesar Rp. 5.000,00. Kalkulasi harga pakan selengkapnya terdapat pada Lampiran 8.

4.2.3 Kualitas Air

Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah kualitas fisika dan kimia air (Lampiran 9). Adapun kualitas fisika dan kimia air selama penelitian selalu dipertahankan dalam kondisi yang sama untuk setiap akuarium dan sesuai

dengan ukuran optimal untuk menunjang kelangsungan hidup ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yang tersaji pada Tabel 13.

Tabel 13. Rata-rata kualitas kimia dan fisika air selama penelitian

Perlakuan	Parameter			
	Suhu (°C)	DO (mg/l)	pH	TAN(mg/l)
A	30,91 ± 0,89 ^a	8,89 ± 1,26 ^a	7,00 ± 0,01 ^a	0,007 ± 0,0001 ^a
B	30,00 ± 0,49 ^a	7,17 ± 1,02 ^a	6,98 ± 0,01 ^a	0,007 ± 0,001 ^a
C	30,87 ± 0,73 ^a	8,55 ± 0,24 ^a	6,97 ± 0,01 ^a	0,005 ± 0,002 ^a
D	30,53 ± 0,07 ^a	8,51 ± 0,15 ^a	6,98 ± 0,01 ^a	0,009 ± 0,001 ^a
E	30,83 ± 0,24 ^a	7,21 ± 0,73 ^a	6,98 ± 0,01 ^a	0,006 ± 0,0004 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P>0,05$)

Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali yakni pagi dan sore. Kisaran kualitas air selama penelitian (Tabel 10) menunjukkan bahwa masih tergolong dalam media hidup yang wajar bagi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) dan tidak berbeda untuk setiap perlakuan. Kisaran suhu selama penelitian 29,15 – 30,98°C. Hal ini berdasarkan penelitian Syauqi (2009), kisaran suhu yang optimum untuk ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah 27 – 30°C. Pada pemeliharaan terjadi kenaikan suhu hingga 31°C. Ketika suhu berada di suhu 31°C, ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) cenderung lebih lahap memakan pakan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Bramantya (2005) bahwa suhu yang tinggi dapat menyebabkan laju metabolisme semakin cepat sehingga diharapkan pertumbuhan ikan juga semakin tinggi.

Nilai dari oksigen terlarut (DO) selama penelitian masih dalam kisaran yang optimal bagi benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yaitu 3,55 – 9,22 mg/l. Menurut Djarijah (2001), kisaran DO yang optimal bagi ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) yaitu 2,4 – 6 mg/l. Berdasarkan penelitian Rostim (2001) yang menyatakan bahwa tingkat konsumsi oksigen ikan bawal air tawar lebih besar daripada ikan tawes yaitu 373,96 mgO₂/kg/jam. Batas minimum kadar oksigen terlarut yang bisa mematikan kehidupan ikan bawal air tawar adalah 1,24 mg/l. Dalam budidaya ikan bawal air tawar DO harus dipertahankan diatas 1,41 mg/l.

Kisaran pH yang baik untuk pemeliharaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah 7 – 8 (Arie, 2000). Selama masa pemeliharaan kisaran pH yang terjadi 6,97 – 7,00. Nilai pH tersebut masih termasuk wajar dalam pemeliharaan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Menurut Calvalho *et al.* (2014), nilai pH yang optimal untuk kehidupan ikan bawal air tawar adalah pH 7,2 – 7,8.

TAN merupakan hasil akhir dari proses penguraian protein dalam bentuk yang tidak terionisasi dan merupakan racun bagi ikan sekalipun konsentrasinya sangat rendah (Firdaus dan Muchlisin, 2010). TAN dan nitrit yang tinggi dalam perairan bersifat berbahaya bagi ikan. Persentase amoniak bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan (Tacon *et al.*, 2009). Maka dari itu jumlah TAN tidak boleh melebihi kisaran normal untuk hidup ikan bawal air tawar (*C. macropomum*). Nilai dari TAN selama penelitian yaitu berkisar 0,005 – 0,009 mg/l. Menurut Djarijah (2001), kisaran TAN yang optimum bagi kehidupan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*) adalah maksimal 0,1 mg/l.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda dalam formulasi pakan ikan bawal air tawar (*C. macropomum*), dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Substitusi protein tepung silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda berpengaruh terhadap retensi protein dan retensi lemak pada benih ikan bawal air tawar (*C. macropomum*)
- Substitusi protein silase limbah kepala udang terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda memberikan hasil terbaik pada substitusi protein 75%(D) dengan nilai retensi protein $21,66 \pm 2,78\%$ yang didukung oleh nilai SGR tertinggi pada perlakuan D, sedangkan retensi lemak pada substitusi 100% dengan nilai $23,74 \pm 2,03\%$.

5.2 Saran

Apabila menggunakan formulasi pakan seperti pada penelitian ini, dilihat dari parameter retensi protein dan retensi lemak maka pemanfaatan tepung silase limbah kepala udang dapat dilakukan dengan substitusi protein hingga 75% terhadap protein tepung ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2005. Pakan Ikan. Kanisius, Yogyakarta. 149 hlm.
- Afzriansyah, Saifulla dan A.N. Putra. 2014. Aplikasi probiotik untuk meningkatkan nilai pencernaan pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **4**(4): 235 - 242.
- Amoah, Y.T. 2011. Effect of dietary protein levels on growth and protein utilization in juvenile arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Final Project United Nations University*. Iceland. 26 pp.
- Arie, U. 2000. Budidaya Bawal Air Tawar Untuk Konsumsi dan Ikan Hias. Penebar Swadaya, Jakarta. 185 hlm.
- Batubara, U.N. 2009. Pengaruh rasio protein dan lemak dalam pakan terhadap pertumbuhan ikan napoleon, *Cheilinus undulate*. *Jurnal Riset Akuakultur*. **8**(13): 1-14.
- Bezerra, A. 2002. *Growth and protein digestibility of tambaqui, Colossoma macropomum, CUVIER 1818, fed diets based on fish silage*. Thesis. Aquaculture departement. Memorial University of Newfoundland, Canada. 106 pp.
- Bicudo, A.J.A., R.Y. Sado and J.E.P. Cyrino. 2012. Growth, body composition and hematology of juvenile pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fed increasing of ractopamine. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. **64**(5): 1335 – 1342.
- Boer, I., Adelina dan N.A. Pamungkas. 2007. *Pemanfaatan fermentasi ampas tahu dalam pakan ikan untuk pertumbuhan ikan gurami (Osphronemus gouramy, Lac)*. Prosiding Seminar Antarabangsa Ke 2 Ekologi, Habitat Manusia dan Perubahan Persekitaran. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau, Riau. 8 hlm.
- Bramantya, A.E. 2005. *Kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan bawal air tawar Colossoma macropomum pada suhu media pemeliharaan 26°C, 29°C, dan 32°C*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 85 hlm.
- Buwono, I.D. 2002. Kebutuhan Asam Amino Essensial dalam Ransum Pakan Ikan. Kanisius, Yogyakarta. 56 hlm.
- Calvalho, E.B.V.M.M., R.S. Bezerra, C.R.D. Assis, R.F. Bezerra, M.T.S. Correia and L.C.B. B. Caelho. 2014. Physiological and biotechnological approaches of the amazonian tambaqui fish (*Colossoma macropomum*). *Nova Science Publishers*, New York. 58 pp.
- Campos-Baca, L. and C.C. Kohler. 2005. Aquaculture of *Colossoma macropomum* and Related species in Latin America. *American Fisheries Society Symposium*. **46** : 541 - 567.

- Dani, N.P., A. Budiharjo dan S. Listyawati. 2005. Komposisi pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan protein ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). *Bio Smart*. 7(2): 83 - 90.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2011. Profil Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Timur Untuk Mendukung Industrialisasi KP. Pusat Data Statistik dan menterian Kelautan dan Perikanan. 430 hlm.
- Dinas Kelautan dan Perikanan. 2013. Statistik Budidaya Jawa Timur 2013. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 430 hlm.
- Djarjah, A.B. 2001. Budidaya Ikan Bawal. Kanisius, Yogyakarta. 145 hlm.
- Einbu, A. 2007. *Characteristic of chitin and a study of its acid-catalysed hydrolysis*. Thesis. Norwegian University. Norwegia. 85 pp.
- Firdaus dan Z. A. Muchlisin. 2010. Degradation rate of sludge and water quality of septic tank (water closed) by using starbio and freshwater catfish as biodegradator. *Jurnal Natural*. 10(1): 1 – 6.
- Giri, N.A., K. Suwiry, A.I. Pithasari dan M. Marzuqi. 2007. Pengaruh kandungan protein pakan terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan benih kakap merah (*Lutjanus argentimaculatus*). *Jurnal Perikanan*. 9(1): 55 - 62.
- Hadi, M., Agustono dan Y. Cahyoko. 2009. *Pemberian tepung limbah udang yang difermentasi dalam ransum pakan buatan terhadap laju pertumbuhan, rasio konversi pakan dan kelangsungan hidup benih ikan nila (Oreochromis niloticus)*. Laporan Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya. 14 hlm.
- Haetami, K., Junianto dan Y. Andriani. 2005. *Tingkat penggunaan gulma air Azolla pinnata dalam ransum terhadap pertumbuhan dan konversi pakan ikan bawal air tawar*. Laporan Penelitian Fakultas Pertanian. Universitas Padjajaran, Bandung. 31 hlm.
- Halver, J.E. and R.W. Hardy. 2002. Fish Nutrition. Third Edition. Academic Press, USA. 807 pp.
- Handajani, H. 2008. *Pengujian tepung azolla terfermentasi sebagai penyusun pakan ikan terhadap pertumbuhan dan daya cerna Ikan Nila Gift*. Naskah Publikasi. Fakultas Peternakan Perikanan. Universitas Muhammadiyah Malang, Malang. 18 hlm.
- _____ dan W. Widodo. 2010. Nutrisi Ikan. UMM Press, Malang. 271 hlm.
- Haryati, E.Saade dan A. Pranata. 2011. Substitusi tepung ikan dengan tepung maggot terhadap retensi nutrisi, komposisi tubuh dan efisiensi pakan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 11(2): 185-194.
- Hasibuan, R.D. 2007. *Penggunaan meat bone meal (MBM) sebagai bahan substitusi tepung ikan dalam pakan ikan patin Pangasius sp.* Skripsi. Departemen Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. 60 hlm.

- Hepher, B. 1988. Nutrition of Pond Fishes. Cambridge University Press, Cambridge. 388 pp.
- Hernandez, M., T. Takeuchi and T. Watanabe. 1995. Effect of dietary energy sources on the utilization of protein by *Colossoma macropomum* fingerlings. *Journal Fisheries Science*. **61**(3) : 507 - 511.
- Hirano, S. 1986. Chitin and Chitosan. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Completely Revised Edition. Weinheim, New York. 344 pp.
- Keshavanath, P., C.A. Oishi, F.A. Leao da Fonseca, E.G. Affonso and M. P. Falho. 2012. Growth response of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings to salt (*Sodium chloride*) supplemented diets. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*. **7**(6): 439 - 446.
- Khairuman dan K. Amri. 2002. Membuat Pakan Ikan Konsumsi. Agromedia Pustaka, Depok. 83 hlm.
- _____. 2008. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. Agromedia Pustaka, Jakarta. 358 hlm.
- _____. 2009. Bisnis dan Budidaya Intensif Bawal Air Tawar. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 150 hlm.
- Knor, D. 1991. Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waste management. *Food Technology*, **45**(1): 114-122.
- Kordi, M.G.H. 2010. Budidaya Bawal Air Tawar di Kolam Terpal. Lily Publisher, Yogyakarta. 155 hlm.
- Lukito, A. dan S. Prayugo. 2007. Panduan Lengkap Lobster Air Tawar. Penebar Swadaya, Jakarta. 292 hlm.
- Mahata, M.E., Y. Rizal dan A. Dharma. 2006. *Potensi enzim ekstraseluler bakterium Serratia marcescens dalam meningkatkan kualitas limbah udang dan aplikasinya sebagai pakan ternak unggas*. Artikel Penelitian. Universitas Andalas, Padang. 41 hlm.
- Mahyuddin, K. 2011. Usaha Pembenihan Ikan Bawal. Penebar Swadaya, Jakarta. 165 hlm.
- Mairizal. 2010. Pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung silase limbah kepala udang dalam ransum ayam pedaging terhadap retensi bahan kering dan protein kasar. *Jurnal Peternakan*. **7**(1): 35 - 41.
- Mamora, M.A. 2009. *Efisiensi pakan serta kinerja pertumbuhan ikan bawal (Colossoma macropomum) dengan pemberian pakan berbasis Meat Bone Meal (MBM) dan pakan komersil*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. 57 hlm.
- Marzuqi, M. 2015. *Pengaruh kadar karbohidrat dalam pakan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan dan aktivitas enzim amilase pada ikan*

bandeng (*Chanos-chanos* Forsskal). Tesis. Universitas Udayana, Denpasar. 88 hlm.

Mazukiewicz, J. 2009. Utilization of domestic plant camponents in diets for common carp *Cyprinus carpio* L. *Arch. Pol. Fish.* **17**: 5 - 39.

Millamena, O.M., R.M. Coloso and F.P. Pascual. 2002. Nutririon In Tropical Aquaculture. Aquaculture Departement. Southeast Asian Fisheries Development Center. Tighauan, Iloilo: Philippines. 225 pp.

Mirzah. 1997. *Pengaruh pengolahan tepung limbah udang dengan uap panas terhadap kualitas dan pemanfaatannya dalam ransum ayam broiler*. Disertasi. Universitas Padjadjaran, Bandung. 185 hlm.

Mokoginta, I., M.A. Suprayudi, dan M. Setiawati. 1995. Kebutuhan optimum protein dan energi pakan benih ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, **1**(3): 82-94.

Murtidjo, B.A. 1987. Pedoman Meramu Pakan Unggas. Kanisius, Yogyakarta. 167 hlm.

_____. 2001. Beberapa Metode Pengolahan Tepung Ikan. Kanisius, Yogyakarta. 145 hlm.

_____. 2001. Pedoman Meramu Pakan Ikan. Kanisius, Yogyakarta. 128 hlm.

National Research Council. 1993. Nutrien Requirement of Fish. National Academy Press, Washington D.C. 102 pp.

Nurnanengsih. 2014. *Pengaruh salinitas terhadap efisiensi pakan dan retensi nutrien ikan nila best (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar. 48 hlm.

Nwanna, L.C., A.M. Balogun, Y.F. Ajenifuja and V.N. Enujiugha. 2004. Replacement of fish meal with chemically preserved shrimp head in the diets of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Food, Agriculture and Environment*. **2**(1): 79 - 83.

Oishi, C.A., L.C. Nwanna dan M.N. Filho. 2010. Optimum dietary protein requirement for Amazonian Tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, fed fish meal free diets. *Journal Acta Amazinica*. **40**(4): 757 – 762.

Prihatini, E.S. 2000. *Pengaruh pemberian tepung kepala udang sebagai substitusi tepung ikan dalam ransum terhadap laju pertumbuhan udang windu*. Laporan Penelitian. Universitas Islam Lamongan, Jawa Timur. 7 hlm.

Purnomowati, I., D. Hidayati dan C. Saparinto. 2008. Berbagai Kudapan Berbahan Ikan. Kanisius, Yogyakarta. 178 hlm.

Purwanto. 2010. *Pengaruh pemberian silase klobot jagung dalam ransum terhadap penampilan produksi domba lokal pejantan*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta. 38 hlm.

- Rachmawati, D dan I. Samidjan. 2014. Penambahan fitase dalam pakan buatan sebagai upaya peningkatan pencernaan, laju pertumbuhan spesifik dan kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Fisheries Science and Technology*, **10**(1) : 48 – 55.
- Raupong dan Anisa. 2011. Bahan Ajar Mata Kuliah Perancangan Percobaan. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan. 136 hlm.
- Razi, F. 2014. Teknik budidaya ikan bawal (*Colossoma macropomum*). Folder penyuluhan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2 hlm.
- Rostim, A. 2001 *Tingkat konsumsi oksigen ikan bawal (Colossoma macropomum), ikan nilem (Osteochillus hasselti, C.V.) dan ikan tawes (Puntius javanicus, blkr.)*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 121 hlm.
- Sahwan, F.M. 2002. Pakan Ikan dan Udang. Penebar Swadaya, Jakarta. 245 hlm.
- Samsudin. R. 2004. *Pengaruh substitusi tepung ikan dengan Single Cell Protein (SCP) yang berbeda dalam pakan Ikan Patin Pangasius sp. terhadap retensi protein, pertumbuhan dan efisiensi pakan*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 42 hlm.
- _____, N. Suhendra dan M. Sulhi. 2010. *Evaluasi penggunaan pakan dengan kadar protein berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan nilem (Osteochilus hasselti)*. Prosiding Forum Inovasi Akuakultur 2010. Balai Riset Budidaya Air Tawar : 697 – 900.
- Santi, R.K., D. Fatmawati, S.D. Widyawati dan W.P.S. Suprayogi. 2012. Kualitas dan nilai pencernaan *in vitro* silase batang pisang (*Musa paradisiaca*) dengan penambahan beberapa akselerator. *Jurnal Tropical Animal Husbandry*. **1**(1): 15 – 23.
- Santos, M.Q.C., C.A. Oishi, M.P. Filho, M.A.C. Lima, E.A. Ono and E.G. Affonso. 2010. Physiological response and performance of tambaqui fed with diets supplemented with Amazonian nut. *Journal Ciência Rural, Santa Maria*. **40**(10): 2181 – 2185.
- Setiawati, M., C. Nuraeni dan D. Jusadi. 2007. Penggunaan lemak patin dalam pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, **6**(1): 89 – 95.
- Sianipar, J., K. Simanthruk dan J. Sirait. 2007. *Penggunaan silase kulit buah markisa sebagai pakan kambing kacang sedang tumbuh*. Seminar nasional teknologi peternakan dan veteriner. Loka Penelitian Kambing Potong Sumatera Utara. 5 hlm.
- Silva., Pereira-Filho and O. Pereira. 2000. Seasonal variation of nutrients and energy in tambaqui's (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818) natural food. *Rev. Brasil. Biol.* **60**(4): 599 - 605.

- Singh, P., S. Maqsood, M.H. Samoon, V. Phulia, M. Danish and R.S. Chalal. 2011. Exogenous supplementation of papain as growth promoter in diet of fingerlings of *Cyprinus carpio*. *International Aquaculture Research*. **3**: 1 - 9.
- SNI 01-2891-1992. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional. 39 hlm.
- Soedibya, P.H.T. 2013. Retensi protein pada ikan nila GIFT (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan *Azolla pinnata* dengan diperkaya mikroba probiotik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **12**(2): 109 - 113.
- Subekti, S., M. Prawesti dan M. Arief. 2011. Pengaruh kombinasi pakan buatan dan pakan alami cacing sutera (*Tubifex tubifex*) dengan persentase yang berbeda terhadap retensi protein, lemak dan energi pada ikan sidat (*Anguilla bicolor*), **4**(1): 90 – 95.
- Suhaemi, Z. 2011. Diktat Metode Penelitian dan Rancangan Percobaan. Fakultas Pertanian Universitas Taman Siswa Padang, Sumatera Barat. 140 hlm.
- Sukmaningrum, S., Setyaningrum dan Pulungsari. 2006. *Retensi protein dan retensi energy ikan cupang plakot yang mengalami pemuasaan*. Laporan Penelitian. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. 10 hlm.
- Sumarsih, S., C. I. Sutrisno dan B. Sulistiyanto. 2009. *Kajian penambahan tetes sebagai aditif terhadap kualitas organoleptik dan nutrisi silase kulit pisang*. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan, Universitas Diponegoro Semarang. 4 hlm.
- Syauqi, A. 2009. *Kelangsungan hidup benih bawal air tawar (Colossoma macropomum CUVIER) pada sistem pengangkutan tertutup dengan padat penebaran 43, 86 dan 129 ekor/liter*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 64 hlm.
- Tacon, A.G.J., M. Metian and M. R. Hasan. 2009. Feed Ingredients and Fertilizers for Farmed Aquatic Animals, Sources and Composition. Food and Agriculture Organization of the United nations, Roma. 209 pp.
- Utami, I.K., K. Haetami dan Rosidah. 2002. Pengaruh pemanfaatan tepung daun turi hasil fermentasi dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan benih bawal air tawar (*Colossoma macropomum*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. **3**(4): 191 – 199.
- Vijayagopal, P. 2011. Feed formulation using linear programming for fry of Catfish, Milkfish, Tilapia, Asian Sea Bass, and Grouper in India. *Journal of Applied Aquaculture*. **23**: 85 – 101.
- Webster, C.D. and C. Lim. 2002. *Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture*. USA: CABI Publishing. CAB International. 345 pp.
- Widaksi, C.P., L. Santoso dan S. Hudaiah. 2014. Pengaruh substitusi tepung ikan dengan tepung daging dan tulang terhadap pertumbuhan patin (*Pangasius sp.*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, **3**(1): 304 – 312.

Yanto, H. 2010. Tepung silase kepala udang sebagai pengganti tepung ikan pada pakan benih ikan jelawat (*Leptobarbus hoevenii* Blkr). *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. **38**(2): 52 - 63.

Yilmaz, S., S. Ergun and E.S. Celik. 2012. Effect of herbal supplements on growth performance of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal Bioscience Biotechnology*. **1**(3): 217 - 222.

Yuliati, D. 2007. Pengaruh padat penebaran benih ikan bawal (*Colossoma macropomum*) yang dipelihara dalam system resirkulasi terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 56 hlm.

