PEMANFAATAN LIMBAH BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal) SEBAGAI SUMBER PROTEIN PENGGANTI TEPUNG IKAN DALAM FORMULA PAKAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) TERHADAP RETENSI PROTEIN, LEMAK DAN ENERGI

SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

OLEH:
WIWIT NOR INDAHSARI
NIM. 135080501111059

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PEMANFAATAN LIMBAH BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal) SEBAGAI SUMBER PROTEIN PENGGANTI TEPUNG IKAN DALAM FORMULA PAKAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) TERHADAP RETENSI PROTEIN, LEMAK DAN ENERGI

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:
WIWIT NOR INDAHSARI
NIM. 135080501111059

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2017

PEMANFAATAN LIMBAH BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal) SEBAGAI SUMBER PROTEIN PENGGANTI TEPUNG IKAN DALAM FORMULA PAKAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) TERHADAP RETENSI PROTEIN, LEMAK DAN ENERGI

OLEH :
WIWIT NOR INDAHSARI
NIM. 135080501111059

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 25 Juli 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat
Tanggal : _____

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS.)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 08 AUG 2017

Dosen Pembimbing II

(M. Fakhri, SPi. MP. MSc.)
NIP. 19860717 201504 1 001
Tanggal : 08 AUG 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS.)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 08 AUG 2017

Judul	: PEMANFAATAN LIMBAH BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal) SEBAGAI SUMBER PROTEIN PENGGANTI TEPUNG IKAN DALAM FORMULA PAKAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) TERHADAP RETENSI PROTEIN, LEMAK DAN ENERGI
Nama Mahasiswa	: WIWIT NOR INDAHSARI
NIM	: 135080501111059
Program Studi	: Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1	: DR. IR. ARNING WILUJENG EKAWATI, MS.
Pembimbing 2	: M. FAKHRI, SPi. MP. MSc.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1	: IR. M. RASYID FADHOLI, MSi.
Dosen Penguji 2	: DR. IR. ATING YUNIARTI, SPi. MAqua.

Tanggal Ujian : 25 Juli 2017

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, Agustus 2017

Mahasiswa,

(Wiwit Nor Indahsari)

RIWAYAT HIDUP

Wiwit Nor Indahsari adalah nama penulis skripsi ini. Penulis lahir dari orang tua Bambang Triatmoko dan Sunarni Siswinarti sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis dilahirkan di Desa Tarik, Kecamatan Tarik, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur pada tanggal 04 Agustus 1995. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Negeri Tarik 1, Sidoarjo (lulus tahun 2007), melanjutkan ke SMP Negeri 1 Tarik, Sidoarjo (lulus tahun 2010) kemudian ke SMA Negeri 2 Kota Mojokerto (lulus tahun 2013) dan Universitas Brawijaya, Malang (*discontinued*), hingga akhirnya bisa menempuh masa kuliah di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Program Studi Budidaya Perairan.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan skripsi ini. Semoga dengan penulisan skripsi ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya skripsi yang berjudul "**Pemanfaatan Limbah Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) sebagai Sumber Protein Pengganti Tepung Ikan dalam Formula Pakan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) terhadap Retensi Protein, Lemak dan Energi**".

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. Ayah Bambang Triatmoko dan Ibu Sunarni Siswinarti atas segala doa yang tercurah untuk anaknya sehingga skripsi bisa terselesaikan, serta segala dukungan moril dan materiil yang diberikan.
3. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS selaku Ketua Jurusan MSP dan selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Dr. Ir. M. Fadjar., MSc selaku Ketua Program Studi BP.
5. Bapak M. Fakhri, SPi., MP., MSc. selaku Dosen Pembimbing 2.
6. Pak Udin, Mba Mitha, Bu Iwin, Bu Dian yang telah banyak membantu selama kegiatan penelitian.
7. Adikku tercinta, Wina Dwi Setyaningsih, Nenekku Tamsiati, saudara – saudaraku dan seluruh keluarga besarku yang telah memberi motivasi, doa dan dukungan dalam segala bentuk.
8. Tim Limbah : Joko, Cafu, Indah, Derry, dan Nogie, tim Atraktan: Dian Isna, Dian Eva, Azka, Della, Lian, dan Adam serta Tim Pakan Alami : Kiki, Wirda, Syifa, Mia, Opisar, dan Roji
9. Terima kasih khusus untuk Yuris Dhika Priyono yang telah memberi dukungan, motivasi dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini dan segala prosesnya. Tak lupa saya sampaikan terimakasih kepada teman – temanku: Mifta, Alya, Sindra, Sinta, Hanifah, Fifi, Devi, Viana, Gia, Tantri, Dedi, Umami, serta untuk kakakku : Mas Dico, Mba Azka, Mba Ria dan Mba Uswatun yang telah banyak membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

10. Teman - teman Aqua GT tercinta atas semangat dan dukungan yang telah diberikan.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Malang, Agustus 2017

(Penulis)

PEMANFAATAN LIMBAH BANDENG (*Chanos chanos* Forsskal) SEBAGAI SUMBER PROTEIN PENGGANTI TEPUNG IKAN DALAM FORMULA PAKAN UDANG GALAH (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) TERHADAP RETENSI PROTEIN, LEMAK DAN ENERGI

Wiwit Nor Indahsari[1], Arning Wilujeng Ekawati[2] dan Muhammad Fakhri[2]

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh dan jumlah terbaik pemanfaatan limbah bandeng (*Channos channos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M rosenbergii*). Metode dalam penelitian ini adalah eksperimen, menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan pakan isoprotein 35% dan isoenergi 340 kkal/100g dan masing – masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Perlakuan pakan yang digunakan adalah subtitusi protein tepung ikan dengan protein tepung limbah bandeng yang terdiri A (0%), B (25%), C (50%), D (75%), E (100%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan tepung limbah bandeng sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dengan persentase yang berbeda tidak berpengaruh terhadap retensi protein udang galah, namun berpengaruh terhadap retensi lemak dan energi pada udang galah (*M. rosenbergii*). Pada penelitian ini didapatkan perlakuan terbaik pada pakan E (subtitusi limbah bandeng 100%) untuk retensi protein 23,62%, lemak 3,15% dan energi 20,12%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa protein tepung limbah bandeng dapat disubstitusikan dengan protein tepung ikan hingga 100%.

Kata Kunci: limbah bandeng, *Macrobrachium rosenbergii*, retensi protein, retensi lemak, retensi energi.

1) Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya
2) Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Universitas Brawijaya

UTILIZATION OF MILKFISH WASTE (*CHANOS CHANOS* FORSSKAL) AS A SOURCE OF PROTEIN REPLACEMENT FOR FISHMEAL IN DIET OF *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* DE MAN ON PROTEIN, FAT AND ENERGY RETENTION

Wiwit Nor Indahsari[1], Arning Wilujeng Ekawati[2], Muhammad Fakhri[2]

Abstract

The purpose of this study was to describe the influence and the best amount of utilization of milkfish waste (*Chanos chanos*) as a source of protein replacement for fishmeal in diet of prawns (*M. rosenbergii*) against the retention of protein, fat and energy. The method in this study is an experiment, using a completely randomized design with 5 treatment isoprotein feed 35% and isoenergy 340 Kcal/100 g and each treatment was repeated thrree times. the feeding treatment used was substitution of fish meal protein with milkfish meal protein consisting of A (0%), B (25%), C (50%), D (75%), E (100%). The results showed that the utilization of milkfish waste meal as a source of protein replacement for fish meal with a different precentage gave no significant effect to the protein retention, but gave significant effect on fat and energy retention of prawns (*M. rosenbergii*). The best result of retention was in treatment E (feed with 100% milkfish waste meal) with protein retention value of 23.62%, fat retention of 3.15%, and energy retention of 20.12%. Based on the results of the study, it can be concluded that milkfish waste meal can be subtituted with fishmeal protein up to 100%.

Keywords: milkfish waste, *Macrobrachium rosenbergii*, protein retention, fat retention, energy retention.

1) Student of Fisheries and Marine Science Faculty, Brawijaya University
Lecturer of Fisheries and Marine Science Faculty, Brawijaya University

KATA PENGANTAR

Skripsi dengan judul "Pemanfaatan Limbah Bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) sebagai Sumber Protein Pengganti Tepung Ikan dalam Formula Pakan Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) terhadap Retensi Protein, Lemak dan Energi" ini tersajikan untuk menjelaskan pengaruh penggantian protein tepung ikan dengan tepung limbah bandeng terhadap retensi protein, lemak dan energi pada pakan udang galah (*M. rosenbergii*) yang pelihara. Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, dan metode penelitian, analisis data, pembahasan serta kesimpulan dan saran.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun. Kritik yang konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan penulisan selanjutnya agar dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi pembaca.

Malang, Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN ..... **viii**

KATA PENGANTAR ..... **ix**

DAFTAR ISI ..... **xi**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR TABEL ..... **xiv**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xv**

1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Hipotesis 4
1.5 Kegunaan Penelitian 4
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian 4

2. TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Biologi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) 6
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi 6
2.1.2 Habitat dan Tingkah Laku 7
2.1.3 Kebiasan Makan 8
2.1.4 Keunggulan 9
2.2 Kebutuhan Nutrien Udang Galah 9
2.2.1 Protein 10
2.2.2 Lemak 10
2.2.3 Karbohidrat 11
2.2.4 Vitamin 12
2.2.5 Mineral 12
2.3 Sumber Protein dalam Formula Pakan 13
2.3.1 Tepung Ikan 13
2.3.2 Tepung Limbah Bandeng (*Chanos chanos*) 14
2.3.3 Tepung Kedelai 15
2.3.4 Tepung Jagung 15
2.3.5 Tepung Dedak 15
2.4 Retensi Protein, Retensi Lemak dan Retensi Energi 16
2.4.1 Retensi Protein 16
2.4.2 Retensi Lemak 17
2.4.3 Retensi Energi 18
2.5 Kualitas Air sebagai Parameter Penunjang 19

3. METODE PENELITIAN **21**
3.1 Materi Penelitian 21
3.1.1 Udang Galah (*M. rosenbergii*) 21

3.1.2 Media Percobaan 21
3.1.4 Formula Pakan 22
3.2 Alat dan Bahan Penelitian 23
3.2.1 Alat Penelitian 23
3.2.2 Bahan Penelitian 24
3.3 Metode Penelitian 24
3.4 Rancangan Percobaan Penelitian 24
3.5 Prosedur Penelitian 25
3.5.1 Formulasi Pakan 25
3.5.2 Persiapan Akuarium 25
3.5.3 Persiapan Udang 26
3.5.4 Perlakuan Pada Udang 26
3.6 Parameter Uji 27
3.6.1 Parameter Utama 27
3.6.2 Parameter Penunjang 28
3.7 Analisis Data 29

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 31
4.1 Retensi Protein 31
4.2 Retensi Lemak 34
4.3 Retensi Energi 36
4.4 Kualitas Air 48
4.5 Harga Pakan 41

5. KESIMPULAN DAN SARAN 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 43

DAFTAR PUSTAKA 44

LAMPIRAN 52

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) (Sharif, 2009)..... 6

2. Denah Penelitian 24

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Komposisi Bahan Pakan Penelitian 22
2. Formulasi Pakan Penelitian 23
3. Retensi protein pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian 31
4. Retensi lemak pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian..... 34
5. Retensi energi pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian 36
6. Rata-rata kualitas fisika dan kimia air selama penelitian 39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian	52
2. Metode Analisis Uji Proksimat	59
3. Hasil Perhitungan Retensi Protein pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	64
4. Analisis Rancangan Acak Lengkap Retensi Protein pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	65
5. Hasil Perhitungan Retensi Lemak pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	66
6. Analisis Rancangan Acak Lengkap Retensi Lemak pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	67
7. Hasil Perhitungan Retensi Energi pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	71
8. Analisis Rancangan Acak Lengkap Retensi Energi pada Udang Galah (*M. rosenbergii*)	72
9. Kalkulasi Harga Pakan	78
10. Data Parameter Kualitas Air Udang Galah	79
11. Analisis Rancangan Acak Lengkap Kualitas Air selama Penelitian	89
12. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	9

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang galah (*Macrobrachium rosenbergii* de Man) merupakan komoditas perikanan yang bernilai ekonomis tinggi, baik untuk konsumsi dalam negeri maupun ekspor. Produksi udang pada tahun 2014 yaitu 592.219 ton/tahun dan kenaikan rata – rata produksi dari tahun 2010 hingga tahun 2014 adalah 13,83% dengan jumlah permintaan ekspor 141.041 ton/tahun (KKP, 2015). Nilai jual yang relatif tinggi (Rp. 40.000,-/kg) telah mendorong perkembangan budidaya udang galah. Spesies ini dapat dibudidayakan di kolam air tawar, danau, bahkan di muara-muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut (Abidin, 2011).

Menurut Yuwono (2005), dalam budidaya udang berbagai aspek seperti pengadaan benih, manjemen pemberian pakan dan nutrisi terus diteliti dan dikembangkan demi keberlanjutan usaha tersebut. Aspek nutrisi merupakan fungsi terpenting dalam menetukan keberhasilan budidaya. Pertumbuhan juvenil udang tidak akan optimal apabila kebutuhan nutrisinya tidak dipenuhi. Nutrisi didapat udang melalui pakan yang dikonsumsi. Udang membutuhkan protein dalam pakan yang cukup tinggi untuk pertumbuhannya dibandingkan kebutuhan protein pada ikan. Pada penelitian Paul dan Rahman (2016) dengan perlakuan pemberian protein pakan 25-38%, udang galah yang diberi pakan dengan kandungan protein 31,50% dan lemak 6,79% menghasilkan pertumbuhan yang optimum.

Pakan merupakan faktor yang sangat penting dalam budidaya karena menyerap 60-70% dari total biaya operasional. Pemberian pakan yang sesuai kebutuhan akan memacu pertumbuhan dan perkembangan udang secara optimal sehingga produktivitasnya bisa ditingkatkan (Nuhman, 2009). Abdiguna

et al. (2013) menyatakan bahwa pakan berkualitas memiliki kandungan protein yang tinggi, sedangkan sumber protein utama yang digunakan oleh industri pakan ikan adalah tepung ikan. Tepung ikan memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu berkisar 50-70%. Permasalahan yang terjadi adalah mahalnya harga tepung ikan untuk bahan baku penyusun pakan, sehingga membutuhkan biaya yang tinggi. Untuk menurunkan biaya produksi dengan menggunakan pakan buatan adalah mencari alternatif lain sumber bahan pakan yang murah dan tersedia dalam jumlah banyak untuk menggantikan tepung ikan sebagai sumber protein yang tinggi namun dengan harga murah dan kualitas tetap baik.

Menurut Purba (2001), limbah hasil perikanan adalah salah satu alternatif sumber protein hewani yang dapat digunakan sebagai pengganti tepung ikan yang mahal. Fatimah dan Jannah (2008) menyatakan bahwa tulang ikan bandeng merupakan *by-product* perikanan yang dapat diperoleh dari industri pengolahan ikan. Selama ini tulang ikan bandeng masih belum termanfaatkan. Selain tulang, industri pengolahan bandeng menghasilkan banyak duri sebagai limbahnya. Hal ini dijelaskan oleh Sari (2013) bahwa jumlah duri ikan Bandeng selama ini lebih banyak tidak dimanfaatkan dan hanya menjadi limbah. Limbah duri ikan bandeng yang dihasilkan oleh industri ikan bandeng setiap harinya mencapai 15 kg atau 5 sekitar 5,4 ton per tahun. Pada penelitian Iwanah (2012) dijelaskan bahwa nilai gizi pada limbah ikan bandeng masih sangat baik yaitu dengan kandungan protein sebesar 46,69%, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran pakan.

Kandungan protein yang tinggi pada limbah ikan bandeng, memungkinkan untuk menjadi sumber protein pengganti pada tepung ikan dalam formulasi pakan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Ali *et al*. (2015) bahwa retensi ikan nila GIFT meningkat menjadi 67,8% dengan formulasi pakan

menggunakan 100% tepung kepala ikan teri sebagai subtitusi tepung ikan. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggantian tepung ikan dengan tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) terhadap retensi protein, lemak dan energi pada udang galah (*M. rosenbergii*).

1.2 Rumusan Masalah

Tingginya permintaan pasar yang terus meningkat dari tahun ketahun, tetapi tidak diimbangi oleh harga pakan yang murah sehingga memerlukan penyediaan formula pakan yang lebih efisien dengan biaya produksi yang lebih rendah. Salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein yang murah adalah dengan pemanfaatan limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dijadikan tepung sebagai bahan baku pakan udang galah (*M. rosenbergii*) sehingga dalam penelitian ini terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh pemanfaatan limbah Bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi protein, lemak dan energi pada udang galah (*M. rosenbergii*)?
- Berapa jumlah pemanfaatan limbang bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan yang baik terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M. rosenbergii*)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah Bandeng (*Channos channos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M rosenbergii*).

- Untuk mengetahui jumlah pemanfaatan limbah bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan yang baik terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M. rosenbergii*).

1.4 Hipotesis

H_0 : Pemanfaatan limbah Bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan tidak berpengaruh terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M. rosenbergii*).

H_1 : Pemanfaatan limbah Bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan berpengaruh terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M. rosenbergii*).

1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini yaitu mengetahui pemanfaatan tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) dalam formula pakan berpengaruh terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah (*M. rosenbergii*), dengan demikian masyarakat dan petani dapat mengetahui pengaruh yang diberikan oleh tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) ini serta kemudian dapat memanfaatkan tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) ini di dalam formulasi pakan.

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Mei 2017, bertempat di Laboratorium Budidaya Ikan Divisi Reproduksi Ikan, Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Perekayasaan Hasil Perikanan, dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Nutrisi Ikan Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang serta UPT Budidaya Air Tawar Punten, Batu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi dan tata nama udang galah (Gambar 1) menurut Chace *et al*. (1993) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Subkingdom : Bilateria

Phylum : Arthropoda

Subphylum : Crustacea

Class : Malacostraca

Subclass : Eumalacostraca

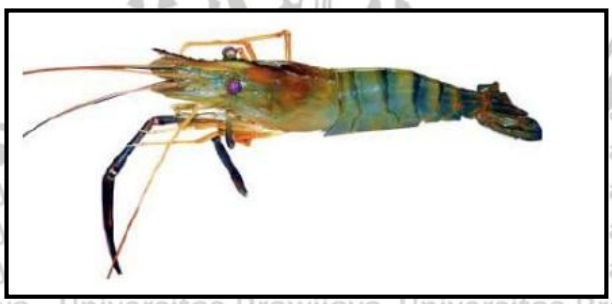
Order : Decapoda

Suborder : Pleocyemata

Family : Palaemonidae

Genus : Macrobrachium

Spesies : *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879).



Gambar 1. Udang Galah (*M. rosenbergii*) (Sharif, 2009).

Menurut New (2002), tubuh pasca larva dan udang dewasa terdiri dari *cephalothorax* (kepala) dan perut (ekor). Udang air tawar atau disebut udang galah dibagi menjadi dua puluh segmen. Ada 14 segmen di kepala yang menyatu dan

warnanya transparan atau disebut karapas. Tekstur karapas sangat halus, namun terdapat duri pada kedua sisinya yaitu tulang belakang antennal dan lainnya lebih rendah ke bawah dan di belakang tulang antennal. Luas karapas sampai ke depan dari antennal dan memiliki 11-14 gerigi diatas dan 8-10 di bawahnya. Gerigi muncul dibelakang rongga mata (orbit). Bagian depan *cephalothorax*, yang disebut *cephalon* dan memiliki enam segmen, termasuk mata dan lima pasang pelengkap.

Beberapa ciri morfologi dapat digunakan untuk membedakan antara udang jantan dan betina antara lain bentuk badan, letak alat kelamin dan bentuk serta ukuran dari pasangan kaki jalan kedua. Bentuk badan udang galah jantan di bagian perut lebih ramping, sedangkan udang galah betina bagian perutnya tumbuh melebar. Letak alat kelamin udang galah jantan terdapat pada basis pasangan kaki jalan kelima (disebut *petasma*), sedangkan pada udang galah betina alat kelamin terletak pada basis pasangan kaki jalan ketiga (disebut *thelicum).* Bentuk dan ukuran kaki jalan kedua pada udang galah jantan terlihat sangat mencolok, menjadi sangat besar dan panjang, terdapat duri-duri (spina) yang tumbuh merata di sepanjang kaki jalan tersebut. Pada udang betina, pasangan kaki jalan kedua ini tidak tumbuh begitu mencolok, jauh lebih kecil dibandingkan dengan udang galah jantan (Hadie dan Hadie, 2002).

2.1.2 Habitat dan Tingkah Laku

Distribusi alami *M. rosenbergii* memanjang dari Pakistan bagian Barat sampai Selatan, Vietnam bagian Timur, Asia Tenggara, dan bagian Selatan hingga ke bagian Utara Australia, Papua Nugini, dan beberapa Samudera Pasifik dan Samudera Hindia (Mather dan Bruyn, 2003). Udang galah hidup di air tawar, terutama perairan umum, seperti rawa, danau, dan perairan tenang lainnya. Ini sesuai sifat biologis dan tingkah lakunya, di mana udang lebih bersifat pasif atau tidak banyak bergerak seperti ikan. Udang galah juga sering ditemukan di muara

sungai dan bersifat eurihalin yaitu toleran terhadap salinitas 0-20 ppt (Sarifin *et al.,* 2014).

Udang galah hidup pada dua habitat. Pada stadia larva hidup di air payau dan kembali ke air tawar pada stadia benih, pendederan hingga dewasa (Wahyudi dan Fadlil, 2013). Udang galah dewasa hidup pada perairan tawar, namun ketika akan memijah udang galah akan bermigrasi ke perairan yang bersalinitas sehingga larva yang dihasilkan akan hidup pada perairan payau (Taqwa *et al*., 2014).

2.1.3 Kebiasan Makan

Larva udang galah di alam hidup pada salinitas 5-10 permil (Hadie *et al*., 2001). Sifat makan dan gaya atau kebiasaan renang larva udang galah pada stadia larva cenderung mengumpul / bergerombol di kolom dan di permukaan air media pemeliharaan (Hadie dan Hadie, 2006). Bila pakan buatan yang diberikan pada stadia larva muda (D8-D14) tidak lama melayang-layang di permukaan atau di kolom air dan cepat mengendap, maka larva tidak merata dalam mendapatkan makanan dengan jumlah yang cukup sehingga akan mengurangi nilai nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan perhari larva (Satria dan Novrizah, 2013). Juvenil udang galah dan udang dewasa bersifat omnivora. Frekuensi makan dan tingkat makan udang tinggi dengan melahap berbagai jenis makanan (Sharma dan Subba, 2005).

Kebiasaan makan udang galah dengan memakan tumbuhan sebagai pakan utama, sedangkan serangga dan moluska sebagai pakan pelengkap (Tjahjo, 2004). Berdasarkan penelitian, udang yang diberi pakan alami Artemia dengan protein 50% memberi respon lebih cepat daripada yang diberi pakan pellet tepung ikan. Selama fase larva, udang mendapat makanannya dengan *chepalothorax* dan pada tahap ini mereka adalah pemburu non aktif, dengan mencari makannya di kolom air saja (Lavens *et al*., 2000).

2.1.4 Keunggulan

Udang Galah merupakan komoditas unggulan budidaya perikanan air tawar. Selain mudah dipelihara, udang galah tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Hal ini sudah dibuktikan dengan adanya varietas baru udang galah yang dikenal sebagai GIMacro (*Genetic Improvement of Macrobrachium rosenbergii*). Udang galah mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, waktu pemeliharaannya singkat dengan produksi yang tinggi. Udang galah merupakan udang yang dapat tumbuh dengan baik di air tawar (Kurniawan, 2013).

Kecenderungan pilihan terhadap udang galah memang beralasan. Udang galah merupakan komoditas ekspor yang mempunyai pasar yang jauh dari kejenuhan. Udang galah dapat dipelihara di kolam – kolam rakyat yang biasa digunakan untuk memelihara ikan. Selain itu, udang galah memiliki harga paling tinggi disbanding komoditas ikan air tawar lainnya (Ali, 2009).

2.2 Kebutuhan Nutrien Udang Galah

Udang membutuhkan banyak nutrien selama hidupnya untuk menjalankan semua proses - proses yang terjadi di dalam tubuhnya. Udang sendiri membutuhkan protein dalam pakan yang cukup tinggi untuk pertumbuhannya dibandingkan kebutuhan protein pada ikan (Yuwono, 2005). Kebutuhan protein ikan maupun udang akan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Halver (2002) menyatakan bahwa kandungan protein yang optimal untuk ikan maupun udang dipengaruhi oleh keseimbangan protein dan energi, komposisi asam amino, kecernaan protein, dan sumber energi dalam pakan. Ketika energi berkurang maka protein akan dirombak oleh tubuh untuk dijadikan sebagai sumber energi sehingga pertumbuhan ikan akan terhambat mengingat fungsi utama protein untuk ikan yakni pembentukan sel baru.

New (2002) menjelaskan beberapa spesifikasi kebutuhan nutrisi untuk pertumbuhan udang air tawar dengan kadar lemak berkisar 5%, protein 35% untuk udang dua bulan pertama sampai fase pasca larva. Pada udang berusia 3 bulan hingga dewasa protein pakan dibutuhkan adalah 30%. Kalsium (Ca) yang dibutuhkan antara 2% hingga 3%, vitamin 100 mg/kg dan mineral berupa Seng (Zn) 90 mg/kg.

2.2.1 Protein

Menurut Mamora (2009), ketersediaan protein dalam pakan sangat dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan. Dengan adanya pemanfaatan protein dalam pelet, maka diharapkan protein tubuh akan bertambah sehingga akan terjadi pertambahan bobot ikan. Semakin banyak protein yang dapat diretensi dalam tubuh dan semakin sedikit protein yang dikatabolisme menjadi energi, maka nilai pertumbuhan akan semakin besar (Heptarina *et al*., 2010).

Kebutuhan protein untuk udang bervariasi bergantung kepada umur atau ukuran dan spesies udang, serta sumber protein pakan. Bervariasinya kadar protein pakan dipengaruhi oleh kandungan energi yang berbeda untuk tiap-tiap pakan (Serang, 2006). Diet protein udang yang dibutuhkan sekitar 35 – 40%. Untuk induk udang yang memanfaatkan pakan alami memerlukan protein sekitar 30%. Untuk pemeliharaan dengan pakan komersial mengandung protein kasar sekitar 24 – 32% (Mitra *et al*., 2005).

2.2.2 Lemak

Menurut Marzuqi (2015), lemak pakan memegang peran penting untuk sumber energi dalam pakan ikan ataupun udang. Lemak adalah senyawa organik komplek 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 Affandi *et al*. (2004), ikan menggunakan terlebih dahulu protein untuk proses metabolisme dilanjutkan lemak dan yang terakhir karbohidrat. Kadar lemak pakan yang dianjurkan untuk udang dijelaskan oleh Paul dan Rahman (2016) dalam penelitiannya yaitu 6,79%. Pada kadar lemak tersebut, udang galah menghasilkan *growth rate*, FCR, SGR, *survival rate* dan hasil produksi yang optimum.

2.2.3 Karbohidrat

Menurut Marzuqi (2015), karbohidrat dalam pakan umumnya berbentuk senyawa polisakarida, disakarida, dan monosakarida. Karena ikan tidak memiliki air liur maka pencernaan karbohidrat dimulai pada segmen lambung, tetapi secara intensif terjadi pada segmen usus yang memiliki enzim amilase pankreatik. Karbohidrat pakan mempunyai fungsi utama sebagai sumber energi bagi kehidupan normal hewan. Ikan membutuhkan energi untuk pertumbuhan, aktivitas dan reproduksi.

Bahan baku yang mengandung karbohidrat dapat digunakan sebagai bahan pengikat (*binder)* dalam pakan (Millamena *et al.*, 2002). Sumber karbohidrat yang dapat digunakan misalnya adalah tepung tapioka (Asaduzzaman *et al.*, 2008). Ikan karnivora mendapatkan karbohidrat dari sintesis karbohidrat yang berasal dari protein dan lemak (Khairuman dan Amri, 2003). Supriyadi *et al.* (2010) menjelaskan hasil penelitiannya bahwa, juvenil udang windu mampu memanfaatkan karbohidrat sampai 40%, sehingga dapat disimpulkan kebutuhan karbohidrat untuk jenis udang – udangan adalah sekitar 40%.

2.2.4 Vitamin

Vitamin adalah zat atau senyawa kompleks yang sangat dibutuhkan oleh tubuh kita yang berfungsi untuk mambantu pengaturan atau proses kegiatan atau metabolisme tubuh. Vitamin tidak dapat dihasilkan oleh tubuh, oleh karena itu, untuk ketersediaannya disuplai dari luar tubuh melalui makanan (Ngginak *et al.*,

2013). Pada hewan juga terkandung vitamin, Yuniati dan Almasyhuri (2012) menyatakan bahwa pada udang terdapat vitamin E, B12, B6, serta senyawa lain yang sangat dominan yaitu asam folat. Hal tersebut dilanjutkan oleh Fernandez *et al*. (2004) yang menjelaskan bahwa vitamin E juga banyak terkandung dalam udang yang berusia muda. Keberadaan vitamin E dalam udang yang berusia muda dapat meningkatkan daya tahan tubuh udang, serta meningkatkan berat tubuh udang. Hal ini dapat diartikan bahwa vitamin E turut mendukung pertumbuhan dan perkembangan udang.

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. Pada penelitian Siswanto (2008) dijelaskan bahwa dosis vitamin C yang baik adalah 420 mg/kg pakan yang memberikan hasil pertumbuhan dan FCR yang baik untuk pertumbuhan udang.

2.2.5 Mineral

Ikan juga membutuhkan mineral untuk pembentukan jaringan, dan berbagai fungsi metabolisme dan osmoregulasi (Isa *et al*., 2015). Sukarman dan Sholichah (2011) menyatakan bahwa mineral dalam tubuh hewan berperan dalam menjaga proses metabolisme, menjaga keseimbangan tekanan osmotik, bahan pembentuk tulang dan karapaks, sebagai koenzim serta penyeimbang asam dan basa dalam tubuh. Meski terdapat juga dalam air, namun kandungan mineral kadang tidaklah stabil sehingga diperlukan penambahan mineral untuk mencukupi kebutuhan bagi pertumbuhan organisme. Mineral digolongkan menjadi dua, yakni mineral makro dan mineral mikro. Contoh mineral makro seperti, kalsium, fosfor, magnesium, sodium, klor dan potasium.

Pada udang, kebutuhan mineral digunakan untuk proses pergantian kulit (Nur, 2011). Supriyadi *et al*. (2010) pada penelitiannya menggunakan campuran mineral mix sebanyak 3,49% untuk bahan formulasi pada bahan pakan udang. Mitra *et al*. (2010) mengatakan bahwa pasokan kalsium (Ca) pada udang dapat meningkatkan pertumbuhan. Kinerja udang meningkat 5% ketika diberi pasokan kalsium (Ca) dengan konsentrasi 5 ppm. Tingkat optimal seng (Zn) yang optimal pada udang adalah 50-90 mg/kg diet pakan. Kalsium (Ca) dan seng (Zn) merupakan jenis mineral pakan.

2.3 Sumber Protein dalam Formula Pakan

2.3.1 Tepung Ikan

Menurut Sitompul (2004), tepung ikan mengandung protein yang cukup tinggi, sehingga digunakan sebagai sumber utama protein pada pakan unggas. Tepung ikan juga digunakan sebagai sumber kalsium. Kandungan protein tepung ikan dipengaruhi oleh bahan ikan yang digunakan serta proses pembuatannya. Pemanasan yang berlebih akan mengurangi kadar protein tepung ikan serta menjadi rusak asam aminonya.

Komposisi tepung ikan terdiri dari kadar protein, lemak, abu, air dan garam. Protein tepung ikan terdiri dari asam amino esensial. Tepung ikan mempunyai kandungan lisin, metionin dan sistein yang tinggi dan daya cerna tinggi serta nilai biologis, yang merupakan komposisi yang baik untuk diet pakan. Tepung ikan yang memiliki kandungan protein sebesar 66.72% (Haryati *et al*., 2011).

2.3.2 Tepung Limbah Bandeng (*Chanos chanos*)

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan perikanan adalah limbah berbentuk padat berupa potongan daging ikan, sisik, dan insang (Gombo *et al*., 2015). Menurut Suhanda (2001), limbah perikanan adalah sisa olahan, ikan yang terbuang, tercecer, yang pada suatu saat dan tempat tertentu yang belum

dimanfaatkan. Limbah perikanan dapat dimanaatkan sebagai tepung ikan, pellet ikan, bubur ikan dan larutan komponen ikan.

Menurut Suhanda (2001), kadar protein pada jeroan teripang berdasarkan bahan kering mencapai 45,65%. Nilai ini memenuhi kriteria mutu tepung untuk pakan yang dianjurkan dibandingkan kadar protein bahan pakan lainnya. Nilai tersebut diperkirakan tidak jauh berbeda dengan jeroan pada ikan bandeng yang diproses hingga menjadi tepung. Pada penelitian Iwanah (2012), kadar protein limbah ikan bandeng yang didapat dari bahan kering yaitu 46,69%.

2.3.3 Tepung Kedelai

Menurut Sitompul (2004), bungkil kedelai mengandung protein yang tinggi hampir sama dengan tepung ikan, sehingga kedua bahan dapat digunakan sebagai sumber utama protein pakan. Bungkil kedelai mengandung zat antinutrisi seperti tripsin inhibitor yang dapat mengganggu pertumbuhan, namun zat antinutrisi tersebut akan dirusak oleh pemanasan sehingga aman untuk digunakan sebagai pakan.

Menurut Gozalli (2015), kandungan dalam kedelai tidak hanya protein tinggi saja, namun kedelai juga memiliki kandungan gizi meliputi karbohidrat, lemak, dan lainnya. Tepung kedelai terbuat dari kedelai yang diolah dan digiling atau ditumbuk menjadi bentuk tepung. Tepung kedelai sering dikenal sebagai *soyflour* dan *grit*. Bahan tersebut biasanya mengandung 40-50% protein. Widodo (2001) mengatakan bahwa dalam 100 gram tepung kedelai memiliki komposisi kimia diantaranya kadar protein 34,39% dan lemak 25,53% dari 95,17% bahan kering.

2.3.4 Tepung Jagung

Menurut Indriyani (2013), tepung jagung adalah tepung yang diperoleh dengan cara menggiling biji jagung (*Zea mays* LINN) yang baik dan bersih. Mutu tepung jagung berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) Kriteria fisik mutu

tepung jagung (bau, rasa, warna) harus normal, yaitu bau spesifik jagung, rasa khas jagung, warna sesuai bahan baku jagung (putih, kuning), dan secara umum sesuai spesifik bahan aslinya

Menurut Arief *et al*. (2014).Tepung jagung merupakan butiran-butiran halus yang berasal dari jagung kering yang dihancurkan. Pengolahan jagung menjadi bentuk tepung lebih dianjurkan dibanding produk setengah jadi lainnya, karena tepung lebih tahan disimpan, mudah dicampur, dapat diperkaya dengan zat gizi (fortifikasi), dan lebih praktis serta mudah digunakan untuk proses pengolahan lanjutan. Jagung kuning maupun putih dapat diolah menjadi tepung jagung, perbedaan produk hanya terletak pada warna tepung yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan pada tepung jagung tanpa pemisahan dari kulitnya didapatkan kadar lemak yang cukup tinggi (7,33%).

2.3.5 Tepung Dedak

Menurut Handajani dan Widodo (2010), dedak dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif pakan. Hal ini karena ketersediaanya yang tinggi dan harga yang relatif murah. Dedak padi merupakan sumber energi bagi ikan karena mengandung karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 34,73%.

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).

2.4 Retensi Protein, Retensi Lemak dan Retensi Energi

2.4.1 Retensi Protein

Soedibya (2013) menyatakan bahwa retensi protein merupakan parameter untuk menunjukkan besarnya kontribusi protein yang dikonsumsi dalam pakan

pada pertambahan protein tubuh. Cui *et al*. (1992) juga menjelaskan bahwa retensi protein mengekspresikan besarnya tambahan protein tubuh dari protein pakan yang dikonsumsi. Pakan yang dikonsumsi merupakan sumber protein yang digunakan untuk pemeliharaan, aktivitas metabolisme dan pertumbuhan.

Menurut Tantri (2014), peningkatan nilai retensi protein menunjukkan jumlah protein pakan yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan semakin besar. Semakin banyak jumlah protein yang diretensi merupakan indikator optimalnya nutrisi pakan (protein) yang mampu memenuhi kebutuhan udang galah untuk meningkatkan laju pertumbuhannya, dan pada akhirnya diikuti peningkatan hasil produksi udang galah. Pada hasil penelitiannya yang menganalisa retensi protein udang galah dengan penambahan lisin, didapatkan hasil setiap 30,133 gram protein pakan yang dikonsumsi, yang dapat dimanfaatkan oleh tubuh udang galah bagi pertumbuhannya adalah sebesar (0,5490425 X 30,133 gram) atau 16,54429765 gram. Hal ini diduga disebabkan oleh protein yang telah diserap, dimanfaatkan oleh tubuh udang untuk aktivitas, metabolisme dan kebutuhan pemeliharaan, kemudian sisanya akan disimpan tubuhnya. Samsudin *et al*. (2010) telah menjelaskan bahwa nilai retensi protein menunjukkan kualitas protein dalam pakan, jika semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik. Penambahan karbohidrat sendiri dapat meningkatkan retensi protein seperti pada penelitian Mokoginta *et al*. (2004) retensi protein meningkat dengan pemanfaatan karbohidrat yaitu penambahan Cr^{+3} dengan dosis 1,59 – 2,16 ppm. Naiknya nilai retensi protein tersebut diikuti dengan naiknya nilai pertumbuhan relatif.

Spikadhara *et al*. (2012), kekurangan atau kelebihan protein pakan pada pakan yang diberikan tidak semuanya digunakan dalam sintesis protein akan tetapi kelebihan kadar protein ini dikatabolisme yang akhirnya diekskresikan menjadi amonia. Semakin banyak protein yang dikatabolisme maka akan meningkatkan energi untuk mengoksidasi kelebihan asam amino yang akhirnya

meningkatkan amonia yang diproduksi. Pada penelitiannya menggunakan ikan bandeng, pemberian pakan dengan kadar protein 49,00% dapat memberikan nilai retensi protein sebesar 68,66%. Hal ini dapat diartikan bahwa setiap 49 gram protein ransum yang dikonsumsi, dapat dimanfaatkan oleh tubuh ikan bandeng bagi pertumbuhannya sebesar (0,6866 x 49,00 gram) atau 33,6434 gram. Pada yang telah dibahas di atas, penelitian Tantri (2014) menjelaskan retensi protein udang galah dengan penambahan lisin didapat yaitu 16,54 gram.

2.4.2 Retensi Lemak

Menurut Subekti *et al*. (2011), retensi lemak merupakan banyaknya lemak yang tersimpan dalam bentuk jaringan pada tubuh ikan dibagi dengan banyaknya lemak pakan yang dikonsumsi oleh ikan tersebut. Lemak dibutuhkan ikan sebagai sumber energi cadangan dan untuk mempertahankan bentuk dan fungsi jaringan tubuh ikan maupun udang. Menurut Setiawati *et al*. (2007), semakin menurunnya nilai retensi lemak, diduga lemak yang disimpan dalam rongga perut semakin sedikit dengan semakin bertambahnya lemak pada pakan.

Nilai retensi lemak yang rendah menyebabkan peningkatan konsumsi ransum pakan pada ikan turut meningkatkan jumlah serat kasar dalam pakan yang dikonsumsi ikan (Yudiarto *et al*., 2012). 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 lemak ini bisa disimpan atau dimanfaatkan sebagai sumber energi (Haryati *et al*., 2010).

Berdasarkan penelitian Fatagar (2014), hasil analisis diperoleh retensi lemak tertinggi yang terdapat pada perlakuan pakan dengan penambahan tepung cumi 2% dengan nilai sebesar 93,70%. Berdasarkan hasil tersebut diduga bahwa lemak yang diserap dan disimpan dengan baik di dalam tubuh udang galah. Lemak

yang disimpan dapat digunakan untuk keperluan metabolisme udang galah serta dapat diubah menjadi energi.

2.4.3 Retensi Energi

Retensi energi adalah besarnya energi pakan yang dikonsumsi ikan yang dapat disimpan di dalam tubuh (Haryati *et al*., 2011). Kumar dan Tembhre (1996) menjelaskan bahwa retensi energi berhubungan dengan kadar protein pakan. Selain mengandung karbohidrat dan lemak, pakan juga mengandung protein yang berfungsi sebagai sumber energi dalam tubuh dan juga meningkatkan pertumbuhan.

Menurut Taqwa (2008), dalam kaitannya dengan pertumbuhan udang, retensi energi yang tinggi menunjukkan jumlah energi yang tersedia untuk pertumbuhan juga semakin besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi retensi energi di akhir masa pemeliharaan maka laju pertumbuhan bobot rerata harian pascalarva udang semakin meningkat. Laju pertumbuhan bobot rerata harian semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsumsi pakan sehingga semakin banyak porsi energi yang tersedia untuk pertumbuhan. Mokoginta *et a*l. (2004), apabila kelebihan energi pada ikan mas, maka karbohidrat akan dikonversi menjadi lemak tubuh dan bukan disimpan dalam bentuk karbohirat, yaitu glikogen tubuh. Berbeda pada ikan nila, apabila kelebihan energi, kadar lemak akan menurun seiring dengan kadar karbohidrat dalam bentuk glikogen tubuh semakin naik.

2.5 Kualitas Air sebagai Parameter Penunjang

Pemeliharaan setiap ogranisme perairan membutuhkan kualitas air yang baik untuk mendukung kegiatan budidaya. *M. rosenbergii* atau udang galah air tawar memiliki kisaran optimum untuk kehidupannya. Suhu direkomendasikan pada penelitian Singh (2011) adalah berkisar rata – rata 28˚C - 30˚C. Kisaran

dissolved oxygen pada penelitian rata – rata adalah 8 mg/l, dan pH berfluktuasi 7 hingga 7,5. Namun ini masih dalam keadaan normal atau direkomendasikan pada masa pemeliharaan.

Menurut MacGibbon (2008), suhu rata rata perairan udang galah air tawar pada penelitian yang dilakukannya adalah 27,7˚C. Suhu ini dekat dengan suhu optimum yaitu 29 - 31˚C dan udang masih dalam keadaan normal. Kisaran oksigen terlarut pada penelitian rata – rata adalah 8,4 ppm. Untuk kisaran optimum berkisar antara 6 hingga 8 ppm. Kadar oksigen rata –rata sedikit lebih tinggi dari kisaran optimum. Namun hal ini tidak berpengaruh secara signifikan. Sehingga masih dapat dikatakan baik untuk kehidupan udang galah di perairan budidaya.

Berdasarkan penelitian Fatagar (2014), data pengukuran kisaran suhu berada pada 24,2 – 26,4˚C. Diduga pada kisaran suhu tersebut udang galah masih bisa bertahan hidup. Pada suhu yang relatif rendah, udang galah tidak dapat tumbuh dengan baik, hal ini karena udang galah mengalami proses ganti kulit yang diperlukan untuk pertumbuhannya dan membutuhkan suhu yang cukup hangat. Oksigen terlarut yang diperoleh selama pemeliharaan berkisar antara 5,2 – 7,9mg/L. Kandungan oksigen terlarut dalam air yang dapat mendukung kehidupan udang yaitu antara 4-8 mg/L. Nilai pH atau keasaman merupakan salah satu sifat kimia yang secara langsung berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang galah. Nilai pH selama pemeliharaan diduga masih pada kisaran normal yaitu 7,23 – 8,37. Jika pH terlalu rendah maka akan menurunkan kelangsungan hidup hingga 50%. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri (2009) terhadap udang galah strain generik pada media ber-pH 5.

Kualitas air pada kolam yang kurang baik bias menimbulkan penyakit. Hal ini biasanya diakibatkan oleh padat penebaran yang terlalu banyak, rendahnya kandungan oksigen, pengaruh suhu serta tingginya derajat keasaman (pH)

sehingga dapat menimbulkan banyak kematian. Air yang dipakai dalam pembesaran udang galah dalam kolam sebaiknya bebas dari polusi dengan kandungan oksigen lebih dari 7 mg/l, suhu optimum 27 – 30˚C, derajat keasaman atau pH 7 – 8,5 dan kesadahan total antara 40 - 150 mg/l (Wahyudi dan Fadlil, 2013).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Udang Galah (*M. rosenbergii*)

Udang uji yang digunakan adalah udang galah (*M. rosenbergii*) yang diperoleh dari UPT Budidaya Air Payau Prigi, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Udang galah yang digunakan adalah udang yang sehat sebanyak 1.125 ekor dengan berat rata – rata 2,18 ± 0,16 g/ekor. Udang diambil dari pembudidaya kemudian diadaptasikan selama 3 minggu sebagai bentuk penyesuaian diri media hidup udang galah (*M. rosenbergii*). Padat penebaran yang digunakan dalam setiap akuarium adalah 1 ekor/liter.

3.1.2 Media Percobaan

Media pemeliharaan ikan menggunakan 15 buah akuarium dengan ukuran 70x40x30 cm^3. Pada media pemeliharaan digunakan *blower* untuk menjaga suplai oksigen yang cukup dalam akuarium selama penelitian berlangsung. Selain itu, digunakan *heater* akuarium untuk menjaga kestabilan suhu yang dibutuhkan selama pemeliharaan udang.

3.1.3 Pembuatan Tepung Limbah Bandeng (*Chanos chanos*)

Limbah bandeng (*Chanos chanos*) berupa jeroan dan sisa ikan bandeng (*Chanos chanos*) diambil dari tempat pengolahan bandeng di Sidoarjo. Limbah bandeng dikumpulkan dan disimpan pada *Freezer* untuk mencegah pembusukan. Setelah limbah terkumpul sesuai dengan kebutuhan, limbah diolah berdasarkan metode pengolahan yang digunakan oleh Saputro (2015), limbah dicuci hingga bersih. Setelah bersih, dipotong kecil – kecil hingga sedikit halus. Selanjutnya limbah dikukus hingga diperkirakan limbah sudah melunak atau membutuhkan waktu ± 30 menit. Setelah itu, limbah dipress menggunakan alat press agar

terpisah kadar air dan lemaknya. Limbah dioven dengan suhu 60˚C selama 48 jam hingga kering. Selanjutnya limbah yang telah kering dihaluskan menggunakan blender yang selanjutnya diayak menggunakan ayakan bertingkat untuk menyamakan ukuran agar memudahkan tercampur dengan tepung lainnya saat formulasi pakan.

Formula pakan yang digunakan adalah tepung ikan, tepung kedelai, tepung limbah bandeng (*Chanos chanos*), tepung dedak, tepung tapioka, tepung jagung, vitamin mineral *mix*, CMC dan air hangat. Bahan berupa tepung dedak, tepung ikan, tepung kedelai, tepung limbah bandeng (*Chanos chanos*), tepung jagung, dan tepung tapioka diujikan proksimat. Uji proksimat berupa kadar kering, protein, lemak, serat kasar, dan kadar abu yang kemudian hasilnya akan digunakan untuk formulasi pakan udang galah (*M. rosenbergii*).

3.1.4 Formula Pakan

Formulasi pakan ditentukan berdasarkan komposisi semua bahan penyusun percobaan yang akan digunakan berdasarkan formulasi pakan dengan isoprotein 35% dan isoenergi 340 kkal/100g. Komposisi pakan penelitian yang digunakan dilihat pada Tabel 1 dan formula pakan penelitian Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi Bahan Pakan Penelitian

Bahan	Kadar Kering (%)**	Protein (%)	Lemak (%)***	Abu (%)**	Serat Kasar (%)***	BETN (%)
T. Ikan	92,40	58,89	13,50	19,31	1,04	7,26
T. Limbah Bandeng	92,91	55,83*	18,12*	17,85	1,37*	6,83
T. Kedelai	89,78	45,64	6,27	7,26	9,80	31,03
T. Jagung	87,76	2,90	9,19	5,00	5,77	77,15
Dedak	90,88	5,80	12,65	14,94	8,70	57,91
Tapioka	91,61	0,00	0,03	0,10	0,10	99,77

* = Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang pada Bulan Maret 2017.

** = Hasil analisis di Laboratorium Nutrisi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Januari 2017.

*** = Hasil analisis di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari 2017.

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	23,77	17,83	11,89	5,94	0,00
T. Limbah Bandeng	0,00	6,27	12,54	18,81	25,08
T. Kedelai	44,17	44,17	44,17	44,17	44,17
T. Jagung	7,24	7,24	7,24	7,24	7,24
Dedak	10,86	10,86	10,86	10,86	10,86
Tapioka	4,66	3,91	3,16	2,41	1,66
Premix	3	3	3	3	3
CMC	6,30	6,72	7,14	7,57	7,99
Total (g)	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**	**100,00**
Kadar Kering	87,19	87,04	87,63	88,23	86,07
Protein	35,52	34,72	35,47	35,62	36,30
Lemak	7,79	7,95	7,21	6,82	7,82
Kadar Abu	9,68	9,07	9,64	9,24	9,57
Serat Kasar	4,84	6,16	5,39	6,28	6,43
BETN	42,17	42,10	42,29	42,04	39,88
DE (kkal/100g)	380,87	378,83	375,93	372,02	375,10
GE (kkal/100g)	467,04	469,16	464,03	463,81	468,87

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian tentang pengaruh pemberian tepung limbah bandeng dalam formula pakan terhadap retensi protein, retensi lemak dan retensi energi pada udang galah (*M. rosenbergii*) antara lain : Akuarium ukuran 70x40x30 cm^3, blower, selang aerasi, batu aerasi, *heater* akuarium, DO meter merk Lovibond, pH meter, timbangan analitik, spektrofotometer merk Thermo Spectronic HELIOS α, jangka sorong, penggaris, seser, baskom, ayakan bertingkat, loyang, mortar dan alu, labu destruksi, *soxhlet*, oven, petri dish, cawan porselen, kompor listrik, pendingin balik, *muffle* merk Nabertherm, destilator, titrasi set, corong, penggiling pakan, desikator, *crushable tank*, *beaker glass*, erlenmeyer, blender, nampan, panci kukus, kain saring dan alat press.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah udang galah (*M. rosenbergii*) berat rata-rata 1 gram, tepung ikan, tepung kedelai, tepung dedak, tepung jagung, tepung limbah jeroan bandeng (*Chanos chanos*), tepung tapioca, mineral vitamin *mix*, CMC, tablet *Kjedahl*, *petroleum eter*, H_2SO_4, asam borak 3%, NaOH, ethanol 96%, a*quadest*, m*ethyl orange*, alumuniom foil, kertas label, s*ilica gel*, dan alumunium foil.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, karena bertujuan mengetahui pengaruh subtitusi protein tepung ikan dengan protein tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada formulasi pakan terhadap retensi protein, retensi lemak dan retensi energi udang galah (*M. rosenbergii*) dalam lingkungan yang terkontrol. Menurut Wibisono (2013), menjelaskan kegunaan dari perlakuan eksperimen adalah melakukan sesuatu terhadap objek dan mengobservasi reaksinya dalam kondisi dimana dalam penggunaannya dapat diukur menggunakan standart atau ukuran yang sudah dikenal. Pada metode ini memungkinkan peneliti untuk dimudahkan untuk mendapat data yang sesuai dengan yang dibutuhkan karena peneliti dapat mengontrol variabel-variabel yang relevan.

3.4 Rancangan Percobaan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Menurut Novianti *et al*. (2014), RAL merupakan rancangan penelitian yang paling sederhana dengan bahan yang homogen dan perlakuan terbatas. Keuntungan menggunakan RAL yaitu denah perancangan lebih mudah, analisis statistik terhadap subjek percobaan sangat sederhana, fleksibel dalam penggunaan jumlah perlakuan dan ulangan, apabila terjadi kehilangan informasi,

kemungkinan relatif sedikit dalam hal data hilang dibandingkan dengan rancangan lainnya.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan. Lima perlakuan pakan diamati pengaruhnya terhadap retensi protein, lemak dan energi pada udang galah (*M. rosenbergii*) sebagai variabel terkait. Penelitian ini dilakukan substitusi protein tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda, yaitu:

- Perlakuan A : 0%
- Perlakuan B : 25%
- Perlakuan C : 50%
- Perlakuan D : 75%
- Perlakuan E : 100%

Setiap perlakuan menggunakan 3 kali ulangan. Untuk denah penelitian disajikan pada Gambar 2:

E3	B1	D1	C1	A2
A1	D3	B2	E2	C2
C3	A3	D2	B3	E1

Gambar 2. Denah Penempatan Akuarium Penelitian

Keterangan:

A, B, C, D, E : Perlakuan

1, 2, 3 : Ulangan

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Formulasi Pakan

- Semua alat dan bahan dipersiapkan untuk kebutuhan formulasi pakan.
- Semua bahan berupa tepung ikan, tepung kedelai, tepung limbah bandeng (*Chanos chanos*), tepung dedak, tepung tapioka, dan tepung jagung diujikan proksimat.
- Setelah hasil uji proksimat dari masing – masing bahan pakan didapatkan, maka dilakukan formulasi bahan pakan untuk udang galah (*M. rosenbergii*) dengan protein 35%.
- Masing – masing bahan penyusun pakan ditimbang sesuai dengan hasil formulasi pakan.
- Semua bahan pakan dari komposisi penyusun bahan pakan yang telah ditimbang dicampurkan mulai dari jumlah terkecil sampai jumlah terbesar.
- Air panas ditambahkan untuk mencampur semua bahan.
- Apabila sudah tercampur rata, adonan pakan dimasukkan dalam alat penggiling pakan untuk dicetak menjadi pellet.
- Pakan dijemur sampai kering.
- Pakan ditumbuk menggunakan mortar dan alu agar menjadi remahan.
- Remahan pakan diayak menggunakan ayakan bertingkat dengan *mesh size* 50 agar ukuran seragam dan sesuai dengan bukaan mulut ikan.
- Pakan ditimbang sesuai dengan kebutuhan ikan.
- Pakan siap diberikan pada ikan.

3.5.2 Persiapan Akuarium

- Akuarium berukuran 70x40x30 cm^3 dan rak akuarium disiapkan di lokasi pemeliharaan.

- Akuarium dicuci sampai bersih menggunakan sabun dan dibilas dengan air mengalir.
- Akuarium diangin-anginkan sampai kering.
- Akuarium diisi air sampai ketinggian 23 cm.
- Diberi aerasi dengan aerator selama 1 hari penuh.

3.5.3 Persiapan Udang

- Udang galah yang datang dari UPT Budidaya Air Payau Prigi Kabupaten Trenggalek dilakukan aklimatisasi terlebih dahulu di wadah.
- Plastik berisi juvenil udang galah dibuka dan udang dimasukkan pada wadah pemeliharaan sementara.
- Udang dipelihara selama 1 bulan terlebih dahulu untuk adaptasi di Laboratorium Budidaya Ikan divisi Reproduksi Ikan.
- Udang dipuasakan terlebih dahulu selama 1 hari untuk pengosongan lambung sebelum ditebar ke akuarium penelitian.
- Juvenile udang galah yang telah dilakukan adaptasi ditebar pada akuarium pemeliharaan dengan padat tebar 1 ekor/liter pada masing – masing akuarium.

3.5.4 Perlakuan Pada Udang

- Juvenil udang galah ditimbang bobot awalnya (W_0), kemudian diambil sampel udang dan dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar protein, lemak dan energi awal.
- Pemberian pakan dilakukan dengan pakan perlakuan sebanyak 5% dari total biomassa per hari dengan frekuensi sebanyak 3 kali sehari pada pukul 07.00, 15.00 dan 20.00 WIB dengan proporsi 30% (pagi), 30% (siang), 40% (sore)

- Udang disampling sebanyak 4 kali, selama 45 hari pemeliharaan. 1 kali sebelum ditebar, dan setiap 15 hari udang disampling lagi untuk mengetahui pakan yang dibutuhkan dengan menimbang bobot tubuh.
- Pergantian air dilakukan setiap hari pada pukul 18.00 WIB untuk menjaga kualitas air tetap baik selama penelitian. Pergantian air dilakukan dengan menyipon air akuarium sebanyak 30-40% dan menggantinya dengan air baru.
- Pengukuran suhu, pH dan DO air pemeliharaan dilakukan setiap hari sebelum disipon pada pagi dan siang hari pukul 06.00 dan 14.00 WIB.
- Pengamatan pertumbuhan setiap 15 hari sekali meliputi bobot tubuh (Wt) dengan menimbang semua udang tiap akuarium dan penyesuaian pakan untuk 15 hari berikutnya.
- Pada akhir penelitian, sampel daging udang dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui kadar protein, lemak dan energi udang di akhir masa pemeliharaan.

3.6 Parameter Uji

3.6.1 Parameter Utama

Parameter Utama yang diamati dalam penelitian ini diantaranya adalah :

a. Retensi Protein (RP) (Buwono, 2000)

$$RP = \frac{\sum Pt - \sum P0}{\sum PP} \times 100\ \%$$

Keterangan :

RP = Retensi protein (%)

∑P0 = Jumlah protein tubuh awal penelitian (g)

∑Pt = Jumlah protein tubuh akhir penelitian (g)

∑PP = Jumlah protein pakan (g)

b. Retensi Lemak (RL) (Buwono, 2000)

$$RL = \frac{\sum Lt - \sum L0}{\sum LP} \times 100\ \%$$

Keterangan:

RL = Retensi lemak (%)

∑L0 = Jumlah lemak tubuh awal penelitian (g)

∑Lt = Jumlah lemak tubuh akhir penelitian (g)

∑LP = Jumlah lemak pakan (g)

c. Retensi Energi

Menurut Brooke *et al*. (1979), kandungan energi didapat menggunakan alat bom kalorimetri. Hasil yang didapat merupakan energi pakan yang digunakan oleh tubuh ikan maupun udang.

Rumus yang digunakan untuk menghitung retensi energi dalam tubuh ikan menurut Buwono (2000), adalah:

$$RE = \frac{\sum Et - \sum E0}{\sum EP} \times 100\ \%$$

Keterangan:

Et : Energi tubuh ikan pada akhir penelitian

Eo : Energi tubuh ikan pada awal penelitian

Ep : Jumlah energi pakan yang diberikan

3.6.2 Parameter Penunjang

Penelitian yang dilakukan peneliti terdapat tiga parameter penunjang yang diamati. Selama penelitian berlangsung dilakukan pengamatan terhadap kualitas air media budidaya meliputi suhu, pH, DO, dan amonia. Pengukuran suhu menggunakan Thermometer, pengukuran pH menggunakan pH meter,

pengukuran DO menggunakan DO meter dan pengukuran ammonia menggunakan spektrofotometer.

Cara penggunaan spektrofotometer adalah sebagai berikut:

- Spektrofotometer dihubungkan ke sumber arus.
- Dinyalakan dengan menekan tombol ON pada *main unit* spektrofotometer.
- Ditunggu hingga muncul warna hijau dan tertulis status *ready* pada layar spektrofotometer.
- Spektrofotometer didiamkan selama 15 menit untuk pemanasan, setelah itu spektrofotometer siap digunakan.
- Panjang gelombang yang akan digunakan diatur.
- Sampel dimasukan pada cuvet dan dipasang cuvet pada spektrofotometer dengan sisi cuvet yang terang menghadap lubang cahaya.
- Hasil angka yang tertera pada layar spektrofotometer dicatat.
- Cuvet dikeluarakan dari spektrofotometer dan dibersihkan.
- Spektrofotometer dimatikan dengan menekan tombol OFF pada *main unit* spektrofotometer.

3.7 Analisis Data

Semua analisis dihitung dari masing-masing perlakuan dan diuji secara statistik dengan menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada tingkat kepercayaan 95 % (α = 0,05). Apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh nyata atau berbeda sangat nyata (F hitung > F tabel) maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menggunakan aplikasi SPSS 18, dari uji ini dilanjutkan dengan uji polynomial orthogonal untuk mengetahui perlakuan terbaik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Retensi Protein

Retensi protein merupakan banyaknya protein yang disimpan pada tubuh dan dimanfaatkan untuk membangun jaringan tubuh yang baru dan memperbaiki sel – sel yang rusak oleh ikan. Perhitungan nilai retensi protein udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian (Lampiran 3) disajikan secara umum pada Tabel 3.

Tabel 3. Retensi protein pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – rata ± SD
	1	2	3		
A	17,21	26,57	26,13	69,91	23,30 ± 5,28
B	19,08	15,12	14,33	48,53	16,18 ± 2,54
C	15,29	19,73	20,67	55,69	18,56 ± 2,88
D	28,55	19,46	22,48	70,49	23,50 ± 4,63
E	19,70	21,30	29,85	70,85	23,62 ± 5,45

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan E (substitusi 100%) memberikan nilai retensi protein paling tinggi yaitu sebesar 23,62 ± 5,45% dan diikuti perlakuan D, A, C dan B. Nilai terendah pada perlakuan B (subtitusi 25%) sebesar 16,18 ± 2,54%.

Retensi protein pada penggantian protein tepung ikan dengan tepung limbah ikan bandeng (*Chanos chanos*) terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (non signifikan). Hasil retensi protein pada setiap perlakuan tidak jauh berbeda, diduga disebabkan oleh sumber protein yang digunakan, yaitu kadar protein pada tepung ikan yang diganti dengan protein tepung limbah bandeng adalah hampir sama untuk memenuhi kebutuhan protein pada udang galah.

Nilai retensi protein menunjukkan kualitas protein dalam pakan, semakin tinggi nilai retensi protein maka pakan semakin baik (Soedibya, 2013). Hasil penelitian Dahlan *et al*. (2017), nilai retensi protein tertinggi dengan perlakuan

bioflok + probiotik 10^{10} cfu/ml yang diberikan pada udang vaname sebesar 19,60%, hal ini sejalan dengan nilai pertumbuhan udang pada penelitian juga meningkat. Spikadhara *et al*. (2012) kadar protein total 49% memberi nilai retensi protein sebesar 68,66%. Hal ini dapat diartikan bahwa pemberian pakan dengan kadar protein 49% dapat memberikan nilai retensi protein sebesar 68,66%, maka setiap 49 gram protein pakan yang dikonsumsi, dapat dimanfaatkan oleh tubuh ikan bagi pertumbuhannya sebesar 33,64 gram yang dihitung dari 0,6866 x 49 gram. Pada perlakuan E dengan kadar protein pakan sebesar 36,30% dan didapat nilai retensi protein sebesar 23,62%. Hal ini menunjukkan bahwa dalam 36,30 ptotein pakan yang berikan, dapat dimanfaatkan sebesar 8,57 gram oleh udang galah. Kecilnya nilai retensi protein diduga karena tepung limbah bandeng tidak memberikan pengaruh nyata terhadap retensi protein tubuh udang galah. Pada penelitian Yudiarto *et al*. (2012), hasil uji statistik menunjukkan bahwa perlakuan E (12,83%) merupakan perlakuan dengan nilai rata-rata retensi protein tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan dengan perlakuan C (11,98%) dan perlakuan D (11,45%).

Kadar retensi protein pada udang galah *(M. rosenbergii*) tertinggi pada perlakuan E, diduga karena adanya pertambahan bobot tubuh yang tinggi sehingga pemanfaatan protein dalam tubuh udang juga tinggi dibanding perlakuan yang lain. Pertambahan bobot yang tinggi berbanding lurus dengan tingginya retensi protein. Hal ini dapat diartikan bahwa udang mampu menerima protein dalam pakan dan dimanfaatkan dalam tubuhnya untuk memaksimalkan pertumbuhan dengan memperbaiki sel dan jaringan yang rusak dalam tubuhnya. Sejalan dengan pernyataan Buwono (2000), pertumbuhan diasumsikan sebagai pertambahan jaringan struktural, yang berarti peningkatan jumlah protein dalam jaringan tubuh. Cepat tidaknya pertumbuhan udang, ditentukan oleh banyaknya protein yang dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh udang sebagai zat

pembangun. 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). Pada perlakuan B didapatkan nilai retensi protein yang rendah. Hal ini disebabkan karena bobot akhir udang juga rendah, sehingga protein pakan yang dikonsumsi juga rendah. Apabila protein pakan yang dikonsumsi rendah, maka protein dari pakan yang dimanfaatkan dan simpan dalam tubuhnya juga rendah.

Kandungan protein limbah bandeng tidak jauh berbeda dengan tepung ikan. Limbah bandeng yang digunakan dengan komposisi tulang, insang, sirip, sisik dan jeroan. Salah satu sumber protein pada kompisisi limbah bandeng yang digunakan berasal dari sisik. Menurut Nagai (2004), dalam penelitiannya mengemukakan bahwa komponen yang terdapat pada sisik ikan antara lain adalah 70% air, 27% protein, 1% lemak, dan 2% abu. Menurut Iwanah (2012), sisik ikan banyak mengandung senyawa organik antara lain protein sebesar 41-84% yang berupa kolagen. Kolagen adalah jenis protein yang merupakan komponen serat utama yang terdapat dalam tulang, kulit dan urat daging. Kolagen ada di dalam semua organ yang memiliki kekuatan dan kekakuan. Ariesta *et al*. (2015) menyatakan bahwa jumlah protein yang tercerna akan meningkat dengan meningkatnya kandungan protein pakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yaitu pada pakan E (subtitusi 100%) menghasilkan retensi protein yang tinggi, atau dikatakan protein yang dicerna oleh ikan untuk dimanfaatkan dalam *maintenance* dan pertumbuhannya juga tinggi. Pernyataan Suhenda *et al*. (2005) menyatakan adanya kecenderungan naiknya retensi protein dengan naiknya kadar protein pakan karena protein memegang peranan penting dalam pembentukan struktur atau jaringan tubuh.

4.2 Retensi Lemak

Retensi lemak dapat diartikan sebagai jumlah lemak pakan yang dapat dimanfaatkan dan disimpan oleh ikan di dalam tubuhnya selama masa pemeliharaan. Hasil perhitungan retensi lemak pada udang galah *(M. rosenbergii*) (Lampiran 5). Nilai rata – rata retensi lemak pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Retensi lemak (%) pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – rata ± SD
	1	2	3		
A	5,20	5,84	6,11	17,15	5,72 ± 0,47
B	4,62	4,76	4,22	13,60	4,53 ± 0,28
C	4,73	5,40	5,53	15,66	5,22 ± 0,43
D	6,03	3,82	4,73	14,58	4,86 ± 1,11
E	2,57	3,00	3,87	9,44	3,15 ± 0,66

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan A (substitusi 0%) memberikan nilai retensi lemak tertinggi yaitu sebesar 5,72 ± 0,47%, diikuti perlakuan C, D, B dan E. Nilai terendah perlakuan E (subtitusi 100%) sebesar 3,15 ± 0,66%, yang selanjutnya dapat dilakukan sidik ragam (Tabel 6).

Retensi lemak pada penggunaan atraktan pada pakan pasta untuk ikan sidat nilai retensi lemaknya 2,12% - 3,76% (Yudiarto *et al*., 2012). Nilai retensi lemak pada hasil penelitian yaitu 3,15 – 5,72%, sehingga tidak jauh berbeda dari perbandingan literatur. Pada penelitian lainnya yang dilakukan Haryati *et al*. (2011), nilai retensi lemak dengan perlakuan subtitusi tepung ikan menggunakan tepung maggot sebesar 18,38% - 22,56%. Besarnya nilai retensi lemak salah satunya tergantung pada spesies ikan dan bahan pakan.

Lemak biasanya disimpan sebagai cadangan energi untuk kebutuhan energi jangka panjang (Nurnanengsih, 2014). Berdasarkan hasil perhitungan terhadap retensi lemak pada udang galah (*M. rosenbergii*), udang yang diberi pakan tepung limbah bandeng 0% (perlakuan A) memberikan hasil retensi lemak tertinggi

sebesar 5,72%. Tingginya lemak yang dikonsumsi ikan dan yang tidak digunakan sebagai sumber energi kemudian disimpan sebagai lemak tubuh (Haryati *et al*., 2011). Tingginya retensi lemak dapat diartikan bahwa banyak lemak pakan yang disimpan dalam tubuh sedangkan yang digunakan untuk metabolisme hanya sedikit. Berat tubuh akhir udang juga mempengaruhi tingginya retensi lemak. Hal ini menyebabkan lemak yang dikonsumsi oleh udang tinggi sehingga menghasilkan kandungan lemak tubuh menjadi tinggi. Menurut Batubara (2009), tingginya lemak yang dikonsumsi 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. Hal tersebut juga dijelaskan oleh Samsudin *et al*. (2010) bahwa setelah kebutuhan protein terpenuhi dan kebutuhan energi tercukupi, maka lemak dari pakan akan disimpan dalam jaringan tubuh ikan sehingga menghasilkan nilai retensi lemak yang tinggi. Menurut Fatagar (2014), tingginya retensi lemak diduga lemak dapat diserap dan disimpan dengan baik dalam tubuh udang galah. Lemak yang disimpan dapat digunakan untuk keperluan metabolisme dan diubah menjadi energi. Hal ini sejalan dengan penelitian bahwa pada perlakuan A, energi pakan sudah mencukupi, sehingga diduga sisa energi bisa diubah menjadi lemak yang disimpan dalam tubuh. Inilah yang menyebabkan retensi lemak pada pakan A tinggi.

Nilai retensi lemak terendah pada perlakuan E (subtitusi 100%). Rendahnya retensi lemak pada perlakuan E diikuti perlakuan B diduga dikarenakan karena tingginya kadar air yaitu >10%. Kadar air menentukan kualitas pakan (Catdown, 1981). Dapat diartikan bahwa, pakan memiliki kualitas tidak baik apabila memiliki kadar air yang tinggi. Baiknya kualitas pakan menentukan pertumbuhan dan perkembangan spesies yang dibudidayakan. Dalam penelitian Subekti *et al.* (2011), rendahnya retensi lemak diduga karena pakan yang dikonsumsi ikan

tersebut mempunyai imbangan protein dan non protein yang memenuhi kebutuhan, sehingga lemak dapat dimanfaatkan dengan efisien sebagai energi sebagai akibatnya lemak yang dideposit didalam tubuh tidak tinggi.

Lemak sebagai salah satu makronutrien bagi ikan karena selain sebagai sumber energi nonprotein dan asam lemak essensial, ia juga memelihara bentuk dan fungsi fosfolipid, membantu dalam absorbsi vitamin yang larut dalam lemak dan mempertahankan daya apung tubuh (NRC,1993).

4.3 Retensi Energi

Retensi energi merupakan banyaknya energi dari pakan yang dimanfaatkan dan disimpan dalam tubuh ikan selama masa pemeliharaan. Hasil perhitungan retensi energi pada udang galah *(M. rosenbergii*) (Lampiran 7), rata – rata retensi energi pada udang galah (*M. rosenbergii*) tiap perlakuan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Retensi energi (%) pada udang galah (*M. rosenbergii*) selama penelitian

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata – Rata ± SD
	1	2	3		
A	13,40	19,13	19,46	51,98	17,33 ± 3,40
B	11,30	9,32	8,75	29,37	9,79 ± 1,34
C	10,06	12,67	13,61	36,34	12,11 ± 1,84
D	23,10	15,42	18,21	56,73	18,91 ± 3,89
E	17,57	17,93	24,85	60,35	20,12 ± 4,11

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa perlakuan E (Substitusi 100%) memberikan nilai retensi energi tertinggi yaitu sebesar 20,12 ± 3,63%, sedangkan nilai terendah pada perlakuan B dengan subtitusi 25% yaitu sebesar 9,72 ± 1,21%. Retensi energi dengan substitusi protein tepung limbah ikan bandeng terhadap protein tepung ikan dengan persentase yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Pada penelitian Taqwa (2008), udang vaname yang diberi perlakuan penggantian pakan alami dengan pakan buatan pada hari ke-1 atau saat stadia

PL_{25} memiliki nilai retensi energi tertinggi sebesar 13,97%. Nilai retensi energi pada penelitian didapatkan berkisar 4,67 – 13,97%. Pada penelitain Subekti *et al*. (2011), dengan pemberian pakan alami cacing sutera (*Tubifex tubifex*) 100% pada pakan ikan sidat menghasilkan nilai retensi energi yaitu 16,97%. Pada hasil penelitian, nilai retensi energi selama pemeliharaan udang galah dengan perlakuan penggantian protein tepung ikan menggunakan tepung limbah bandeng dengan persentase yang berbeda memiliki kisaran yang tidak jauh berbeda dengan penelitian lainnya yaitu 9,72 – 20,12%.

Menurut Kumar dan Tembre (1997), retensi energi berhubungan dengan kadar protein pakan, karena pakan selain mengandung karbohidrat dan lemak, juga mengandung protein yang berguna sebagai sumber energi dan pertumbuhan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan E yaitu dengan perlakuan penggantian tepung ikan dengan tepung limbah bandeng memliki nilai retensi energi yang tinggi. Hal ini berbanding lurus dengan nilai retensi protein tertinggi pada perlakuan E, diduga karena pemanfaatan protein pakan tercukupi untuk kebutuhan energi udang yang disimpan di dalam tubuh. Dalam hubungannya dengan pertumbuhan, retensi energi yang tinggi menunjukkan jumlah energi yang tersedia untuk pertumbuhan makin besar (Taqwa, 2008). Dari hasil penelitian, nilai SGR udang galah tertinggi pada perlakuan E adalah 2,18 gram/hari dan terendah pada perlakuan B sebesar 1,45 gram/hari.

Nilai terendah retensi energi terdapat pada perlakuan B dengan perlakuan 75% tepung ikan dan 25% tepung limbah bandeng yaitu sebesar 9,72%. Tacon (1987) menyatakan bahwa pemenuhan sumber energi (kadar energi dan protein) dalam pakan harus seimbang, karena kelebihan atau kekurangan energi dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuhan. Pemberian pakan dengan kandungan energi yang rendah menyebabkan penggunaan sebagian protein untuk pemenuhan kebutuhan energi, sehingga jumlah protein yang dapat

dimanfaatkan bagi pertumbuhan udang akan berkurang. Energi pakan pada perlakuan B lebih tinggi daripada perlakuan yang lainnya. Hal ini diduga yang menyebabkan retensi energi pada perlakuan B menjadi rendah, sedangkan pada perlakuan E memiliki nilai energi pakan yang rendah. Hal ini memungkin bahwa rendahnya energi pakan dan menghasilkan pertumbuhan maupun retensi energi tinggi karena nilai tersebut sesuai dengan kebutuhan energi udang galah. Menurut Mitra *et al*. (2005) kebutuhan energi udang galah untuk kelangsungan hidupnya yaitu 3,2 kkal/gram.

Meyer dan Francalossi (2004) menyatakan bahwa konsumsi pakan oleh ikan tidak selamanya dipengaruhi oleh konsentrasi energi pakan, akan tetapi dipengaruhi oleh komposisi penyusun pakan tersebut. Tingginya nilai retensi energi pada perlakuan E juga diduga karena udang lebih menyukai bau limbah bandeng dalam formulasi pakan subtitusi tepung ikan dengan limbah bandeng sebesar 100%. Kandungan energi pada limbah bandeng penelitian yaitu 5,20 kkal/gram, dibanding limbah bandeng pada penelitian Iwanah (2012) yaitu 4,04 kkal/gram.

4.4 Kualitas Air

Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup udang galah (*M. rosenbergii*) adalah kualitas fisika dan kimia air (Lampiran 10). Adapun kualitas fisika dan kimia air selama penelitian selalu dipertahankan dalam kondisi yang sama untuk setiap akuarium dan sesuai dengan kadar optimal untuk menunjang kelangsungan hidup udang galah (*M. rosenbergii*) yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata kualitas fisika dan kimia air selama penelitian

Perlakuan	Parameter					
	Suhu (˚C)	DO (mg/l)	pH	Nitrat (mg/l)	Nitrit (mg/l)	TAN (mg/l)
A	27,96	5,32	6,97	0,07	0,05	0,05
B	28,78	5,46	6,95	0,04	0,05	0,05
C	28,03	5,48	6,97	0,05	0,05	0,05
D	28,98	5,34	6,96	0,04	0,06	0,05
E	28,54	5,45	6,97	0,06	0,07	0,05

Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali yaitu pagi dan sore. Hasil kisaran data kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 6. Hasil menunjukkan bahwa kualitas air selama pemeliharaaan masih tergolong dalam kisaran yang baik untuk media hidup bagi udang galah (*M. rosenbergii*) dan tidak berbeda untuk setiap perlakuan. Kisaran suhu selama penelitian 27,96 – 28,98˚C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd dan Zimmerman (2000), kisaran suhu metabolik optimum untuk *M. rosenbergii* adalah antara 26˚C - 32˚C. Udang air tawar atau udang galah (*M. rosenbergii*) berhenti tumbuh dan mungkin tidak bertahan dalam waktu lama ketika suhu air di bawah 19˚C atau di atas 34˚C. Waktu toleransi terhadap suhu ekstrim tergantung pada umur dan ukuran udang. Pasca-larva lebih toleran terhadap suhu yang lebih rendah bila dibandingkan dengan juvenil atau udang dewasa. Pada suhu di bawah 12˚C atau di atas 42˚C udang mati dengan cepat. Hadie dan Hadie (1991) juga menjelaskan bahwa pada suhu yang relatif rendah, udang galah tidak dapat tumbuh dengan baik. Hal ini disebabkan proses *moulting* yang diperlukan supaya udang dapat tumbuh, membutuhkan suhu yang cukup hangat.

Pada masa pemeliharaan selama 45 hari, kisaran kadar oksigen terlarut yaitu 5,32 – 5,48 mg/L. pada kisaran ini masih dalam batas wajar untuk kelangsungan hidup udang galah (*M. rosenbergii*). Hal ini sejalan dengan yang dijelaskan New (2002), kandungan oksigen terlarut yang optimal untuk udang

galah berkisar 3-7 mg/liter, dan menimbulkan stress jika dibawah 2 mg/liter. Hadi (2006), oksigen diperlukan untuk respirasi, proses biologis sel dan untuk oksidasi karbohidrat dalam pembentukan energi yang dibutuhkan untuk metabolism nutrient dalam pakan. Jika konsentrasi yang tersedia berkurang, kemampuan udang untuk metabolisme pakan menjadi berkurang dan menyebabkan laju pertumbuhan menurun serta meningkatkan FCR.

Kisaran pH selama masa pemeliharaan adalah 6,95 – 6,97. Nilai pH tersebut masih termasuk wajar dalam pemeliharaan udang galah (*M. rosenbergii*). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hadie dan Hadie (2002), kisaran optimal pH air yang mendukung kehidupan juvenil udang galah dengan baik yaitu pada 6,8 – 8,5. Lebih lanjut dikemukakan oleh Buwono (1992) bahwa pengaruh langsung dari pH yang rendah adalah menyebabkan kulit udang menjadi keropos dan selalu lembek karena tidak dapat membentuk kulit baru. pH air juga dapat berpengaruh terhadap meningkat tidaknya daya racun amoniak.

Nitrit sebagai hasil oksidasi amonia, juga merupakan senyawa nitrogen anorganik yang dapat membahayakan kehidupan udang bila terdapat dalam jumlah tinggi. Nitrit beracun karena kemampuannya mengikat haemoglobin sehingga mengganggu absorbsi oksigen dalam darah (Juliette *et al*., 1993). Menurut Mallasen dan Valenti (2006), konsentrasi nitrit yang ideal bagi pemeliharaan larva udang galah adalah < 0,1 ppm. Pada penelitian, kadar nitrit tidak melebihi batas ideal, yaitu berkisar 0,05 – 0,07 mg/l. Pada konsentrasi DO yang tinggi, pembentukan nitrit akan berlangsung lebih cepat (Komarawidjaya, 2006).

Hasil akhir proses nitrifikasi adalah terbentuknya nitrat. Senyawa N anorganik ini relatif tidak bersifat racun bagi kehidupan udang dibanding dengan amonia dan nitrit (Komarawidjaya, 2006). Kadar nitrat rata – rata selama masa pemeliharaan berkisar 0,04 – 0,07 mg/l. Kondisi nitrat di perairan yang optimal

untuk budidaya udang < 0,1 ppm (Vijayakumaran *et al*., 2010). Berdasarkan hal tersebut, maka kadar nitrat selama masa pemeliharaan masih dikatakan wajar karena tidak jauh dari 0,1 ppm. Kadar nitrat-nitrogen lebih dari 0,2 mg/L dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (peningkatan nutrien) di perairan yang selanjutnya dapat menstimulir pertumbuhan alga dan tumbuhan air secara cepat (Lante *et al*., 2015)\

Proses perombakan pellet akan menghasilkan senyawa nitrogen organik berupa TAN (Total Amonia Nitrogen) yaitu ammonia (NH_3) dan ammonium (NH_4^+) yang menurut senyawa yang non ion (NH_3) relatif lebih toksik pada organisme perairan daripada yang berbentuk ion (NH_4^+) (Susanti *et al.,* 2013). Menurut Boyd (1990), kadar NH_3 untuk pertumbuhan udang galah yang baik adalah kurang dari 0,09 mg/L dan pada kadar 0,45 mg/L menyebabkan penurunan pertumbuhan udang jenis penaeid. Selama masa pemeliharaan, kadar NH_3 didapat pada kisaran 0,05 mg/l. TAN dan nitrit yang tinggi dalam perairan bersifat berbahaya bagi ikan. Persentase amonia bebas meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan (Tacon *et al.,* 2009).

4.5 Harga Pakan

Berdasarkan hasil penelitian, subtitusi protein menggunakan limbah bandeng dapat dilakukan dengan biaya yang lebih murah dari tepung ikan. Selain itu, nilai FCR didapat selama masa penelitian yaitu pada kisaran 1,93 – 2,83. Kandungan protein pada tepung ikan dan tepung limbah bandeng juga tidak jauh berbeda. Berdasarkan hasil uji, kandungan protein tepung kan lebih tinggi 3,06% dari tepung limbah bandeng. Hal ini mempengaruhi harga pakan, yaitu semakin mahal. Pendapat ini sesuai yang dinyatakan oleh Giri *et al.* (2007) bahwa protein merupakan salah satu nutrien 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. Harga limbah bandeng basah adalah Rp. 5.000,00 per kg. Untuk menghasilkan 1 kg limbah dalam bentuk kering halus dibutuhkan 3,5 kg limbah bandeng basah. Harga tepung ikan dalam bentuk kasar yaitu 17.000,00 per kg, sedangkan dari 1 kg tepung ikan kasar menghasilkan 750 gram tepung ikan halus yang siap digunakan untuk pembuatan bahan pakan. Berdasarkan data diatas, untuk menghasilkan 1 kg tepung ikan halus dibutuhkan 1,5 kg tepung ikan kasar dengan harga Rp. 25.500,00. Pada hasil penelitian substitusi tepung ikan menggunakan 25% tepung limbah bandeng dapat menghemat biaya sebesar Rp. 414,00 dari harga pakan komersial dengan kadar protein 35%. Substitusi tepung ikan menggunakan 100% tepung limbah bandeng dapat menghemat biaya sebesar Rp. 1.600,00. Kalkulasi harga pakan selengkapnya terdapat pada Lampiran 9.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan substitusi protein tepung ikan menggunakan tepung limbah bandeng dengan persentase yang berbeda dalam formulasi pakan udang galah (*M. rosenbergii*), dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Pemanfaatan tepung limbah ikan bandeng sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dengan persentase yang berbeda tidak berpengaruh terhadap retensi protein udang galah, namun berpengaruh terhadap retensi lemak dan retensi energi pada udang galah (*M. rosenbergii*).
- Jumlah pemanfaatan limbah bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan dengan persentase yang berbeda terhadap retensi protein, lemak dan energi udang galah memberikan hasil terbaik pada perlakuan E (subtitusi 100%). Nilai retensi protein tertinggi pada perlakuan E yaitu 23,62 ± 5,45% yang didukung oleh nilai SGR yang tinggi dibanding perlakuan lainnya. Nilai retensi lemak tertinggi pada substitusi 0% sebesar 5,72 ± 0,47%, sedangkan nilai retensi energi tertinggi pada substitusi 100% sebesar 20,12 ± 4,11%.

5.2 Saran

Apabila menggunakan formulasi pakan seperti pada penelitian ini, pemanfaatan tepung limbah bandeng (*Chanos chanos*) sebagai sumber protein pengganti tepung ikan dalam formula pakan dapat dilakukan dengan subtitusi protein hingga 100%.