

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan usaha budidaya perikanan dewasa ini semakin meningkat terutama pada budidaya udang. Udang merupakan komoditas perikanan yang dijadikan komoditas unggulan di beberapa negara. Komoditas tersebut biasanya memiliki tingkat permintaan yang cukup tinggi, terutama pada permintaan luar negeri. Hampir sekitar 80% ekspor udang dialokasikan untuk memenuhi permintaan pasar dari negara-negara Uni Eropa, Jepang dan Amerika Serikat. Tingginya permintaan tersebut diperkirakan disebabkan oleh semakin tingginya kesadaran masyarakat untuk mengonsumsi makanan yang berprotein tinggi, dan hal ini merupakan salah satu konsekuensi yang harus dipenuhi dari kemajuan suatu negara atau bangsa (Erlangga, 2012).

Udang vaname/udang putih (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu jenis udang yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Hal ini dikarenakan banyaknya keunggulan yang dimiliki oleh udang vaname ini. Keunggulan udang vaname yaitu toleransi terhadap serangan infeksi viral seperti WSSV (*White Spot Syndrome Virus*), TSV (*Taura Syndrome Virus*) dan IHNV (*Infectious Hypodermal and Hematopoietic Necrosis Virus*) (Taukhid et al., 2006).

Jenis udang ini dirilis secara resmi pada tahun 2001, dan sejak itu peranan vaname sangat nyata menggantikan agroindustri udang windu (*Penaeus monodon*) yang terus mengalami penurunan. Perkembangan budidaya udang vaname di Indonesia sejak tahun 2005 hingga tahun sekarang ini sangat pesat, terutama dalam skala budidaya yang mengarah pada peningkatan produksi secara intensif. Dengan padat tebar di atas 50 ekor/m² bahkan terdapat juga kepadatan yang mencapai lebih dari 200 ekor/m², maka penerapan teknologi budidaya udang di tambak sangat progresif dan mampu memberikan akses

terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan udang yang optimal. Produksi udang nasional setiap tahunnya mengalami penurunan produksi akibat rendahnya kualitas air pada sistem tambak. Penurunan kualitas air ini mayoritas disebabkan oleh tingginya akumulasi senyawa toksik seperti ammonia dan nitrit (Raharjo, 2012).

Udang memiliki sistem pencernaan yang sederhana. Pada hewan lain terdapat hati dan pankreas, sedangkan pada udang hanya memiliki organ yang disebut dengan hepatopankreas. Berdasarkan sistem pencernaan tersebut dalam kegiatan budidaya, frekuensi pemberian pakan untuk udang relatif sangat tinggi, sehingga perhitungan penggunaan energi dalam tubuh udang menjadi lebih sulit dilakukan (Kordi, 2007). Selain itu udang juga membutuhkan pakan dengan kandungan protein yang tinggi, untuk pemeliharaan udang dengan menggunakan pakan buatan biasanya kandungan protein dalam pakan lebih dari 30 % (Giri, 2008).

Syukur *et al.* (1999) menyatakan cacing tanah merupakan hewan yang berpotensi menjadi bahan baku pakan dengan kandungan protein yang tinggi, relatif sama dengan tepung ikan yaitu berkisar antara 60-72%.

Cacing tanah mengandung enzim yang disebut sebagai enzim lumbrokinase yang memiliki beberapa fungsi yaitu selain sebagai anti mikroba, lumbrokinase juga memiliki zat fibrinolitik yang berfungsi untuk memperbaiki jaringan pada pencernaan. Zat fibrinolitik yang terkandung dalam cacing tanah dapat meningkatkan performa tubuh dan nafsu makan yang lebih baik. Lengkapnya jenis asam amino yang terkandung memberikan indikasi bahwa cacing tanah juga mengandung berbagai jenis enzim yang bermanfaat bagi kesehatan. Berdasarkan uji laboratorium tepung cacing tanah mengandung enzim lumbrikinase, perokdase, katalase dan selulose yang sangat baik untuk pengobatan penyakit degenerative; diabetes melitus, kolesterol (Olele, 2011).

1.2 Perumusan Masalah

Dalam suatu usaha budidaya udang dengan sistem budidaya intensif masalah yang biasanya terjadi adalah padat tebar yang sangat tinggi, yang berlanjut dalam masalah pakan untuk udang. Untuk membuat pakan udang dibutuhkan biaya yang tidak sedikit, karena di dalam suatu usaha budidaya 60% dari seluruh total biaya hanya digunakan untuk pakan saja. Oleh karena itu diperlukan bahan pakan alternatif yang dapat memperbanyak variasi pilihan bahan pakan untuk pakan udang. Salah satu bahan pakan alternatif adalah cacing tanah (*Lumbricus rubellus*).

Kandungan protein dalam pakan yang dibutuhkan selama pemeliharaan udang antara 30-45%, namun tidak menutup kemungkinan hal itu dapat berubah sesuai dengan umur udang dan sumber protein yang digunakan. Selain itu, pada tingkat juvenile kebutuhan proteinnya mencapai 30-40%. Evaluasi kualitas pakan bukan ditentukan dari tingkat kandungan kimianya, tetapi berdasarkan komposisi dan kualitas nutriennya (Giri, 2008).

Penelitian Palungun (1999) menyebutkan bahwa cacing tanah (*L. rubellus*) memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, terutama kandungan proteinnya yang mencapai 64-76% dan terdiri dari asam amino essensial dan non essensial. Kandungan protein tersebut hampir sama dengan kandungan protein tepung ikan, sehingga diharapkan cacing tanah (*L. rubellus*) dapat menjadi bahan pakan alternatif pada pakan udang.

Keberadaan cacing tanah (*L. rubellus*) yang relatif mudah didapatkan serta dapat dibudidayakan secara masal di daerah tropis Indonesia menjadikan suatu bahan alternatif untuk pakan udang vaname. Diharapkan pemanfaatan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) dalam formulasi pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*).

1.3 Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

- Untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) dalam formula pakan terhadap laju pertumbuhan pada udang vaname (*L. vannamei*).
- Untuk mendapatkan dosis terbaik dalam formula pakan yang memanfaatkan tepung cacing tanah (*L. rubellus*), terhadap laju pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*).

1.4 Hipotesis

H₀ : Diduga pemberian pakan dengan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan udang *vannamei* (*L. vannamei*).

H₁ : Diduga pemberian pakan dengan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) berpengaruh terhadap laju pertumbuhan udang *vannamei* (*L. vannamei*).

1.5 Kegunaan

Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai teknologi budidaya yang efektif, yaitu berdasarkan pemanfaatan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) dalam formula pakan sebagai salah satu bahan alternatif untuk pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*). Sehingga nantinya dapat diterapkan oleh pembudidaya udang vaname (*L. vannamei*).

1.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Budidaya Air Payau Situbondo Provinsi Jawa Timur pada bulan April 2014 hingga bulan Mei 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*)

2.1.1 Klasifikasi

Berikut tata nama udang vaname (Gambar 1) berdasarkan ilmu taksonomi menurut Haliman dan Dian (2006):

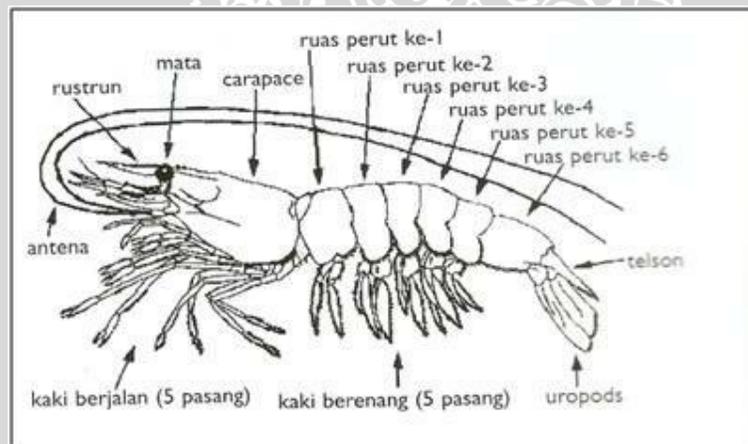
Kingdom	: Animalia
Subkingdom	: Metazoa
Filum	: Arthropoda
Subfilum	: Crustacea
Kelas	: Malacostraca
Subkelas	: Eumalacostraca
Superordo	: Eucarida
Ordo	: Decapoda
Subordo	: Dendrobranchiata
Famili	: Penaeidae
Genus	: <i>Litopenaeus</i>
Spesies	: <i>L. vannamei</i>



Gambar 1. Udang vaname (*L. vannamei*) (Taukhid, 2006).

2.1.2 Morfologi

Secara morfologi udang vaname memiliki tubuh yang dibentuk oleh dua cabang (*biramous*) yaitu *exopodite* dan *endopodite*. Udang vaname memiliki tubuh yang berbuku-buku dan aktivitas berganti kulit luar atau eksoskeleton secara periode *moulting* (Haliman dan Adijaya, 2004). Kepala (*thorax*) udang vaname terdiri dari *antenna*, *antenna*, *mandibula* dan dua pasang *maxillae*. Kepala udang vaname juga dilengkapi dengan 3 pasang *maxilliped* dan 5 pasang kaki berjalan (*peripoda*) atau kaki sepuluh (*decapoda*). *Maxilliped* sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. *Endopodite* kaki berjalan menempel pada *cephalothorax* yang dihubungkan oleh *coxa* (Subaidah dan Sugeng, 2003). Morfologi udang vaname (*L. vannamei*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi udang vaname (*L. vannamei*) (Erlangga, 2012).

Menurut Erlangga (2012), secara morfologi tubuh udang terdiri atas kepala-dada (*cephalothorax*), perut dan bagian kaki. Di bagian kepala terdapat *antenna*, *antenna*, *antennaflagellum* dan dua pasang *maxillae*. Tubuh udang vaname dilengkapi dengan 3 pasang *maxilliped*, 5 pasang kaki jalan dan 5 pasang kaki renang (kaki yang menempel pada perut udang). *Maxilliped* sudah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ untuk makan. *Endopodite* kaki jalan

menempel pada *cephalothorax* yang dihubungkan oleh *coxa*. Bentuk *pereopod* beruas-ruas dan berujung di bagian *dactylus*. *Dactylus* ada yang berbentuk capit (kaki ke-1, ke-2, ke-3) dan tanpa capit (kaki ke-4 dan ke-5). Di antara *coxa* dan *dactylus* terdapat ruang yang berturut-turut disebut *basis*, *ischium*, *merus*, *carpus* dan *propus*. Di bagian *ischium* terdapat duri yang bisa digunakan untuk mengidentifikasi beberapa spesies *Pennaeidae* di dalam taksonomi udang. Sementara itu, di bagian perut udang vaname terdapat sepasang *uropods* (ekor) yang berbentuk seperti kipas.

2.1.3 Habitat dan Penyebaran

Secara umum udang dapat hidup di semua jenis habitat perairan, mulai dari perairan laut, payau, hingga perairan air tawar. Sekitar 89% udang hidup di perairan laut, 10% hidup di perairan tawar dan 1% hidup di perairan teresterial. Pada umumnya habitat asli udang berada pada lingkungan perairan laut dengan salinitas yang tinggi, berkisar di atas 30 ppt. Namun, dewasa ini dengan teknik domestikasi, udang seperti halnya udang vaname dapat hidup di perairan yang memiliki salinitas yang rendah. Sejak udang vaname didomestikasikan dari perairan laut sampai sekarang udang vaname telah banyak dikembang biakkan dan dibudidayakan di beberapa negara termasuk di Indonesia. Penyebaran udang vaname meliputi pantai Pasifik, Meksiko, Laut Tengah dan Amerika bagian Selatan. Di tempat asalnya, udang vaname hidup pada suhu berkisar di atas 22⁰C dan udang jenis ini sangat mudah untuk berkembang biak sehingga udang tersebut menjadi spesies andalan dalam budidaya udang di beberapa negara (Erlangga, 2012).

Di dalam kondisi budidaya, udang vaname hidup mendiami seluruh kolom air, dari dasar hingga lapisan permukaan. Sifat tersebut memungkinkan udang tersebut dipelihara di tambak dalam keadaan padat. Udang vaname mampu

hidup pada kisaran salinitas 2-40 ppt dan suhu 23-32⁰C. Kisaran optimum udang vaname yaitu pada salinitas 10-30 ppt dan suhu 23-30⁰C (Cholik *et al.*, 2005).

Habitat asli udang vaname adalah dasar perairan yang cenderung berlumpur, daerah penyebarannya meliputi wilayah Pasifik Barat, Teluk Meksiko, Panama, Peru dan Ekuador. Sampai saat ini udang vaname paling banyak dibudidayakan di negara-negara sekitar Teluk Meksiko, Amerika Serikat bagian Selatan, sedangkan di Asia banyak dibudidayakan di Taiwan (Subaidah dan Sugeng, 2003).

2.1.4 Kelangsungan Hidup

Udang vaname merupakan varietas udang yang memiliki sejumlah keunggulan, antara lain lebih resisten atau tahan terhadap penyakit dan kualitas lingkungan yang rendah, padat tebar cukup tinggi dan waktu pemeliharaan lebih pendek yakni sekitar 90-100 hari per siklus. Pada umumnya, budidaya vaname di tambak menggunakan teknologi intensif dengan padat tebar yang tinggi mencapai 100-300 ekor/m² (Arifin *et al.*, 2005).

Kelangsungan hidup akan menentukan produksi ikan yang akan didapat dan berhubungan dengan ukuran ikan yang dipelihara. Kelangsungan hidup udang bergantung antara lain pada lingkungan hidup udang meliputi tanah dan air, tempat (habitat) hidup udang. Kelayakan hidup udang ditentukan oleh derajat keasaman (pH), kadar garam (salinitas), kandungan oksigen terlarut, kandungan amoniak, kecerahan air, kandungan plankton dan lain-lain (Effendie, 1997).

2.1.5 Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*L. vannamei*)

Menurut Akyama (2003), dalam Cholik *et al.* (2005), laju pertumbuhan udang vaname hampir menyamai udang windu. Laju pertumbuhan harian vaname tercatat antara 0,15-0,18 %/hari, sedangkan udang windu berkisar antara 0,15-0,20 %/hari. Pada akhir masa pemeliharaan 114 hari dengan tingkat

padat tebar 62 ekor/m² ukuran udang vaname dapat mencapai berat rata-rata 20 gram. Di alam, laju pertumbuhan jenis udang vaname ini berkisar 0,21-1,2%/hari.

Menurut Budiardi (2007) dalam Suwoyo dan Mangampa (2010), laju pertumbuhan individu spesifik udang menunjukkan penurunan dengan meningkatnya bobot rata-rata seiring dengan meningkatnya masa pemeliharaan. Laju pertumbuhan spesifik udang vaname yang dibudidayakan secara intensif dengan kepadatan 70-100 ekor/m² yakni pada umur 1-40 hari laju pertumbuhan hariannya berkisar 14,16-15,62%/hari, pada umur 40-70 berkisar 3,53-4,46%/hari dan pada umur 70-100 hari berkisar 0,31-1,55%/hari. Hal ini menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik udang vaname lebih tinggi pada masa awal pemeliharaan di mana diketahui bahwa frekuensi ganti kulit udang yang lebih muda sering jika dibandingkan dengan udang dewasa. Pertumbuhan udang dipengaruhi oleh keturunan, jenis kelamin, umur, kepadatan, parasit dan penyakit serta kemampuan memanfaatkan makanan. Pertambahan bobot badan sangat dipengaruhi oleh konsumsi pakan, karena konsumsi pakan menentukan masukan zat nutrisi ke dalam tubuh yang selanjutnya dipakai untuk pertumbuhan dan keperluan lainnya.

Pertumbuhan udang vaname sangat dipengaruhi oleh proses *moulting*, karena pada proses ini terjadi pertumbuhan. Proses *moulting* akan dipengaruhi oleh lingkungan tempat udang tersebut hidup dan pakan yang diberikan. Tingkat perubahan lingkungan yang semakin tinggi akan menyebabkan udang mengalami *moulting* dini. Pada kondisi ini udang sering mengalami stres dan akhirnya mengalami kematian. Pada udang vaname frekuensi terjadinya *moulting* akan berangsur menurun seiring dengan menurunnya laju pertumbuhan volume dan ukuran udang tersebut. Pada tahap larva, frekuensi *moulting* terjadi setiap 30-40 jam sekali pada suhu 28^oC (Erlangga, 2012).

2.1.6 Pakan dan Kebiasaan Makan

Udang vaname memerlukan pakan formulasi dengan kandungan protein antara 32-38%. Kadar protein tersebut lebih rendah dari yang dibutuhkan oleh udang windu, yaitu sekitar 35-52%. Kebutuhan protein yang relatif lebih rendah tersebut membantu menurunkan biaya produksi dalam budidaya. Pola makan udang vaname yaitu *omnivorous scavengers* atau pemakan detritus dan sangat memerlukan plankton (Kordi, 2007).

Berdasarkan Saxena (2005), saluran pencernaan udang dibagi menjadi bagian depan yang terdiri dari esophagus, perut kardiak, dan perut pylorik; selanjutnya bagian tengah terdiri dari hepatopankreas dan sebagian dari usus; pada bagian belakang terdiri dari sisa usus serta rektum. Terdapat ephitelim bagian dalam dari bagian depan dan belakang yaitu berupa ektodermal dan garis tersembunyi kultikular dimana berperan pada saat moulting.

Menurut Erlangga (2012), pada mulanya udang vaname digolongkan ke dalam hewan pemakan detritus atau bangkai, selain itu udang vaname merupakan udang yang bersifat nokturnal, yaitu aktif pada malam hari. Namun, berbeda halnya dengan udang yang telah mengalami domestikasi atau yang berada di dalam tambak karena udang yang telah didomestikasi tidak saja aktif pada malam hari, tetapi pada siang hari pun udang ini aktif bergerak, terutama ketika mencari makanan. Pada sistem budidaya udang dengan pola intensif, pemberian pakan sudah lebih terkontrol, mulai dari penebaran benur hingga menjelang panen.

2.2 Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) (Gambar 3) menurut Linneaus (2008) adalah sebagai berikut :

- Kingdom : Animalia
Phylum : Annelida
Class : Clitella
Sub Class : Oligochaeta
Ordo : Haplotaxida
Family : Lumbricidae
Genus : Lumbricus
Species : *L. rubellus*



Gambar 3. Cacing Tanah (*L. rubellus*) (Anonymous, 2006)

Cacing tanah (*L. rubellus*) tergolong dalam kelompok hewan avertebrata. Pada tubuhnya terdapat segmen luar dan dalam, berambut, tidak mempunyai kerangka luar, tubuhnya dilindungi oleh kutikula (kulit bagian luar), tidak memiliki alat gerak dan tidak memiliki mata (Palungkun,1999).

Menurut Hoffmester, (1999), permukaan tubuh dilapisi oleh lendir yang dihasilkan oleh kelenjar epidermis. Fungsi lendir adalah untuk mempermudah pergerakan dan pertahanan diri. Pada tubuhnya terdapat seta . Cacing tanah (*L. rubellus*) tidak memiliki mata tetapi tubuhnya terdapat prostomium. Prostomium

merupakan organ saraf dan berbentuk bibir. Prostomium terletak pada bagian depan tubuhnya dan pada bagian akhir tubuhnya terdapat anus. Pernafasan cacing tanah (*L. rubellus*) menggunakan kulit. Oksigen yang digunakan untuk proses metabolisme tubuh diambil dari udara dengan bantuan pembuluh darah yang terdapat pada bagian bawah kutikula. Cacing dewasa mempunyai alat kelamin disebut *klitelum*. *Lumbricuss rubellus* merupakan cacing berukuran relatif kecil dengan panjang antara 4-6 cm. Bagian punggungnya berwarna merah violet. Selain warna dasar tersebut cacing ini juga memiliki warna *indescent* atau warna pelangi. Pada umumnya cacing ini akan mencapai usia dewasa pada umur 179 hari, sedangkan umurnya bisa mencapai 2,5 tahun.

2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Cacing tanah dikelompokkan dalam tiga plasma yaitu *epigeic*, *endogeic*, dan *anecic*. *Epigeic* biasanya hidup di atas permukaan tanah. *Endogeic* hidup di bawah permukaan tanah secara horizontal. *Anecic* hidup di lapisan tanah lebih dalam (Palungun,1999).

Dalam klasifikasi biologi, cacing tanah termasuk kelas *Olygochaeta*, phylum *Annelida*. Phylum *Annelida* mempunyai 1.800 spesies cacing tanah yang dikelompokkan menjadi lima famili yang tersebar di seluruh dunia. Jumlah terbesar ada di Amerika Utara, Eropa dan Asia Barat, untuk famili *Lumbricidae* dengan 220 spesies (Hoffmester,1999).

2.2.3 Kegunaan

Menurut Palungun (1999), cacing tanah (*L. rubellus*) mempunyai banyak manfaat yaitu sebagai pupuk organik, pendaur ulang limbah, bahan baku pakan, bahan baku obat dan kosmetik. Sebagai bahan baku pakan, obat-obatan serta kosmetik biasanya cacing diolah dalam bentuk tepung cacing.

Cacing biasanya digunakan sebagai penghasil pupuk organik. Pupuk organik tersebut dapat diambil dari sisa kotoran cacing (kascing). Kascing yang

mengandung berbagai bahan atau komponen yang bersifat biologis maupun kimiawi sangat dibutuhkan untuk perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Komponen yang terkandung dalam kascing ialah hormon *giberelin*, *sitokinin*, dan *auxin*. Sebagai obat, cacing tanah bisa sebagai obat penyakit tifus dengan pengolahan yang sederhana. Ekstrak cacing tanah mengandung enzim lumbrikinase yang dapat mengobati gangguan peredaran darah (Linneaus, 2008).

2.2.4 Kandungan Bahan Aktif

Cacing tanah memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, terutama kandungan proteinnya yang mencapai 64 - 76% dan kandungan gizi lainnya yaitu lemak, kalsium, fosfor dan serat kasar (Syukur *et al.*, 1999).

Cacing tanah sangat mudah dicerna dalam alat pencernaan dan mudah pula dipecah menjadi asam amino yang berguna untuk tubuh. Hampir semua protein daging cacing tanah dapat diserap oleh tubuh pemakannya. Lagipula asam aminonya mempunyai kualitas yang sangat baik. Protein yang sangat tinggi pada cacing tanah (*L. rubellus*) terdiri setidaknya sembilan macam asam amino esensial dan empat macam asam amino non esensial (Simanjutak, 1992).

Cacing tanah mengandung enzim yang disebut sebagai enzim lumbrokinase yang memiliki beberapa fungsi yaitu selain sebagai anti mikroba, lumbrokinase juga memiliki zat fibrinolitik yang berfungsi untuk memperbaiki jaringan pada pencernaan. Zat fibrinolitik yang terkandung dalam cacing tanah dapat meningkatkan performa tubuh dan nafsu makan yang lebih baik. Lengkapnya jenis asam amino yang terkandung memberikan indikasi bahwa cacing tanah juga mengandung berbagai jenis enzim yang bermanfaat bagi kesehatan. Berdasarkan uji laboratorium tepung cacing tanah mengandung

enzim lumbrikinase, perokdase, katalase dan selulose yang sangat baik untuk pengobatan penyakit degenerative; diabetes militus, kolesterol (Olele, 2011).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini (Lampiran 1) adalah sebagai berikut :

- Akuarium 40 x 20 x 20 cm
- Batu Aerasi
- Selang Aerasi
- Heater
- Timbangan Analitik
- Serok
- Termometer
- Refraktometer
- pH meter

3.1.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini (Lampiran 1) adalah sebagai berikut :

- Udang Vaname 4,00 gram yang diperoleh dari BBAP Situbondo
- Air tawar
- Air laut
- Tepung cacing
- Tepung kepala Udang
- Tepung Ikan
- Tepung Tapioka
- Vitamin mineral mix
- Minyak
- CMC

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Tujuan penelitian eksperimental adalah untuk menyelidiki kemungkinan saling hubungan sebab-akibat dengan cara mengenakan kepada satu atau lebih kelompok eksperimental satu atau lebih kondisi perlakuan dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak dikenai kondisi perlakuan (Suryabrata, 2006).

3.3 Rancangan Percobaan Penelitian

Rancangan Percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). RAL digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, sehingga RAL banyak digunakan untuk percobaan laboratorium, rumah kaca dan peternakan. Karena media homogen maka media atau tempat percobaan tidak mempengaruhi pada respon yang diamati (Sastrosupadi, 2000).

Model untuk RAL adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = respon atau nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = nilai rata-rata

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

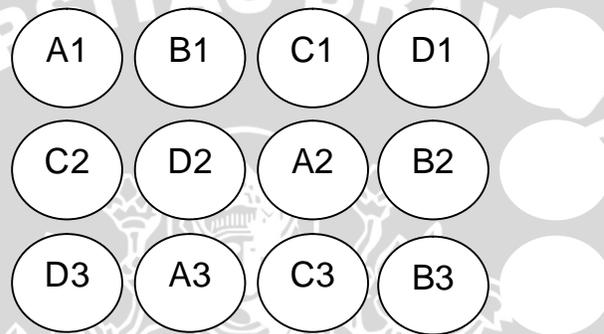
e_{ij} = pengaruh kesalahan (galat) percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Perlakuan yang diberikan adalah untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan tepung cacing tanah (*L. rubellus*) pada pakan dengan dosis berbeda yang berkadar isoprotein 32% dan isoenergi 3620 kkal/kg terhadap pertumbuhan udang vaname (*L. vannamei*).

Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan pemanfaatan tepung cacing tanah dengan dosis yang berbeda yaitu :

- Perlakuan A : Pemanfaatan tepung cacing tanah dengan dosis 0%
- Perlakuan B : Pemanfaatan tepung cacing tanah dengan dosis 4%
- Perlakuan C : Pemanfaatan tepung cacing tanah dengan dosis 8%
- Perlakuan D : Pemanfaatan tepung cacing tanah dengan dosis 12%

Masing-masing perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Denah hasil pengacakan dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Denah(*lay out*) Rancangan Penelitian

Keterangan :

A, B, C, D : Perlakuan

1, 2, 3 : Ulangan

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pembuatan Tepung Cacing Tanah (*L. rubellus*)

Tepung cacing tanah dibuat dengan cara sebagai berikut (Anonymous, 2006) :

- Pencucian pertama. Cacing tanah dicuci bersih dengan menggunakan air bersih dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran, sisa-sisa tanah yang melekat di tubuh dan lendir yang merupakan salah satu penyebab utama bau amis.
- Perebusan. Cacing tanah bersih direbus dalam air mendidih selama 30 detik, dengan tujuan selain untuk menghilangkan lendir juga agar protein,

lemak, dan karbohidrat menjadi lebih mudah dicerna. Penggunaan air yang berlebihan dapat melarutkan vitamin dan mineral dalam cacing

- Pemotongan. Cacing hasil rebusan ditiriskan, kemudian dipotong menjadi ukuran 1cm dengan tujuan untuk memperluas permukaan sehingga waktu pengeringan lebih singkat.
- Pencucian kedua. Bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang masih tersisa dari tahap pemotongan.
- Pengeringan. Dilakukan dengan pengeringan mekanis/oven pada suhu 50° C selama 4 jam. Pada tahap ini alat pengering harus diperhatikan jangan sampai melebihi 50° C . Suhu pengering yang terlalu tinggi akan menyebabkan “case hardening” yaitu suatu keadaan dimana bagian luar bahan sudah kering, namun bagian dalamnya masih basah. Hal ini akan mempengaruhi mutu tepung cacing yang dihasilkan.
- Penggilingan. Cacing yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan alat penepung/ penghancur mekanis sehingga diperoleh tepung cacing.

3.4.2 Proses Pembuatan Pakan Penelitian

Berdasarkan formula pakan yang digunakan, tepung ikan disubstitusi dengan tepung cacing sebesar 0%, 4%, 8%, 12%. Dosis ini diperoleh berdasarkan penelitian yang sebelumnya (Asfanti, 2007).

- Setelah formula pakan ditentukan, lalu semua bahan dipersiapkan, bahan-bahan tersebut adalah tepung cacing, tepung ikan, tepung tapioka, vitamin mineral mix, minyak dan cmc.
- Bahan berupa tepung diayak untuk mendapatkan partikel yang lebih halus dan sesuai kebutuhan udang.
- Bahan ditimbang se sesuai dengan formulasi pakan yang telah ditentukan.

- Semua bahan dicampur merata dimulai dari bahan yang paling sedikit hingga bahan yang paling banyak. Menggunakan air hangat secukupnya untuk memudahkan pencampuran bahan (Sutikno, 2011).
- Setelah dicampur merata bahan lalu dimasukkan ke mesin penggiling dan dibentuk menjadi pakan remah (crumble)
- Setelah menjadi pakan crumble, pakan dikeringkan dengan cara diletakkan di Loyang lalu dijemur di bawah sinar matahari dan dimasukkan ke dalam oven. Tujuan pengeringan pakan adalah agar pakan memiliki kandungan air sebesar 12-14% agar pakan tahan disimpan lebih lama dan tidak terkontaminasi cendawan yang bersifat racun. Pengeringan dapat menurunkan tingkat penularan cendawan 9-10% (Handerson dan Perry, 1982).
- Pakan yang sudah kering ditumbuk dengan mortar dan alu, lalu diayak agar pakan tersebut benar-benar menjadi remah.

Hasil analisis proksimat bahan penyusun pakan dan pakan penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2. Adapun perhitungan formulasi pakan penelitian perlakuan A, B, C dan D disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula Pakan Percobaan

Jenis Bahan (%)	A (0%)	B (4%)	C(8%)	D (12%)
Tepung cacing	0,00	4,00	8,00	12,00
Tepung ikan	18,08	14,08	10,08	6,08
Tepung udang	18,03	18,03	18,03	18,03
Tepung kedelai	17,76	17,76	17,76	17,76
Tepung tapioka	25,51	25,51	25,51	25,51
Vitamin mineral mix	5,00	5,00	5,00	5,00
Minyak	9,00	9,00	9,00	9,00
Cmc	6,62	6,62	6,62	6,62
Total	100	100	100	100

3.4.3 Persiapan Penelitian

a) Sterilisasi

Sterilisasi peralatan yang digunakan untuk pemeliharaan dalam penelitian meliputi pencucian akuarium, batu aerasi, selang aerasi dengan menggunakan deterjen. Setelah itu dikeringkan dengan tujuan untuk menghilangkan sisa-sisa deterjen. Kemudian sterilisasi air payau dengan menggunakan klorin.

b) Persiapan Akuarium

Setelah Akuarium dicuci dan dikeringkan, akuarium ditata lalu diisi air dengan volume 12 liter, ketinggian air 15 cm. Lalu dipasang perangkat aerasi yang sudah terhubung dengan *blower*, setelah itu air media yang akan digunakan diaerasi dengan kuat selama 24 jam.

c) Pengadaptasian Udang

Udang diperoleh dari Balai Budidaya Air Payau Situbondo, lalu diadaptasikan didalam bak dengan salinitas 30 ppt selama 2 hari dengan tujuan agar udang tidak mengalami stress. Dengan adanya pengadaptasian tersebut diharapkan kondisi udang lebih stabil pada saat dilakukan penelitian.

3.4.4 Pelaksanaan Penelitian

- Udang yang sudah diadaptasikan diambil sebanyak 10 ekor (Suwoyo dan Mangampa, 2010) dan ditimbang beratnya (W_0)
- Kemudian udang dimasukkan ke dalam akuarium 40cm x 20cm x 20cm dengan volume air 12 liter, ketinggian air 15 cm.
- Pemberian pakan dilakukan tiga kali setiap hari, yaitu pukul 07.00 pagi, 12.00 siang, dan 16.00 sore. Dosis yang diberikan sebanyak 8,0-10,0 % dari berat biomassa (Erlangga, 2012).
- Pergantian air sebanyak 15-20% setiap hari untuk menjaga agar kualitas air tetap bagus selama penelitian. Cara pergantian air adalah dengan menyipon air dalam akuarium, menggunakan selang kecil yang dilengkapi saringan kemudian menggantinya dengan air baru.

- Pengukuran berat badan udang dilakukan setiap 8 hari sekali, waktu pengukuran ditentukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pertumbuhan sel somatik udang berlangsung antara 7–10 hari (Michael, 1987). Kemudian dilakukan penyesuaian jumlah pakan yang akan diberikan pada minggu berikutnya.
- Pengukuran pH, suhu dan DO dilakukan setiap hari pada pukul 05.00 pagi dan 14.00 sore, sedangkan untuk pengukuran salinitas dilakukan setiap hari pukul 16.00 sore.
- Lama pemeliharaan udang adalah selama 30 hari.
- Pada akhir penelitian dilakukan penimbangan biomassa udang (Wt), kelulushidupan, laju pertumbuhan, FCR dan rasio efisiensi protein.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

a) Kelulushidupan (SR)

Kelulushidupan udang vaname dihitung pada akhir penelitian. Menurut Effendi (1997), kelulushidupan dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

SR : Kelulushidupan (%)

Nt : Jumlah udang yang hidup pada akhir penelitian (Individu)

No : Jumlah udang pada awal penelitian (Individu)

b) Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)

Menurut Karim (2007), laju pertumbuhan harian (SGR) adalah persentase penambahan berat ikan setiap harinya selama pemeliharaan, laju pertumbuhan harian ditunjukkan dalam satuan persentase (%). Laju pertumbuhan bobot spesifik harian dihitung dengan rumus :

$$SGR = (\ln \bar{W}_t - \ln \bar{W}_0) / t \times 100$$

SGR adalah laju pertumbuhan bobot spesifik harian (%), W_0 adalah bobot rata-rata udang vaname pada awal penelitian (g), W_t adalah bobot rata-rata udang vaname pada waktu selesai pemeliharaan (g), dan t adalah lama pemeliharaan (hari).

c) Feed Conversion Rate (FCR)

Menurut Effendie (1997), *Feed Conversion Rate* (FCR) adalah suatu ukuran yang menyatakan rasio jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1kg daging. *Feed Conversion Rate* (FCR) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$FCR = \frac{\text{makanan yang diberikan}}{\text{pertumbuhan berat}}$$

d) Rasio Efisiensi Protein (PER)

Rasio efisiensi protein dihitung pada saat akhir penelitian. Menurut Anggorodi (1994), rasio efisiensi protein dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PER = \frac{PBH}{\text{Konsumsi Protein}}$$

PBH : Pertambahan bobot hidup (gr)

Konsumsi Protein : Jumlah protein yang dikonsumsi (gr)

Untuk mengetahui jumlah konsumsi protein dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Konsumsi Protein} = \text{Konsumsi pakan (gr)} \times \text{Kadar protein pakan (\%)}$$

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang digunakan adalah pengukuran kualitas air yang meliputi pengukuran pH, suhu, DO dan salinitas. Pengukuran pH, suhu, dan DO dilakukan setiap hari pada pukul 05.00 pagi dan 14.00 sore sedangkan untuk pengukuran salinitas dilakukan setiap hari pada pukul 16.00 sore. Apabila mengalami perubahan salinitas maka akan segera diketahui dan dilakukan penyesuaian dengan kebutuhan udang vaname agar tidak berdampak pada pertumbuhan dan kelulushidupan.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari penelitian, dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan (RAL). Sebelum dilakukan uji keragaman terlebih dahulu dilakukan uji kenormalan data, apabila dari data sidik ragam diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh beda nyata atau berbeda sangat nyata, maka untuk membandingkan nilai antar perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Dari uji ini dilanjutkan dengan analisis polinomial orthogonal untuk mengetahui uji respon.

Menurut Setiawati, *et al.* (2013), pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati diuji dengan analisis keragaman (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%. Beda nyata terkecil (BNT) dilakukan untuk mengetahui perlakuan terbaik setelah diketahui terdapat perbedaan nyata antar perlakuan. Parameter pendukung seperti kualitas air dibahas secara deskriptif dengan perbandingan menggunakan referensi.