

SKRIPSI

**PERUBAHAN HISTOLOGIS SALURAN PENCERNAAN LARVA
KUDA LAUT (*Hippocampus barbouri*) YANG DIBERI MAKANAN
HIDUP DAN BUATAN**

ANDI RHENOL SOEBAKTI
L031171517



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERUBAHAN HISTOLOGIS SALURAN PENCERNAAN LARVA KUDA LAUT
(*Hippocampus barbouri*) YANG DIBERI MAKANAN HIDUP DAN BUATAN**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI RHENOL SOEBAKTI

L031171517

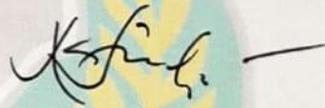
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Pada Tanggal

Menyetujui,

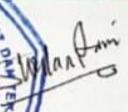
Pembimbing Utama


Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc, Ph.D
NIP. 19670318 198903 1 002

Pembimbing Anggota


Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si
NIP. 19660120 199103 1 002

Ketua Program Studi
Budidaya Perairan
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sriwulan, MP
NIP. 19660630 199103 2 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Andi Rhenol Soebakti
NIM : L031171517
Program Studi : Budidaya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul:

“Perubahan Histologis Saluran Pencernaan Larva Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) Yang Diberi Makanan Hidup Dan Buatan”

Adalah karya saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No.17, tahun 2007).

Makassar, 31 Desember 2021

Yang Menyatakan



Andi Rhenol Soebakti
L031171517

ABSTRAK

Andi Rhenol Soebakti. L031 17 1517. “Perubahan Histologis Saluran Pencernaan Larva Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) Yang Diberi Makanan Hidup Dan Buatan” Dibimbing oleh **M. Iqbal Djawad** sebagai Pembimbing Utama dan **Syafiuddin** sebagai Pembimbing Anggota.

Kuda laut di alam sejak beberapa dekade terakhir banyak dieksploitasi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian kuda laut adalah dengan melakukan pengembangan ke arah budidaya dengan menggunakan strategi pemberian pakan campuran dari makanan hidup ke makanan non-hidup untuk membantu memberi larva ikan ke makanan non-hidup atau buatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan histologis saluran pencernaan, pertumbuhan dan sintasan larva kuda laut yang diberikan makanan hidup dan buatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Agustus 2021 di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar dan Uji Histologi di Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan, Makassar. Hewan uji yang digunakan adalah induk kuda laut berukuran 12-14 cm dan juwana kuda laut dengan ukuran rata-rata $1,1 \pm 0,17$ cm. Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan yaitu kontrol (perlakuan A), diberi makanan alami 100% pada hari ke-1 hingga hari ke-5 dan pada hari ke-6 hingga hari ke-30 diberikan makanan alami 25% dan makanan buatan 75% (perlakuan B), diberi makanan alami 100% pada hari ke-1 hingga hari ke-10 dan pada hari ke-11 hingga hari ke-30 diberikan makanan alami 25% dan makanan buatan 75% (perlakuan C), diberi makanan alami 100% pada hari ke-1 hingga hari ke-15 dan pada hari ke-16 hingga hari ke-30 diberikan makanan alami 25% dan makanan buatan 75% (perlakuan D). Parameter yang diamati adalah histologis saluran pencernaan, pertumbuhan dan sintasan. Berdasarkan hasil pengamatan terjadi perubahan histologis saluran pencernaan juwana kuda laut sejak memasuki usia 11 hari hingga usia 16 hari. Sedangkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA), pemberian makanan hidup dan buatan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap laju pertumbuhan panjang dan bobot harian juwana kuda laut. Pemberian makanan hidup dan buatan tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap pertumbuhan panjang mutlak dan bobot mutlak serta sintasan juwana kuda laut.

Kata kunci: Histologis, kuda laut, pertumbuhan, sintasan

ABSTRACT

Andi Rhenol Soebakti. L031 17 1517. "The Changes of Histological of Digestive Tract of Sea horse Larvae (*Hippocampus barbouri*) that given live and artificial food" Supervised by **M. Iqbal Djawad** as Main Advisor and **Syafiuddin** as Member Advisor.

Sea horses in nature have been exploited in the last few decades. One of the efforts that can be do to preserve seahorses is to develop cultivation by using a mixed feeding strategy from live food to non-living food to help feed fish larvae to non-living or artificial food. This research aimed to determine the histological changes of the digestive tract, growth and survival of seahorse larvae that given live and artificial food. This research was conducted from June to August 2021 at the Ecosystem Captive and Rehabilitation Laboratory, Faculty of Marine Sciences and Fisheries, Hasanuddin University, Makassar. and Histological Test at the Center for Fish Quarantine, Quality Control and Safety of Fishery Products, Makassar. The test animals used were mother seahorses measuring 12-14 cm and juvenile seahorses with an average size of 1.1 ± 0.17 cm. This research consisted of 4 treatments, namely control (treatment A), given 100% natural food on day 1 to day 5 and on day 6 to day 30 given 25% natural food and 75% artificial food (treatment B), given 100% natural food on day 1 to day 10 and on day 11 to day 30 given 25% natural food and 75% artificial food (treatment C), given 100% natural food on day 1 to day 15 and on day 16 to day 30 given 25% natural food and 75% artificial food (treatment D). The parameters observed were the histology of the digestive tract, growth and survival. Based on the result of observation, there were histological changes in the digestive tract of juvenile seahorses from 11 days old to 16 days old. While the results of analysis of variance (ANOVA), to give live and artificial food had no give significant effect ($p>0.05$) on the growth rate of the length and daily weight of juvenile seahorses. To give of live and artificial food had no give significant effect ($p>0.05$) on absolute length and absolute weight growth and survival of juvenile seahorses.

Keywords: Histology, sea horse, growth, survival rate

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini dengan judul “**Perubahan Histologis Saluran Pencernaan Larva Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) Yang Diberi Makanan Hidup dan Buatan**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Budidaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini disadari oleh penulis banyaknya tantangan dan kesulitan yang dilalui, mulai dari awal perencanaan, persiapan, pelaksanaan penelitian, dan sampai akhir penyusunan skripsi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu, penulis sangat membutuhkan dukungan dan sumbangsih pemikiran yang berisi kritik dan saran yang membangun. Selama penulisan skripsi ini tentunya penyusun mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak yang telah mendukung dan membimbing penulis. Kasih yang tulus serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda **Nyonri Husain** dan Ibunda **A. Supiati, S.Pd** yang tidak henti-hentinya memanjatkan doa dan memberikan dukungan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Safruddin, M.Si, Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Prof. Dr. Ir. Rohani Ambo Rappe, M.Si.** selaku Wakil Dekan 1 (Bidang Akademik dan Pengembangan) Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi, M.Si.** selaku Ketua Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
5. Ibu **Dr. Ir. Sriwulan. MP.** selaku Ketua Prodi Budidaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Bapak **Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D.** selaku pembimbing utama dan penasehat akademik yang telah meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan selama masa perkuliahan serta arahan hingga proses akhir penyusunan skripsi ini.
7. Bapak **Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si.** selaku pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan dan arahnya hingga proses akhir dari penyusunan skripsi ini.

8. Ibu **Dr. Ir. Hasni Yulianti Azis, MP** dan **Dr. Marlina Ahmad, S.Pi, M.Si.** selaku tim penguji yang telah memberikan pengetahuan baru, saran, masukan, dan kritik yang sangat membangun dalam penyusunan skripsi ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen, serta Staf Pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah banyak berbagi ilmu dan pengalaman serta membantu penulis.
10. Ibu **Ir. Siti Chadijah, M.Si.** selaku Kepala Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan (BBKIPMKHP) Makassar serta seluruh staf yang telah bersedia menerima penulis untuk melaksanakan penelitian di BBKIPMKHP Makassar.
11. Ibu **Ulfah S. Kuba, S.Pi, M.Si.** selaku Fungsional Tertentu PHPI Ahli Muda yang telah membantu dalam melakukan uji histologi sampel dan memberikan arahan, serta masukan selama penulis melaksanakan penelitian di BBKIPMKHP Makassar.
12. Keluarga Penulis serta adik saya **Andi Rheni Pratiwi** yang memberikan bantuan, dukungan serta doa selama penulis kuliah.
13. **Nuramalia Hasman** yang senantiasa memberikan bantuan, dukungan serta doa kepada penulis.
14. Teman seperjuangan penelitian saya **Anastasia Zefanya** yang telah membantu dan membersamai selama penelitian.
15. Teman-teman **BDP Angkatan 2017** atas kebersamaan, bantuan berupa dukungan dan semangat untuk penulis selama perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi.
16. Semua pihak yang ikut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, dengan senang hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dalam penulisan berikutnya dapat lebih baik lagi.

Akhir kata dengan segenap kerendahan hati, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak. Aamiin.

Makassar, 31 Desember 2021

Andi Rhenol Soebakti

BIODATA DIRI



Penulis bernama lengkap Andi Rhenol Soebakti, lahir di Cina Kabupaten Bone Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 24 November 1998 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis lahir dari pasangan suami-istri Bapak Nyonri Husain dan Ibu Andi Supiati, S.Pd. Pada saat ini, penulis berumur 23 tahun.

Penulis menyelesaikan jenjang pendidikan sekolah dasar di SDN 198 Cinennung pada tahun 2011, SMPN 2 Cina pada tahun 2014 dan SMAN 18 Bone pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Pada tahun 2017 melalui Jalur Non Subsidi (JNS). Selama studi di jenjang S1, penulis aktif mengikuti lembaga internal kampus yaitu UKM Sepak Bola UNHAS. Berkaitan dengan penyelesaian studi serta untuk memenuhi syarat wajib memperoleh gelar sarjana perikanan, penulis melakukan penelitian dengan Judul “Perubahan Histologis Saluran Pencernaan Larva Kuda Laut (*Hippocampus barbouri*) Yang Diberi Makanan Hidup dan Buatan” yang dibimbing langsung oleh Bapak Ir. M. Iqbal Djawad, M.Sc., Ph.D (Pembimbing Utama) dan Bapak Dr. Ir. Syafiuddin, M.Si (Pembimbing Anggota).

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
BIODATA DIRI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Klasifikasi dan Morfologi Kuda Laut.....	3
B. Makanan dan Kebiasaan Makan	4
C. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup	6
D. Sistem Pencernaan.....	8
E. Kualitas Air	13
III. METODE PENELITIAN	14
A. Waktu dan Tempat	14
B. Materi Penelitian.....	14
C. Prosedur Penelitian.....	14
D. Rancangan Percobaan.....	15
E. Parameter yang diamati	16
F. Analisis Data	19
IV. HASIL	20
A. Histologis Usus Juwana Kuda Laut	20
B. Laju Pertumbuhan Harian (SGR).....	25
C. Pertumbuhan Panjang dan Bobot Mutlak	27
D. Sintasan	28
E. Kualitas Air	29
V. PEMBAHASAN	31
A. Histologis Saluran Pencernaan	31

B. Pertumbuhan Juwana Kuda Laut.....	32
C. Sintasan	34
D. Kualitas Air	35
VI. PENUTUP	37
A. Kesimpulan	37
B. Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi Kuda Laut (Burton dan Maurice, 1983).....	4
2. Struktur Histologis Segmen Esofagus Kuda Laut 100x, HE.	9
3. Struktur Histologis Segmen Esofagus Kuda Laut 400x, HE.	10
4. Struktur Histologis Segmen Lambung Kuda Laut 100x, HE.	11
5. Struktur Histologis Segmen Lambung Kuda Laut 400x, HE.	11
6. Struktur Histologis Segmen Usus Kuda Laut 100x, HE.....	12
7. Struktur Histologis Segmen Usus Kuda Laut 400x, HE.....	13
8. Tata Letak Wadah Penelitian.....	16
9. Perubahan histologis saluran pencernaan juwana kuda laut pada setiap perlakuan	20
10. Histologis Vili Usus Juwana Kuda Laut (Hari 1,6,11,16,21,26,31).....	22
11. Histologis Vili Usus Juwana Kuda Laut (Hari 6,11,16,21,26,31).....	23
12. Histologis Vili Usus Juwana Kuda Laut (Hari 11,16,21,26,31).....	24
13. Histologis Vili Usus Juwana Kuda Laut (Hari 16,21,26,31).	25
14. Laju pertumbuhan panjang harian juwana kuda laut selama penelitian.	26
15. Laju pertumbuhan bobot harian juwana kuda laut selama penelitian.	27
16. Rata-rata sintasan juwana kuda laut pada setiap perlakuan selama.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata laju pertumbuhan panjang harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) pada setiap perlakuan.	26
2. Rata-rata laju pertumbuhan bobot harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) pada setiap perlakuan.	27
3. Rata-rata pertumbuhan panjang dan bobot mutlak juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) pada setiap perlakuan.	28
4. Rata-rata sintasan juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) pada setiap perlakuan.	28
5. Rata-rata hasil pengukuran parameter kualitas air pada setiap perlakuan.	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data laju pertumbuhan panjang harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	45
2. Analisis sidik ragam (ANOVA) laju pertumbuhan panjang harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	45
3. Data laju pertumbuhan bobot harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	47
4. Analisis sidik ragam (ANOVA) laju pertumbuhan bobot harian (SGR) juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	48
5. Data panjang mutlak juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	50
6. Analisis sidik ragam (ANOVA) panjang mutlak juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	50
7. Data bobot mutlak juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	50
8. Analisis sidik ragam (ANOVA) bobot mutlak juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	51
9. Sintasan juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	51
10. Analisis sidik ragam (ANOVA) sintasan juwana kuda laut (<i>Hippocampus barbouri</i>) yang dipelihara pada setiap perlakuan.	52

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kuda laut tersebar pada daerah tropis maupun sub tropis, pada umumnya hidup di perairan dangkal dengan habitat padang lamun (*seagrass*), karang (*coral reef*), rumput laut (*sea weed*) dan mangrove. Di perairan Indonesia telah diketahui ada dua belas jenis kuda laut yang ditemukan (Lourie & Kuitert, 2008). Kuda laut di alam sejak beberapa dekade terakhir ini banyak dieksploitasi (Vincent, 1996), baik diperdagangkan sebagai ikan hias untuk akuarium air laut dan sebagai bahan obat tradisional (Asmanelli & Andreas, 1993).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian kuda laut adalah dengan melakukan pengembangan ke arah budidaya. Budidaya kuda laut sudah berhasil dikembangkan di beberapa negara, misalnya di Australia (Woods, 2003), Tasmania dan New Zealand (Ingram, 2005). Sedangkan di Indonesia sendiri juga telah dilakukan pengembangan kegiatan pembenihan kuda laut baik skala massal maupun skala backyard yakni di daerah Lampung di Balai Besar Budidaya Laut Lampung, di Sulawesi Selatan di CV Mitra Hasil Bahari Abadi di pulau Badi, Desa Mattiro Deceng, Kabupaten Pangkep dan juga pengembangan kegiatan pembenihan skala laboratorium di Laboratorium Penangkaran dan Rehabilitasi Ekosistem, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Hambatan utama dalam budidaya kuda laut terjadi pada masa ketika juwana yang baru lahir memerlukan pakan hidup secara eksklusif (Olivotto *et al.*, 2011). Kuda laut termasuk pemangsa pasif, yaitu hewan yang menunggu makanan lewat dan menyerang mangsanya dengan cara menghisap menggunakan moncongnya yang panjang. Sejauh ini jenis pakan alami yang diberikan juwana kuda laut adalah jenis naupli *Artemia salina*, karena selain mudah dalam proses kulturnya juga karena tersedia secara komersial (Payne & Rippingale, 2000). Namun *Artemia* merupakan salah satu pakan alami dengan harga jual yang cukup tinggi di pasaran. Persyaratan penggunaan pakan yang berkualitas dapat dilihat berdasarkan kontinuitas ketersediaan, kandungan nutrisinya, harga yang terjangkau, serta bukan sebagai pembawa penyakit (Handajani & Widodo, 2010). Oleh karena itu perlunya pakan alternatif yang dapat digunakan dalam budidaya kuda laut selain dari naupli *Artemia*.

Dalam proses budidaya kuda laut komersil membutuhkan makanan hidup dengan jumlah yang besar dengan harga yang mahal dan sulit, serta tidak dapat bergantung dari alam terkait dengan sumber daya yang tidak dapat diprediksi. Penggunaan makanan buatan untuk kuda laut pada budidaya komersil belum ada

karena kuda laut masih sulit untuk menerima makanan non-hidup. Namun, terdapat laporan tentang pembudidaya ikan hias yang berhasil menggunakan makanan buatan untuk kuda laut seperti serpihan ikan dan butiran ikan mas. Ada juga laporan umum tentang pembudidaya kuda laut komersial yang menggunakan makanan buatan sampai tingkat tertentu, seperti makanan berbasis udang dan tepung ikan (Chen, 1990; Forteach, 2000).

Salah satu strategi yang umum digunakan dalam pemberian pakan campuran pada larva ikan adalah memberikan makanan campuran dari makanan hidup dan non-hidup, sehingga membantu dalam pemberian makanan non-hidup atau buatan bagi larva ikan dan telah terbukti meningkatkan pertumbuhan larva dan kelangsungan hidup lebih dari yang dicapai dengan memberi makan salah satu jenis makanan saja (Abi-Ayed & Kestemont, 1994; Kolkovski *et.al.*, 1997a, Rosenlund *et.al.*, 1997; Daniels & Hodson, 1999). Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemberian pakan buatan terhadap juwana kuda laut yang diberikan makanan berupa makanan buatan dan makanan alami.

Alat pencernaan merupakan salah satu organ tubuh yang penting untuk berlangsungnya proses kehidupan. Struktur alat pencernaan berkaitan dengan perilaku makanan dan jenis pakan yang biasa dimakan (Febriana, 2007). Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai Histologis saluran pencernaan juwana kuda laut (*Hippocampus barbouri*) yang diberikan makanan buatan.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan histologis saluran pencernaan, pertumbuhan dan sintasan juwana kuda laut yang diberikan makanan hidup dan buatan.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan penjelasan sekaligus sebagai patokan dasar (rujukan) mengenai perubahan histologis saluran pencernaan juwana kuda laut (*Hippocampus barbouri*) dan aspek fisiologis sebagai upaya untuk pengembangan pembudidayaan kuda laut kedepannya khususnya dalam pengaturan dan pemberian makanan buatan yang tepat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Klasifikasi dan Morfologi Kuda Laut

Menurut Burton dan Maurice (1983), taksonomi kuda laut adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Pisces
Sub Kelas	: Teleostei
Ordo	: Gasterosteiformes
Famili	: Syngnathidae
Genus	: Hippocampus
Spesies	: <i>Hippocampus barbouri</i>

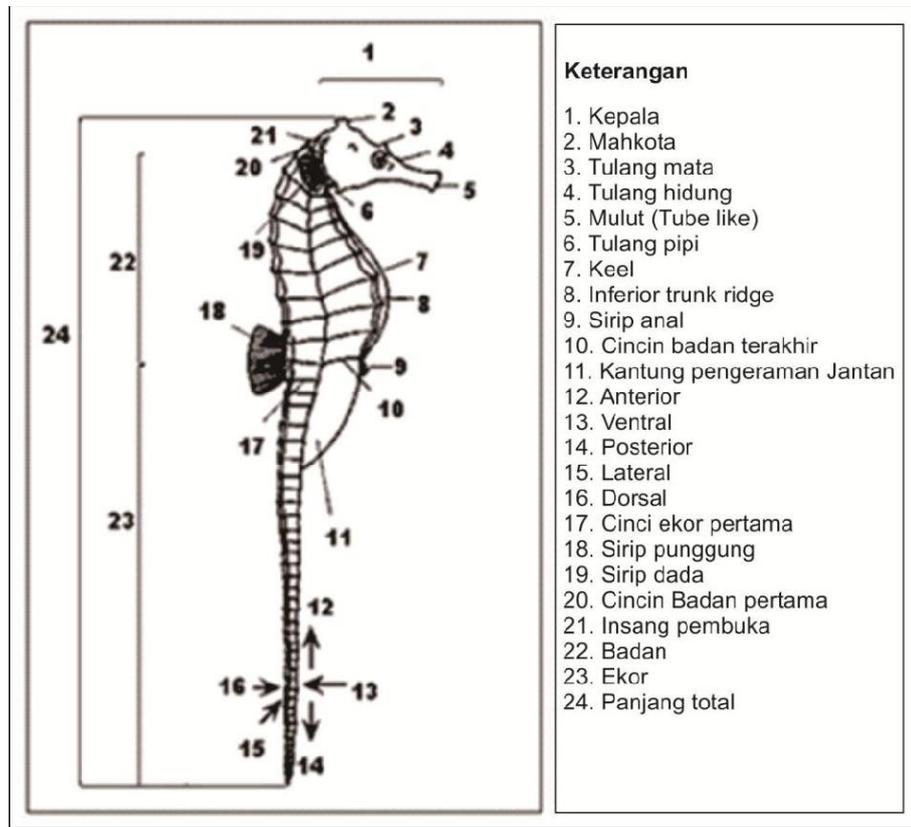
Kuda laut adalah hewan yang telah mengalami evolusi sejak 40 juta tahun lalu (Fritzche, 1997). Digolongkan ke dalam genus Hippocampus, nama Hippocampus berasal dari bahasa Yunani yang berarti binatang laut berbentuk kepala kuda, (hippos = kepala kuda; campus = binatang laut). Kuda laut termasuk dalam jenis ikan, dan bernafas dengan insang.

Kuda laut mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Gambar 1): tubuh agak pipih, melengkung, permukaan kasar, seluruh tubuh terbungkus dengan semacam baju baja yang terdiri atas lempengan-lempengan tulang atau cincin. Kepala mempunyai mahkota dan moncong dengan mata kecil yang sama lebar. Ekor prehensil (dapat memegang) lebih panjang dari kepala dan tubuh. Sirip dada pendek dan lebar, sirip punggung cukup besar dan sirip ekor tidak ada. Pada kuda laut jantan mempunyai kantung pengeraman yang terletak dibawah perut (Burton & Maurice, 1983).

Kuda laut memiliki ukuran panjang tubuh dari ujung mulut hingga ujung ekor sekitar 17 mm-35 cm (Lourie & Kuitert, 2008). Panjang total kuda laut dewasa bervariasi tergantung dari spesiesnya, sedangkan bobot kuda laut bervariasi saat tahap reproduksi, dimana akan bertambah ketika kuda laut betina membawa telur dan sang jantan hamil (Lourie *et al.*, 2004). Tinggi maksimum yang pernah ditemukan dari spesies *Hippocampus barbouri* adalah 15 cm, dengan cincin tubuh sebanyak 11 dan cincin ekor sebanyak 34- 35 (Lourie *et al.*, 2004).

Tubuh bersegmen dan mempunyai satu sirip punggung, insang membuka sangat kecil yang dilengkapi sepasang dada (pectoralfin), satu sirip dubur (analfin) yang sangat kecil, sirip perut dan sirip ekor tidak ada. Ekornya dapat mencengkram dan

digunakan untuk memegang pada suatu objek. Kuda laut jantan dilengkapi dengan kantong pengeraman (brood pouch) pada bagian bawah ekor (Burton & Maurice, 1983).



Gambar 1. Morfologi Kuda Laut (Burton dan Maurice, 1983).

Menurut Simon dan Schuster (1997), warna dasar kuda laut berubah-ubah dari dominan putih menjadi kuning tanah, kadang-kadang punya bintik- bintik atau garis terang atau gelap. Perubahan tersebut secara perlahan-lahan dari ujung ke ujung tergantung pada intensitas cahaya. Walaupun sebagian besar kuda laut mempunyai warna kecoklat-coklatan alami, warna campuran abu-abu dan coklat atau bahkan warna hitam agar sesuai dengan lingkungannya, ternyata kuda laut dapat berubah warna seperti halnya bunglon selama mendekati dan meminang pasangannya, dan juga untuk bersembunyi dari pemangsa.

B. Makanan dan Kebiasaan Makan

Kuda laut termasuk hewan karnivora, memangsa hewan berukuran kecil (zooplankton dan larva) yang masih hidup dan bergerak (Bergert & Wainwright, 1997). Kuda laut memangsa semua jenis hewan yang ukurannya sesuai dengan bukaan mulutnya. Kuda laut memangsa segala jenis hewan hidup ukuran kecil seperti larva ikan, udang, dan invertebrata lainnya (Tipton & Bell, 1988). Kuda laut termasuk jenis ikan yang bersifat pasif mencari makanan atau menunggu mangsa mendekatinya

(Foster & Vincent, 2004). Kuda laut menunggu mangsanya untuk mendekat pada jarak jangkauan sergapan dengan cara membuat kamuflase dan menghias tubuhnya untuk mengelabui mangsanya (Flynn & Ritz, 1999). Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa makanan alami kuda laut utamanya adalah krustasea kecil, seperti copepoda, amphipoda, caridean, dan udang mysid atau udang rebon yang ukurannya sesuai dengan bukaan mulutnya (Tipton & Bell, 1988). Woods (2002) telah melakukan observasi jenis makanan kuda laut *H. abdominalis* dari perairan dangkal yang ditumbuhi makro alga di Pelabuhan Wellington, New Zealand. Hasil observasi tersebut dilaporkan bahwa makanan utama kuda laut adalah krustasea (amphipods, decapods, shrimp, mysid).

Hasil penelitian Santoso (2014) menunjukkan bahwa makanan utama kuda laut *Hippocampus barbouri* di perairan padang lamun Tanakeke Sulawesi Selatan adalah berasal dari ordo Amphipoda, makanan pelengkap berasal dari ordo Mysida, dan Calanoida, serta makanan tambahan berasal dari ordo Harpacticoida, Isopoda dan Euphausiacea. Wilson dan Vincent (1998) melaporkan bahwa anakan kuda laut *H. fuscus*, *Hippocampus barbouri* dan *H. kuda* yang baru lahir di dalam akuarium dapat memakan nauplii *Artemia* berukuran sekitar diameter 480 µm. Selama 48 jam pertama, anak kuda laut hanya tertarik untuk memakan nauplii *Artemia* hidup yang melayang di kolom air dan tidak tertarik untuk memakan *Artemia* yang menempel pada dinding akuarium. Asmanelli dan Andreas (1993) menginformasikan bahwa kuda laut memiliki kemampuan daya cerna makanan sangat cepat. Kuda laut yang berumur satu tahun dapat memakan 23 individu copepoda dan mencernanya selama 5-6 jam.

Kuda laut termasuk hewan diurnal, yaitu hewan yang aktif pada siang hari atau selama ada cahaya matahari. Semua aktivitas kehidupannya secara aktif dilakukan pada siang hari, mulai dari berenang, bergerak, mencari makan dan perkawinan. Kuda laut mengandalkan ketajaman pandangan matanya untuk mencari dan memperhatikan mangsanya untuk dimakan (Guthrie, 1986). Kuda laut tidak memiliki gigi dan perut, mangsanya langsung ditelan secara utuh dan langsung masuk ke sistem pencernaannya. Salah satu problem krusial dalam usaha budidaya kuda laut adalah penyediaan pakan alami (live food) yang mencukupi, baik secara kuantitas maupun kualitas nutrisinya. Pakan yang diberikan harus dapat dilihat oleh kuda laut. Pada pemeliharaan juwana kuda laut di ruangan tertutup harus memiliki sumber cahaya agar juwana kuda laut dapat melihat makanannya (Sudaryanto & Al Qodri, 1993).

Woods (2003) melaporkan bahwa juwana *H. abdominalis* (usia 1-2 bulan) berhasil diberi pakan buatan dalam skala eksperimental, tetapi larva yang baru lahir tidak berhasil diberi pakan buatan. Kemampuan untuk memanfaatkan makanan non-hidup dalam pemeliharaan *H. abdominalis* memiliki implikasi penting bagi budidaya

komersial spesies ini, karena penggunaan makanan non-hidup dapat secara dramatis mengurangi biaya bahan dan tenaga kerja, yang pada gilirannya berpotensi meningkatkan kelangsungan ekonomi suatu budidaya. Makanan buatan terbukti merupakan sumber makanan yang lebih dapat diprediksi dan dapat diandalkan. Walaupun hal ini, tergantung pada usia kuda laut dan jenis makanan buatan yang diberikan. Juwana *H. abdominalis* yang diberi pakan buatan memperlihatkan derajat kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan juwana yang diberi makanan standar *Artemia* yang diperkaya.

Woods (2003) menambahkan dari penelitian lainnya bahwa, profil nutrisi yang tidak mencukupi pakan buatan (misalnya, tingkat lemak, protein atau karbohidrat tertentu yang tidak memadai) dalam kaitannya dengan kebutuhan makanan *H. abdominalis* dapat menjadi faktor penyebab dalam kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang biasanya lebih rendah dari juwana kuda laut yang diberi pakan hidup *Artemia*. Profil nutrisi optimal untuk kuda laut masih harus ditentukan. Namun, ketidakcukupan dalam hal presentasi *Artemia* dan seberapa 'menarik' pakan buatan untuk juwana serta larva kuda laut, cenderung menjadi faktor penyebab paling signifikan dalam penurunan kelangsungan hidup dan pertumbuhan remaja.

C. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup

Pertumbuhan ikan dipengaruhi faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi keturunan, kematangan gonad, parasit dan penyakit. Faktor eksternal meliputi suhu, oksigen, makanan, padat penebaran dan bahan buangan metabolit. Apabila jumlah ikan melebihi batas kemampuan suatu wadah maka ikan akan kehilangan berat. Selain itu persaingan dalam hal makanan sangat penting karena kompetisi untuk memperoleh makanan lebih tinggi pada padat penebaran yang lebih tinggi dibandingkan padat penebaran yang lebih rendah. Oleh karena itu, pada padat penebaran lebih tinggi ukuran ikan lebih bervariasi sedangkan padat penebaran yang lebih rendah relatif seragam dan ukurannya lebih besar (Tarigan, 2014).

Peningkatan kepadatan akan diikuti dengan penurunan pertumbuhan dan jika telah sampai pada batas tertentu pertumbuhannya akan terhenti. Hal tersebut dapat dicegah dengan penentuan padat penebaran yang sesuai dengan daya dukung lingkungan (Setiawan, 2009). Sedangkan pertumbuhan terjadi apabila ikan hidup pada lingkungan yang optimum (suhu, pH dan oksigen) serta kebutuhan makanan yang mencukupi.

Kelangsungan hidup adalah perbandingan jumlah organisme yang hidup pada akhir periode dengan jumlah organisme yang hidup pada awal periode (Effendie,

2004). Tingkat kelangsungan hidup dapat digunakan untuk mengetahui toleransi dan kemampuan ikan untuk hidup. Dalam usaha budidaya, faktor kematian yang mempengaruhi kelangsungan hidup larva atau benih. Mortalitas ikan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam tubuh ikan yang mempengaruhi mortalitas adalah perbedaan umur dan kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan. Faktor luar meliputi kondisi abiotik, kompetisi antar spesies, meningkatnya predator, parasit, kurang makanan, penanganan, penangkapan dan penambahan jumlah populasi ikan dalam ruang gerak yang sama. Kematian ikan dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adalah oleh kondisi abiotik, ketuaan, predator, parasit, penangkapan dan kekurangan makanan (Tarigan, 2014).

Tingkat kelangsungan hidup ikan adalah nilai persentase jumlah yang hidup selama masa pemeliharaan tertentu. Padat penebaran ikan yang tinggi dapat mempengaruhi lingkungan budidaya dan interaksi ikan. Peningkatan padat penebaran akan mengganggu proses fisiologi dan tingkah laku ikan yang pada akhirnya dapat menurunkan kondisi kesehatan. Akibat lanjut dari proses tersebut adalah penurunan pemanfaatan makanan, pertumbuhan dan kelangsungan hidup. Penyakit dan kekurangan oksigen akan mengurangi jumlah ikan secara drastis, terutama ikan yang berukuran kecil (Setiawan, 2009).

Rendahnya sintasan kuda laut menjadi penghambat dalam usaha pelestarian kuda laut. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian dilakukan oleh Mangampa *et al.*, (2002) dengan memperoleh sintasan 16,29% dengan padat penebaran 1-2 ind/L dan kepadatan pemberian *Artemia salina* 1-2 ind/mL. Selain itu kematian pada pemeliharaan kuda laut banyak terjadi pada saat pemeliharaan awal sampai umur 30 hari karena kegagalan dalam proses osmoregulasi dan fluktuasi suhu yang tinggi.

Hasil penelitian dari Mulyadi (2004) dengan kepadatan 1 ekor per liter diperoleh sintasan 83,33%, pertumbuhan panjang dan bobotnya masing masing 3,12 cm dan 0,139 gr. Padat penebaran yang berbeda tidak memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan panjang dan bobot juwana kuda laut (*Hippocampus barbouri*), tetapi memberikan pengaruh yang nyata terhadap sintasan juwana kuda laut (*Hippocampus barbouri*).

Penelitian yang sama juga telah dilakukan oleh Sudaryanto dan Al Qodri (1993) dengan memperoleh sintasan 30% pada hari ke 11-15 dengan padat penebaran awal 1000-1500 ekor/ton dan kepadatan pemberian *Artemia salina* 1-2 ind/mL. Selanjutnya hasil penelitian yang dilakukan oleh Khaerunnisa (2004) memperoleh sintasan 72% dan laju pertumbuhan panjang dan bobot masing-masing 2,29% dan 5,25% dengan padat penebaran 1-2 ekor/L dan kepadatan *Artemia salina* 1-2 ind/L.

D. Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan berbagai jenis ikan memiliki perbedaan pada morfologi dan fungsinya (Raji & Narouzi, 2010). Anatomi dan histologis saluran pencernaan memiliki hubungan dengan kebiasaan makan dan mekanisme proses pakan tersebut (Santos, 2015). Secara anatomis, struktur pencernaan ikan dipengaruhi oleh bentuk tubuh, pakan, kebiasaan makan dan umur (Mokhtar, 2017).

Saluran pencernaan ikan sangat berkaitan dengan penyerapan nutrisi di dalam tubuh ikan, kinerja usus yang baik dapat menyebabkan penyerapan pakan menjadi lebih optimal. Salah satu organ yang berfungsi dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi yang paling bagus terdapat pada usus, usus yang memiliki tinggi vili, lebar vili dan jumlah vili yang banyak dapat meningkatkan penyerapan nutrisi masuk kedalam aliran darah (Ikpegbu *et al.*, 2014).

Alat pencernaan kuda laut terdiri dari saluran pencernaan yang memiliki bagian-bagian sebagai berikut: rongga mulut, faring, esophagus yang merupakan saluran pendek, lambung dan usus yang secara anatomis tidak memiliki perbedaan baik bentuk, ukuran dan warnanya, serta rektum yang berbentuk/berdiameter lebih lebar dibandingkan usus (Febriana, 2007). Secara anatomis, organ yang terlihat secara jelas pada rongga mulut ikan adalah gigi, lidah dan organ palatin (Affandi *et al.*, 2005). Rongga mulut kuda laut tidak memiliki gigi dan lidah sehingga makanan langsung ditelan melalui faring, esophagus dan langsung menuju lambung. Kuda laut menangkap makanannya dengan cara menyedot dengan mulut pipanya. Mulut kuda laut berbentuk pipa panjang dan kaku sebagaimana fungsinya sebagai alat penyedot. Segmen faring terletak setelah segmen rongga mulut, merupakan struktur yang mengontrol perjalanan udara dan makanan serta berfungsi sebagai penghubung antara mulut dan esophagus (Febriana, 2007).

Esophagus kuda laut merupakan saluran pendek dan menempel di sepanjang rongga dalam leher kuda laut sehingga sulit untuk diambil dan diamati. Tidak ditemukan pembatas atau bagian yang bisa dijadikan pembeda antara esophagus dengan lambung kuda laut, karena baik ukuran dan warnanya tidak berbeda secara makroskopis. Esophagus adalah tempat membawa makanan dari mulut menuju bagian lambung. Ukuran esophagus yang pendek merupakan ciri khas ukuran esophagus spesies ikan Teleostei pada umumnya (Smith, 2004). Panjangnya esophagus berkaitan erat dengan bentuk tubuh ikan.

Lambung (gaster) merupakan segmen pencernaan yang diameternya relatif lebih besar bila dibandingkan dengan segmen lainnya. Besarnya ukuran lambung berkaitan dengan fungsinya sebagai penampung makanan. Kemampuan ikan untuk menampung

makanan (kapasitas lambung) sangat bervariasi antara jenis ikan yang satu dengan jenis ikan yang lainnya (Affandi *et al.*, 2005). Pada umumnya lambung ikan berbentuk seperti tabung yang panjang tanpa perlekukan kardia di bagian depan, fundus pada bagian tengah dan pilorus pada bagian belakang, namun lambung kuda laut hampir tidak dapat dibedakan secara makroskopis baik dengan esophagus maupun dengan usus ketika dalam keadaan kosong. Warna, bentuk dan lebarnya sama (Febriana, 2007).

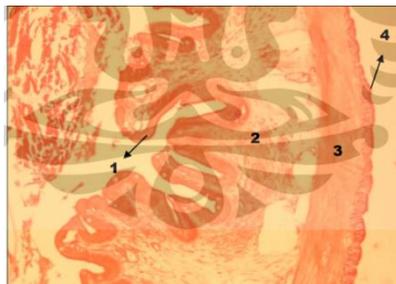
Usus merupakan segmen yang terpanjang dari saluran pencernaan, berbentuk tabung panjang, berlekuk-lekuk serta mengisi hampir sebagian rongga perut. Menurut Affandi *et al.*, (2005), pada ikan, pembagian segmen usus lebih sederhana bila dibandingkan dengan hewan tingkat tinggi lainnya. Usus kuda laut nampak tidak berbeda dengan saluran esophagus maupun lambung, hal ini dikarenakan antara esophagus, lambung sampai usus tidak dapat perbedaan warna, bentuk dan diameter dari tiap segmen (Febriana, 2007).

Rektum merupakan segmen saluran pencernaan yang terujung. Secara anatomis sulit dibedakan batas antara usus dengan rektum. Namun secara histologis batas antara kedua segmen tersebut dapat dibedakan sehubungan dengan adanya katup rektum (*rectal valve*) (Affandi *et al.*, 2005).

Adapun gambaran mikroanatomis saluran pencernaan kuda laut adalah sebagai berikut:

1. Esophagus

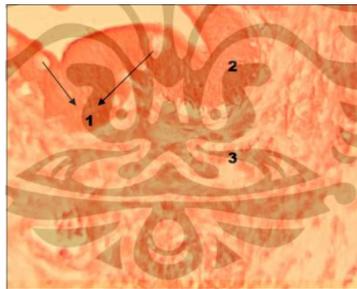
Seperti halnya dengan hewan tingkat tinggi lainnya, saluran pencernaan pada segmen esophagus serta segmen-segmen dibelakangnya terdiri dari empat lapisan jaringan berturut-turut dari lapisan terdalam ke bagian luar yaitu: lapisan mukosa (tunika mukosa); lapisan submukosa (tunika submukosa); lapisan otot (tunika muskularis) dan lapisan sereus (tunika serosa) atau adventris (Gambar 2). Esophagus kuda laut tidak memiliki muskularis mukosa dan telah tampak sel-sel goblet di lapisan mukosa sebagai penghasil sekret yang akan membantu dalam proses pencernaan makanan (Febriana, 2007).



Gambar 2. Struktur Histologis Segmen Esofagus Kuda Laut 100x, HE.

1. tunika mukosa, 2. tunika submukosa,
3. tunika muskularis, 4. tunika serosa.

Menurut Burkit *et al.* (1995), terdapat empat jenis dasar mukosa saluran gastrointestinal yang dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi utamanya. Esophagus kuda laut memiliki jenis dasar mukosa jenis protektif. Jenis ini umum ditemukan di rongga mulut, faring, esophagus dan liang anus. Epitel permukaan jenis protektif merupakan epitel berlapis pipih (Gambar 3). Sel-sel epitel tersebut adalah dari tipe mukosit yang secara histokimia mengandung lendir yang kaya akan mukopolisakarida (Febriana, 2007). Adanya lendir pada segmen esophagus menyebabkan makanan dengan mudah bergerak dari mulut menuju lambung tanpa merusak dinding esophagus (Affandi *et al.*, 2005).



Gambar 3. Struktur Histologis Segmen Esophagus Kuda Laut 400x, HE.
1. sel-sel goblet, 2. epitel berlapis pipih,
3. tunika submukosa.

Menurut Kirsch (1978 *dalam* Affandi *et al.*, 2005), selain berfungsi dalam proses penelanan makanan esophagus ikan laut berperan dalam penyerapan garam melalui difusi pasif, sehingga konsentrasi garam air laut yang diminum akan menurun ketika berada di segmen lambung dan usus, akibatnya akan memudahkan penyerapan air oleh usus dan rektum. Dengan perkataan lain pada ikan laut, segmen esophagus berperan dalam osmoregulasi.

Tunika muskularis esophagus kuda laut dilapisi oleh dua lapis otot bergaris melintang, yaitu lapis longitudinal (internal) dan lapis sirkular (eksternal). Struktur tunika muskularis seperti ini berhubungan dengan fungsi esophagus, yaitu menelan makanan ke lambung dengan gerakan peristaltic secara sadar (Stevens & Hume, 1995 *dalam* Yusfiati, 2006). Pada Gambar 3, tunika serosa terpulus sangat tipis (Febriana, 2007). Affandi *et al.* (2005) mengatakan bahwa tunika serosa merupakan lapisan yang sangat tipis dan tersusun oleh fibro-blaste.

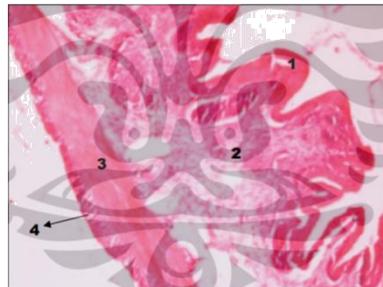
2. Lambung

Pada lambung kuda laut tidak terdapat bagian-bagian lambung seperti kardia, fundus dan piloris karena lambung kuda laut menyerupai tabung panjang yang lurus. Secara morfologis, bentuk lambung kuda laut hampir tidak dapat dibedakan secara makroskopis baik dengan esophagus maupun dengan usus ketika dalam keadaan

kosong. Warna, bentuk dan lebarnya tidak berbeda. Tidak ditemukan pula pilorik kaeka pada lambung kuda laut (Febriana, 2007).

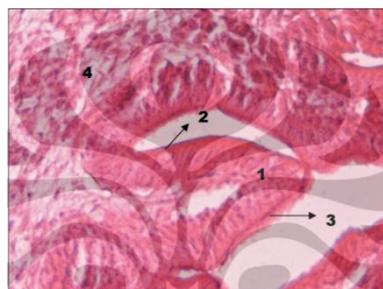
Saluran pencernaan pada segmen lambung serta segmen-segmen pencernaan lainnya terdiri dari empat lapisan jaringan berturut-turut dari lapisan terdalam ke bagian luar yaitu: lapisan mukosa (tunika mukosa); lapisan submukosa (tunika submukosa); lapisan otot (tunika muskularis) dan lapisan sereus (tunika serosa) atau adventris (Gambar 4) (Febriana, 2007).

Menurut Burrit *et al.* (1995), terdapat empat jenis dasar mukosa saluran gastrointestinal yang dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi utamanya. Lambung kuda laut memiliki jenis dasar mukosa jenis sekretorik. Jenis ini hanya ada di lambung. Mukosanya mengandung kelenjar tubular simpleks panjang berdekatan atau bercabang, tergantung pada daerah lambung.



Gambar 4. Struktur Histologis Segmen Lambung Kuda Laut 100x, HE.
1. tunika mukosa, 2. tunika submukosa,
3. tunika muskularis, 4. tunika serosa.

Tunika mukosa di seluruh permukaan lambung dilapisi oleh lapisan epitel silindris. Pada kuda laut, lapisan epitel transisional ditandai dengan adanya sel-sel mucus dan kelenjar lambung yang tersebar tidak merata (Gambar 5) (Febriana, 2007).



Gambar 5. Struktur Histologis Segmen Lambung Kuda Laut 400x, HE.
1. tunika mukosa, 2. sel goblet,
3. sel epitel transisional bertudung mukus,
4. tunika submukosa.

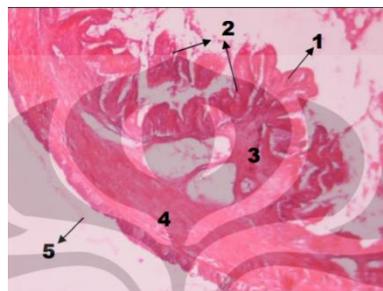
Seluruh permukaan lambung ditutupi oleh sel mukus yang mengandung mukopolisakarida yang agak asam. Dibagian luar sel epithelium terdapat lapisan lendir sebagai hasil sekresi sel mukus tersebut. Lapisan lendir tersebut berfungsi sebagai pelindung dinding lambung dari kerja asam klorida (Affandi *et al.*, 2005).

Pada tunika muskularis lambung kuda laut ditemukan dua lapis otot bergaris melintang, yaitu lapis longitudinal (internal) dan lapis sirkular (eksternal). Tunika muskularis pada segmen lambung relatif lebih tebal dibandingkan dengan lapisan otot yang terdapat pada segmen usus (Febriana, 2007). Menurut Affandi *et al.*, (2005), segmen ini sangat mencolok karena ukurannya yang mengecil/menyempit secara anatomis, namun pada saluran pencernaan kuda laut, tidak ditemukan adanya penyempitan-penyempitan dari esophagus sampai ke usus. Hal ini yang menyebabkan secara anatomis, segmen-segmen tersebut sulit untuk dibedakan.

3. Usus

Saluran pencernaan pada segmen usus terdiri dari empat lapisan jaringan berturut-turut dari lapisan terdalam ke bagian luar yaitu: lapisan mukosa (tunika mukosa); lapisan submukosa (tunika submukosa); lapisan otot (tunika muskularis) dan lapisan sereus (tunika serosa) atau adventris (Gambar 6) (Febriana, 2007).

Menurut Burkitt *et al.* (1995), terdapat empat jenis dasar mukosa saluran gastrointestinal yang dapat diklasifikasikan berdasarkan fungsi utamanya. Usus kuda laut memiliki jenis dasar mukosa jenis absorbtif. Bentuk mukosa ini adalah khas untuk seluruh usus. Mukosanya tersusun ke dalam tonjolan mirip jari yang disebut vili (untuk memperluas daerah permukaan) dengan kelenjar pendek di antaranya.



Gambar 6. Struktur Histologis Segmen Usus Kuda Laut 100x, HE.
1. tunika mukosa, 2. sel goblet, 3. tunika submukosa,
4. tunika muskularis, 5. tunika serosa.

Sama halnya dengan segmen lambung, tunika mukosa usus kuda laut dilapisi oleh lapisan epitel transisional, disamping itu terdapat juga sel-sel goblet dan sel-sel enterosit (Gambar 7). Permukaan epitel mukosa usus kuda laut berlekuk-lekuk (Febriana, 2007). Menurut Affandi *et al.* (2005), bentuk sel yang umum ditemukan pada epithelium usus adalah enterosit dan goblet. Enterosit merupakan sel yang paling dominan dan diantara sel enterosit terdapat sel goblet. Jumlah sel goblet akan semakin meningkat ke arah bagian belakang usus.



Gambar 7. Struktur Histologis Segmen Usus Kuda Laut 400x, HE.
1. sel goblet, 2. tunika mukosa,
3. tunika submukosa.

E. Kualitas Air

Kegiatan pemeliharaan juwana kuda laut sangat dibutuhkan pengelolaan kualitas air yang baik untuk menunjang pertumbuhan yang optimal. Beberapa parameter yang penting yang perlu diketahui misalnya suhu, salinitas, DO, pH dan amoniak. Suhu air sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan organisme laut khususnya pada kuda laut (James & Woods, 2001). Perubahan suhu sangat berpengaruh dalam aktivitas, nafsu makan, konsumsi oksigen, dan laju metabolisme. Penelitian yang dilakukan Lin *et al.* (2006), suhu optimal untuk perkembangan dan pertumbuhan serta kelangsungan hidup kuda laut pada stage awal (juvenil) berada pada range 26-28°C. Fluktuasi suhu yang ekstrim hingga 24-25°C dapat menimbulkan kematian pada juwana (Ursua & Azuma, 2014).

Selain itu, oksigen terlarut merupakan suatu parameter pembatas utama karena pengaruh oksigen terlarut sangat penting pada kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Apabila kandungan oksigen rendah menyebabkan pada kematian larva. Pada penelitian kandungan oksigen yang optimal pada pemeliharaan juwana kuda laut >4 mg/l (Abidin *et al.*, 2008). Salinitas merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup juwana kuda laut. Konsentrasi salinitas yang terbaik terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup juwana kuda laut berkisar 31-33 ppt (Lin *et al.*, 2009).