

**GAMBARAN PATOLOGI INSANG DAN KULIT UDANG
WINDU (*Penaeus Monodon* Fab.) YANG TERSERANG CILIATA
PATOGEN DARI FAMILI *Vorticellidae* (*Zoothamnium* sp.)**

SKRIPSI

PROGRAM STUDI S - I BUDIDAYA PERAIRAN

KH.BP.05/06

60/1
9



Oleh :

LUKMAN RAYA
SURABAYA – JAWA TIMUR

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

2006



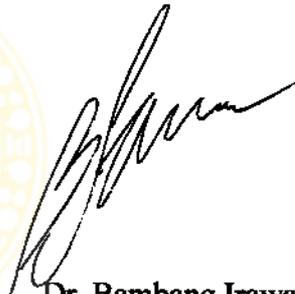
**GAMBARAN PATOLOGI INSANG DAN KULIT UDANG
WINDU (*Penaeus monodon* Fab.) YANG TERSERANG CILIATA
PATOGEN DARI FAMILI *Vorticellidae* (*Zoothamnium* sp.)**

Oleh :

**LUKMAN RAYA
NIM. 060110013 P**

Menyetujui,
Komisi Pembimbing


A. Shofy Mubarak S.Pi. M.S.i.
NIP.132 295 671


Dr. Bambang Irawan
NIP. 131 125 992

Mengetahui,
Ketua Program Studi S – 1
Budidaya Perairan


Prof. Dr. Hj. Sri Subekti, DEA., Drh.
NIP. 130 687 296

RINGKASAN

LUKMAN RAYA. Skripsi tentang Gambaran Patologi Insang dan Kulit Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Terserang Ciliata Patogen dari Famili Vorticellidae (*Zoothamnium* sp.). Dosen Pembimbing A. Shofy Mubarak S.Pi. M.Si. dan Dr. Bambang Irawan.

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan primadona komoditas non migas dari sektor perikanan. Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam budidaya udang antara lain kualitas air, mutu benih, pakan, penerapan teknologi dan penyakit. Salah satu penyakit yang sering menyerang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) baik di tambak maupun di panti pembenihan adalah ciliata patogen yaitu *Zoothamnium* sp.

Penelitian ini bertujuan mengetahui gambaran patologi anatomi dan histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Perikanan dan Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Agustus 2005 sampai dengan 30 Oktober 2005.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental semu. Sejumlah 5000 ekor post larva udang (*Penaeus monodon* Fab.) umur 30 hari (PL₃₀) berasal dari pusat pembenihan udang Probolinggo dipersiapkan untuk kultivasi *Zoothamnium* sp. selama tujuh hari. Kultivasi dilakukan pada akuarium dengan cara menkondisikan udang pada kondisi oksigen terlarut ± 4 mg/l, bahan organik tinggi dan padat tebar tinggi. Data pengamatan berupa perubahan patologi anatomi di analisis secara deskriptif dan data nilai skoring histopatologi insang dan kulit di uji dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis.

Hasil pemeriksaan patologi anatomi pada penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan patologi anatomi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada bagian permukaan tubuh mulai nampak pada hari kelima, dan untuk insang mulai nampak pada hari keempat. Serangan *Zoothamnium* sp. menyebabkan insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) warnanya berubah menjadi kecoklatan dan terlihat seperti kapas coklat yang menempel. Hasil penelitian menunjukkan perubahan histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. berupa haemorrhagi dan

hiperplasia. Hasil analisis statistik histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($z \geq 0.05$) antara udang yang sehat dengan udang yang terinfeksi *Zoothamnium* sp. pada derajat yang berbeda.



SUMMARY

LUKMAN RAYA. Thesis about Description of Pathology of Gill and Skin Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) attacked by Ciliata Phatogen from Vorticellidae family (*Zoothamnium* Sp.). Counselors Lecturer A. Shofy Mubarak S. pi. M.Si and Dr. Bambang Irawan.

Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) representing favorite commodity of non fuel from fishery sector. Many factor are influencing efficacy in shrimp cultivation like as water quality, quality of larva, feed, technology application and disease which often attack Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) either in fishpond and also in Hatchery that is *Zoothamnium* sp. as ciliate pathogen.

The aim of this research was to know anatomy pathology description of gill and skin histopathology Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) attacked by *Zoothamnium* sp. Research executed in Fishery Education Laboratory and Patology Laboratory of Airlangga University Veterinary Faculty Surabaya. This research is executed on August 20th, 2005 up to October 30th, 2005.

Research method that used is quasi experimental method. A number of 5000 tail of shrimp post larva (*Penaeus Monodon* Fab.) age 30 day (PL₃₀) that is source from Probolinggo drawn up for the cultivation of *Zoothamnium* sp. during seven day. Observation data in the form of anatomy pathology changes was analytic with manner description and scoring data values of gill and skin histopathology tested by using Kruskal-Wallis test.

Result of inspection of anatomy pathology at this research indicate that change of tiger shrimp anatomy pathology (*Penaeus Monodon* Fab.) at part of body surface start to look on is fifth day, and for gill start to look on is fourth day. Consequencing attack *Zoothamnium* sp. to cause the color changes of gill and Skin Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) to become brown and seem like as fouling cotton brown. Research Result was the showed change of gill and Skin histopathology Tiger Shrimp (*Penaeus Monodon* Fab.) attacked by *Zoothamnium* sp. in the form of hemorrhage and hyperplasia. Statistic analytic result show the existing of real difference ($z > 0,05$) between healthy shrimp with shrimp which infestation *Zoothamnium* sp. on different degree infestation.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi tentang “Gambaran Patologi Kulit dan Insang Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Terserang Ciliata Patogen dari Famili Voeticellidae (*Zoothamnium* sp.)” ini dapat terselesaikan. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan pada Program Studi S-1 Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis menyadari bahwa tanpa bekal ilmu pengetahuan, dorongan, bimbingan serta bantuan baik moril maupun materiil, penulisan laporan ini tidak dapat berjalan dengan baik karena itulah tiada imbalan yang dapat disampaikan atas segala bantuan dan sumbangsuhnya, hanyalah ucapan terima kasih yang penulis haturkan kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ismudiono, M.S., Drh. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
2. Ibu Prof. Dr. Drh. Hj. Sri Subekti B. S., DEA selaku Ketua Program Studi S1 Budidaya Perairan.
3. Bapak A. Shofy Mubarak S.Pi. M.S.i. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk sejak penyusunan usulan sampai terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Dr. Bambang Irawan selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk sejak penyusunan usulan sampai terselesaikannya skripsi ini.

5. Ibu Ir. Gunanti Mahasri M.S.i. yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk sejak penyusunan usulan sampai terselesaikannya skripsi ini.
6. Ibu Ir. Woro Hastuti Satyantini, M.S.i. yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk sejak penyusunan usulan sampai terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman seperjuangan rekan – rekan Budidaya Perairan Angkatan 2001 atas dukungan dan kebersamaan dalam suka dan duka.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan maupun penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebut satu per satu.
9. Ayah, Ibu, kakak dan adikku tercinta atas doa, perhatian, dukungan dan bantuan baik moril maupun materiil yang telah diberikan.
10. Bapak kyai yang di Jombang dan ustadz-ustadzku yang selalu saya hormati atas do'a, dukungan dan nasehat-nasehat spiritualnya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan dan kesempurnaan laporan selanjutnya. Akhirnya penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak, khususnya bagi mahasiswa pada Program Studi S-1 Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya guna kemajuan serta perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang perikanan, terutama budidaya perairan.

Surabaya, 9 Januari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
SUMMARY	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	6
2.1.1 Klasifikasi dan morfologi.....	6
2.1.2 Habitat dan Penyebaran.....	8
2.1.3 Tingkah Laku	9
A. Sifat Nokturnal	9
B. Sifat Kanibal	10
C. Ganti Kulit	10
2.1.4 Siklus hidup Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	10
2.1.5 Kebutuhan Kualitas Air.....	13
2.2 Cilliaata Patogen pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	14
2.2.1 <i>Zoothamnium</i> sp.	14
A. Klasifikasi dan Morfologi.....	14
B. Siklus hidup dan Reproduksi	15
2.3.2 <i>Zoothamniosis</i> pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	16

2.3 Patologi dan Histologi Kulit dan Insang Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	18
2.3.1 Kulit.....	18
2.3.2 Insang	21
BAB III. KERANGKA KONSEPTUAL	24
3.1 Kerangka Konseptual	24
3.2 Hipotesis.....	26
BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN	28
4.1 Tempat dan Waktu	28
4.2 Materi Penelitian	28
4.2.1 Bahan Penelitian.....	28
4.2.2 Alat Penelitian	28
4.3 Metode Penelitian.....	29
4.3.1 Rancangan Penelitian	29
4.3.2 Prosedur Kerja.....	29
A. Persiapan.....	29
B. Kultivasi <i>Zoothamnium</i> sp.....	30
C. Pengamatan patologi anatomi.....	31
D. Pembuatan dan Pengamatan Preparat Histopatologi.....	32
4.3.3 Parameter.....	36
4.3.4 Analisis Data	36
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
5.1 Kultivasi <i>Zoothamnium</i> sp.....	37
5.2 Patologi anatomi kulit dan insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.	45
5.3 Histopatologi kulit dan insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp	49
5.3.1 Haemorrhagi.....	50
5.3.2 Hiperplasia.....	56
BAB VI. KESIMPULAN	62
6.1 Kesimpulan.....	62
6.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk morfologi udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	8
2. Siklus hidup udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	12
3. Morfologi <i>Zoothamnium</i> sp.....	13
4. Bagan hubungan lingkungan patogen dan udang.....	17
5. Penampang kulit udang	20
6. Insang udang.....	22
7. Bagan Kerangka Konseptual Penelitian.....	27
8. Organ udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	31
9. Bagan Prosedur Kerja Penelitian.....	35
10. Jumlah rata-rata infestasi zooid <i>Zoothamnium</i> sp. pada berbagai oragan udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	37
11. Persentase infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada kultivasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) selama 7 hari	39
12. Jumlah Zooid <i>Zoothamnium</i> sp. yang terinfestasi pada permukaan tubuh dan insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	40
13. Infestasi <i>Zoothamnium</i> sp.....	41
14. Hubungan jumlah zooid <i>Zoothamnium</i> sp. dan mortalitas udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	43
15. Patologi anatomi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.....	47
16. Patologi anatomi udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.).....	47
17. Akumulasi bahan organik.....	48

18. Histopatologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang normal (H&E).....	49
19. Histopatologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami haemorrhagi (sel darah diluar pembuluh darah) (H&E).....	51
20. 2Histopatologi kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami haemorrhagi (sel darah diluar pembuluh darah) (H&E).....	52
21. Histopatologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami hiperplasia (sel darah diluar pembuluh darah) (H&E).	57
22. Histopatologi kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami hiperplasia (sel darah diluar pembuluh darah) (H&E).	57
23. Peralatan pengukur kualitas air	90
24. Botol salep tempat sampel udang.....	90
25. Preparat histopatologi.....	90
26. Akuarium pemeliharaan stock udang	91
27. Akuarium kultivasi <i>Zoothamnium</i> sp.	91
28. Udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Post larva ₃₀	91
29. Histopatologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami haemorrhagi	94
30. Histopatologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami hiperplasia.....	94
31. Histologi insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) normal (a) Lamella primer (putih) (b) lamella sekunder (hitam).....	95
32. Histopatologi kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami hiperplasia.....	95
33. Histologi kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) normal.....	96
34. Histopatologi kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang mengalami haemorrhagi	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil pemeriksaan derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada permukaan tubuh udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	41
2. Hasil pemeriksaan derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	42
3. Data rata-rata parameter kualitas air pada kultivasi <i>Zoothamnium</i> sp.	45
4. Hasil pemeriksaan patologi anatomi udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Yang Terinfestasi <i>Zoothamnium</i> sp. dan jumlah zooid <i>Zoothamnium</i> sp.	46
5. Rata-rata skoring dan persentase kejadian Haemorrhagi pada kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.	52
6. Nilai Z tiap derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada kulit yang mengalami Haemorrhagi	53
7. Rata-rata skoring dan persentase kejadian Haemorrhagi pada insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.	54
8. Nilai Z tiap derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada insang yang mengalami Haemorrhagi	55
9. Rata-rata skoring dan persentase kejadian hiperplasia pada kulit udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.	58
10. Nilai Z Nilai Z tiap derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada kulit yang mengalami Hiperplasia	58
11. Rata-rata skoring dan persentase kejadian hiperplasia pada insang udang windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) yang terserang <i>Zoothamnium</i> sp.	59
12. Nilai Z tiap derajat infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. pada insang yang mengalami hyperplasia.....	60

BAB I

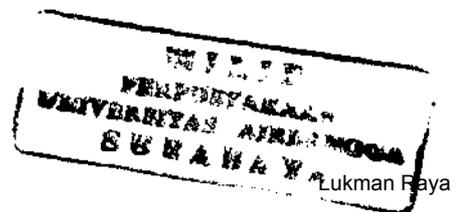
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan primadona komoditas non migas dari sektor perikanan. Usaha budidaya udang ini masih mempunyai prospek yang cerah dan merupakan andalan dari sektor perikanan. Pada tahun 1992 nilai ekspor udang mencapai 1200 US\$ dan saat itu Indonesia termasuk empat negara terbesar pengekspor udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Rosati, 1994). Masa kejayaan usaha ini mencapai titik klimaks pada tahun 1993, mulai tahun 1995 budidaya udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) mengalami kegagalan sehingga produksi menurun tajam dari 180.000 ton pada tahun 1995 menjadi 80.000 ton pada tahun 2001 (Sugama, 2002).

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam budidaya udang antara lain kualitas air, mutu benih, pakan, penerapan teknologi dan penyakit. Rukyani (1996) melaporkan bahwa penyebab utama kematian udang ini adalah adanya penurunan kualitas air dan penyakit, kedua faktor tersebut saling berhubungan sebab menurunnya kualitas air dapat menurunkan daya tahan tubuh dan populasi agen penyakit meningkat sehingga udang mudah terserang penyakit. Akibat serangan penyakit ini mengakibatkan kegagalan produksi tambak udang. Kerugian negara berupa devisa akibat penyakit udang diperkirakan mencapai 2,5 triliun rupiah per tahun (Ditjen Perikanan Budidaya, 2004).

Salah satu penyakit yang sering menyerang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) baik di tambak maupun di panti pembenihan adalah ciliata patogen yaitu *Zoothamnium* sp. (Baticados *et al.*, 1989; Mahasri, 1996).



Zoothamnium sp. merupakan ciliata yang hidup normal pada perairan yang baik, akan tetapi protozoa ciliata ini akan meningkat populasinya pada perairan yang kualitas airnya mulai menurun. Penyebarannya meliputi daerah pertambakan di seluruh Indonesia, Thailand, Malaysia, India, Cina, Jepang dan Amerika (Rukyani, 1996).

Sumawidjaja (1990) melaporkan bahwa kejadian *Zoothamniosis* di pantai Utara dan Selatan Jawa Barat mencapai 85%, 78% di Balai Benih Ikan (BBI) Maros dan 90% di pertambakan dan di pembenihan daerah Sidoarjo (Mahasri, 1998). Sinderman (1990) melaporkan bahwa infestasi *Zoothamnium* sp. pada kolam oksigen rendah kurang lebih sama dengan 4 ppm mencapai 80%. Xiaozhong and Song (2000) menyatakan prevalensi *Zoothamniosis* di China meningkat dari tahun ke tahun yang dipengaruhi oleh musim.

Zoothamnium sp., menyerang semua stadia udang mulai dari telur, larva, post larva, juvenil dan dewasa pada kondisi kandungan oksigen rendah (Baticados *et al*, 1989; Mahasri, 1996). Protozoa ini menyerang permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang terlihat seperti diselaputi benda asing berwarna putih kecoklatan, bila infeksi berat penempelan ini menyebar keseluruh permukaan tubuh sehingga disebut “penyakit udang berjaket”. Serangan tersebut mengakibatkan udang sulit bernafas, malas bergerak dan mencari makan (Sinderman, 1997). Tonguthai (1997) mengatakan udang yang terserang *Zoothamnium* sp., sulit ganti kulit (*moulting*), menghambat pertumbuhan, menurunkan nilai ekonomi dan menyebabkan kematian.

Usaha pencegahan sudah dilakukan dengan menggunakan formalin dan sistem sirkulasi. Chanratchakol (1996) mengatakan bahwa pengobatan

Zoothamniosis dengan formalin 30 ppm dapat menekan kejadian penyakit ini. Mahasri (1998) melakukan penekanan infestasi *Zoothamnium* sp. dengan menggunakan pengaturan aerasi, padat tebar dan filter biologis.

Pengamatan dampak serangan *Zoothamnium* sp. terhadap udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) secara eksternal dapat diketahui dari patologi anatomi melalui pengamatan morfologi melalui gejala klinisnya, sedangkan perubahan histopatologi perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut dengan metode yang tepat karena secara makroskopis tidak dapat dilakukan. Pemeriksaan organ tubuh udang yang terserang penyakit secara histopatologi masih jarang dilakukan (Rukyani, 1996). Pengamatan preparat histopatologi dari organ yang terinfeksi *Zoothamnium* sp dapat membantu untuk mengetahui perubahan histopatologi yang terjadi pada organ tersebut secara lebih jelas dan tepat. Melalui histopatologi dapat diketahui kondisi sel, jaringan dan organ yang terserang *Zoothamnium* sp. serta untuk membedakan dengan penyerangan oleh protozoa jenis lain.

Zoothamnium sp. merupakan parasit yang menyerang organ eksternal (ektoparasit), sehingga pada penelitian ini organ yang diamati insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). Insang merupakan organ penting dalam menyelenggarakan proses homeostasis dengan lingkungan. Lapisan epitelnya tipis berguna untuk mempermudah pertukaran gas, namun hal ini pun yang menjadikan insang sangat rawan terhadap invasi hama dan penyakit udang. Kerusakan struktur yang ringan sekalipun dapat mengganggu pengaturan osmose dan kesulitan pernafasan (Nabib dan Pasaribu, 1989). Kulit merupakan pelindung utama terhadap lingkungan yang memungkinkan fungsi alat-alat tubuh bagian dalamnya berjalan dengan normal, sehingga keberadaan kulit tersebut sangatlah

penting karena mempunyai peranan dalam proses perlindungan tubuh (Nabib dan Pasaribu, 1989).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana gambaran patologi anatomi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.?
2. Bagaimana gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.?
3. Bagaimana gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. pada derajat infestasi yang berbeda ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diajukan penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui gambaran patologi anatomi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp., sehingga di harapkan dapat memberikan gambaran dasar tentang patogenitas *Zoothamnium* sp.
2. Mengetahui gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp., sehingga di harapkan dapat memberikan gambaran dasar tentang patogenitas *Zoothamnium* sp.

3. Mengetahui gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. pada derajat infestasi yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan baru tentang gambaran patologi anatomi dan histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. Disamping itu juga digunakan sebagai salah satu pedoman dalam mendiagnosis penyakit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp..



BAB II**TINJAUAN PUSTAKA****2.1 Biologi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)****2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)**

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) sebagai salah satu udang Penaeid, termasuk keluarga Crustacea. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dibedakan dengan spesies lainnya dengan melihat keberadaan hepatic carina, tidak adanya gastro frontal carina, eksopodite, rostrum, warna bercak-bercak coklat kegelapan pada kulit abdomen dan karapas. Dasar penentuan sistematika yang penting adalah rostrum, karapas, karina pada karapas, telson, antena, antenula, petasma / thelicum, apendik maskulina, thelum, gastrik mill atau stomadal apparatus (Departemen Pertanian, 1998).

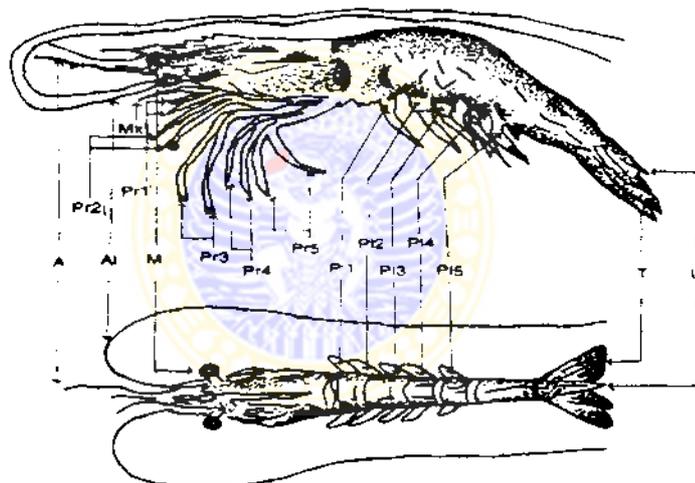
Klasifikasi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) menurut Dall *et al.*, (1990), pertama kali ditemukan oleh John Christ Fabricus pada tahun 1778, kemudian disempurnakan oleh Holthuis pada tahun 1980 adalah sebagai berikut :

Phyllum : Arthropoda
Sub Phyllum : Crustacea
Class : Malacosstraca
Ordo : Decapoda
Famili : Penaidae
Genus : *Penaeus*
Species : *Penaeus monodon* Fabricus

Morfologi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) menurut Soetomo (2000) adalah sebagai berikut, tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terdiri dari dua bagian yaitu bagian depan yang disebut kepala (*chepalotorax*) yang meliputi bagian kepala dan dada yang menyatu dan bagian belakang yang disebut badan (*abdomen*). *chepalotorax* tertutup oleh cangkang kepala (*carapace*) yang berbentuk memanjang ke arah depan dan runcing serta bergigi-gigi bagian ini disebut cucuk kepala (*rostrum*). Seluruh tubuhnya terdiri dari ruas-ruas (*segmen*) yang terbungkus oleh kerangka luar (*exoskeleton*) yang terbuat dari bahan semacam zat tanduk (*chitin*) dan diperkeras oleh bahan kapur (kalsium karbonat), kecuali pada bagian sambungan ruas tubuh yang berdekatan. Bentuk tubuh simetris bilateral, mempunyai *coelom* (rongga berisi cairan) dan mengalami segmentasi metameri.

Sistem sarafnya merupakan sistem tangga tali (saraf rangkap), memiliki ganglion otak dan terdapat saraf penghubung yang melingkari ujung anterior saluran pencernaan. Sistem peredaran darahnya memiliki jantung pada bagian punggung dengan lima pembuluh nadi. Darahnya tidak berwarna merah karena tidak mengandung haemoglobin, tetapi mengandung zat warna biru (*haemocyanin*) yang dapat mengikat oksigen. Pada fase nauplius sampai *mysis* pernafasan berlangsung dengan terjadinya pertukaran gas oleh seluruh tubuh. Sistem pencernaan makanan dimulai dari mulut, lambung yang berzat tanduk, usus, anus. *Chepalotorax*nya terdiri dari 13 ruas, yaitu kepala 5 ruas dan dada 8 ruas, sedangkan bagian perutnya terdiri dari 6 ruas. Tiap ruas badannya mempunyai sepasang anggota badan yang beruas-ruas pula. Di bawah cucuk kepalanya terdapat sepasang mata majemuk (mata faset) yang bertangkai sehingga

mata dapat digerakkan. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memiliki sepasang insang yang terletak di kanan dan kiri dalam kepala dan memiliki rambut-rambut halus yang terdapat pada ruas pertama kaki jalan yang dapat mengambil oksigen dari udara bebas dan oksigen yang larut dalam air. Mulutnya terdapat di bagian bawah kepala di antara rahang (*mandibula*). Pada bagian kepala dada terdapat alat kelengkapan berupa sungut (*antennula*), sirip kepala (*scophocerit*) dan sungut besar (*antenna*). Udang windu memiliki 5 pasang kaki jalan dan 5 pasang kaki renang. Pada udang jantan terdapat sepasang kaki (*percopods*) yang panjang (Tricahyo, 1995).



Gambar 1. Bentuk morfologi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Keterangan : A. antenna, Al. Antenula, Mx. maxiliped, Pr (1 – 5). periopod, M. mata, Pl (1-5). pleopod, T. telson, U. uropod. (Tricahyo, 1995)

2.1.2 Habitat dan Penyebaran Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Habitat udang berbeda-beda tergantung dari jenis dan persyaratan hidup dari tingkatan-tingkatan dalam daur hidupnya. Pada umumnya udang bersifat bentis dan hidup pada permukaan dasar laut. Adapun habitat yang disukai oleh

udang adalah dasar laut yang lunak, yang biasanya campuran lumpur dan pasir (Tricahyo, 1995).

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) hidup pada air dengan salinitas 3 ppt - 45 ppt, tetapi salinitas optimumnya adalah 20-30 ppt. Penyebaran udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) di perairan Indo-Pasific mulai dari Jepang sampai Afrika; antara lain Taiwan, Filipina, Indonesia, Malaysia, Thailand, Australia dan India (Departemen Pertanian, 1998).

Murtidjo (2003) menjelaskan bahwa udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan binatang *euryhalin* yang mampu hidup pada kisaran kadar garam 3 ppt - 45 ppt namun pertumbuhan optimal pada salinitas 15 ppt – 30 ppt. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) ini aktif pada malam hari dan menyukai tempat yang teduh atau lumpur. Habitat udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) muda (*Juvenile*) adalah di air payau, misalnya pada muara sungai dan pantai. Semakin dewasa, udang ini akan menyukai habitat di dasar laut dan setelah dewasa kelamin akan pindah kembali ke laut dalam dan hidup secara berkelompok.

2.1.3 Tingkah Laku

Beberapa tingkah laku udang yang penting diketahui adalah sifat nokturnal, kanibal dan ganti kulit

A. Sifat Nokturnal

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) termasuk binatang nokturnal yaitu binatang yang aktif mencari makan pada waktu malam hari. Pada keadaan normal, udang jarang sekali menampakkan diri pada waktu siang. Di alam udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada waktu siang lebih suka beristirahat dengan

membenamkan diri di dalam lumpur atau menempel pada suatu benda yang terendam di dalam air (Mujiman dan Suyanto, 2002).

B. Sifat Kanibal

Tingkah laku kanibal adalah tingkah laku yang memangsa jenisnya sendiri. Tingkah laku ini timbul pada udang yang sehat atau yang tidak sedang ganti kulit. Mangsanya adalah udang yang kebetulan sedang ganti kulit. Dalam keadaan lingkungan yang buruk, sifat kanibalnya makin meningkat (Mujiman dan Suyanto, 2002).

C. Ganti Kulit

Udang mempunyai kerangka luar yang keras (tidak elastis) oleh karena itu untuk tumbuh menjadi besar mereka perlu membuang kulit lama dan menggantinya dengan kulit yang baru. Udang muda yang pertumbuhannya masih pesat lebih sering berganti kulit daripada udang dewasa (Mujiman dan Suyanto, 2002).

Menjelang ganti kulit, garam-garam anorganik dari kulit lama diserap, sedangkan kulit baru yang masih lunak terbentuk di bawah kulit lama. Otot-otot anggota tubuh melemas, memungkinkan terlepasnya anggota-anggota tersebut dari kulit lama. Pada waktu kulit baru masih lunak, pertumbuhan terjadi, dengan menyerap sejumlah besar air (Mujiman dan Suyanto, 2002).

2.1.4 Siklus Hidup Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Siklus hidup udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) berlangsung dalam dua lingkungan yaitu lingkungan di tengah laut (salinitas tinggi) dan lingkungan perairan di muara sungai atau tepi pantai (salinitas rendah) (Tricahyo, 1995).

Pada lingkungan tengah laut merupakan tempat pemijahan dan pengeluaran telur bagi udang dewasa. Beberapa saat sebelum kawin udang betina terlebih dahulu mengalami pergantian kulit (*moulting*), selanjutnya udang tersebut akan memijah di laut terbuka pada kedalaman 10-40 m (meter) yang ditemui di dasar laut yang berpasir dan berlumpur pada salinitas tinggi. Telur yang sudah dibuahi diletakkan diatas dasar laut kemudian melayang-layang terbawa oleh pergerakan air (Tricahyo, 1995).

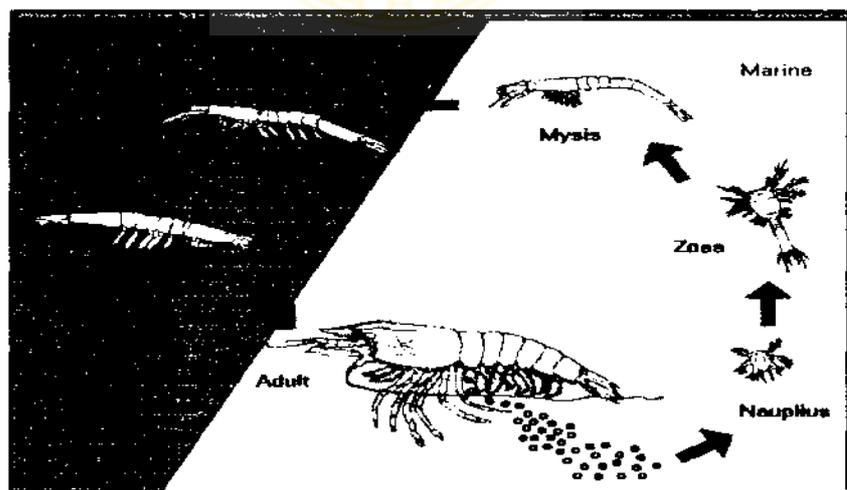
Telur tersebut akan menetas 10-15 jam kemudian pada suhu 29°C stadia awal setelah telur menetas disebut nauplius, pada fase ini belum aktif mencari makanan karena masih mengandung kuning telur sebagai cadangan makanan. Nauplius akan menjadi stadia zoea setelah mengalami tujuh kali pergantian kulit (Tricahyo, 1995).

Pada stadia zoea, yang merupakan fase kritis karena pada stadia ini harus aktif mencari makan sendiri. Zoea kemudian berkembang menjadi stadia mysis setelah tiga kali mengalami pergantian kulit. Pada stadia mysis akan bermetamorfosa menjadi stadia post larva setelah mengalami tiga kali pergantian kulit. Pada stadia nauplius, zoea, mysis, dan post larva ini bersifat planktonis yang akan terbawa ke pantai atau muara sungai oleh pergerakan air (Tricahyo, 1995).

Pada stadia post larva, udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) mulai hidup di daerah pantai atau muara sungai dengan melekatkan diri pada benda-benda di dasar perairan. udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) stadia post larva kemudian akan tumbuh menjadi udang muda setelah mengalami pergantian kulit sebanyak 20 kali (PL20), post larva yang berhasil mengalami metamorfosa akan mencapai

bentuk sempurna seperti udang dewasa yang disebut juvenile (udang muda). Faktor suhu dan salinitas memiliki pengaruh yang besar terhadap perkembangan larva. Perkembangan kelamin jantan dan betina mulai tampak pada fase juvenile. Selama pertumbuhan dari udang muda menjadi udang dewasa juga akan mengalami pergantian kulit. Menjelang dewasa udang akan kembali ke laut untuk melaksanakan perkembangbiakan (Tricahyo, 1995).

Stadium post larva ini udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dibedakan dengan stadium mysis ketiga karena bentuk tubuh yang lebih lurus dan cara berenang yang sudah menelungkup atau tidak berenang dengan kaki terbalik. Pada stadium post larva kelima (PL₅) benur mulai menempel pada dinding bak, melawan arus. Hal ini merupakan petunjuk benur normal dan sehat. Pada stadium post larva keduabelas (PL₁₂) mulai muncul sifat kanibalisme. Benur yang lemah akan dimangsa oleh benur yang kuat dan besar. Ketika benur mencapai post larva ketigabelas (PL₁₃) mulai menunjukkan pola pigmentasi pada tiga ruas ekornya (Murtidjo, 2003). Gambar siklus hidup udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Siklus hidup udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Tricahyo, 1995)

2.1.5 Kebutuhan Kualitas Air

Air merupakan syarat mutlak bagi kehidupan udang, karena kualitas air adalah faktor yang paling menentukan dalam aktivitas proses produksi udang. Pada pemeliharaan benur udang dipanti-panti pembenihan, kualitas air perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kehidupan udang. Parameter kualitas air utama yang dapat mempengaruhi kelangsungan hidup udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) adalah suhu, oksigen terlarut, salinitas dan derajat keasaman (Sinderman, 1990).

Suhu secara langsung berpengaruh terhadap laju metabolisme, aktivitas fisiologi tubuh, laju pergantian kulit dan reproduksi. Suhu juga berhubungan erat dengan kelarutan oksigen, apabila suhu meningkat maka kelarutan oksigen akan menurun. Suhu optimal untuk udang berkisar antara 26 – 32 °C (Ratnaningsih, 1988)

Oksigen terlarut mempengaruhi proses kimiawi air, yaitu reaksi oksidasi reduksi. Kebutuhan oksigen terlarut untuk kehidupan benur udang bervariasi, kebutuhan minimal oksigen terlarut untuk benih udang windu 4.5 ppm dan titik kritisnya lebih kecil sama dengan 3 ppm (Hidayat, 1992). Selanjutnya dikatakan bahwa salinitas secara langsung mempengaruhi kelangsungan hidup udang dalam mengatur keseimbangan tekanan osmosis cairan tubuh udang dengan lingkungan.

Gas-gas yang terlarut, seperti asam sulfida, hidrogen sulfida pada konsentrasi tinggi sangat toksik bagi udang, konsentrasi gas asam sulfida dan hidrogen sulfida yang optimal untuk usaha budidaya adalah 0.033 ppm. Konsentrasi maksimal karbondioksida untuk udang windu adalah 15 ppm (Manik dan Mintardjo, 1990).

2.2 Ciliata Patogen pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

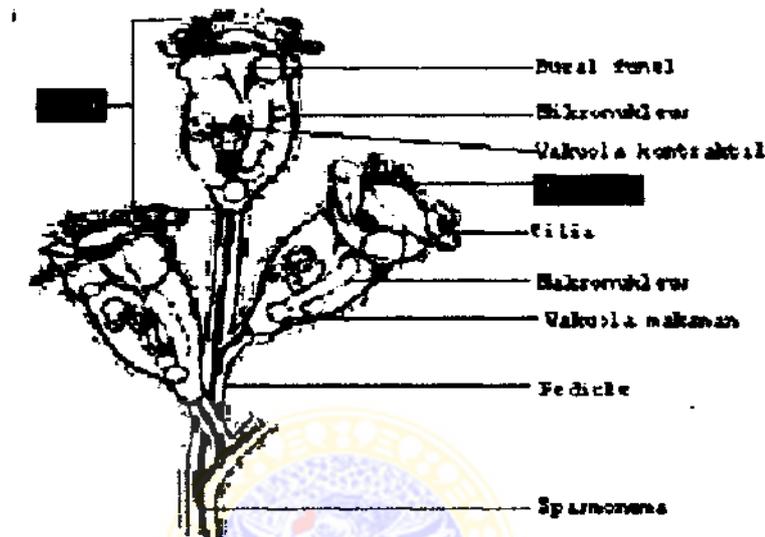
Sumawidjaja (1990) mengatakan bahwa protozoa yang sering menyerang udang windu (*penaeus monodon* Fab.) adalah protozoa dari kelas ciliata yaitu *Zoothamnium* sp.. *Zoothamnium* sp. merupakan parasit epikomensal, hidup menempel pada insang dan permukaan tubuh udang. Infestasi berat pada insang dapat menyebabkan kematian (Lightner, 1989).

2.2.2 *Zoothamnium* sp.

A. Klasifikasi dan Morfologi *Zoothamnium* sp.

Zoothamnium sp. merupakan protozoa dari kelas ciliata, ordo periticha, famili vorticellidae, genus *Zoothamnium*, terdiri dari 16 spesies (Lom and Dykova, 1992). *Zoothamnium* sp. adalah protozoa ciliata yang hidup berkoloni, mempunyai zooid bersifat dimorfisme, zooid merupakan bagian badan *Zoothamnium* sp. yang berbentuk seperti lonceng tanpa adanya tangkai (*pedicle*). Zooid yang lebih besar berbentuk globuler (Radiopoetra, 1981). Sumawidjaja (1990) mengatakan bahwa *Zoothamnium* sp. hidup berkoloni, berwarna keputih-putihan dan menempel pada substrat menggunakan tangkai (*pedicle*) yang bercabang kadang tiga zooid dalam satu koloni mempunyai bentuk dan model yang sama, tetapi bervariasi dalam ukuran. Zooid *Zoothamnium* sp. mempunyai peristome yang berbentuk lingkaran yang dikelilingi oleh cilia, yang berfungsi sebagai mobilitas pada fase telotroch (zooid bebas). Bagian dalam sel terdiri dari vakuola kontraktil, vakuola makanan, makronukleus dan mikronukleus, ribosom bebas, mitokondria dan retikulum endoplasma kasar. Pada bagian posterior pada fase teleotroch terdapat tangkai (*pedicle*) yang berfungsi untuk menempel dan dapat berkontraksi, didalam *pedicle* terdapat spasmonema yang berhubungan satu

dengan yang lain pada tiap-tiap cabang pada setiap koloni (Debauffer and Bushe, 1998). Semua tangkai saling berhubungan dalam satu koloni, dan seluruh koloni berkontraksi dalam waktu yang sama. Kebanyakan *Zoothamnium* sp. adalah pemakan bakteri dan protozoa kecil (www. digisys.net., 2004). Secara jelas gambar morfologi *Zoothamnium* sp. disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Morfologi *Zoothamnium* sp. (www. digisys.net., 2004)

B. Siklus Hidup dan Reproduksi *Zoothamnium* sp.

Siklus hidup *Zoothamnium* sp. dibagi dalam dua fase yaitu fase trophont dan fase telotroch. Fase trophont adalah fase *Zoothamnium* sp. mempunyai bentuk yang lengkap badan (zooid) dan tangkai (*pedicle*) yang digunakan untuk menempel pada substrat, sedangkan fase telotroch adalah fase *Zoothamnium* sp. hanya terdiri dari zooid yang berenang bebas. Fase telotroch ini akan berubah jadi trophont jika menemukan substrat yang cocok untuk menempel (Utz *et al.*, 2002). *Zoothamnium* sp. berkembang biak secara asexual dengan pembelahan biner. Proses tersebut dapat berlangsung selama 15 menit sampai 4 hari tergantung kondisi lingkungan. Proses pembelahan ini terjadi hanya untuk memperbesar

koloni, sehingga setelah membelah, akan terdapat cabang tangkai (*pedicle*) yang baru (Radiopoetra, 1981). Pada saat inang mati kurang lebih 5 jam kemudian tropont akan berubah bentuk menjadi telotroch dan terlepas dari koloni, pada udang hal itu juga terjadi pada saat udang *moulting* (Utz *et al.*, 2002).

2.2.3 Zoothamniosis pada Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Timbulnya suatu penyakit adalah suatu proses dinamis dan merupakan hasil interaksi antara inang (*host*), agen penyakit (*pathogen*) dan lingkungan. Faktor lingkungan memegang kendali dalam interaksi ini dan dapat menimbulkan pengaruh positif serta negatif terhadap hubungan antara inang dan patogen (Martin *et al.*, 1987). Hubungan ketiga unsur tersebut disajikan pada Gambar 4.

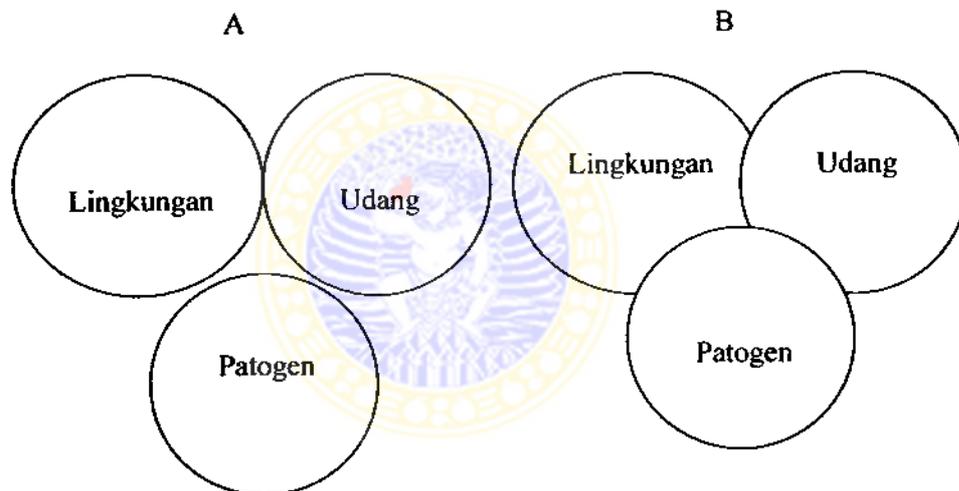
Di perairan yang normal, hubungan ketiga faktor tersebut adalah seimbang sehingga tidak timbul penyakit (Gambar 4A). Penyakit akan timbul jika keseimbangan antara ketiga faktor tersebut terganggu (Gambar 4B).

Penyebab utama kematian udang ini adalah adanya penurunan kualitas air dan penyakit, kedua faktor ini saling berhubungan sebab menurunnya kualitas air dapat menurunkan daya tahan tubuh dan populasi agen penyakit meningkat, sehingga udang mudah terserang penyakit (Rukyani, 1996). Cholik (1992) mengatakan bahwa udang stres umumnya disebabkan oleh memburuknya faktor lingkungan, udang yang stres sangat peka terhadap serangan penyakit. Artinya udang yang mengalami stres, virulensi patogen yang umumnya sudah ada dalam air (patogen oportunistik) meningkat pada perairan yang kualitas airnya buruk.

Salah satu penyakit yang sering muncul karena menurunnya kualitas air adalah penyakit yang disebabkan oleh golongan protozoa ciliata (*Zoothamnium* sp.) penyakit yang disebabkan *Zoothamnium* sp. disebut Zoothamniosis. Ciliata

tersebut termasuk dalam golongan patogen oportunistis dan merupakan *water born disease* (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2003).

Chanratchakol *et al.*, (1996), menyatakan bahwa *Zoothamnium* sp. merupakan jenis ciliata yang menyerang seluruh permukaan tubuh udang, terutama pada insang. Penyakit akibat serangan *Zoothamnium* sp. ini dikenal sebagai *ektokomensal fouling disease* karena mengakibatkan penampilan udang menjadi tidak menarik. Tubuh udang terlihat seperti berlumut, dengan warna kecoklatan. Protozoa ini juga sering menempel pada insang sehingga kelihatan berwarna kecoklatan dan pada akhirnya akan mengakibatkan warna insang menjadi kehitaman, karena nekrosis (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2003).



Gambar 4. Hubungan antara udang, lingkungan, dan patogen (A. Hubungan seimbang; B. Hubungan tidak seimbang) (Martin *et al.*, 1987)

(Baticados *et al.*, 1989 dan Mahasri, 1996) mengatakan *Zoothamnium* sp. menyerang semua stadia mulai dari telur, larva, post larva, juvenil dan dewasa. Selain menyerang udang windu (*Penaeus monodon*), *Zoothamnium* sp. juga menyerang *Penaeus merguensis* dan *Penaeus indicus*. Protozoa ini menyerang

permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang terlihat seperti terselaputi benda asing yang menempel berwarna putih kecoklatan, bila tingkat infeksi berat mengakibatkan udang sulit bernafas, malas bergerak dan mencari makan (Sinderman, 1997). Chamratchahool (1996) menambahkan udang yang terserang *Zoothamnium* sp. sulit moulting dan berenang kepermukaan. Di panti pembenihan bila benih udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terserang maka benih akan berkumpul pada beberapa tempat disekitar aerasi (Mahasri, 1996)

Sinderman (1997) melaporkan bahwa infestasi *Zoothamnium* sp. meningkat pada kolam dengan kadar oksigen terlarut rendah, lebih kecil atau sama dengan 4 ppm, dengan tingkat prevalensinya mencapai 80% pada udang dewasa di tambak. Faktor yang mempengaruhi kehidupan protozoa ciliata ini antara lain padat tebar tinggi, kadar oksigen rendah dan bahan organik tinggi, kondisi seperti ini sering terjadi pada budidaya udang windu (Mahasri, 1996).

2.3 Patologi dan Histologi Kulit dan Insang Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.)

2.3.1 Kulit

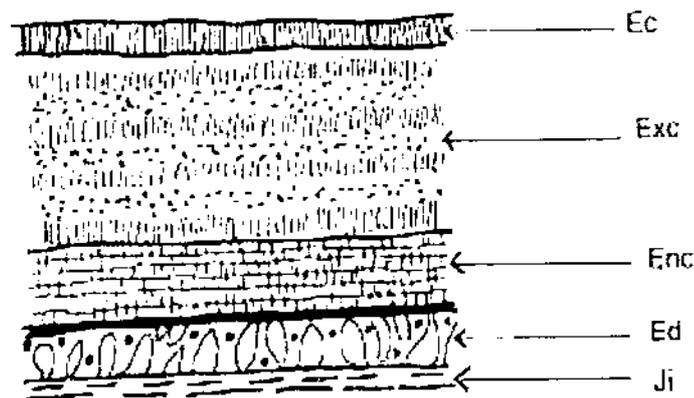
Kulit merupakan pelindung utama terhadap lingkungan yang memungkinkan fungsi alat-alat tubuh bagian dalamnya berjalan dengan normal, sehingga keberadaan kulit tersebut sangat penting karena mempunyai peranan dalam proses perlindungan tubuh (Nabih dan Pasaribu, 1989).

Seluruh tubuh udang terdiri dari ruas-ruas (segmen) yang terbungkus oleh kerangka luar (*eksoskeleton*) yang terbuat dari bahan semacam zat tanduk (kitin) yang diperkeras oleh bahan kapur (kalsium), kecuali pada bagian sambungan ruas

tubuh yang berdekatan, sehingga udang dapat bergerak dengan leluasa dan lincah (Soetomo, 2000).

Kulit udang dibagi dalam empat lapisan. Lapisan terluar disebut lapisan epikutikel, lapisan ini miskin zat kitin tetapi tersusun atas tingkat kalsium yang bervariasi. Hal itu terdapat pada golongan arthropoda, dan terutama pada beberapa crustacea. Lapisan berikutnya adalah lapisan eksokutikel yang tersusun atas kitin dan kalsium, pada lapisan ini terdapat bagian pigmen seperti melanin. Lapisan selanjutnya adalah lapisan endokutikel, lapisan ini mempunyai proporsi kalsium lebih tinggi dari pada kitinnya. Lapisan terdalam adalah lapisan membranous atau *uncalcified layer* (lapisan epidermis). Seperti namanya sebagian besar penyusunnya bukan kalsium tetapi kitin (Lightner and Bell, 1988).

Darmono (1991) mengatakan bahwa kulit udang dibagi menjadi empat lapisan yaitu epikutikula, exokutikula, endokutikula dan epidermis (Gambar 5). Lapisan kutikula ini terdiri dari 38.7% zat organik yang mengandung 98.5 kalsium. Pada waktu *moulting* kitin dan protein dari kulit terlebih dahulu diserap dan bahan anorganiknya tidak diserap. Sebelum *moulting* epikutikula, exokutikula terbentuk terlebih dahulu dan terpisah dengan kutikula yang lama.



Gambar 5. Penampang kulit udang

Ec. epikutikula, Exc. eksokutikula, Enc. endokutikula, Ed. epidermis dan Ji. jaringan ikat (Darmono, 1991)

Epikutikel berfungsi sebagai pertahanan tubuh untuk mencegah masuknya agen infeksius dan melindungi jaringan yang lunak di dalamnya. Lapisan ini sangat sulit untuk di tembus, kecuali oleh agen penyakit yang mensekresikan *eksoskeleton kitinase*. Berbeda dengan lapisan endokutikel yang mudah ditembus oleh agen infeksius. Tingkat pertahanan dari kulit udang sangat tergantung nilai gizi makanannya. Kerusakan pada eksoskeleton cepat diperbaiki untuk mencegah kehilangan haemolymph dan minimalisasi invasi patogen oportunistik. Tanda adanya reaksi perbaikan luka, ditandai oleh terjadi akumulasi haemocyte dan adanya agregasi pada sisi yang luka (Evan dan John, 1999).

Nash and Lim (1996) melaporkan bahwa tanda klinis kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang penyakit ditandai dengan adanya iritasi, produksi *mucus* yang berlebihan dan terjadinya nekrosis pada epidermis, karakter histopatologi kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Baculovirus menunjukkan adanya *hypertropi* inti pada epithelial sel, sedangkan infestasi parasit pada kulit menyebabkan hiperplasia akut dan nekrosis (Mahasri,

2004). Setyorini, dkk. 2000 melaporkan bahwa otot punggung udang windu yang terserang RGS (*Red Gill Syndrome*) menunjukkan adanya badan inklusi.

2.3.2 Insang

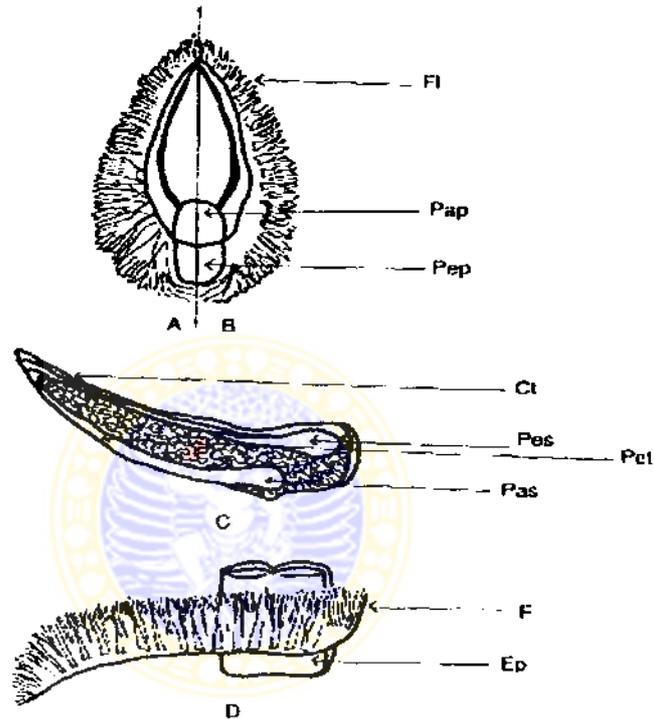
Udang memiliki sepasang insang yang terletak pada sisi kanan dan kiri kepala dan memiliki rambut-rambut yang halus yang terdapat pada ruas pertama kaki jalan yang dapat mengambil oksigen dari udara bebas dan oksigen terlarut (Soetomo, 2000).

Insang udang tersusun atas *central axis* yaitu bagian utama insang yang terikat pada dinding cephalotorax melalui struktur tubule, dan ujung yang satunya dari central axis ini terikat pada bagian ventral dekat kaki jalan. Cabang dari central axis disebut filament primer, Tiap filamen primer juga bercabang menjadi dua yang disebut filament sekunder. Bagian-bagian insang tersebut terdapat efferen dan afferen vessel. (Lightner and Bell, 1988).

Secara histologi insang udang golongan penaeid adalah *dendrobranchiate* yang terdiri atas sebuah axis dengan cabang-cabang lamella sekunder, kemudian lamella bercabang lagi menjadi filamen-filamen yang bercabang dua dekat ujungnya. Bagian percabangan filament (bagian distal) inilah yang penting dalam pernafasan dan ini terdiri dari, kutikula yang tipis dibatasi cytoplasma dari sel epithelium yang terutama terdapat pada bagian medial (Darmono, 1991). Struktur insang secara jelas dapat dilihat pada Gambar 6.

Luas permukaan dari filamen insang dapat menyerupai luas dari total permukaan kulit, sehingga struktur insang ini merupakan organ penting dalam menyelenggarakan proses homeostasis dengan lingkungan. Lapisan epitelnya tipis berguna untuk mempermudah pertukaran gas, namun hal ini pun yang

menjadikan insang sangat rawan terhadap invasi hama dan penyakit udang. Selain fungsinya dalam pertukaran gas, insang ini juga berfungsi sebagai pengatur pertukaran garam dan air, juga berperan penting dalam pengeluaran limbah-limbah yang mengandung nitrogen. Kerusakan struktur yang ringan sekalipun dapat mengganggu pengaturan osmose dan kesulitan pernafasan. (Nabib dan Pasaribu, 1989).



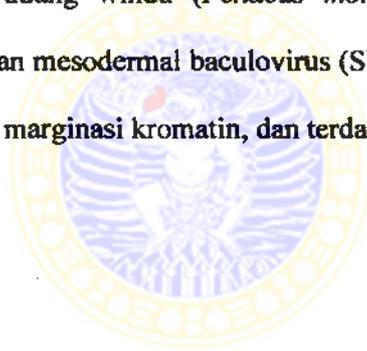
Gambar 6. Insang udang

A. bagian dorsal, **B.** bagian ventral, **D.** bagian lateral masing-masing dengan sebuah lamina, **C.** bagian lateral dari sebuah filament insang. (**Pap**) Pembuluh darah afferent primer, (**FI**) Filamen insang, (**Pep**) Pembuluh darah efferent primer, (**Pet**) Pembuluh darah afferent tertier, (**Ct**) kutikula, (**Pes**) Pembuluh darah efferent sekunder, (**Pas**) Pembuluh darah afferent sekunder, (**F**) ujung filament insang, (**P**) Pembuluh darah besar. (Darmono, 1991)

Perubahan pada insang ditandai dengan perubahan warna menjadi lebih gelap, pucat, produk mucus berlebih, lesi pada lembaran filamen insang, atropi, hipertropi dan terdapat benda seperti kapas pada filament insang. Keadaan seperti itu biasanya disebabkan oleh ektoparasit (Mahasri, 2004).

Setyorini, *dkk.* (2000) melaporkan bahwa histologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang RGS (*Red Gill Syndrome*) menunjukkan adanya atropi pada filamen insang, kerusakan pada dinding kutikel dan di temukan adanya nucleus yang mengalami hipertropi.

Nash and Lim (1996) mengatakan bahwa histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Yellow head disease* menunjukkan adanya piknosis, terdapat material lemak pada filament insang, sedangkan histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi sistemik ektodermal dan mesodermal baculovirus (SEMBV) menunjukkan adanya hypertrophy pada inti, marginasi kromatin, dan terdapat badan inklusi.

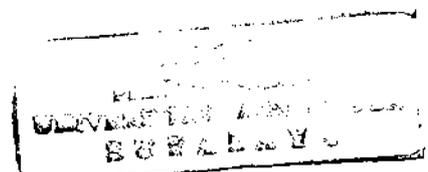


BAB III**KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS****3.1 Kerangka Konseptual**

Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) merupakan primadona komoditas ekspor non migas dari sektor perikanan. Udang sebagai komoditas ekspor berhasil meningkatkan devisa negara dari sektor non migas. Udang merupakan salah satu komoditas perikanan yang paling digemari masyarakat di dalam maupun di luar negeri, karena tingginya kandungan protein dan rendahnya kadar lemak atau kolesterol.

Timbulnya suatu penyakit adalah suatu proses dinamis dan merupakan hasil interaksi antara inang (*host*), agen penyakit (*pathogen*) dan lingkungan. Faktor lingkungan memegang kendali dalam interaksi ini dan dapat menimbulkan pengaruh positif serta negatif terhadap hubungan antara inang dan patogen (Martin *et al.*, 1987). Di perairan yang normal, hubungan ketiga faktor tersebut adalah seimbang sehingga tidak timbul penyakit. Wabah akan timbul jika keseimbangan antara ketiga faktor tersebut terganggu.

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam budidaya udang, antara lain kualitas air, mutu benih, pakan, penerapan teknologi, dan penyakit. Penyebab utama kematian udang ini adalah adanya penurunan kualitas air dan penyakit, dimana kedua faktor ini saling berhubungan sebab menurunnya kualitas air akan menurunkan daya tahan tubuh dan populasi agen penyakit meningkat sehingga udang mudah terserang penyakit (Rukyani, 1996). Udang stres umumnya disebabkan oleh memburuknya faktor lingkungan udang yang stres sangat peka terhadap serangan penyakit. Udang yang mengalami stres virulensi



patogen yang umumnya sudah ada dalam air (*patogen oportunistis*) meningkat pada perairan yang kualitas airnya buruk (Cholik, 1992).

Salah satu penyakit yang sering menyerang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) baik di tambak maupun di panti pembenihan adalah protozoa ciliata yaitu *Zoothamnium* sp. (Baticados *et al.*, 1989 dan Mahasri, 1996). *Zoothamnium* sp. meningkat aktifitasnya pada kondisi perairan yang kualitas airnya mulai menurun (Rukyani, 1996).

Zoothamnium sp., menyerang semua stadia udang mulai dari telur, larva, post larva, juvenile dan dewasa (Baticados *et al.*, 1989 dan Mahasri, 1996) Protozoa ini menyerang permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang terlihat seperti diselaputi benda asing berwarna putih kecoklatan, bila infeksi berat penempelan ini menyebar keseluruhan permukaan tubuh sehingga disebut penyakit udang berjaket. Serangan tersebut mengakibatkan udang sulit bernafas, malas bergerak dan mencari makan serta nafsu makan turun (*Anoreksia*) (Sinderman, 1997). Protozoa ini juga sering menempel pada insang sehingga kelihatan berwarna kecoklatan dan pada akhirnya akan mengakibatkan warna insang menjadi kehitaman karena nekrosis (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2003).

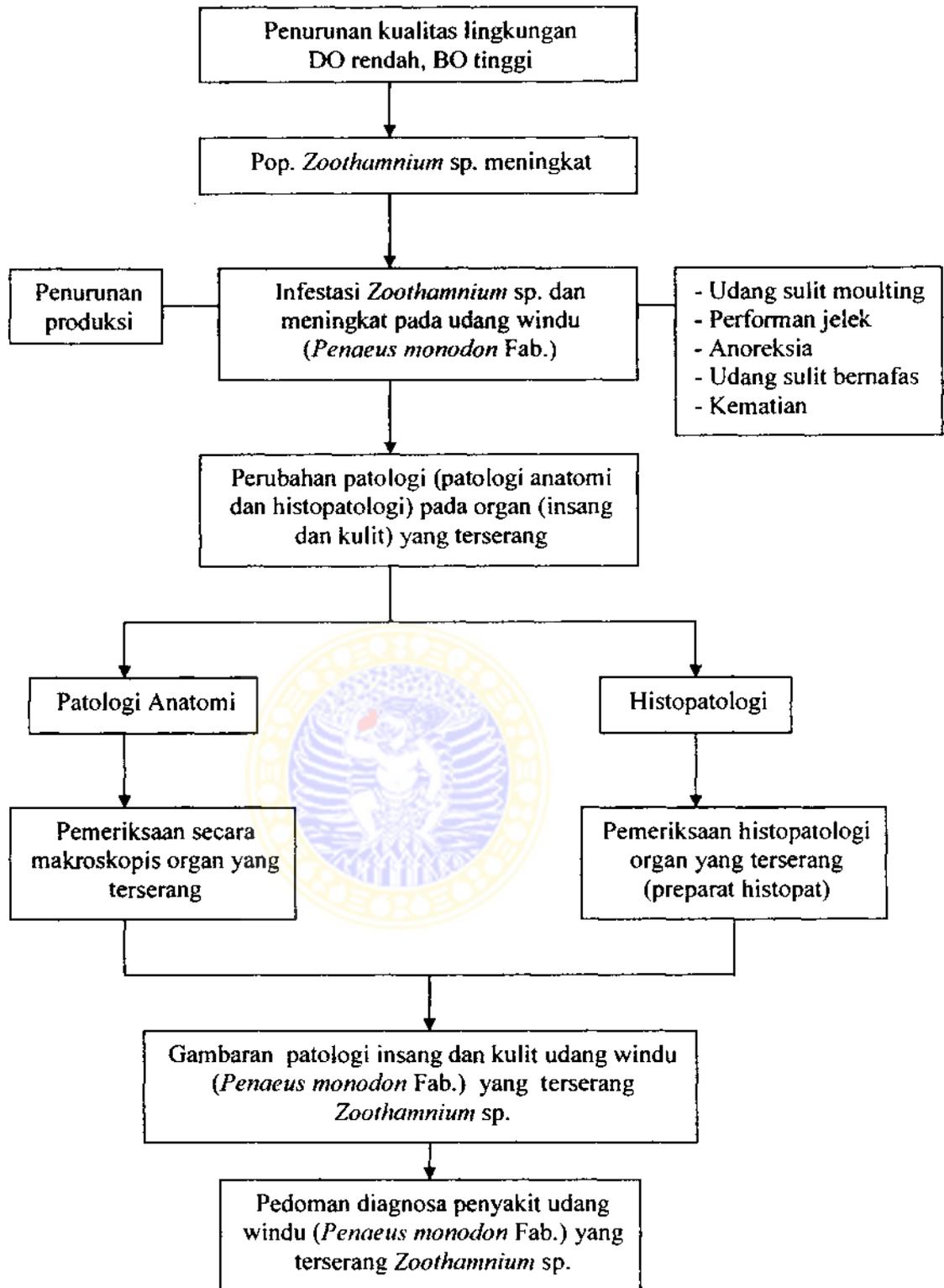
Akibat serangan *Zoothamnium* sp. tersebut, tentunya pada organ yang terserang akan terjadi perubahan patologi, baik patologi anatomi maupun histopatologinya. Untuk mengetahui perubahan patologi anatomi dapat dilakukan pengamatan secara makroskopik, sedangkan untuk mengetahui perubahan atau kerusakan pada organ, jaringan dan sel secara lebih jelas, dapat dilakukan dengan pemeriksaan histopat pada organ yang terinfeksi, sehingga

diperoleh informasi yang akurat dan lebih jelas tentang bagaimana akibat dari infestasi *Zoothamnium* sp. dan sejauh mana infestasi tersebut dapat berpengaruh terhadap perubahan patologi pada organ udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi *Zoothamnium* sp.

3.2 Hipotesis

1. Terdapat perubahan gambaran patologi anatomi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.
2. Terdapat perubahan gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.
3. Terdapat perbedaan gambaran histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. pada derajat infestasi yang berbeda





Bagan 7. Kerangka Konseptual Penelitian

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Perikanan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga kemudian dilanjutkan dengan pembuatan preparat histopatologi di Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 20 Agustus 2005 sampai dengan 30 Oktober 2005.

4.2 Materi Penelitian

4.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah gelondongan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) umur 30 hari dengan ukuran 2 – 3 cm sebanyak 5000 ekor, pakan berupa pellet (Bintang 592) dan parasit *Zoothamnium* sp. dari udang yang sudah terinfeksi. Bahan untuk pembuatan preparat histopatologi antara lain larutan Davison's, etil alkohol 70%, 80%, 95%, 96%, dan alkohol absolut, xylol, blok parafin, zat warna hematoxylin eosin, film.

4.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan adalah akuarium dengan ukuran 50 x 50 x 50 cm (centi meter) sebanyak 5 buah, akuarium dengan ukuran 40 x 30 x 25 cm sebanyak 4 buah, aerator, selang aerasi, batu aerasi, selter dari tali rafia, jaring ikan kecil, pisau bedah, gunting bedah, *pinset*, pot salep, cawan petri, pipet Pasteur. Alat untuk pembuatan preparat histopatologi antara lain oven, *hot plate*,

gelas pewarnaan, mikrotom, *obyek glass*, *cover glass*, mikroskop, DO meter, termometer, pH meter dan refraktometer.

4.3 Metode Penelitian

4.3.1 Rancangan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental semu (*quasi-eksperimental*), yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan mengadakan intervensi atau manipulasi terhadap objek oleh peneliti, tetapi peneliti tidak mungkin memanipulasi semua variabel sehingga terdapat keterbatasan – ketebatasan dalam penelitian (Nazir, 1999). Penelitian ini untuk mengetahui gambaran patologi organ udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

4.3.2 Prosedur Kerja

A. Persiapan

Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian ini antara lain menyediakan akuarium pemeliharaan stok udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) ukuran 50 x 50 x 50 cm sebanyak 5 buah beserta peralatannya. Kemudian semua akuarium diisi dengan air laut salinitas 20 ppt (di sesuaikan dengan salinitas asal udang). Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang dipakai pada penelitian ini adalah post larva tigapuluh (PL₃₀) dengan ukuran 2 – 3 cm, yang berasal dari Pusat Pembenihan Udang (PPU) Probolinggo sebanyak 5000 ekor udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), selanjutnya dipelihara pada akuarium pemeliharaan stok (50 x 50 x 50 cm) dengan kepadatan 1000 ekor per akuarium. Sebelum melakukan

kultivasi *Zoothamnium* sp., udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) diadaptasikan terlebih dahulu selama 3 hari.

Pada saat masa adaptasi, dipersiapkan akuarium untuk kultivasi *Zoothamnium* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) ukuran 40 x 30 x 35 cm sebanyak 3 buah beserta peralatannya.

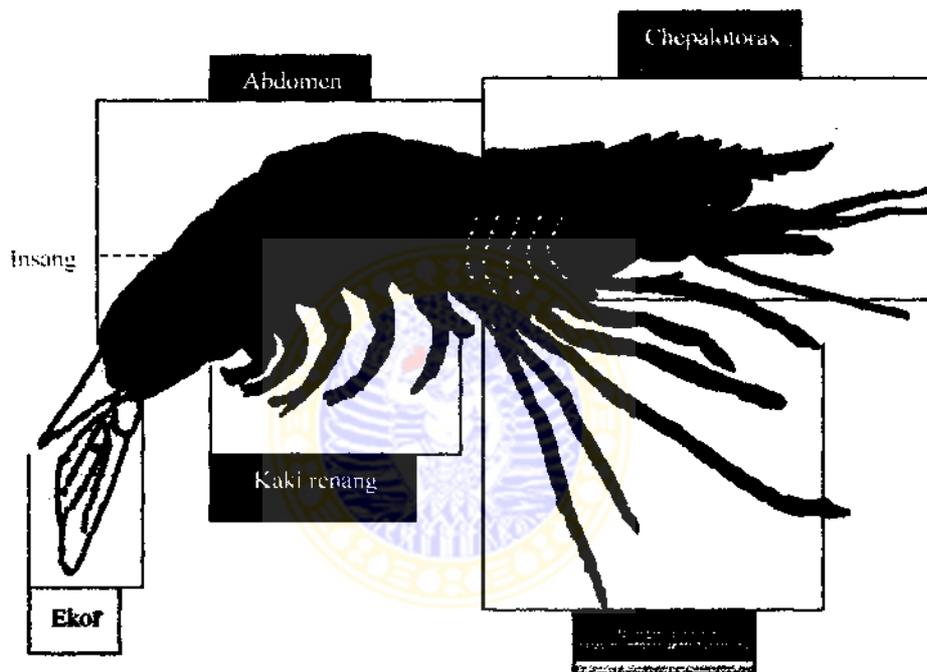
B. Kultivasi *Zoothamnium* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Setelah masa adaptasi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selesai, dilakukan kultivasi *Zoothamnium* sp. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dipelihara pada akuarium (40 x 30 x 25 cm) pada kondisi kepadatan tinggi 50 ekor per liter, oksigen terlarut rendah 3 – 4 ppm untuk menjaga oksigen tetap rendah diatur dengan mengecilkan aerasi dan meningkatkan bahan organik. Bahan organik yang diberikan berasal dari hasil sipon sisa pakan dan kotoran udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dari akuarium pemeliharaan stok. Untuk mempercepat timbulnya *Zoothamnium* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dimasukkan beberapa udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfestasi *Zoothamnium* sp. dari panti pembenihan. Jika pada saat kultivasi *Zoothamnium* sp. udang stres maka aerasi dibesarkan untuk sementara waktu.

Setiap harinya diperiksa infestasi *Zoothamnium* sp. pada udang. Sampel yang diambil sebanyak 10 ekor setiap akuariumnya, kemudian diamati jenis yang menyerang, organ yang terserang dan jumlah zooidnya. Selama kultivasi udang diberi pakan pellet sebanyak 5 % dari berat tubuh dan dilakukan pengamatan terhadap kualitas air yang meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), dan salinitas. Infestasi *Zoothamnium* sp. ini dilakukan selama 7 hari setelah infestasi.

C. Pengamatan Patologi Anatomi

Selama kultivasi dilakukan pengamatan patologi anatomi dan derajat infestasi *Zoothamnium* sp.. Pengamatan patologi anatomi yang bertujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan patologi anatomi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. dan pengamatan dilakukan dengan menggunakan lup dan mikroskop. Pengamatan patologi anatomi ini dilakukan selama tujuh hari.



Gambar 8. Organ udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Derajat infestasi ditentukan berdasarkan ketentuan Fegan *et al.*, (1993): derajat serangan parasit ektokomensal (*Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp. dan *Epystilis* sp.) ditentukan berdasarkan jumlah zooidnya setiap organ, misal permukaan tubuh (Cepalotorax, abdomen, kaki renang, kaki jalan, ekor) dan insang (Gambar 8). Klasifikasi untuk derajat infestasi ringan bila ditemukan 5 – 25 zooid, derajat infestasi sedang bila ditemukan 26 – 50 zooid dan derajat

infestasi berat bila ditemukan lebih besar 50 zooid. Selain perubahan patologi dan derajat infestasi *Zoothamnium* sp. dilakukan pengamatan tanda-tanda klinis organ yang terserang dan tingkah laku udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp..

D. Pembuatan dan Pengamatan Preparat Histopatologi

Setelah perlakuan selesai, dilakukan pengambilan organ kulit pada abdomen dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. dan dihitung jumlah zooidnya pada penelitian ini sampel diambil berdasarkan tiga kriteria derajat infestasi yaitu derajat ringan (5 – 25 zooid), derajat sedang (26 – 50 zooid) dan derajat berat (lebih besar 50 zooid). Setiap derajat infestasi diambil 6 ekor udang dan 6 ekor udang sehat atau normal. Setelah itu organ dipotong dan diambil sebagian untuk sampel kemudian dimasukkan ke dalam pot salep yang berisi larutan Davidson's kemudian dibuat sediaan histopatologi. Prosedur pembuatan preparat histopatologi dapat di lihat pada Lampiran 5.

Pemeriksaan mikroskopis setelah pembuatan preparat selesai dilakukan pemeriksaan dengan menggunakan mikroskop. Pemeriksaan dilakukan dengan pembesaran 100X dan 400X. Adapun Pemeriksaan secara mikroskopis ini ditujukan pada perubahan histopatologi kulit dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yaitu pada keadaan Haemorrhagi dan hiperplasi pada satu lapang pandang. Setiap preparat diamati sebanyak lima lapang pandang. Haemorrhagi dan hiperplasia diskoring sendiri-sendiri.

Penilaian skoring pada preparat kulit dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami haemorrhagi menurut Johnson dan Reid (1970) dalam Wahyuni (2000) didasarkan pada kriteria berikut :

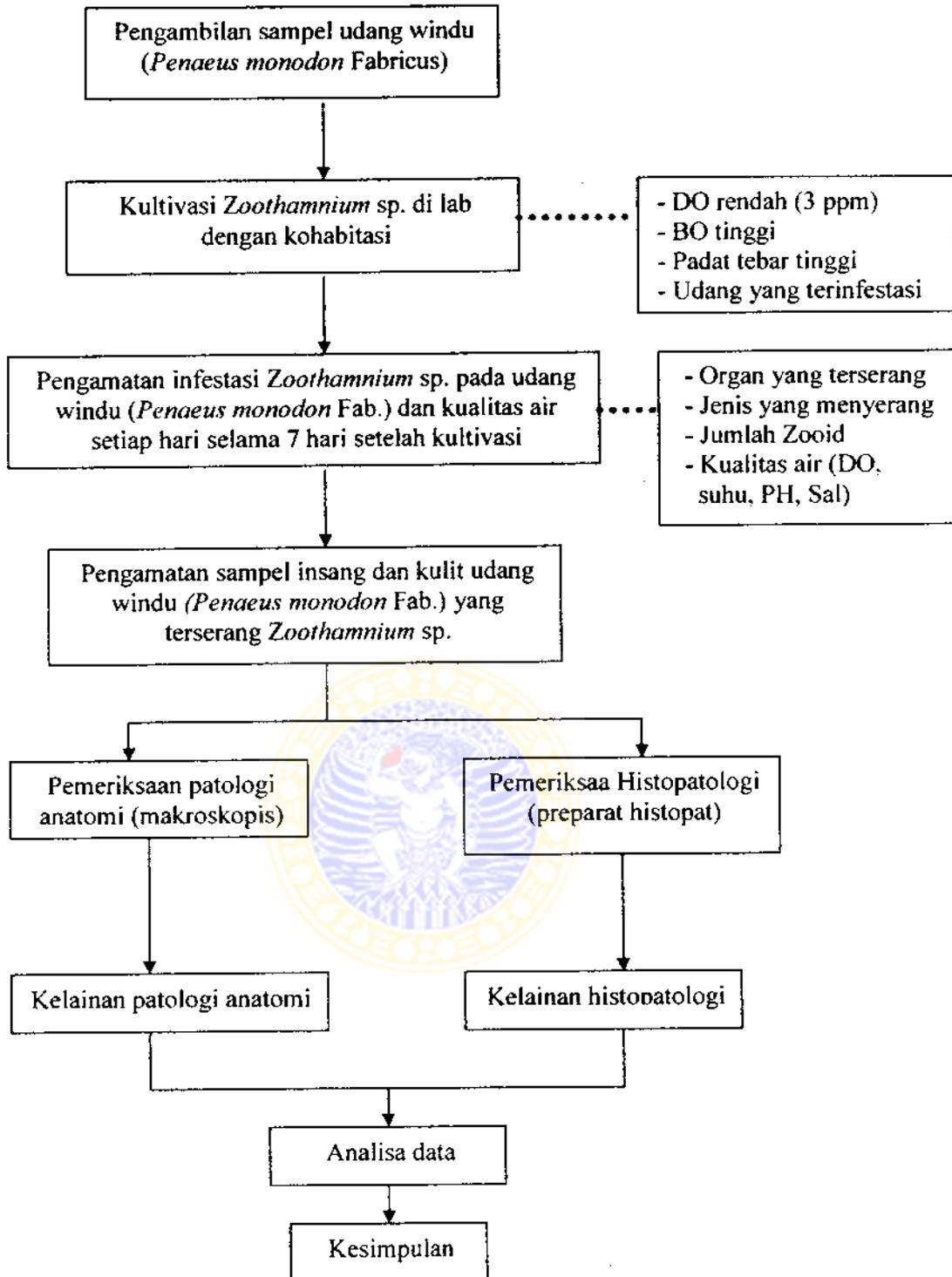
- 0 = Nilai nol diberikan jika tidak terjadi Haemorrhagi sama sekali pada satu lapang pandang.
- +1 = Nilai positif satu diberikan jika terdapat Haemorrhagi yang kurang dari sama dengan 25 persen pada satu lapang pandang.
- +2 = Nilai positif dua diberikan jika terdapat Haemorrhagi yang kurang dari sama dengan 50 persen pada satu lapang pandang.
- +3 = Nilai positif tiga diberikan jika terdapat Haemorrhagi yang kurang dari sama dengan 75 persen pada satu lapang pandang.
- +4 = Nilai positif empat diberikan jika terdapat degenerasi yang kurang dari sama dengan 100 persen pada satu lapang pandang.

Penilaian skoring pada preparat kulit dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami hiperplasia didasarkan pada kriteria berikut :

- 0 = Nilai nol diberikan jika tidak terjadi hiperplasia sama sekali pada satu lapang pandang.
- +1 = Nilai positif satu diberikan jika terdapat hiperplasia yang kurang dari sama dengan 25 persen pada satu lapang pandang.
- +2 = Nilai positif dua diberikan jika terdapat hiperplasia yang kurang dari sama dengan 50 persen pada satu lapang pandang.
- +3 = Nilai positif tiga diberikan jika terdapat hiperplasia yang kurang dari sama dengan 75 persen pada satu lapang pandang.

- +4 = Nilai positif empat diberikan jika terdapat hiperplasia yang kurang dari sama dengan 100 persen pada satu lapang pandang.





Bagan 9. Prosedur Penelitian

4.3.3. Parameter

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah jumlah zooid pada organ predileksi, persentase infestasi, mortalitas dan seluruh perubahan patologi anatomi serta histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. Parameter penunjang yang diamati adalah parameter kualitas air seperti suhu, oksigen terlarut, salinitas dan derajat keasaman.

4.3.4. Analisis Data

Data hasil penelitian eksperimental ini disajikan dalam bentuk gambar dan di analisis secara deskriptif mengenai gambaran patologi anatomi, sedangkan untuk histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. analisa data dilakukan dengan menggunakan uji Kruskal Wallis (Saleh, 1986) dan jika terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Z 5% (pasangan berganda) (Daniel, 1989).

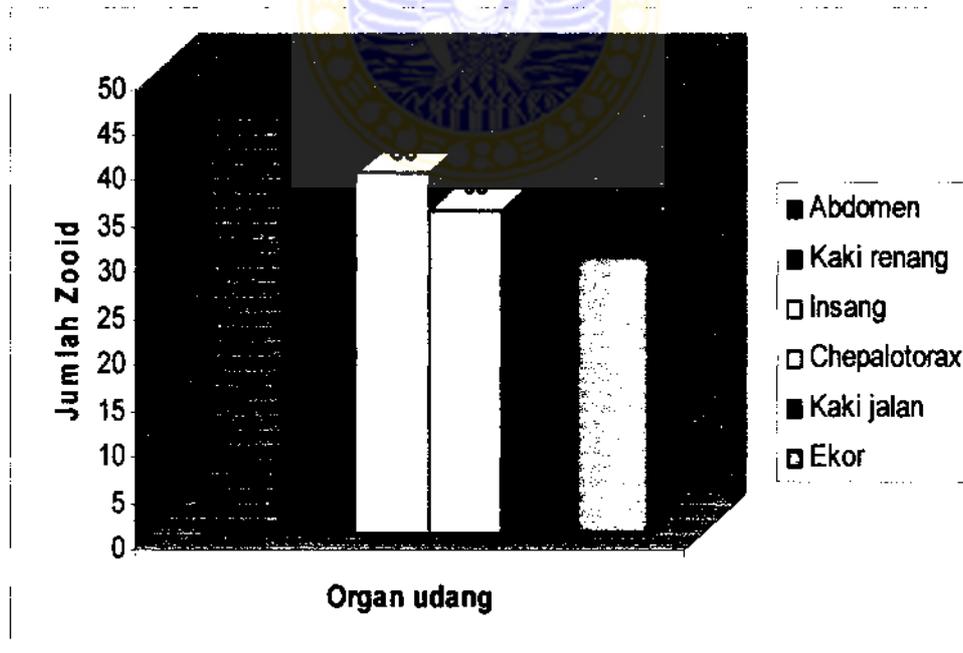
BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kultivasi *Zoothamnium* sp.

Pada penelitian ini digunakan post larva udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) umur 30 hari (PL₃₀) berukuran 2-3 cm. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang digunakan adalah PL₃₀ karena pada stadia ini lebih rawan terhadap serangan *Zoothamnium* sp. dan agar lebih mudah saat pembuatan preparat histopatologi.

Pada penelitian ini dilakukan kultivasi *Zoothamnium* sp. pada akuarium di laboratorium pada kondisi *Zoothamnium* sp. dapat berkembang biak dengan baik yaitu pada kondisi kepadatan udang tinggi, oksigen terlarut rendah antara 3-4 ppm dan bahan organik tinggi.

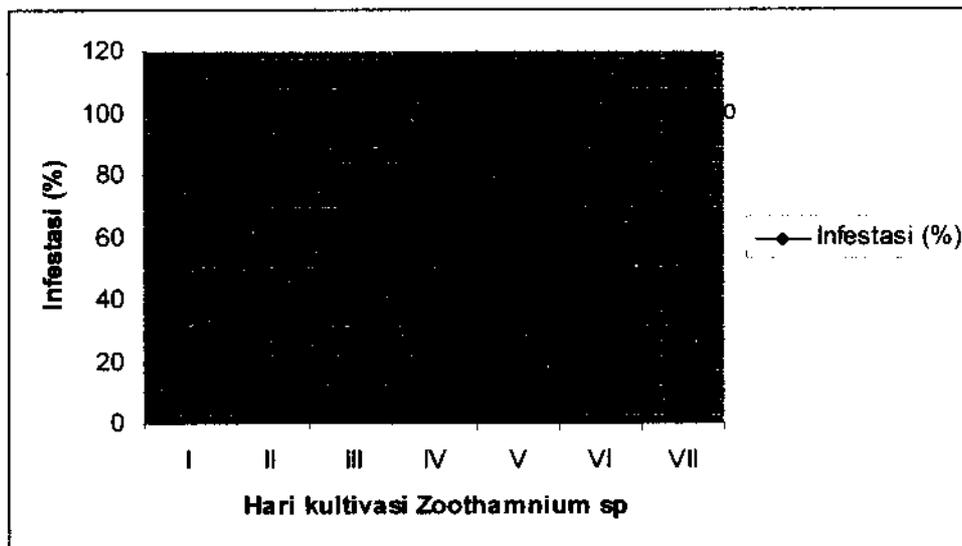


Gambar 10. Jumlah rata-rata infestasi zooid *Zoothamnium* sp. pada berbagai organ udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada kultivasi *Zoothamnium* sp. selama 7 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Zoothamnium* sp. menyerang seluruh permukaan tubuh dan insang, seperti yang dilaporkan oleh Rukyani (1990) bahwa *Zoothamnium* sp. menyerang seluruh permukaan tubuh oleh karena itu biasa disebut penyakit udang berjaket atau penyakit udang bersepatu. Pada penelitian ini jumlah infestasi *Zoothamnium* sp. tertinggi terdapat pada bagian abdomen kemudian kaki renang, insang, cephalotorax, kaki jalan dan ekor (Gambar 10). Tingginya jumlah infestasi pada abdomen dibandingkan dengan organ lain seperti insang, cephalotorax, kaki jalan dan ekor kemungkinan disebabkan karena pada bagian abdomen ini tidak terjadi gerakan seperti pada insang, cephalotorax, kaki jalan dan ekor yang sering terjadi pergerakan. Selain itu tingginya infestasi ini disebabkan karena abdomen memiliki ukuran paling luas dibandingkan dengan insang, cephalotorax, kaki jalan dan ekor.

Baticados *et al.*, 1989 dan Mahasri, 1996 mengatakan bahwa *Zoothamnium* sp. menyerang semua stadia mulai dari telur, larva, post larva, juvenil dan dewasa, selain menyerang udang windu (*Penaeus monodon*), juga menyerang *Penaeus merguensis* dan *Penaeus indicus*. Protozoa ini menyerang permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang terlihat seperti terselaputi benda asing yang menempel berwarna putih kecoklatan, bila infeksi berat mengakibatkan udang sulit bernafas, malas bergerak dan mencari makan (Sinderman, 1997).

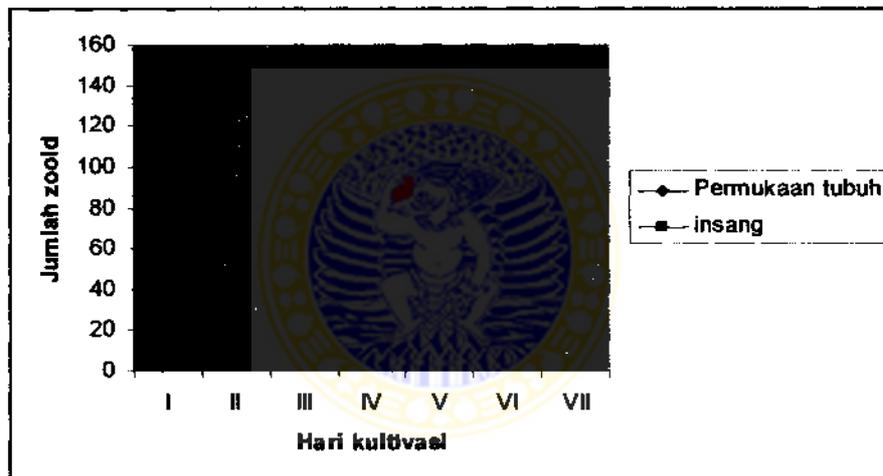
Infestasi *Zoothamnium* sp. selama kultivasi *Zoothamnium* sp. dari hari pertama sampai hari ketujuh masing-masing sebesar 70 %, 90 %, 100 %, 100%, 80%, 100% dan 100% (Gambar 11).



Gambar 11. Persentase infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. saat kultivasi *Zoothamnium* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) selama 7 hari

Pada Gambar 11 ditunjukkan bahwa nilai infestasi *Zoothamnium* sp. mulai meningkat dari hari pertama (70 %) dan meningkat 100 % pada hari ketiga sampai ketujuh, kecuali pada hari kelima menunjukkan adanya penurunan infestasinya hanya sebesar 80 % (pemeriksaan infestasi *Zoothamnium* sp. dan mortalitas udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) disajikan pada Lampiran 3.). Cepatnya infestasi ini dimungkinkan karena kemampuan reproduksi *Zoothamnium* sp. sangat cepat. Radiopoetra (1981) mengatakan bahwa *Zoothamnium* sp. berkembang biak secara asexual dengan pembelahan biner. Proses dapat berlangsung selama 15 menit. Proses pembelahan ini terjadi hanya memperbesar koloni, sehingga setelah membelah besar akan terdapat cabang tangkai (*pedicle*) yang baru (Radiopoetra, 1981). Baticados *et al.*, (1989) dan Sumawidjaja (1991) mengatakan bahwa pada kondisi lingkungan tambak yang jelek infestasi *Zoothamnium* sp. dapat mencapai 90 % - 100% hanya dalam 3 - 4 hari.

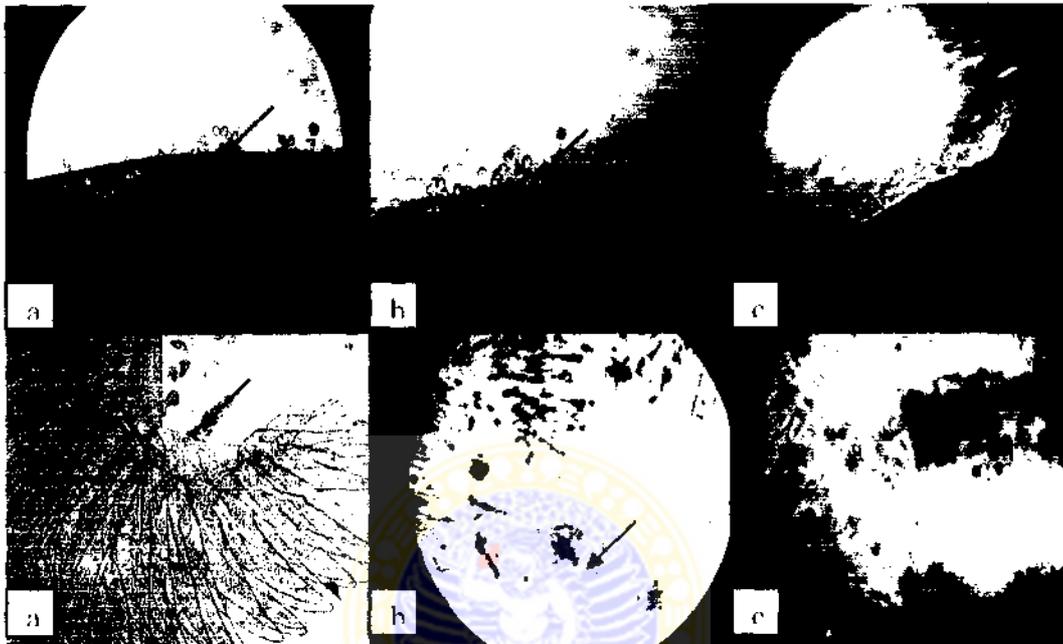
Penurunan infestasi *Zoothamnium* sp. pada hari kelima (80%) pada saat kultivasi *Zoothamnium* sp. disebabkan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) mengalami pergantian kulit (*moulting*). Overstreet (1973), Sinderman (1997) dan Mahasri (1998) melaporkan bahwa setelah pergantian kulit infestasi *Zoothamnium* sp. pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) akan terlepas. Hal tersebut disebabkan karena *Zoothamnium* sp. menempel pada permukaan tubuh dan pada waktu *moulting* udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) akan melepas cangkang yang terinfestasi *Zoothamnium* sp. dan terbentuk cangkang baru yang bersih.



Gambar 12. Jumlah Zooid *Zoothamnium* sp. yang terinfestasi pada permukaan tubuh dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada saat kultivasi *Zoothamnium* sp. selama tujuh hari

Berdasarkan ketentuan Fegan *et al.*, (1993) yang menkriterikan derajat serangan parasit ektokomensal (*Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp. dan *Epystilis* sp.) berdasarkan jumlah zooidnya setiap organ (permukaan tubuh (Chepalotorax, Abdomen, kaki renang, kaki jalan, ekor dan insang) untuk derajat infestasi ringan 5 – 25, derajat infestasi sedang 26 – 50 dan derajat infestasi berat lebih besar 50. Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat infestasi pada kultivasi *Zoothamnium*

sp. hari I dan III derajat infestasinya masih ringan, pada hari IV dan V derajat infestasinya sedang dan untuk hari VI dan VII derajat infestasinya sudah berat. Hasil pemeriksaan derajat infestasi *Zoothamnium* sp. pada permukaan tubuh dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.



Gambar 13. Infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. (a) derajat ringan, (b) derajat sedang dan (c) derajat berat. Pada abdomen (atas) dan insang (bawah) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Tabel 1. Hasil pemeriksaan derajat infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. pada permukaan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Hari	Jumlah rata-rata Zooid <i>Zoothamnium</i> sp.	Derajat infestasi
I	6	Ringan
II	10	Ringan
II	15	Ringan
IV	29	Sedang
V	35	Sedang
VI	66	Berat
VII	142	Berat

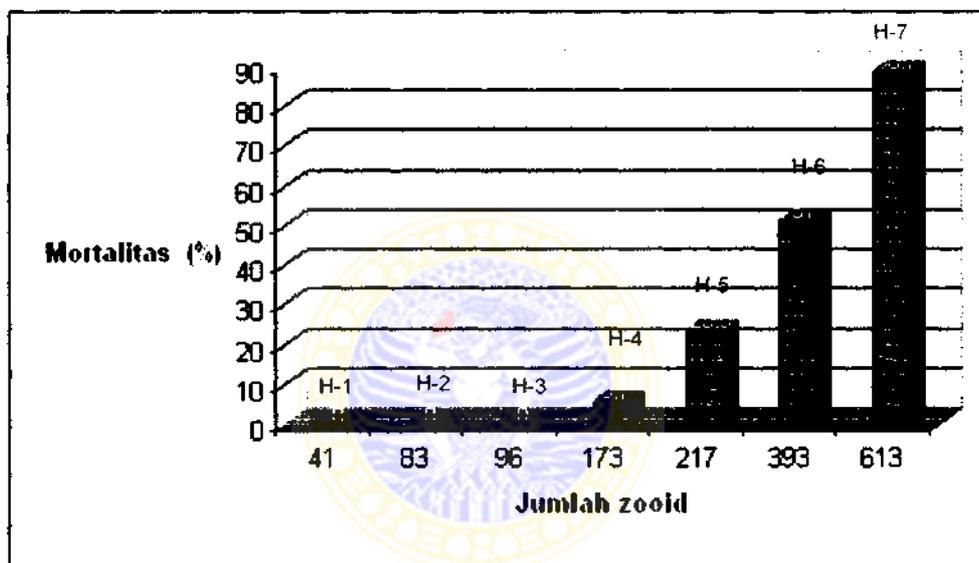
Tabel 2. Hasil pemeriksaan derajat infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. pada insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.)

Hari	Jumlah rata-rata Zooid <i>Zoothamnium</i> sp.	Derajat infestasi
I	9	Ringan
II	17	Ringan
II	20	Ringan
IV	28	Sedang
V	41	Sedang
VI	62	Berat
VII	99	Berat

Selama kultivasi *Zoothamnium* sp. dengan kondisi padat tebar tinggi (50 ekor/liter) pada kondisi kualitas air seperti pada Tabel 3, maka jumlah diperoleh jumlah zooid *Zoothamnium* sp. total yang terinfestasi pada permukaan tubuh dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) mengalami peningkatan dari hari pertama sampai hari ketujuh masing-masing 41, 83, 96, 173, 217 393 dan 613, seiring dengan adanya peningkatan *Zoothamnium* sp. yang terinfestasi pada udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) mulai terjadi kematian pada hari keempat, kelima, keenam dan ketujuh masing-masing sebanyak 17, 53, 83 dan 113 ekor (Pemeriksaan infestasi *Zoothamnium* sp. dan mortalitas udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) disajikan pada Lampiran 3). Hubungan jumlah zooid *Zoothamnium* sp. dan masa kultivasi dengan mortalitas udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) disajikan pada Gambar 14.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan perkembangan jumlah zooid *Zoothamnium* sp. dan masa pemaparan infestasi menyebabkan kematian udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) juga meningkat. Dengan menggunakan uji *multiple regression* menunjukkan bahwa pengaruh jumlah zooid

dan masa pemaparan (hari kultivasi) terhadap kematian udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) tidak bisa dipisahkan karena keduanya saling terkait, artinya jumlah zooid *Zoothamnium* sp. meningkat seiring meningkatnya hari kultivasi *Zoothamnium* sp. (Lampiran 6). Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Lightner (1989) bahwa udang yang terserang *Zoothamnium* sp. pada seluruh permukaan tubuh dan insang akan sulit bernafas, nafsu makan turun, malas bergerak, lemas dan akhirnya akan mengalami kematian 3-5 hari pasca infeksi.



Gambar 14. Hubungan jumlah zooid *Zoothamnium* sp. dan mortalitas udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) dengan masa kultivasi *Zoothamnium* sp. selama 7 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kematian terjadi 4 hari setelah masa infestasi *Zoothamnium* sp., hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Sumawidjaja (1991) dan Mahasri (1996) bahwa ciliata patogen (*Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp. dan *Epystilis* sp.) menyerang pada semua stadia udang windu (*Penaeus monodon* Fab.), apabila menyerang pembenihan (udang fase Zoea-PL₃₀) dapat menyebabkan kematian 2-5 hari pasca infestasi. Pada tambak pembesaran kematian dapat terjadi 7 hari pasca infestasi. Selanjutnya dikatakan bahwa jumlah

zooid ciliata patogen (*Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp. dan *Epystilis* sp.) berkorelasi positif terhadap kematian benur udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) (Mahasri, 1996). Semakin banyak ciliata patogen yang menginfestasi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) kematian benur udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) juga semakin banyak. Kematian udang dimulai saat derajat infestasi sedang dengan jumlah zooid berkisar antara 26 sampai dengan 50.

Kematian benur di atas memang disebabkan oleh infestasi *Zoothamnium* sp. bukan oleh karena kualitas air. Kualitas air pada kultivasi *Zoothamnium* sp. masih dalam kisaran toleransi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). Sesuai dengan pendapat Soegiarto dkk., (1979), Darmono (1991) dan Sumeru dan Anna (1992) mengatakan bahwa kisaran kualitas air yang masih dalam kisaran toleransi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yaitu suhu 20-30 °C (bila suhu perairan dibawah 23 °C atau diatas 33 °C akan menyebabkan kematian udang mencapai 90 %), Derajat keasaman (pH) 6.4 – 9.5 (pada pH perairan 6.4 walaupun tidak mengalami kematian pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) terhambat, kematian masal terjadi apabila pH dibawah 5), Salinitas 2- 45 ‰ (pada salinitas 45 pertumbuhan udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) agak terhambat, salinitas optimal untuk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) berkisar 15 - 25 ‰). Oksigen terlarut (DO) optimum untuk udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) lebih besar 5 sedangkan untuk titik kritisnya 3.7 mg/l.

Peningkatan jumlah zooid *Zoothamnium* sp. juga disebabkan karena kondisi pada kultivasi *Zoothamnium* sp. cocok untuk pertumbuhan *Zoothamnium* sp. padat tebar tinggi dan oksigen terlarut berkisar antara 4.3 - 4.7 mg/l. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sinderman (1997) bahwa infestasi *Zoothamnium*

sp. meningkat pada kolam dengan kadar oksigen terlarut (DO) rendah, lebih kecil dari 5 mg/l. Mahasri (1996) mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi kehidupan protozoa ciliata patogen ini (*Zoothamnium* sp., *Vorticella* sp. dan *Epystilis* sp.) antara lain padat tebar tinggi, kadar oksigen rendah 3 - 4 mg/l dan bahan organik tinggi.

Tabel 3. Data rata - rata parameter kualitas air pada kultivasi *Zoothamnium* sp.

Hari/Tgl	Parameter Kualitas air			
	Suhu ($^{\circ}$ C)	Sal ($^{\circ}$ / $_{00}$)	pH	DO (mg/l)
I	27.7	17	8.0	4.3
II	27.3	17	7.8	4.6
III	28.0	17	7.7	4.3
IV	27.0	17	7.6	4.7
V	26.7	17	7.4	4.2
VI	27.3	18	6.9	4.4
VII	27.7	18	6.8	4.6

5.2 Patologi Anatomi Kulit dan Insang Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Terserang *Zoothamnium* sp.

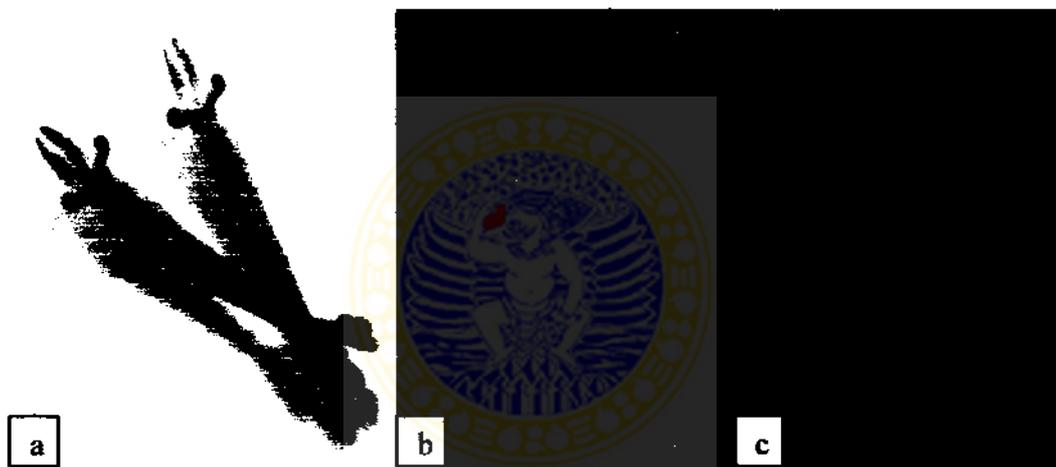
Hasil pemeriksaan patologi anatomi pada penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan patologi anatomi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada bagian permukaan tubuh (cephalotorax, abdomen, kaki renang, kaki jalan, ekor) mulai nampak pada hari 5 dengan jumlah rata-rata zooid *Zoothamnium* sp. 29, 66 dan 103, sedangkan untuk insang mulai nampak pada hari 4 dengan jumlah rata-rata zooid *Zoothamnium* sp. 28, 41, 62 dan 99. Hasil pemeriksaan patologi anatomi udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi *Zoothamnium* sp. dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan patologi anatomi insang dan kulit permukaan tubuh udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi Zooid *Zoothamnium* sp. dan jumlah zooid *Zoothamnium* sp.

Hari	Perubahan Patologi Anatomi	Jumlah Zooid	
		Insang	Perk. tubuh
I	- Belum terlihat perubahan	9	32
II	- Belum terlihat perubahan	17	66
III	- Belum terlihat perubahan	20	70
IV	- pada insang mulai terlihat perubahan warna insang menjadi krem. Dengan mikroskop pada insang terlihat bahan organik pada filamen insang - Pada permukaan tubuh belum terlihat perubahan	28	145
V	- Pada insang insang kotor banyak bahan organik, warna insang kecoklatan pada semua filamen insang - Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel) pada kaki renang, kaki jalan dan abdomen. warna udang jadi coklat muda.	41	176
VI	- Insang kotor bahan organik lebih banyak dari hari ke V, bahan organik terdapat pada semua filamen. insang berwarna coklat tua - Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel terlihat tebal) pada kaki renang dan jalan, abdomen, ekor dan cephalothorax, warna udang coklat	62	331
VII	- Insang kotor bahan organik lebih banyak dari hari ke VI, bahan organik terdapat pada semua filamen.. insang berwarna coklat tua - Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel) pada kaki renang, abdomen dan cephalothorax, warna udang coklat, Penempelan benda seperti kapas sudah menebal dan menyebar kepermukaan tubuh (udang bersepatu)	99	514



Gambar 15. Patologi anatomi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp. (Akumulasi bahan organik pada insang)

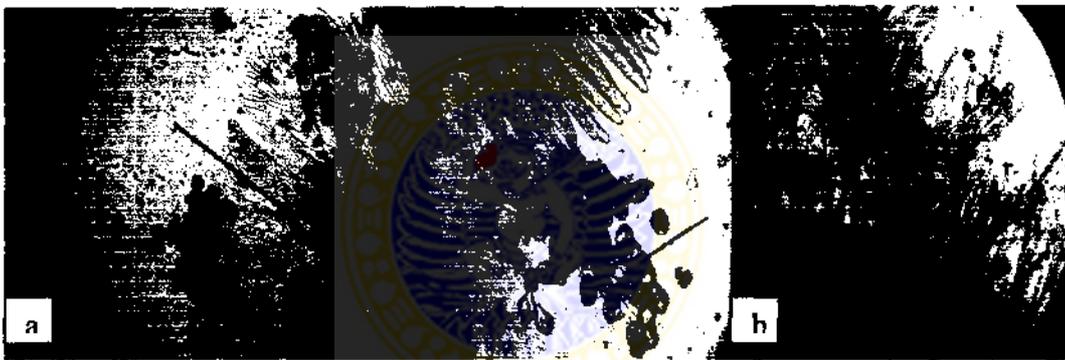


Gambar 16. Patologi anatomi kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp. (a) udang sehat, (b) udang sakit hari ke-5, (c) udang sakit hari ke-7

Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi *Zoothamnium* sp. berwarna kecoklatan (Gambar 15 dan 16). Hal ini sesuai dengan pendapat Chanratchakoll, *et al.*, (1996), menyatakan bahwa *Zoothamnium* sp. merupakan jenis ciliata yang menyerang seluruh permukaan tubuh udang, terutama pada insang. Penyakit akibat serangan *Zoothamnium* sp. ini dikenal sebagai *ektokomensal fouling disease* karena mengakibatkan penampilan udang menjadi tidak menarik. Tubuh

udang terlihat seperti berlumut, dengan warna kecoklatan. Protozoa ini juga sering menempel pada insang sehingga kelihatan berwarna kecoklatan dan pada akhirnya akan mengakibatkan warna insang menjadi kehitaman (Dinas kelautan dan perikanan, 2003).

Protozoa ini menyerang permukaan tubuh, kaki renang, kaki jalan, rostrum dan insang. Organ yang terserang terlihat seperti diselaputi benda asing berwarna putih kecoklatan, bila infeksi berat penempelan ini menyebar keseluruh permukaan tubuh sehingga disebut “penyakit udang berjaket”. Serangan tersebut mengakibatkan udang sulit bernafas, malas bergerak dan mencari makan (Sinderman, 1997).



Gambar 17. Akumulasi bahan organik pada (a) insang dan (b) abdomen windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp.

Warna kecoklatan yang terlihat pada permukaan tubuh maupun pada insang merupakan bahan organik yang tersangkut pada *Zoothamnium* sp.. Pada saat udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) melakukan proses pernafasan air mengalir diantara lamela-lamela insang (Raharjo, 1980). Pada kondisi perairan dengan bahan organik tinggi pada saat proses pernafasan bahan organik akan ikut masuk dan tersaring dalam insang sehingga pada insang banyak terakumulasi bahan organik yang menyebabkan insang berwarna kecoklatan sampai hitam

tergantung jenis bahan organik (Gambar 17). Data pemeriksaan dan Gejala klinis udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. dapat dilihat pada lampiran 3.

5.3 Histopatologi Kulit dan Insang Udang Windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Terserang Zooid *Zoothamnium* sp.

Histologi insang dan kulit udang windu yang sehat dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Histologi (a) kulit dan (b) insang udang windu yang sehat (H&E)

Mekanisme serangan *Zoothamnium* sp. dalam melakukan infestasi pada inang adalah dengan cara melakukan penempelan pada tubuh atau organ menggunakan *pedicle* atau tangkai (Sumuwidjaja, 1990). Saat *Zoothamnium* sp. Menyerang atau menempel pada udang windu (*Penarus monodon* Fab.), ia akan mengeluarkan Zat spesifik (mucus spesifik) yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada organ udang (Routledge, 1978).

Infestasi *Zoothamnium* sp dalam jumlah yang berbeda pada tiap derajat infestasi memberikan hasil yang berbeda pada persentase kerusakan histopatologi insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang

Zoothamnium sp. Perbedaan tersebut sebanding dengan semakin meningkatnya jumlah *Zoothamnium* sp. yang menginfestasi, maka semakin banyak pula proses infestasi yang terjadi, sehingga zat spesifik (mucus spesifik) yang diinjeksikan oleh *Zoothamnium* sp juga semakin banyak dan tingkat kerusakan yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal tersebut terbukti pada hasil penelitian, pada masing-masing derajat infestasi untuk setiap jenis kerusakannya menunjukkan persentase yang semakin meningkat.

Pada penelitian ini secara mikroskopis gambaran perubahan histopatologi pada insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. berupa Haemorrhagi dan hiperplasia. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap perubahan histopatologi dilanjutkan dengan skoring terhadap kerusakan yang terjadi kemudian dilakukan perhitungan statistik perubahan histopatologi pada penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1.

5.3.1 Haemorrhagi

Haemorrhagi adalah keluarnya darah dari pembuluh darah baik keluar tubuh maupun ke dalam jaringan tubuh, yang ditandai dengan pecahnya pembuluh darah (Spector, 1988). Haemorrhagi disebabkan oleh berbagai macam sebab, diantaranya adalah adanya infestasi parasit dan toksin. Saat *Zoothamnium* sp. Menyerang atau menempel pada udang windu (*Penarus monodon* Fab.), ia akan mengeluarkan Zat spesifik (mucus spesifik) yang dapat menyebabkan hiperplasia. Adanya hiperplasia ini menyebabkan pembuluh darah mengalami penyempitan karena terhimpit oleh sel yang mengalami hiperplasia dan darah akan terkumulasi pada daerah penyempitan tersebut, semakin banyak akumulasi darah pada pembuluh darah, pembuluh darah akan pecah karena tidak mampu menahan

tekanan dari darah sehingga darah keluar dari pembuluh darah ke jaringan sekitarnya (haemorrhagi) (Himawan, 1989).

Dalam penelitian ini haemorrhagi pada insang terjadi pada bagian lamella primer (Gambar 19). Haemorrhagi pada lamella primer menyebabkan konsumsi oksigen dan pertukaran gas terganggu jika terpapar dalam waktu yang lama dapat menyebabkan kematian (Darmono, 1991). Pada kulit kerusakan haemorrhagi banyak dijumpai pada jaringan exoskeleton dan endoskeleton khususnya pada daerah pembuluh darah. Perubahan yang terlihat akibat adanya haemorrhagi adalah terjadinya akumulasi sel darah pada jaringan sekitar (Gambar 20). Darah udang tidak mempunyai haemoglobin maka pada daerah yang terjadi haemorrhagi tidak berwarna merah seperti pada ikan. Selain itu juga terlihat adanya area yang kosong pada pembuluh darah. Hal tersebut dikarenakan darah keluar dari pembuluh darah sehingga akan terjadi distribusi tidak normal pada daerah sekitar pembuluh darah (Dellmann dan Brown, 1989).



Gambar 19. Insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami haemorrhagi (sel darah diluar pembuluh darah) (H&E).

nyata, demikian halnya pada udang dengan derajat infestasi berat (DB) yaitu infestasi *Zoothamnium* sp. sebanyak lebih besar 50 zooid *Zoothamnium* sp., diperoleh tingkat kerusakan paling tinggi dari pada derajat infestasi yang lain.

Gambaran perubahan histopatologi pada insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. berupa Haemorrhagi. Tabel 7 menunjukkan rata-rata skoring dan persentase kejadian haemorrhagi pada insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.. Perhitungan standart deviasi (SD) dan persentase kerusakan tiap perlakuan dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 7. Rata-rata skoring dan persentase kejadian Haemorrhagi pada insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp.

Kelompok	Kerusakan	
	Rata ² ± SD	%
DN	0.00 ± 0,00 ^c	0.0
DR	1.83 ± 0,18 ^b	27.5
DS	2.60 ± 0,15 ^a	39
DB	2.80 ± 0,31 ^a	42

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Berdasarkan tabel 7 di atas menunjukkan udang dengan derajat infestasi berat (DB) dan derajat infestasi sedang (DS) sama-sama menunjukkan hasil kerusakan insang yang mengalami Haemorrhagi terparah yaitu dengan rata-rata skoring kerusakan masing-masing sebesar $2.80 \pm 0,31$ dan $2.60 \pm 0,15$, sedangkan untuk persentase kerusakan masing-masing sebesar 42 % dan 39 %. Pada udang sehat (DN) memiliki persentase kerusakan paling kecil. dimana pada perlakuan ini tidak dijumpai kerusakan sehingga rata-rata skoring kerusakannya adalah 0,0. Sedangkan pada udang dengan derajat infestasi ringan (DR) rata-rata skoring kerusakannya adalah $1.83 \pm 0,18$ dan untuk persentase kerusakan adalah 27.5 %.

Tabel 8 menunjukkan nilai Z tiap derajat infestasi pada kerusakan insang yang mengalami Haemorrhagi. Pada udang sehat (tanpa infestasi) memiliki perbedaan yang sangat nyata dengan dengan udang yang terinfestasi baik derajat infestasi ringan, sedang dan berat dimana $Z_{hit} > Z_{tabel_{0.05}}$. Perhitungan nilai Z ini dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 8. Nilai Z tiap derajat infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. pada insang yang mengalami Haemorrhagi

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X – DN)	(X – DR)	(X – DS)	
DB	19.33 ^a	15.83*	9.58*	1.91	1.9689
DS	17.42 ^a	13.92*	7.67*		
DR	9.75 ^b	6.25*			
DN	3.5 ^c				

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa pada udang dengan derajat infestasi berat (DB) yaitu infestasi *Zoothamnium* sp. sebanyak lebih besar 50 zooid *Zoothamnium* sp., diperoleh tingkat kerusakan insang yang mengalami Haemorrhagi paling tinggi dari pada derajat infestasi yang lain. Sedangkan tingkat kerusakan insang yang mengalami Haemorrhagi antara udang dengan derajat infestasi ringan (DR) dan udang derajat infestasi sedang (DS) tidak berbeda nyata (mempunyai nilai kerusakan yang sama) tetapi tingkat kerusakan keduanya lebih tinggi dengan udang sehat (DN).

Pada Tabel 5 dan 7 menunjukkan bahwa nilai rata-rata skoring dan persentase kerusakan haemorrhagi insang lebih besar daripada kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada masing-masing derajat infestasi. Hal tersebut disebabkan karena pada kulit udang dilapisi oleh epikutikel berfungsi sebagai

pertahanan tubuh untuk mencegah masuknya agen infeksius dan melindungi jaringan yang lunak didalamnya. Lapisan ini sangat sulit untuk di tembus, kecuali oleh agen penyakit yang mensekresikan zat tertentu yang dapat menembus lapisan ini (Evan dan John, 1999). Berbeda dengan insang, insang hanya dilapisi oleh lapisan epitel yang tipis untuk mempermudah pertukaran gas, namun hal ini pun yang menjadikan insang sangat rawan terhadap invasi penyakit. Selain fungsinya dalam pertukaran gas, insang ini pun berfungsi juga berfungsi sebagai pengatur pertukaran garam dan air, juga berperan penting dalam pengeluaran limbah-limbah yang mengandung nitrogen. Kerusakan struktur yang ringan sekalipun dapat mengganggu pengaturan osmose dan kesulitan pernafasan. (Nabib dan Pasaribu, 1989).

5.3.2 Hiperplasia

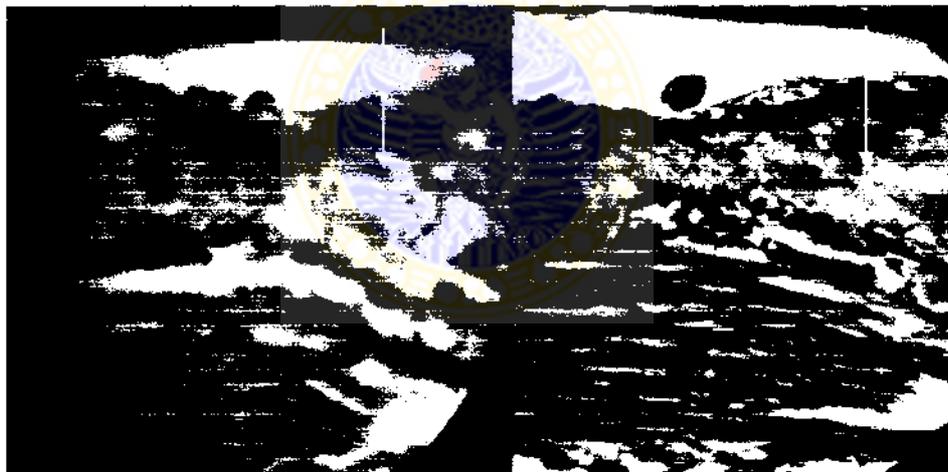
Hiperplasia adalah peningkatan jumlah sel dalam suatu jaringan yang menyebabkan penambahan ukuran jaringan atau organ tersebut (Himawan, 1989). Hiperplasia disebabkan oleh berbagai macam sebab, diantaranya adalah adanya infestasi parasit dan toksin. Saat *Zoothamnium* sp. Menyerang atau menempel pada udang windu (*Penarus monodon* Fab.), ia akan mengeluarkan Zat spesifik (mucus spesifik) yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada organ udang (Routledge, 1978).

Adanya infestasi parasit *Zoothamnium* sp. atau zat spesifik yang dikeluarkan memacu sel melakukan respon adaptasi. Respon adaptasi ini merupakan mekanisme sel untuk mempertahankan kondisi sel. Salah satu respon adaptasi sel adalah dengan cara proliferasi sel. Proliferasi sel akan mereda bila stimulus yang menyebabkan proliferasi (infestasi parasit atau zat toksik)

dihentikan. Akibat proliferasi sel tersebut akan menimbulkan hiperplasia (Robin dan kumar, 1995).



Gambar 21. Insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami hiperplasia (H&E).



Gambar 22. Kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami hiperplasia (H&E).

Dalam penelitian ini hiperplasia pada insang terjadi pada bagian lamella skunder (Gambar 21). Akibat hiperplasia pada lamella skunder menyebabkan konsumsi oksigen dan pertukaran gas terganggu jika terpapar dalam waktu yang lama dapat menyebabkan kematian (Darmono, 1991). Pada kulit kerusakan hiperplasia banyak terjadi pada endoskeleton (Gambar 22).

Tabel 9. Rata-rata skoring dan persentase kejadian hiperplasia pada kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp.

Kelompok	Kerusakan	
	Rata ² ± SD	%
DN	0.00 ± 0.00 ^d	0.0
DR	1.47 ± 0.19 ^c	22
DS	1.83 ± 0.21 ^b	27.5
DB	2.33 ± 0.29 ^a	35

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Berdasarkan tabel 9 di atas, persentase kerusakan kulit yang mengalami hiperplasia tidak jauh berbeda dengan kerusakan yang lain. Udang dengan derajat infestasi berat (DB) menunjukkan hasil kerusakan terparah yaitu dengan rata-rata skoring kerusakan sebesar 2.33 ± 0.29 dan persentase kerusakan sebesar 35 %. Pada udang sehat (DN) memiliki persentase kerusakan paling kecil dimana pada perlakuan ini tidak dijumpai kerusakan sehingga rata-rata skoring kerusakannya adalah 0,0. Sedangkan pada udang dengan derajat infestasi ringan (DR) dan derajat infestasi sedang (DS) masing - masing menunjukkan persentase kerusakan yang berbeda, untuk DR rata - rata skoring kerusakannya adalah 1.47 ± 0.19 dan untuk DS adalah 1.83 ± 0.21 dengan persentase kerusakan masing - masing adalah 22 % dan 27.5 % .

Tabel 10. Nilai Z Nilai Z tiap derajat infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. pada kulit yang mengalami Hiperplasia

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	20.92 ^a	17.42*	10.75*	5.5*	1.9703
DS	15.42 ^b	11.92*	5.25*		
DR	10.17 ^c	6.67*			
DN	3.5 ^d				

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Pada tabel 10 menunjukkan bahwa tingkat kerusakan berupa hiperplasi berbeda nyata pada tiap derajat infestasi. Tingkat kerusakan tertinggi diperoleh pada udang derajat infestasi berat (DB) dan paling rendah tertinggi diperoleh pada udang sehat atau normal (DN).

Berdasarkan tabel 11 menunjukkan bahwa udang dengan derajat infestasi berat (DB) menunjukkan hasil kerusakan yang mengalami hiperplasia terparah yaitu dengan rata-rata skoring kerusakan sebesar $2.90 \pm 0,71$ dan persentase kerusakan sebesar 43.5 %. Pada udang sehat (DN) memiliki persentase kerusakan hiperplasi paling kecil dengan rata-rata skoring kerusakan sebesar $0.03 \pm 0,10$ dan persentase kerusakan sebesar 0.5 %.. Sedangkan pada udang dengan derajat infestasi ringan (DR) dan derajat infestasi sedang (DS) masing - masing menunjukkan persentase kerusakan yang berbeda, untuk DR rata - rata skoring kerusakannya adalah $1.73 \pm 0,38$ dan untuk DS adalah $2.63 \pm 0,21$ dengan persentase kerusakan masing - masing adalah 26 % dan 39.5 %.

Tabel 11. Rata-rata skoring dan persentase kejadian hiperplasia pada insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang Zooid *Zoothamnium* sp.

Kelompok	Kerusakan	
	Rata ² ± SD	%
DN	$0.03 \pm 0,10^d$	0.5
DR	$1.73 \pm 0,38^c$	26
DS	$2.63 \pm 0,21^b$	39.5
DB	$2.90 \pm 0,71^a$	43.5

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Tabel 12. Nilai Z tiap derajat infestasi Zooid *Zoothamnium* sp. pada insang yang mengalami hiperplasia

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	20.33 ^a	16.83*	10.83*	3.66*	1.9719
DS	16.67 ^b	13.17*	7.17*		
DR	9.5 ^c	6*			
DN	3.5 ^d				

a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($Z > 0.05$).

Pada tabel 12 menunjukkan bahwa tingkat kerusakan berupa hiperplasia berbeda nyata pada tiap derajat infestasi. Tingkat kerusakan tertinggi diperoleh pada udangderajat infestasi berat (DB) dan paling rendah ter'inggi diperoleh pada udang sehar atau normal (DN).

pada Gambar 9 dan 11 menunjukkan bahwa nilai rata-rata skoring dan persentase kerusakan hiperplasia insang lebih besar daripada kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) pada masing-masing derajat infestasi. Hal tersebut disebabkan karena pada kulit udang dilapisi oleh epikutikel berfungsi sebagai pertahanan tubuh untuk mencegah masuknya agen infeksius dan melindungi jaringan yang lunak didalamnya. Lapisan ini sangat sulit untuk di tembus, kecuali oleh agen penyakit yang mensekresikan zat tertentu yang dapat menembus lapisan ini (Evan dan John, 1999). Berbeda dengan insang, insang hanya dilapisi oleh lapisan epitel yang tipis untuk mempermudah pertukaran gas, namun hal ini pun yang menjadikan insang sangat rawan terhadap invasi penyakit. Selain fungsinya dalam pertukaran gas, insang ini juga berfungsi sebagai pengatur pertukaran garam dan air, juga berperan penting dalam pengeluaran limbah-limbah yang mengandung nitrogen. Kerusakan struktur yang ringan sekalipun dapat

mengganggu pengaturan osmose dan kesulitan pernafasan. (Nabib dan Pasaribu, 1989).



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Pada insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. mengalami perubahan gambaran patologi berupa perubahan warna, warna insang dan kulit menjadi kecoklatan dan udang terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel). Patologi anatomi pada bagian permukaan tubuh (Cephalotorax, Abdomen, kaki renang, kaki jalan, ekor) mulai nampak pada hari kelima, sedangkan untuk insang mulai nampak pada hari keempat.
2. Pada insang dan kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. mengalami perubahan gambaran histopatologi, yaitu berupa haemorrhagi dan hiperplasia.
3. Derajat infestasi *Zoothamnium* sp. yang berbeda pada kulit dan insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) memberikan gambaran histopatologi yang berbeda, kerusakan haemorrhagi dan hiperplasia pada kulit dan insang semakin berat seiring dengan meningkatnya infestasi *Zoothamnium* sp.

6.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang karakterisasi zat spesifik yang diinjeksikan oleh *Zoothamnium* sp. pada organ udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfestasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Baticados, L., E.R. Cruz-lacierda, de la Cruz, R.C. Duremdez-Fernandez, *et al.*, 1989. Disease of Penaeid Shrimps in the Philippines. Aqua culture department southeast Asian fisheries development center. hal 18 – 20.
- Chanratchakool, P., J. F. Trunbull and C. Lismuwan. 1996. Health Manajemen in Shrimp Ponds. Health Research Institute Bangkok. Thailand. Hal 50 – 53.
- Cholic, F. 1992. Penerapan Prinsip Sanitasi Dalam Pengelolaan Hatchery Udang. Proseding seminar upaya penanggulangan penyakit benur hatchery udang. Pros. Puslitbangkan/no.24/1992. dinas perikanan Dati I Jawa Timur. 12 hal.
- Dall, W., Hill, J., Rothlisberg, P.C and Staples, D.J. 1990. The Biology of Penaeidae. Advance in Marine Biology, Vol. 27. Blaxter J.H.s. and southwart A.J. Academic press. New York. USA p. 22-26
- Daniel, W. W. 1978. Statistika Non Parametrik Terapan. Alih bahasa A. T. Kuncoro. Penerbit P.T. Gramedia. Jakarta. pp. 373 hal.
- Darmono, 1991. Budidaya Udang Penaeus. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 104 hal
- Debauter, P.J and H.E. Bushe J.R. 1998. Possible Mechanis for Initiating Stalked Zooid to Teleotroch Transformation in Vorticella. Proceedy of the annual meety of the society of protozoologistis. [http:// www. Jeukmie.org/int/as/asai.html](http://www.Jeukmie.org/int/as/asai.html). 9 p.
- Dellman, G. dan Brown, J. L. 1989. Buku Teks Histologi Veteriner I. UI Press. Jakarta. 186 hal
- Depatemen pertanian. 1998. Pedoman Pelaksanaan Pengujian Keamanan Produk Bioteknologi Pertanian Hasil Rekayasa Genetic. Seri ikan badan penelitian dan pengembangan pertanian. [http://www. dept. tan/penltn/si.html](http://www.dept.tan/penltn/si.html). 6 hal.
- Dinas Kelautan dan Perikanan, 2003. Jenis Penyakit Udang Pada Budidaya Air Payau. Artikel 02/09/04. Mina diklat BPPP Belawan Medan. [http://www. dkp. net/Artkl/diklat/071.html](http://www.dkp.net/Artkl/diklat/071.html).
- Ditjen Perikanan Budidaya. 2004. Uji Teknologi Budidaya Udang Bebas Penyakit Bercak Putih. Buletin Dinas Perikanan dan Kelautan Mina Bahari Vol 02 No. 3 hal 15 – 17.

- Evan, L.H. and J.B. John. 1999. International Symposium on Lobster Health Manajemen. Prooceding 19 – 21 September 1999. Adelaide aquatic science research unit. Curtin University of Tehnologi. . [http:// www.espace.curtin.edu.au/archive/00000270/01/international symposium on rock lobster health manajemen doc.pdf](http://www.espace.curtin.edu.au/archive/00000270/01/international_symposium_on_rock_lobster_health_manajemen_doc.pdf). 27 hal.
- Fegan, D.F. Nieves, T. Flegel, S. Rossuwan, M. Waiyakaruitata. 1993. The Development of A Method for Determining the quality of post larva of *Penaeus monodon* Fab.. Asian Fisheries Society Conferences. Oktober 1993. 23 hal.
- Hidayat, T. 1992. Pengelolaan Kualitas Air Sebagai Upaya Pencegahan Timbulnya Penyakit. Makalah pertemuan teknik budaya air payau di Bangil Jawa Timur. 15 November 1992. hal 1 – 12.
- Himawan, S. 1989. Patologi. Universitas Indonesia press. Jakarta. 325 hal.
- Lightner, D.V. and Bell, T.A. 1988. Hanbook of Normal Penaeid Shrimp Histology. University of Arizona. World Aquacultur Society. USA 107 hal
- Lightner, D.V. 1989. Indonesia's Marine Shrimp Culture: Observation and recommendation Resulting From Survey of Culture Areas. Departement of Veterinary Science. University of Arizona Tucson. Arizona. p. 33-36
- Lom, J. and Dykova, I. 1992. Protozoan Parasites Of Fishes. Amsterdan-London-New york-Tokyo. p. 315
- Mahasri, G. 1996. Pengaruh Manipulasi Tingkat Aerasi dan Padat Tebar Terhadap Infestasi Parasit Protozoa Kelas Ciliata Pada Benur Udang Windu. Tesis IPB Bogor : 67 hal.
- Mahasri, G. 1998. Hubungan Infestasi Ciliata Patogen Dengan Tingkat Kematian Benih Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.). Media Kedokteran Hewan, Vol. 14, No. 6. Surabaya. Hal 122-129
- Mahasri, G. 2004. Diktat Patologi Ikan II. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga (tidak di publikasikan) 40 hal.
- Manik, R. dan K. Mintardjo. 1990. dalam : Pedoman pembenihan Udang Penaid. Direktorat jendral perikanan, Departemen Pertanian. Jakarta. Hal. 117-124.
- Martin, S. W., A.H. Mech and P. Willeborg. 1997. Veterinary Epidemiologi, primadles and method. Lowa state university press. Hal 10 – 16.
- Mujiman, A. dan Suyanto, R. 2002. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta. 213 hal.

- Murtidjo, B.A. 2003. Benih Udang windu skala kecil. Kanisius. Yogyakarta. 75 hal
- Nabib, R dan F.H, Pasaribu. 1989. Patologi dan Penyakit Ikan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. IPB. Bogor. 158 hal.
- Nash, G.L. and Lim K.W.1996. Asian Shrimp News Collected. Vol. 1989-1995. Asian shrimp culture. Bangkok. Thailand p. 193
- Nazir, M. 1999. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta 622 hal.
- Overstreet, M.R. 1973. Parasites of Some Penaeid Shrimp With Emphasis on Reared Host. Elsevier Scientific Aquaculture, 2. Amsterdam. p. 105-140
- Pylawka, S. and H.E. Bushe. J.R. 2003. Protein Synthesis and Teleotroch Formation in *Vorticella convallaria*. Journal of eukaryotic microbiology. Hal 45 – 52. [http:// www. Jeukmie.org/journal/int/as/0543.html](http://www.Jeukmie.org/journal/int/as/0543.html). 9 p.
- Radiopoetra. 1981. Zoology. Penerbit Airlangga. Jakarta. Hal 171 – 175.
- Rahardjo, M.F. 1980. ICHTYOLOGI. Institut Pertanian Bogor Departemen Biologi Perikanan. 123 hal.
- Ratnaningsih, N.W. 1988. Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Zoea 1 Sampai pasca larva udang windu pada berbagai suhu media. Skripsi. Fakultas Perikanan. Institut Peretanian Bogor. Bogor. 80 hal.
- Rosati, R. 1994. Indonesia Shrim Industry Status and Development, Executive Summary Report, Fish Heries Research And Development Project. Jakarta. Puslitbang Parlemen. 11 hal.
- Rukyani, A. 1992. Dampak Penyakit Kunang –Kunang Terhadap Produksi Benur Udang Windu dan Upaya Penanggulangannya. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. Vol. XI (2) hal. 32 – 36.
- Rukyani, A. 1996. Jenis Penyakit Udang Dan Tambak dan Cara Pengendaliannya. Makalah pertemuan aplikasi paket teknologi pertanian, tgl 9 – 11 Januari 1996 di BIP Bandung. 17 hal.
- Robin, T. dan Kumar, S. 1995. Buku ajar Patologi. Edisi 4. Bagian II. Penerbit buku Kedokteran EGC. Bandung. Hal. 1-7
- Routledge, L. M. 1978. Calcium-binding Protein in the Voricellidae spasmone. Rockfeller university press. Journal Cell biology. 7 p.
- Saleh, S 1986. Statistik Non Parametik. Edisi I. penerbit BPFE. Yogyakarta. Hal. 27-37.

- Setyorini, N., Haliman, W.R., Murdjani, M., Widajatiningrum, L., Listyorini, W.D. 2000. Histopatologi Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terinfeksi Red Gill Syndrom (RGS). <http://www.histo.project.gov/wnd.p/stb.html>. 15 hal.
- Sinderman, C.J. 1997. Ciliata Injeshahun in Discoase diagnonosSl and control in north America marine aquacultur. Elsevier. New York. P. 230.
- Sinderman, C.J. 1990. Principal Disease of Marine Fish And Shrimp. Vol. 2. Academic press. London. P. 516.
- Soetomo, Moch. H. A. 2000. Teknik Budidaya Udang windu. Sinar Baru. Algensindo. Bandung. 180 hal.
- Soegiarto, A. Toro, V. dan Kinarti, A. 1979. Udang. Proyek Penelitian Potensi Sumberdaya Ekonomi Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI. Jakarta. 244 hal.
- Soegiarto, A., Daures, M. and Charmentier, G. 1999. Impact of Cadmium on structure of gill and epipodite of shrimp *Penaeus japonicus*. Aquatic living resource. No 12 vol 1. p: 57-70.
- Spector, W.G and T.D. Spector. 1993. Pengantar Patologi Umum. Edisi ke-3, cetakan I. Terjemahan : Soetjipto, Harsono, Amelia Hana dan Pudji Astuti. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 156 hal
- Sumeru, U. S. dan S. Anna. 1992. Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*). Kanisius. Yogyakarta. 94 hal.
- Sugama, K. 2002. Status Budidaya Udang Introduksi Serta Prospek Pengembangan Dalam tambak air tawar. Majalah warta penelitian perikanan Indonesia, vol 8 no. 3. hal 19 – 22.
- Sumawidjaja. K. 1990. Penyakit Benih Udang windu (*Penaens monoda* fab). Makalah seminar hasil penelitian IPB. Bogor. 7 April 1990. 8 hal.
- Tonguthai, K. 1997. Diseases of the Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*.AAHRI Newsletter Article, Vol. 4 No. 2, December. Bangkok, Thailand p. 9 http://www.fisheries.go.th/aahari/health_new/art6.html
- Tricahyo, E. 1995. Biologi Dan Kultur Udang windu (*penaeus monodon* Fab.). Akademika pressindo. Jakarta. 128 hal.
- Utz, LRP., DW Coats and E.B Small. 2002. Induction of teleotroch formation in the rerittrich epibionts zoothamnium Spp. Journal of eukaryotic microbiology. Hal 263 – 270. <http://www.Jeukmie.org/int/as/0513.html>.
- www. digisys.net. 2004. peritechs and hydras lake Erie Avon Point Ohio. <http://www.digisi.net/lakeriekosistem/PERITECHS.html>. 8 p.

Wahyuni. 2000. Pengaruh Tanaman Anting-anting (*Acalypha indica* L.) Terhadap Gambaran Histopatologi Sekum Ayam Yang Diinfeksi Koksidiosis. Skripsi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. 56 hal

Walter. D.D. 2003. Reproduksi *Verticella*. Mescape magazine. [http:// www. Microscopy-uk.org](http://www.Microscopy-uk.org). 7 hal.

Xiaozhong Hu and Weibo Song. 2000. Description of *Zoothamnium clamidais* and Ectocomensal Pertrichous Ciliate From Cultured Scallop in Nort China [http://www. protozoology.lbtry/univ.Qingdao/002603.html](http://www.protozoology.lbtry/univ.Qingdao/002603.html). 7 hal.



Lampiran 1. Perhitungan statistik

Hasil skoring preparat histopatologi (*Haemorrhagi*) kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Derajat infestasi	Sampel	LAPANG PANDANG					Rata-rata
		I	II	III	IV	V	
Sehat	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0	0.2
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
Ringan (5-25 zoid)	1	1	1	2	1	2	1.4
	2	2	2	1	2	1	1.6
	3	1	1	2	3	1	1.6
	4	2	1	2	1	1	1.4
	5	1	1	1	1	2	1.2
	6	2	1	1	2	2	1.6
Sedang (26-50 zoid)	1	2	1	3	2	2	2
	2	1	2	1	1	2	1.4
	3	2	2	1	2	1	1.6
	4	2	1	2	2	2	1.8
	5	2	1	3	2	1	1.8
	6	2	1	2	2	2	1.8
Berat (>50 zoid)	1	3	2	2	3	2	2.4
	2	2	2	3	1	3	2.2
	3	3	2	1	2	4	2.4
	4	2	1	3	4	1	2
	5	2	4	1	2	3	2.4
	6	3	3	2	4	3	3

Lampiran 1. (Lanjutan)

Ranking Data Skoring histopatologi (*Haemorrhagi*) Kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Sampel udang	Derajat Infestasi							
	D0		DR		DS		DB	
	NS	R	NS	R	NS	R	NS	R
1	0	3	1.4	9	2	18.5	2.4	22
2	0	3	1.6	12.5	1.4	9	2.2	20
3	0	3	1.6	12.5	1.6	12.5	2.4	22
4	0.2	6	1.4	9	1.8	16	2	18.5
5	0	3	1.2	7	1.8	16	2.4	22
6	0	3	1.6	12.5	1.8	16	3	24
Jumlah	21		62.5		88		128.5	
Rata2	3.5		10.42		14.67		21.42	
R ²	441		3906.25		7744		16512.25	

Keterangan : NS = Nilai Skor
R = Rank

Nilai skor (0.0) mempunyai rank : 3

Nilai skor (0.2) mempunyai rank : 6

Nilai skor (1.2) mempunyai rank : 7

Nilai skor (1.4) mempunyai rank : 9

Nilai skor (1.6) mempunyai rank : 12.5

Nilai skor (1.8) mempunyai rank : 16

Nilai skor (2.0) mempunyai rank : 18.5

Nilai skor (2.2) mempunyai rank : 20

Nilai skor (2.4) mempunyai rank : 22

Nilai skor (3.0) mempunyai rank : 24

Kemudian menghitung H hitung dengan rumus :

$$H \text{ hit} = \frac{12}{N(N+1)} \quad K \quad \frac{RJ^2}{\sum nJ} - 3(N+1)$$

Keterangan : N = jumlah sampel keseluruhan

n = jumlah ulangan

R = jumlah nilai peringkat dalam kelompok

Maka :

$$\begin{aligned} H \text{ hit} &= \frac{12}{24(24+1)} \times \left\{ \frac{(21)^2 + (62.5)^2 + (88)^2 + (128.5)^2}{3} \right\} - 3(24+1) \\ &= 19.63 \end{aligned}$$

Karena dalam data terdapat angka kembar maka harus dilakukan koreksi terhadap hasil H hitung agar didapat hasil yang lebih besar.

Rumus yang digunakan adalah:

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{H \text{ hit}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}}$$

Dari rumus diatas harga Hhit dan nilai N telah diketahui, hanya T saja yang perlu dicari. Nilai T diperoleh dengan rumus :

$$T_i = t^3 - t \quad t = \text{banyaknya angka kembar}$$

Maka diperoleh :

$T(0.0) = 5^3 - 5 = 120$	$T(1.8) = 3^3 - 3 = 24$
$T(0.2) = 1^3 - 1 = 0$	$T(2.0) = 2^3 - 2 = 6$
$T(1.2) = 1^3 - 1 = 0$	$T(2.2) = 1^3 - 1 = 0$
$T(1.4) = 3^3 - 3 = 24$	$T(2.4) = 3^3 - 3 = 24$
$T(1.6) = 4^3 - 4 = 60$	$T(3.0) = 1^3 - 1 = 0$

$$\sum T_i = 252$$

$$\begin{aligned} H \text{ hit terkoreksi} &= \frac{19.63}{1 - \frac{252}{24^3 - 24}} \\ &= 19.99 \end{aligned}$$

Dengan diketahui harga Hhit terkoreksi = 19.99 dan derajat bebas 3 maka kita dapat menentukan tabel X^2 . Tabel X^2 0,05 (3) = 7,81. karena Hhit > tabel X^2 0,05 (3) maka berbeda nyata.

Uji Z 5 % (Haemorrhagi)

$$\text{Rumus : } (R_i - R_j) > Z \frac{\sqrt{K \{N(N^2-1)-(t^3-t)\}}}{6N(N-1)}$$

Keterangan :

R = Nilai rata-rata peringkat dalam satu kelompok perlakuan

K = banyak Derajat infestasi

N= Banyak sampel

T= Banyak angka kembar dalam satu nilai skor

Untuk tingkat kesalahan sebesar $\alpha = 0,05$ dengan K = 4 maka :

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{K(K-1)} &= \frac{0,05}{4(4-1)} = 0,0042 \\ &= 0,484 \frac{\sqrt{4 \{24(24^2-1)-(252)\}}}{6.24(24-1)} \\ &= 1,9577 \end{aligned}$$

Tabel Z (Haemorrhagi)

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	21.42 ^a	17.92*	11*	7*	1.9577
DS	14.67 ^b	11.17*	4.25*		
DR	10.42 ^c	6.92*			
DN	3.5 ^d				

Keterangan :

- DB : Udang terserang dengan derajat Infestasi berat
- DS : Udang terserang dengan derajat Infestasi sedang
- DR : Udang terserang dengan derajat Infestasi ringan
- DN : Udang sehat atau normal
- (X) : Nilai rata-rata skoring

Lampiran 1. (Lanjutan)

Hasil skoring preparat histopatologi (*Hiperplasia*) kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Derajat infestasi	Sampel	LAPANG PANDANG					Rata-rata
		I	II	III	IV	V	
Sehat	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
Ringan (5-25 zooid)	1	2	2	1	1	2	1.6
	2	1	1	2	1	2	1.4
	3	1	2	1	2	1	1.4
	4	2	2	2	2	1	1.8
	5	2	2	1	1	1	1.4
	6	2	1	1	1	1	1.2
Sedang (26-50 zooid)	1	2	2	3	2	1	2
	2	3	2	1	2	1	1.8
	3	1	2	2	2	1	1.6
	4	1	3	2	1	1	1.6
	5	3	2	3	2	1	2.2
	6	2	1	1	2	3	1.8
Berat (>50 zooid)	1	3	3	2	2	2	2.4
	2	2	3	1	2	2	2
	3	3	4	2	1	3	2.6
	4	2	4	3	2	3	2.8
	5	2	3	2	2	1	2
	6	2	2	3	2	2	2.2

Lampiran 1. (Lanjutan)**Ranking Data Skoring histopatologi (*Hiperplasia*) Kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.**

Sampel udang	Derajat Infestasi							
	D0		DR		DS		DB	
	NS	R	NS	R	NS	R	NS	R
1	0	3.5	1.6	12	2	18	2.4	22
2	0	3.5	1.4	9	1.8	15	2	18
3	0	3.5	1.4	9	1.6	12	2.6	23
4	0	3.5	1.8	15	1.6	12	2.8	24
5	0	3.5	1.4	9	2.2	20.5	2	18
6	0	3.5	1.2	7	1.8	15	2.2	20.5
Jumlah	21		61		92.5		125.5	
Rata2	3.5		10.17		15.42		20.92	
R ²	441		3721		8556.25		1575.25	

Keterangan : NS = Nilai Skor

R = Rank

Nilai skor (0.0) mempunyai rank : 3.5

Nilai skor (1.2) mempunyai rank : 7

Nilai skor (1.4) mempunyai rank : 9

Nilai skor (1.6) mempunyai rank : 12

Nilai skor (1.8) mempunyai rank : 15

Nilai skor (2.0) mempunyai rank : 18

Nilai skor (2.2) mempunyai rank : 20.5

Nilai skor (2.4) mempunyai rank : 22

Nilai skor (2.6) mempunyai rank : 23

Nilai skor (2.8) mempunyai rank : 24

Kemudian menghitung H hitung dengan rumus :

$$H \text{ hit} = \frac{12}{N(N+1)} \quad K \quad \frac{RJ^2}{\sum nJ} - 3(N+1)$$

Keterangan : N = jumlah sampel keseluruhan

n = jumlah ulangan

R = jumlah nilai peringkat dalam kelompok

Maka :

$$\begin{aligned} H \text{ hit} &= \frac{12}{24(24+1)} \times \left\{ \frac{(21)^2 + (61)^2 + (92.5)^2 + (125.5)^2}{3} \right\} - 3(24+1) \\ &= 19.895 \end{aligned}$$

Karena dalam data terdapat angka kembar maka harus dilakukan koreksi terhadap hasil H hitung agar didapat hasil yang lebih besar.

Rumus yang digunakan adalah:

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{H \text{ hit}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}}$$

Dari rumus diatas harga Hhit dan nilai N telah diketahui, hanya T saja yang perlu dicari. Nilai T diperoleh dengan rumus :

$$T_i = t^3 - t \quad t = \text{banyaknya angka kembar}$$

Maka diperoleh :

$T(0.0) = 6^3 - 6 = 210$	$T(1.8) = 3^3 - 3 = 24$
$T(0.2) = 1^3 - 1 = 0$	$T(2.0) = 2^3 - 2 = 6$
$T(1.2) = 3^3 - 3 = 24$	$T(2.2) = 1^3 - 1 = 0$
$T(1.4) = 3^3 - 3 = 24$	$T(2.4) = 1^3 - 1 = 0$
$T(1.6) = 3^3 - 3 = 24$	$T(3.0) = 1^3 - 1 = 0$

$$\sum T_i = 312$$

$$\begin{aligned} H \text{ hit terkoreksi} &= \frac{15.87}{1 - \frac{312}{24^3 - 24}} \\ &= 20.36 \end{aligned}$$

Dengan diketahui harga Hhit terkoreksi = 20.36 dan derajat bebas 3 maka kita dapat menentukan tabel X^2 . Tabel $X^2_{0,05}(3) = 7,81$. karena $H \text{ hit} > \text{tabel } X^2_{0,05}(3)$ maka berbeda nyata.

Uji Z 5 % (Hiperplasia)

$$\text{Rumus : } (R_i - R_j) > Z \sqrt{\frac{K \{N(N^2-1) - (t^3-t)\}}{6N(N-1)}}$$

Keterangan :

R = Nilai rata-rata peringkat dalam satu kelompok perlakuan

K = banyak Derajat infestasi

N= Banyak sampel

T= Banyak angka kembar dalam satu nilai skor

Untuk tingkat kesalahan sebesar $\alpha = 0,05$ dengan $K = 4$ maka :

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{K(K-1)} &= \frac{0,05}{4(4-1)} = 0,0042 \\ &= 0,484 \sqrt{\frac{4 \{24(24^2-1) - (312)\}}{6.24(24-1)}} \\ &= 1,9703 \end{aligned}$$

Tabel Z (Hiperplasia)

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	20.92 ^a	17.42*	10.75*	5.5*	1.9703
DS	15.42 ^b	11.92*	5.25*		
DR	10.17 ^c	6.67*			
DN	3.5 ^d				

Keterangan :

- DB : Udang terserang dengan derajat Infestasi berat
- DS : Udang terserang dengan derajat Infestasi sedang
- DR : Udang terserang dengan derajat Infestasi ringan
- DN : Udang sehat atau normal
- (X) : Nilai rata-rata skoring

Lampiran 1. (Lanjutan)

Penghitungan Standart Deviasi (SD) dan persentase Kerusakan Histopatologi kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.tiap derajat infestasi

Haemorrhagi

Perlakuan	NS	$(X_1 - X)$	$(X_1 - X)^2$	SD
DN	0	0.03	0.0009	
X= 0.03	0	0.03	0.0009	
	0	0.03	0.0009	
	0.2	0.17	0.0289	
	0	0.03	0.0009	
	0	0.03	0.0009	
Jumlah			$\frac{0.0334}{6} = 0.01$	$\sqrt{0.01} = 0.1$
DR	1.4	0.07	0.0049	
X= 1.47	1.6	0.13	0.017	
	1.6	0.13	0.0049	
	1.4	0.07	0.0049	
	1.2	0.27	0.0729	
	1.6	0.13	0.017	
Jumlah			$\frac{0.1386}{6} = 0.0231$	$\sqrt{0.0231} = 0.15$
DS	2	0.36	0.3969	
X = 1.37	1.4	0.03	0.0009	
	1.6	0.23	0.053	
	1.8	0.43	0.185	
	1.8	0.43	0.185	
	1.8	0.43	0.185	
Jumlah			$\frac{0.0058}{6} = 0.168$	$\sqrt{0.168} = 0.41$
DB	2.4	0	0	
X = 2.4	2.2	0.2	0.04	
	2.4	0	0	
	2	0.4	0.16	
	2.4	0	0	
	3	0.6	0.36	
Jumlah			$\frac{0.56}{6} = 0.093$	$\sqrt{0.093} = 0.30$

NS = Nilai skoring

X = Rata-rata skoring tiap perlakuan

X_1 = Nilai skoring rata-rata tiap ulangan tiap perlakuan

Lampiran 1. (Lanjutan)**Hiperplasia**

Perlakuan	NS	$(X_i - X)$	$(X_i - X)^2$	SD
DN	0	0	0	
$\bar{Y} = 0$	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
Jumlah			$\frac{0}{6} = 0$	$\sqrt{0} = 0$
DR	1.6	0.13	0.0169	
$\bar{X} = 1.47$	1.4	0.07	0.0049	
	1.4	0.07	0.0049	
	1.8	0.33	0.1089	
	1.4	0.07	0.0049	
	1.2	0.27	0.0729	
Jumlah			$\frac{0.2134}{6} = 0.036$	$\sqrt{0.036} = 0.19$
DS	2	0.17	0.0289	
$\bar{X} = 1.83$	1.8	0.03	0.0009	
	1.6	0.23	0.0529	
	1.6	0.23	0.0529	
	2.2	0.37	0.1369	
	1.8	0.03	0.0009	
Jumlah			$\frac{0.2734}{6} = 0.046$	$\sqrt{0.046} = 0.21$
DB	2.4	0.07	0.0049	
$\bar{X} = 2.33$	2	0.33	0.1089	
	2.6	0.27	0.0729	
	2.8	0.47	0.2209	
	2	0.33	0.1089	
	2.2	0.13	0.0009	
Jumlah			$\frac{0.5334}{6} = 0.089$	$\sqrt{0.089} = 0.29$

NS = Nilai skoring

X = Rata-rata skoring tiap perlakuan

X_i = Nilai skoring rata-rata tiap ulangan tiap perlakuan

Lampiran 1. (Lanjutan)**Persentase (%) Kerusakan Histopatologi kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.tiap derajat infestasi**

Kerusakan total (100 %) = U x (n) LP x skor maks

Dimana : U = banyaknya ulangan

(n) LP = banyaknya ulangan lapangan pandang

skor maks = 3

maka, kerusakan total = $6 \times 5 \times 4 = 120$, rata-rata kerusakan = $120/3 = 40$

A. Haemorrhagi

DN : $0.2/40 \times 100 \% = 0.5 \%$

DR : $8.8/40 \times 100 \% = 22 \%$

DS : $10.4/40 \times 100 \% = 26 \%$

DB : $14.4/40 \times 100 \% = 36 \%$

B. Hiperplasi

DN : $0/40 \times 100 \% = 0 \%$

DR : $8.8/40 \times 100 \% = 22 \%$

DS : $11/40 \times 100 \% = 27.5 \%$

DB : $14/40 \times 100 \% = 35 \%$

Lampiran 1. (Lanjutan)

Hasil skoring preparat histopatologi insang (*Haemorrhagi*) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Derajat infestasi	Sampel	LAPANG PANDANG					Rata-rata
		I	II	III	IV	V	
Sehat (0)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
Ringan (5-25)	1	2	3	2	2	2	2.2
	2	2	2	2	1	2	1.8
	3	3	2	1	1	2	1.8
	4	2	2	2	2	1	1.8
	5	2	2	1	2	1	1.6
	6	3	3	1	1	1	1.8
Sedang (26-50)	1	3	3	4	2	2	2.8
	2	3	2	3	3	3	2.8
	3	4	3	4	2	2	3.2
	4	2	2	3	2	2	2.2
	5	2	2	3	2	2	2.2
	6	2	2	4	2	2	2.4
Berat (>50)	1	3	3	4	4	2	3.2
	2	4	3	3	3	2	3
	3	3	3	2	3	3	2.8
	4	4	2	4	2	2	2.8
	5	3	3	4	2	2	2.8
	6	3	2	2	2	2	2.2

Lampiran 1. (Lanjutan)**Ranking Data Skoring histopatologi Haemorrhagi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.**

Sampel udang	Derajat Infestasi							
	D0		DR		DS		DB	
	NS	R	NS	R	NS	R	NS	R
1	0	3	2.2	13.5	2.8	19	3.2	22.5
2	0	3	1.8	9.5	2.8	19	3	22
3	0	3	1.8	9.5	3.2	23.5	2.8	19
4	0	3	1.8	9.5	2.2	13.5	2.8	19
5	0	3	1.6	7	2.2	13.5	2.8	19
6	0	3	1.8	9.5	2.4	16	2.2	13.5
Jumlah	21		58.5		104.5		116	
Rata2	3.5		9.75		17.42		19.33	
R ²	441		2422.25		10920.25		13456	

Keterangan : NS = Nilai Skor

R = Rank

Nilai skor (0.0) mempunyai rank : 3.5

Nilai skor (1.6) mempunyai rank : 7

Nilai skor (1.8) mempunyai rank : 9.5

Nilai skor (2.2) mempunyai rank : 13.5

Nilai skor (2.4) mempunyai rank : 1116

Nilai skor (2.8) mempunyai rank : 19

Nilai skor (3.0) mempunyai rank : 22

Nilai skor (3.2) mempunyai rank : 23.5

Kemudian menghitung H hitung dengan rumus :

$$H \text{ hit} = \frac{12}{N(N+1)} \sum K \frac{R_j^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Keterangan : N = jumlah sampel keseluruhan

n = jumlah ulangan

R = jumlah nilai peringkat dalam kelompok

Maka :

$$\begin{aligned} H \text{ hit} &= \frac{12}{24(24+1)} \times \left\{ \frac{(21)^2 + (58)^2 + (104.5)^2 + (116)^2}{3} \right\} - 3(24+1) \\ &= 19.132 \end{aligned}$$

Karena dalam data terdapat angka kembar maka harus dilakukan koreksi terhadap hasil H hitung agar didapat hasil yang lebih besar.

Rumus yang digunakan adalah:

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{H \text{ hit}}{1 - \frac{T}{N^2 - N}}$$

Dari rumus diatas harga Hhit dan nilai N telah diketahui, hanya T saja yang perlu dicari. Nilai T diperoleh dengan rumus :

$$T_i = t^3 - t \quad t = \text{banyaknya angka kembar}$$

Maka diperoleh :

$$T(0.0) = 6^3 - 6 = 210$$

$$T(3.0) = 1^3 - 1 = 0$$

$$T(1.6) = 1^3 - 1 = 0$$

$$T(3.2) = 2^3 - 2 = 6$$

$$T(2.2) = 4^3 - 4 = 60$$

$$T(2.4) = 1^3 - 1 = 0$$

$$T(2.8) = 5^3 - 5 = 120$$

$$\sum T_i = 396$$

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{19.132}{1 - \frac{396}{24^3 - 24}}$$

$$= 20.95$$

Dengan diketahui harga Hhit terkoreksi = 20.95 dan derajat bebas 3 maka kita dapat menentukan tabel X^2 . Tabel X^2 0,05 (3) = 7,81. karena Hhit > tabel X^2 0,05 (3) maka berbeda nyata.

Uji Z 5 % (Haemorrhagi)

$$\text{Rumus : } (R_i - R_j) > Z \sqrt{\frac{K \{N(N^2 - 1) - (t^3 - t)\}}{6N(N-1)}}$$

Keterangan :

R = Nilai rata-rata peringkat dalam satu kelompok perlakuan

K = banyak Derajat infestasi

N = Banyak sampel

T = Banyak angka kembar dalam satu nilai skor

Untuk tingkat kesalahan sebesar $\alpha = 0,05$ dengan $K = 4$ maka :

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{K(K-1)} &= \frac{0,05}{4(4-1)} = 0,0042 \\ &= 0,484 \sqrt{\frac{4 \{24(24^2 - 1) - (396)\}}{6.24(24-1)}} \\ &= 1,9689 \end{aligned}$$

Tabel Z (Haemorrhagi)

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	19.33 ^a	15.83*	9.58*	1.91	1.9689
DS	17.42 ^a	13.92*	7.67*		
DR	9.75 ^b	6.25*			
DN	3.5 ^c				

Keterangan :

DB : Udang terserang dengan derajat Infestasi berat

DS : Udang terserang dengan derajat Infestasi sedang

DR : Udang terserang dengan derajat Infestasi ringan

DN : Udang sehat atau normal

(X) : Nilai rata-rata skoring

Lampiran 1. (Lanjutan)

Hasil skoring preparat histopatologi insang (*Hiperplasia*) udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Derajat infestasi	Sampel	LAPANG PANDANG					Rata-rata
		I	II	III	IV	V	
Sehat (0)	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	0	0	0.2
	4	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
Ringan (5-25)	1	2	2	2	1	2	1.8
	2	2	1	3	2	1	1.8
	3	2	1	2	2	2	1.8
	4	2	2	2	2	2	2
	5	2	2	1	1	1	1.4
	6	2	2	1	2	1	1.6
Sedang (26-50)	1	3	3	2	3	2	2.6
	2	3	2	3	3	3	2.8
	3	4	2	2	3	2	2.6
	4	3	2	2	3	2	2.4
	5	2	3	3	2	2	2.4
	6	4	3	2	3	3	3
Berat (>50)	1	3	4	4	2	3	3.2
	2	3	4	2	3	3	3
	3	3	3	3	3	3	3
	4	3	3	2	3	2	2.8
	5	4	4	2	2	2	2.8
	6	2	2	3	3	3	2.6

Lampiran 1. (Lanjutan)**Ranking Data Skoring histopatologi (*Hiperplasia*) insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.**

Sampel udang	Derajat Infestasi							
	D0		DR		DS		DB	
	NS	R	NS	R	NS	R	NS	R
1	0	3	1.8	10	2.6	16	3.2	24
2	0	3	1.8	10	2.8	19	3	22
3	0.2	6	1.8	10	2.6	16	3	22
4	0	3	2	12	2.4	13.5	2.8	19
5	0	3	1.4	7	2.4	13.5	2.8	19
6	0	3	1.6	8	3	22	2.6	16
Jumlah	21		57		100		122	
Rata2	3.5		9.5		16.67		20.33	
R ²	441		32.49		10000		14884	

Keterangan : NS = Nilai Skor

R = Rank

Nilai skor (0.0) mempunyai rank : 3

Nilai skor (0.2) mempunyai rank : 6

Nilai skor (1.4) mempunyai rank : 7

Nilai skor (1.6) mempunyai rank : 8

Nilai skor (1.8) mempunyai rank : 10

Nilai skor (2.0) mempunyai rank : 12

Nilai skor (2.4) mempunyai rank : 13.5

Nilai skor (2.6) mempunyai rank : 16

Nilai skor (2.8) mempunyai rank : 19

Nilai skor (3.0) mempunyai rank : 22

Nilai skor (3.2) mempunyai rank : 24

Kemudian menghitung H hitung dengan rumus :

$$H \text{ hit} = \frac{12}{N(N+1)} \quad K \quad \frac{RJ^2}{\sum nJ} - 3(N+1)$$

Keterangan : N = jumlah sampel keseluruhan
 n = jumlah ulangan
 R = jumlah nilai peringkat dalam kelompok

Maka :

$$H \text{ hit} = \frac{12}{24(24+1)} \times \left\{ \frac{(21)^2 + (57)^2 + (100)^2 + (122)^2}{3} \right\} - 3(24+1)$$

$$= 20.25$$

Karena dalam data terdapat angka kembar maka harus dilakukan koreksi terhadap hasil H hitung agar didapat hasil yang lebih besar.

Rumus yang digunakan adalah:

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{H \text{ hit}}{1 - \frac{T}{N^3 - N}}$$

Dari rumus diatas harga Hhit dan nilai N telah diketahui, hanya T saja yang perlu dicari. Nilai T diperoleh dengan rumus :

$$T_i = t^3 - t \quad t = \text{banyaknya angka kembar}$$

Maka diperoleh :

$T(0.0) = 5^3 - 5 = 120$	$T(2.4) = 2^3 - 2 = 6$
$T(0.2) = 1^3 - 1 = 0$	$T(2.6) = 3^3 - 3 = 24$
$T(1.4) = 1^3 - 1 = 0$	$T(2.8) = 3^3 - 3 = 24$
$T(1.6) = 1^3 - 1 = 0$	$T(3.0) = 3^3 - 3 = 24$
$T(1.8) = 3^3 - 3 = 24$	$T(3.2) = 1^3 - 1 = 0$
$T(2.0) = 1^3 - 1 = 0$	

$$\sum T_i = 222$$

$$H \text{ hit terkoreksi} = \frac{20.25}{1 - \frac{222}{24^3 - 24}} = 20.58$$

Dengan diketahui harga H_{hit} terkoreksi = 20.58 dan derajat bebas 3 maka kita dapat menentukan tabel X^2 . Tabel X^2 0,05 (3) = 7,81. karena $H_{hit} >$ tabel X^2 0,05 (3) maka berbeda nyata.

Uji Z 5 % (Hiperplasia)

$$\text{Rumus : } (R_i - R_j) > Z \sqrt{\frac{K \{N(N^2 - 1) - (t^3 - t)\}}{6N(N-1)}}$$

Keterangan :

R = Nilai rata-rata peringkat dalam satu kelompok perlakuan

K = banyak Derajat infestasi

N = Banyak sampel

T = Banyak angka kembar dalam satu nilai skor

Untuk tingkat kesalahan sebesar $\alpha = 0,05$ dengan $K = 4$ maka :

$$\begin{aligned} \frac{\alpha}{K(K-1)} &= \frac{0,05}{4(4-1)} = 0,0042 \\ &= 0,484 \sqrt{\frac{4 \{24(24^2 - 1) - (222)\}}{6.24(24-1)}} \\ &= 1,9719 \end{aligned}$$

Tabel Z (Hiperplasia)

Perlakuan	Rata2 (x)	Beda			Uji Z 0.05
		(X - DN)	(X - DR)	(X - DS)	
DB	20.33 ^a	16.83*	10.83*	3.66*	1.9719
DS	16.67 ^b	13.17*	7.17*		
DR	9.5 ^c	6*			
DN	3.5 ^d				

Keterangan :

- DB : Udang terserang dengan derajat Infestasi berat
- DS : Udang terserang dengan derajat Infestasi sedang
- DR : Udang terserang dengan derajat Infestasi ringan
- DN : Udang sehat atau normal
- (X) : Nilai rata-rata skoring

Lampiran 1. (Lanjutan)

Penghitungan Standart Deviasi (SD) dan persentase Kerusakan Histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp. tiap derajat infestasi

Haemorrhagi

Perlakuan	NS	$(X_1 - X)$	$(X_1 - X)^2$	SD
DN	0	0	0	
X= 0	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
	0	0	0	
Jumlah			$\frac{0}{6} = 0$	$\sqrt{0} = 0$
DR	2.2	0.37	0.1369	
X= 1.83	1.8	0.03	0.0009	
	1.8	0.03	0.0009	
	1.8	0.03	0.0009	
	1.6	0.23	0.0529	
	1.8	0.03	0.0009	
Jumlah			$\frac{0.1934}{6} = 0.032$	$\sqrt{0.032} = 0.18$
DS	2.8	0.2	0.04	
X = 2.6	2.8	0.2	0.04	
	3.2	0.6	0.36	
	2.2	0.4	0.16	
	2.2	0.4	0.16	
	2.4	0.2	0.04	
Jumlah			$\frac{0.8}{6} = 0.13$	$\sqrt{0.13} = 0.36$
DB	3.2	0.4	0.16	
X = 2.8	3	0.2	0.04	
	2.8	0	0	
	2.8	0	0	
	2.8	0	0	
	2.2	0.6	0.36	
Jumlah			$\frac{0.56}{6} = 0.0933$	$\sqrt{0.0933} = 0.31$

NS = Nilai skoring

X = Rata-rata skoring tiap perlakuan

X_1 = Nilai skoring rata-rata tiap ulangan tiap perlakuan

Lampiran 1. (Lanjutan)**Hiperplasia**

Perlakuan	NS	$(X_1 - X)$	$(X_1 - X)^2$	SD
DN	0	0.03	0.0009	
X= 0.03	0	0.03	0.0009	
	0.2	0.17	0.0289	
	0	0.13	0.0009	
	0	0.03	0.0009	
	0	0.03	0.0009	
Jumlah			$\frac{0.0334}{6} = 0.01$	$\sqrt{0.01} = 0.1$
DR	1.8	0.07	0.0049	
X= 1.73	1.8	0.07	0.0049	
	1.8	0.07	0.0049	
	2	0.27	0.0729	
	1.4	0.33	0.1089	
	1.6	0.13	0.0170	
Jumlah			$\frac{0.8696}{6} = 0.145$	$\sqrt{0.145} = 0.38$
DS	2.6	0.03	0.0009	
X = 2.63	2.8	0.17	0.0289	
	2.6	0.03	0.0009	
	2.4	0.23	0.0530	
	2.4	0.23	0.0530	
	3	0.37	0.1369	
Jumlah			$\frac{0.2736}{6} = 0.045$	$\sqrt{0.045} = 0.21$
DB	3.2	0.3	0.09	
X = 2.9	3	0.1	0.01	
	3	0.1	0.01	
	2.8	0.1	0.01	
	2.8	0.1	0.01	
	2.6	0.3	0.09	
Jumlah			$\frac{0.22}{6} = 0.367$	$\sqrt{0.367} = 0.61$

NS = Nilai skoring

X = Rata-rata skoring tiap perlakuan

X_1 = Nilai skoring rata-rata tiap ulangan tiap perlakuan

Lampiran 1. (Lanjutan)**Persentase (%) Kerusakan Histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.tiap derajat infestasi**

Kerusakan total (100 %) = $U \times (n) \text{ LP} \times \text{skor maks}$

Dimana : U = banyaknya ulangan

(n) LP = banyaknya ulangan lapangan pandang

skor maks = 3

maka, kerusakan total = $6 \times 5 \times 4 = 120$, rata-rata kerusakan = $120/3 = 40$

A. Haemorrhagi

$$\text{DN} : 0/40 \times 100 \% = 0 \%$$

$$\text{DR} : 11/40 \times 100 \% = 27.5 \%$$

$$\text{DS} : 15.6/40 \times 100 \% = 39 \%$$

$$\text{DB} : 16.8/40 \times 100 \% = 42 \%$$

B. Hiperplasia

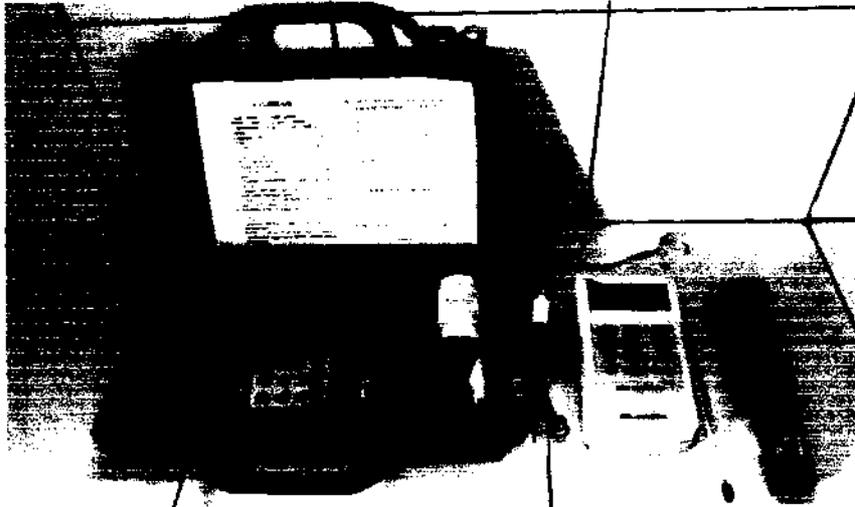
$$\text{DN} : 0.2/40 \times 100 \% = 0.5 \%$$

$$\text{DR} : 10.4/40 \times 100 \% = 26 \%$$

$$\text{DS} : 15.8/40 \times 100 \% = 39.5 \%$$

$$\text{DB} : 17.4/40 \times 100 \% = 43.5 \%$$

Lampiran 2. Peralatan dan bahan penelitian



Gambar 23. Peralatan pengukur kualitas air

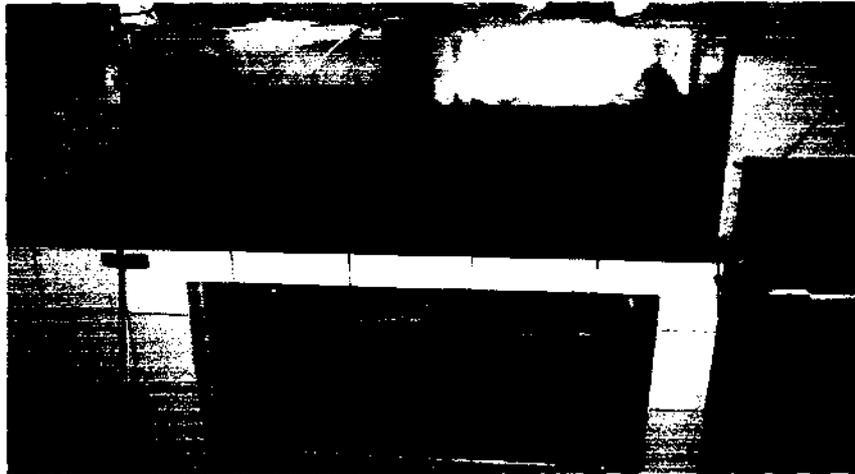


Gambar 24. Botol salep tempat sampel udang

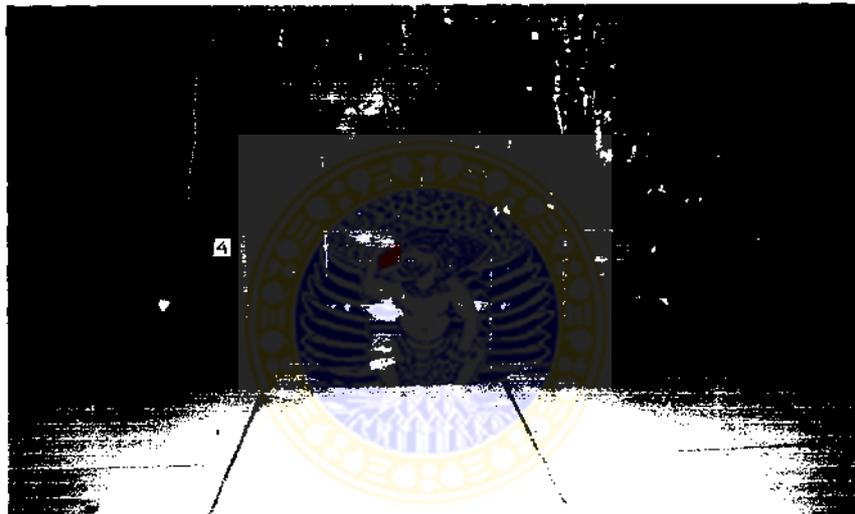


Gambar 25. Preparat histopatologi

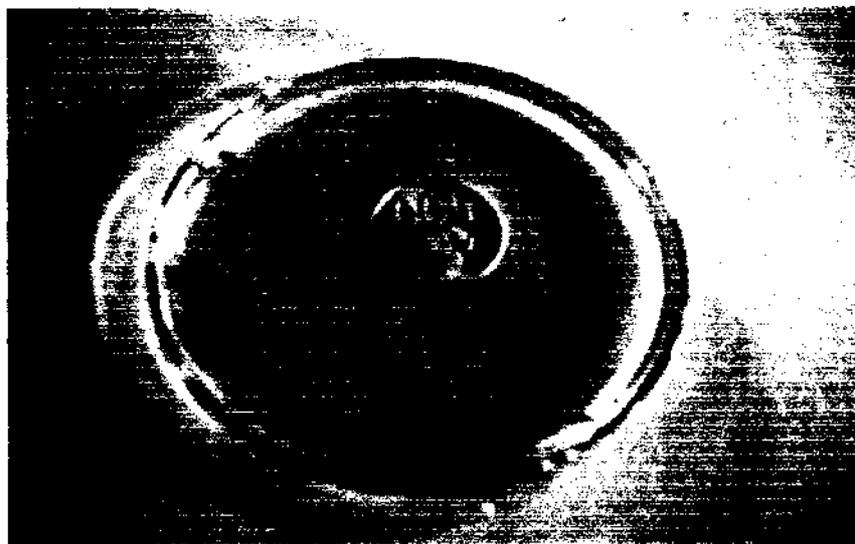
Lampiran 2. (Lanjutan)



Gambar 26. Akuarium pemeliharaan stock udang



Gambar 27. Akuarium kultivasi *Zoothamnium* sp.



Gambar 28. Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) Post larva₃₀

Lampiran 3. Data pemeriksaan dan Gejala klinis udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang terserang *Zoothamnium* sp.

Tabel 5. Data Rata pemeriksaan infestasi *Zoothamnium* sp. dan *Vorticella* sp

Hari /Tgl	Infestasi <i>Zoothamnium</i> sp. dan <i>Vorticella</i> sp				Mati	Keterangan		
	Organ inang	Spesies Parasit	zooid	Sampel udang				
				+			-	Infs (%)
I	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	5	7	3	70	-	Dari 10 sampel, 3 sampel negatif. 1 udang yang negatif lunak dan bening (habis molting), 2 udang normal
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	11					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	11					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	3					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	2					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	9					
II	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	9	9	1	90	-	Dari 10 sampel, 1 sampel negatif. udang yang negatif lunak dan bening (habis molting)
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	22					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	21					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	8					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	6					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	17					
III	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	12	10	-	100	-	
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	27					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	22					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	10					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	9					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	20					
IV	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	21	10	-	100	17	Udang yang mati 17 ekor positif <i>Zoothamnium</i> sp.
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	32					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	32					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	18					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	17					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	28					
V	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	32	8	2	80	53	Dari 10 sampel, 2 sampel negatif. 2 udang yang negatif lunak dan bening (habis molting) Udang yang mati 53 ekor positif <i>Zoothamnium</i> sp.
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	44					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	43					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	30					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	27					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	41					
VI	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	66	10	-	100	83	Udang yang mati 83 ekor positif <i>Zoothamnium</i> sp.
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	76					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	68					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	62					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	59					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	62					
VII	Cephalotorax	<i>Zoothamnium</i> sp	100	10	-	100	113	Udang yang mati 113 ekor (110 udang yang meninggal positif dan 3 udang negatif <i>Zoothamnium</i> sp. habis molting)
	Abdomen	<i>Zoothamnium</i> sp	112					
	Kaki renang	<i>Zoothamnium</i> sp	11					
	Kaki jalan	<i>Zoothamnium</i> sp	90					
	ekor	<i>Zoothamnium</i> sp	92					
	Insang	<i>Zoothamnium</i> sp	99					

Lampiran 3. (Lanjutan)**Gejala klinis Udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) Yang Terinfeksi *Zoothamnium* sp**

Hari	Gejala klinis
I	<ul style="list-style-type: none"> • Belum terlihat perubahan
II	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 20 % • Benur agak lemas mudah ditangkap dengan tangan
III	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 30 % • Benur agak lemas mudah ditangkap dengan tangan • Nafsu makan turun (usus tidak penuh)
IV	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 50 % • Benur agak lemas mudah ditangkap dengan tangan • Nafsu makan turun (usus tidak penuh) • Udang menggerombol pada aerasi
V	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 60 % • Benur agak lemas mudah ditangkap dengan tangan • Nafsu makan turun (usus tidak penuh) • Udang menggerombol pada aerasi • Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel) pada kaki renang, warna udang coklat
VI	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 70 % • Benur lemas mudah ditangkap dengan tangan dan terlihat malas bergerak hanya menempel pada substrat dekat aerasi • Nafsu makan turun (usus tidak penuh) • Udang menggerombol pada aerasi • Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel) pada kaki renang, abdomen dan cephalothorax, warna udang coklat
VII	<ul style="list-style-type: none"> • Benur tidak aktif terhadap ransangan sekitar 90 % • Benur lemas mudah ditangkap dengan tangan dan terlihat malas bergerak hanya menempel pada substrat dekat aerasi • Nafsu makan turun (usus tidak penuh) • Udang menggerombol pada aerasi • Udang mulai terlihat kotor (seperti ada kapas coklat yang menempel) pada kaki renang, abdomen dan cephalothorax, warna udang coklat

Lampiran 4. Perubahan histopatologi kulit dan insang udang windu (*Penaeus monodon* sp.)



Gambar 29. Histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami haemorrhagi (H&E)



Gambar 30. Histopatologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami hiperplasia (H&E)



Gambar 31. Histologi insang udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) normal (a) Lamella primer (putih) (b) lamella sekunder (hitam) (H&E)



Gambar 32. Histopatologi kulit udang windu (*Penaeus monodon* Fab.) yang mengalami hiperplasia (H&E)

Lampiran 5. Prosedur Pembuatan Preparat Histopatologi

Prosedur pembuatan preparat histopatologi :

a. Fiksasi dan Pencucian

Tujuan :

1. Mencegah terjadinya degenerasi post mortem.
2. Mematikan kuman atau bakteri.
3. Meningkatkan afinitas jaringan terhadap bermacam-macam zat warna.
4. Menjadikan jaringan lebih keras sehingga mengawetkan bentuk yang sebenarnya dan agar mudah dipotong.
5. Meningkatkan indeks refraksi berbagai komponen jaringan.

Reagen larutan Davidson's:

- 330 ml 95 % ethanol
- 220 ml 100 % formalin (37 % formaldehyde)
- 115 ml glacial acetic acid
- 335 ml air destilasi
- Dicampur dan disimpan pada suhu ruangan

Cara kerja :

1. Ujung yang positif dilakukan seksi.
2. Kemudian masing-masing organ diambil dan dimasukkan ke dalam larutan Davidson's sekurang-kurangnya selama 24 jam.
3. Dilakukan pencucian dengan menggunakan air kran.

b. Dehidrasi dan Clearing

Tujuan :

1. Menarik air dari jaringan.

2. Membersihkan dan menjernihkan jaringan.

Cara kerja : Organ yang telah dicuci dengan air dimasukkan ke dalam reagen dengan urutan alkohol 70%, 80%, 90%, 96%, alkohol absolut I, alkohol absolut II masing-masing 30 menit, kemudian dimasukkan ke dalam clearing agen yaitu xylol.

c. Impregnasi

Tujuan : Menginfiltrasi jaringan dengan parafin, parafin akan menembus ruang antar sel dan bagian dalam sel sehingga jaringan akan lebih tahan terhadap pemotongan.

Cara kerja :

1. Organ dimasukkan dalam parafin I yang masih cair.
2. Organ dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 55-56⁰C selama 30 menit.
3. Organ dipindahkan ke parafin II yang masih cair.
4. Organ dipindahkan dalam inkubator dengan suhu 60⁰C selama 30 menit.

d. Embedding

Tujuan : Agar jaringan mudah dipotong.

Cara kerja :

1. Menyiapkan beberapa cetakan besi yang diolesi dengan gliserin agar parafin tidak melekat pada besi.
2. Cetakan besi diisi parafin cair
3. Organ dimasukkan ke dalam cetakan, tunggu sampai parafin membeku atau mengeras.

e. Sectioning

Tujuan : untuk memotong jaringan setipis mungkin agar mudah dilihat di bawah mikroskop.

Cara kerja :

1. Blok parafin yang telah mengeras diiris dengan mikrotom dengan ketebalan 4-7 mm.
2. Hasil irisan dicelupkan ke dalam air hangat dengan suhu 42-45⁰c sampai jaringan mengembang dengan baik.
3. Mengolesi gelas obyek dengan layer albumin.
4. Mencetak jaringan pada gelas obyek.
5. kemudian dikeringkan di atas hot plate.

f. Pengecatan

Tujuan : untuk meningkatkan kontras alamiah yang sudah ada untuk menunjukkan sel, komponen jaringan dan bahan ekstrinsik yang akan diteliti.

Cara kerja :

1. Jaringan yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam xylol I selama 3 menit.
2. Jaringan dimasukkan ke dalam xylol II selama 1 menit.
3. Jaringan dimasukkan berturut-turut alkohol absolut I, II, alkohol 96%, 90%, 80%, 70% dan air kran selama 1 menit.
4. Jaringan dimasukkan ke dalam zat warna Harris selama 5 - 10 menit.
5. Jaringan dimasukkan dalam air kran selama 5 menit.
6. Jaringan dicelupkan dalam alkohol asam sebanyak 3 - 10 kali celupan.

7. Jaringan dicelupkan kedalam air kran sebanyak 4 kali celupan.
8. Jaringan dimasukkan dalam air kran selama 10 menit.
9. Jaringan dimasukkan dalam aquades selama 5 menit.
10. Jaringan di masukkan secara berturut-turut dalam alkohol 70%, 80%,90%,96%, alkohol absolut I dan II masing-masing 0,5 menit.
11. Jaringan dimasukkan kedalam xylo I dan II masing-masing 2 menit.
12. Membersihkan jaringan dari sisa- sisa pewarnaan.

g. Mounting

Mounting adalah proses penutupan objek glass dengan cover glass yang sebelumnya telah ditetesi dengan canada balsem.



Lampiran 6. Uji multiple regression

MULTIPLE REGRESSION**Descriptive Statistics**

	Mean	Std. Deviation	N
Mortalitas	38.0000	45.9130	7
Hari	4.0000	2.1602	7
Jumlah Zoid	230.8571	204.9215	7

Correlations

		Mortalitas	Hari	Jumlah Zoid
Pearson Correlation	Mortalitas	1.000	.938	.973
	Hari	.938	1.000	.925
	Jumlah Zoid	.973	.925	1.000
Sig. (1-tailed)	Mortalitas	.	.001	.000
	Hari	.001	.	.001
	Jumlah Zoid	.000	.001	.
N	Mortalitas	7	7	7
	Hari	7	7	7
	Jumlah Zoid	7	7	7

Variables Entered/Removed

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Jumlah Zoid, Hari ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Mortalitas

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.978 ^a	.956	.935	11.7431

a. Predictors: (Constant), Jumlah Zoid, Hari

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	12096.397	2	6048.198	43.859	.002 ^a
	Residual	551.603	4	137.901		
	Total	12648.000	6			

a. Predictors: (Constant), Jumlah Zooid, Hari

b. Dependent Variable: Mortalitas

Coefficients

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Correlations		
		B	Std. Error	Beta			Zero-order	Partial	Part
1	(Constant)	-22.02	12.380		-1.779	.150			
	Hari	5.549	5.842	.261	.950	.396	.938	.429	.099
	Jumlah Zooid	.164	.062	.731	2.661	.056	.973	.799	.278

a. Dependent Variable: Mortalitas

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	-9.7589	117.2686	38.0000	44.9006	7
Residual	-11.5190	11.7218	1.523E-15	9.5882	7
Std. Predicted Value	-1.064	1.765	.000	1.000	7
Std. Residual	-.981	.998	.000	.816	7

a. Dependent Variable: Mortalitas

