

**MONITORING KUALITAS AIR DAN ANALISIS RESPON BIOINDIKATOR UDANG
VANAME (*Litopenaeus vannamei*) TERHADAP PAPARAN AMONIA SEBAGAI
REFERENSI KEGIATAN MARIKULTUR YANG BERKELANJUTAN**

SKRIPSI

**Oleh:
RIZKA NADIYAH HAYUNINGRUM
NIM. 155080601111051**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**MONITORING KUALITAS AIR DAN ANALISIS RESPON BIOINDIKATOR UDANG
VANAME (*Litopenaeus vannamei*) TERHADAP PAPARAN AMONIA SEBAGAI
REFERENSI KEGIATAN MARIKULTUR YANG BERKELANJUTAN**

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

Oleh:

**RIZKA NADIYAH HAYUNINGRUM
NIM. 155080601111051**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

MONITORING KUALITAS AIR DAN ANALISIS RESPON BIOINDIKATOR UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) TERHADAP PAPARAN AMONIA SEBAGAI REFERENSI KEGIATAN MARIKULTUR YANG BERKELANJUTAN

Oleh:

RIZKA NADIYAH HAYUNINGRUM
NIM. 155080601111051

telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 3 Juli 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1

Menyetujui,
Dosen Pembimbing 2

(Dr. Ir. Guntur, MS)
NIP. 19580605 198601 1 001
Tanggal:

(Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., MP)
NIP. 19860115 201504 2 001
Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Jurusan PSPK

(Dr. Eng. Abu Bakar Sambah)
NIP.19780717 200502 1 004
Tanggal:

Judul : Monitoring Kualitas Air Dan Analisis Respon Bioindikator Udang Vaname
(*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Paparan Amonia Sebagai Referensi
Kegiatan Marikultur yang Berkelanjutan

Nama Mahasiswa : **RIZKA NADIYAH HAYUNINGRUM**

NIM : **155080601111051**

Program Studi : **Ilmu Kelautan**

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Guntur, MS

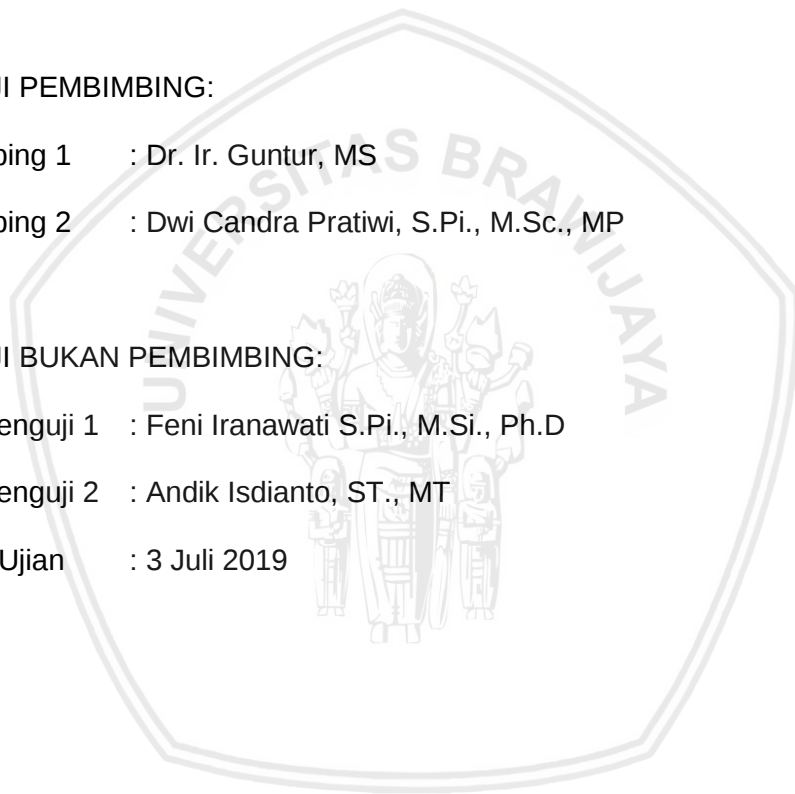
Pembimbing 2 : Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : Feni Iranawati S.Pi., M.Si., Ph.D

Dosen Penguji 2 : Andik Isdianto, ST., MT

Tanggal Ujian : 3 Juli 2019



UCAPAN TERIMAKASIH

Proses pelaksanaan dan penyusunan laporan skripsi dapat terselesaikan dengan adanya dukungan dan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT, atas rahmat, hidayah, dan kehendakNya dalam memberikan izin kepada penulis untuk menyelesaikan laporan skripsi.
2. Keluarga penulis (Mama, Papa, Dek Bila, Dek Ilham, Dek Vira, Dek Nayla, Dek Atika dan Bude Rebi) yang selalu memberi doa dan restu, semangat, nasehat, motivasi serta dukungan finansial.
3. Bapak Dr. Ir. Guntur, MS dan Ibu Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., MP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan doa, motivasi, bimbingan, nasehat, saran, dan koreksi dalam menyelesaikan laporan skripsi.
4. Ibu Iwin, Pak Udin, Mas Ali, Pak Andre, dan Bapak-Bapak satpam Laboratorium yang sudah sabar membantu Saya selama penelitian.
5. Sahabat penulis (Fairus, Gita, Yoan, Kimo, Prilly, Vera, Alivia, Ais, Arfan, Ahdiya, Irenius, Dama, dan Hilmi) yang selalu setia memberikan doa, nasehat, semangat, dan motivasi di saat-saat *struggle*.
6. Kakak-kakak tingkat (Kak Ade, Kak Niken, Kak Dara, Kak Romi, Kak Jumed dan Kak Geza) yang selalu setia memberikan doa, tips-tips skripsi, nasehat, dan semangat dan motivasi.
7. Teman-teman Ilmu Kelautan angkatan 2015 dan *Official Account Line* #TanyaDosenIK yang telah memberikan semangat dan informasi bermanfaat melalui *Line*.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

RINGKASAN

Rizka Nadiyah Hayuningrum. Monitoring Kualitas Air dan Analisis Respon Bioindikator Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Paparan Amonia Sebagai Referensi Kegiatan Marikultur yang Berkelanjutan (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Guntur dan Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., M.P).**

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu biota uji yang sering digunakan sebagai bioindikator toksisitas perairan karena sensitif terhadap bahan pencemar tertentu. Udang vaname bergerak dan mencari makan di dasar perairan. Tempat tersebut merupakan tempat endapan berbagai jenis limbah dan bahan pencemar seperti amonia (NH_3). Amonia adalah pencemar dari bahan organik yang paling toksik. Sumber utama amonia dalam air adalah hasil perombakan bahan organik, seperti pakan dan hasil ekskresi berupa kotoran padat dan amonia terlarut (NH_3) dalam air. Pembuangan limbah budidaya yang mengandung amonia akan berdampak buruk pada ekosistem laut. Akumulasi amonia dalam perairan dapat mengakibatkan berbagai macam kerusakan terhadap organisme terutama kerusakan pada fungsi dan struktur organ.

Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Februari hingga April 2019 di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan monitoring kualitas air media selama uji toksisitas amonia terhadap udang vaname berlangsung dan mengidentifikasi respon biologi udang vaname sebagai indikator pencemaran dengan pendekatan morfologi dan fisiologi. Metode penelitian yang digunakan bersifat eksperimental dengan perlakuan pemberian konsentrasi kontrol, 016 ppm, 0,50 ppm, 1,57 ppm, 4,86 ppm, dan 15,06 ppm dengan masing-masing 3 ulangan. Perhitungan mortalitas, monitoring kualitas air (suhu, salinitas, DO, dan pH), dan monitoring perubahan morfologi dilakukan setiap 12 jam sekali. Uji histologi dilakukan terhadap udang vaname yang mati di akhir penelitian.

Pemaparan udang vaname dengan amonia dilakukan selama 96 jam. Hasil yang didapatkan yaitu rata-rata parameter air berada pada kisaran normal. Tidak ada perubahan morfologi yang terlihat selama pemaparan. Semakin tinggi konsentrasi amonia, nilai mortalitas udang vaname semakin meningkat. Tingkat mortalitas udang vaname tertinggi terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi amonia 15,06 ppm, yaitu sebanyak 9 ekor. Terjadi perubahan fisiologi pada jaringan udang vaname yang mati akibat terpapar amonia. Setelah diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x, diketahui bahwa terjadi kerusakan pada jaringan insang dan hepatopankreas. Kerusakan jaringan ini menyebabkan gangguan pada sistem respirasi, sistem pencernaan, dan sistem ekskresi yang berdampak pada kematian udang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Monitoring Kualitas Air dan Analisis Respon Bioindikator Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Terhadap Paparan Amonia Sebagai Referensi Kegiatan Marikultur yang Berkelanjutan”** dengan lancar. Laporan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kelautan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, di bawah bimbingan **Dr. Ir. Guntur, M.S dan Dwi Candra Pratiwi, S.Pi., M.Sc., M.P.**

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini. Apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan dari segi penulisan maupun isi, penulis mohon maaf. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan. Kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat dibutuhkan oleh penulis untuk kesempurnaan laporan skripsi ini agar ke depan menjadi lebih baik.

Malang, Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Ucapan Terimakasih	v
Ringkasan.....	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xi
Daftar Lampiran.....	xii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 5
2.1 Monitoring Kualitas Air	5
2.1.1 Suhu	5
2.1.2 Salinitas	5
2.1.3 Derajat Keasaman (pH)	6
2.1.4 Oksigen Terlarut (DO).....	6
2.2 Pendekatan Biologi	7
2.2.1 Komoditas Udang Vaname	7
2.2.2 Toksikologi.....	12
2.2.3 Histologi.....	16
2.3 Marikultur	17
 BAB III METODE PENELITIAN.....	 18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Prosedur Penelitian	18
3.2.1 Aklimatisasi.....	19
3.2.2 Uji Toksisitas Akut.....	20
3.3 Metode Pengambilan Data.....	21
3.3.1 Monitoring	21
3.3.2 Analisis Morfologi.....	21
3.3.3 Analisis Fisiologi	22
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.5 Analisis Data	23
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 24
4.1 Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan	24
4.1.1 Suhu	26
4.1.2 Salinitas	27
4.1.3 Oksigen Terlarut (DO).....	28
4.1.4 Derajat Keasaman (pH)	29
4.2 Hasil Monitoring Pertumbuhan Udang Vaname	31
4.3 Hasil Analisis Morfologi	32
4.4 Hasil Analisis Fisiologi.....	33

4.5 Analisis Hubungan Waktu Paparan Amonia dengan Mortalitas	37
4.6 Analisis Pengaruh Paparan Amonia Terhadap Mortalitas.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN	46



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Taksonomi <i>Litopenaeus vannamei</i>	9
2. Rancangan Penelitian.....	20
3. Daftar Alat pada Penelitian Skripsi.....	22
4. Daftar Bahan pada Penelitian Skripsi.....	23
5. Data Kualitas Air	24
6. Hasil Uji Anova	38
7. Hasil Uji BNT	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Udang vaname (<i>Litopenaeus vannamei</i>).....	8
2. Bagian Tubuh Udang Vaname	8
3. Siklus Hidup Udang Vaname	10
4. Daur Nitrogen di Perairan	15
5. Prosedur Penelitian	18
6. Grafik Suhu.....	26
7. Grafik Salinitas.....	28
8. Grafik DO.....	29
9. Grafik pH	30
10. Grafik Monitoring Mortalitas Udang Vaname.....	31
11. Analisis Morfologi Udang	32
12. Gambaran Histopatologi Jaringan Insang	33
13. Gambaran Histopatologi Hepatopankreas	35
14. Grafik Hubungan Waktu dengan Mortalitas.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Regresi Linier	46
2. Data Monitoring Suhu	48
3. Data Monitoring Salinitas	49
4. Data Monitoring DO	50
5. Data Monitoring pH.....	51
6. Data Monitoring Mortalitas	52
7. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	53



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Land base activity dan industri dapat mempengaruhi ekosistem laut dengan berbagai cara. Salah satu kegiatan yang terjadi di dekat laut adalah marikultur. Potensi yang sangat besar dari kegiatan merikultur jika dimanfaatkan secara maksimal dapat mendorong peningkatan produksi perikanan yang selama ini masih mengandalkan hasil tangkapan di alam (Katavic, 1999). Selain itu, produk perikanan Indonesia saat ini telah banyak diminati pasar internasional, bahkan telah mengekspor ke sejumlah negara. Salah satu produk perikanan Indonesia yang sekarang unggul adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*).

Udang vaname merupakan komoditas perikanan yang sekarang unggul dalam produksi karena sifat biologisnya yang menguntungkan. Udang vaname juga termasuk salah satu biota uji yang sering digunakan sebagai bioindikator toksisitas perairan karena sensitif terhadap bahan pencemar tertentu. Selain itu, udang vaname dapat beradaptasi dengan rentang kualitas air yang luas seperti suhu dan salinitas (Sinha dan Jayasankar, 2014).

Habitat udang vaname adalah air payau seperti muara sungai atau pantai. Mereka hidup berkelompok dan melakukan perkawinan setelah udang betina berganti cangkang. Semakin dewasa, udang vaname akan semakin suka berada di laut. (Murtidjo, 1989). Udang vaname menyukai daerah dasar perairan yang berlumpur (Dugassa dan Gaetan, 2018). Tempat ini merupakan tempat udang bergerak dan mencari makan, akan tetapi terdapat endapan berbagai jenis limbah dan bahan pencemar seperti amonia (NH_3).

Dalam sistem budidaya intensif, amonia adalah racun yang paling umum dihasilkan dari ekskresi hewan budidaya dan mineralisasi detritus organik seperti jumlah pakan dan kotoran biota (Lin dan Chen, 2000). Sumber utama amonia

dalam air adalah hasil perombakan bahan organik, sedangkan sumber bahan organik terbesar dalam budidaya udang di tambak intensif adalah pakan. Sebagian besar pakan yang diberikan, akan digunakan udang dalam proses pertumbuhannya, sisanya akan dieksresikan dalam bentuk kotoran padat dan amonia terlarut (NH_3) dalam air. Kemudian, kotoran padat selanjutnya akan dirombak menjadi amonia dalam bentuk gas. Amonia dapat menumpuk dan mengendap pada sedimen di akuakultur. Amonia seringkali menjadi pemicu adanya penyakit dan dapat membunuh biota air secara langsung (Francis-Floyd *et al.*, 1990). Akumulasi amonia dalam perairan dapat menimbulkan berbagai macam kerusakan terhadap organisme, terutama kerusakan pada fungsi dan struktur organ.

Berbagai kegiatan di sepanjang pesisir laut dan paradigma sebagian masyarakat pesisir, menganggap laut sebagai tempat pembuangan sampah. Masuknya zat-zat organik dan anorganik ke badan air secara berlebihan dapat berdampak buruk pada perairan laut dan menyebabkan penurunan kualitas air laut secara fisik, kimia dan biologi. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut bahwa pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya. Bahan pencemar yang masuk ke wilayah pesisir dan laut bisa berasal dari berbagai sumber. Keadaan fisik bahan pencemar dari suatu sumber bisa berbeda dari sumber yang lain, dengan komposisi yang berbeda-beda pula. Dengan demikian dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan juga bervariasi. Status mutu suatu perairan merupakan tingkat kondisi mutu perairan yang

menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan dari berbagai kepentingan di wilayah tersebut (Hamuna *et al.*, 2018).

Menurut Utojo (2015), pemanfaatan kawasan pesisir untuk usaha budidaya tambak udang, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap peningkatan kesejahteraan masyarakat pembudidaya, pendapatan pemerintah daerah dan perolehan devisa negara. Selain itu, pemantauan kualitas air dan manajemen budidaya tambak perlu diperhatikan terutama dalam pembuangan limbah budidaya udang ke laut. Pembuangan limbah budidaya dapat mempengaruhi kondisi kualitas ekosistem laut. Kondisi kualitas air suatu perairan yang baik sangat penting untuk mendukung kelulushidupan organisme yang hidup di dalamnya (Hamuna *et al.*, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, diperoleh beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas air media selama pemaparan amonia (NH_3) terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berlangsung?
2. Bagaimana respon biologi udang vaname sebagai indikator pencemaran?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian skripsi yang dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir ini antara lain:

1. Monitoring kualitas air media selama paparan amonia (NH_3) terhadap udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) berlangsung.
2. Mengidentifikasi respon biologi udang vaname sebagai indikator pencemaran dengan pendekatan morfologi dan fisiologi.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian skripsi yang dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir ini antara lain:

1. Meningkatkan pengetahuan dan wawasan terkait pemantauan kualitas air, uji toksisitas akut pada biota, beserta respon biologisnya sehingga dapat dijadikan sebagai informasi keilmuan dasar untuk referensi bagi mahasiswa lain yang ingin melakukan penelitian lanjutan.
2. Memberikan informasi kepada masyarakat mengenai dampak bahan pencemar seperti amonia (NH_3) terhadap biota, khususnya yang dikonsumsi oleh manusia.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Monitoring Kualitas Air

2.1.1 Suhu

Parameter suhu berfungsi sebagai indikator yang dapat mempengaruhi laju metabolik (pertumbuhan) dan pembiakan serta penetasan telur organisme. Suhu sangat mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun di perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota air. Secara umum, laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu. Peningkatan suhu yang signifikan dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan (Kordi dan Andi, 2009). Keberhasilan dalam budidaya udang yaitu dengan parameter suhu berkisar antara 20-30°C (Multazam dan Zulfajri, 2017). Berdasarkan penelitian Fahmiati (2012), peningkatan suhu dapat meningkatkan penyisihan amonia.

2.1.2 Salinitas

Menurut Syukri (2016), salinitas adalah konsentrasi semua ion-ion terlarut dalam air dan dinyatakan dalam gram/liter atau bagian per seribu atau promil. Kisaran salinitas yang rendah dapat menurunkan oksigen terlarut dalam air, selain itu dapat menyebabkan tipisnya kulit udang. Kisaran salinitas tinggi dapat menyebabkan terhambatnya proses molting sehingga pertumbuhan udang terhambat.

Salinitas termasuk ke dalam kelompok *masking factor* yaitu faktor-faktor yang dapat memodifikasi pengaruh faktor lingkungan lain menjadi satu kesatuan pengaruh osmotik melalui suatu mekanisme pengaturan tubuh organisme. Salinitas memiliki hubungan erat dengan osmoregulasi hewan air, apabila terjadi

penurunan salinitas secara mendadak dan dalam kisaran yang cukup besar, maka akan menyulitkan hewan dalam pengaturan osmoregulasi tubuhnya sehingga dapat menyebabkan kematian. Osmoregulasi ini sangat mempengaruhi metabolisme tubuh hewan perairan dalam menghasilkan energi (Umiliana dan Desrina, 2016). Menurut Andriyanto *et al.*, (2014), udang vaname memiliki nilai salinitas optimal berkisar antara 20 – 25 ppt dengan nilai pH 7 – 8,5.

2.1.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) berfungsi sebagai indikator untuk reaksi kimia dan biologi dalam metabolisme akuatik. Perairan dengan pH asam, menjadi kurang produktif dan dapat menyebabkan kematian bagi hewan budidaya. Pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sehingga konsumsi oksigen menurun, aktivitas organisme meningkat, dan selera makan biota akan berkurang. Usaha budidaya perairan akan berhasil dan menjadi produktif dengan pH 6,5 – 9,0 dan kisaran optimal untuk budidaya perairan adalah pH 7,5 – 8,7 (Kordi, 2009). Menurut Multazam dan Zulfajri (2017), pH untuk standar budidaya udang vaname berkisar antara 7,5 - 8,5.

2.1.4 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, disingkat DO) atau sering juga disebut dengan kebutuhan oksigen (*Oxygen demand*) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air (Hutabarat dan Stewart, 2006). Nilai DO yang biasanya diukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang tersedia dalam perairan. Semakin besar nilai DO pada perairan, maka mengindikasikan bahwa perairan tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. Kandungan oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kualitas air

yang paling kritis pada budidaya ikan termasuk udang dan merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Konsentrasi oksigen terlarut sangat dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka semakin makin berkurang jumlah oksigen terlarut pada kolom perairan (Wibisono, 2005).

Kualitas air yang layak untuk budidaya udang vaname adalah dengan salinitas optimum 10–25 ppt (toleransi 50 ppt), suhu air 28–31°C (toleransi 16–36°C), oksigen terlarut (DO) > 4 mg/L (toleransi minimum 0,8 mg/L), pH 7,5–8,2, alkalinitas 120–150 mg/L, amonia < 0,1 mg/L, fosfat 0,5–1 mg/L, dan H₂S < 0,003 mg/L (Tahe dan Hidayat, 2011).

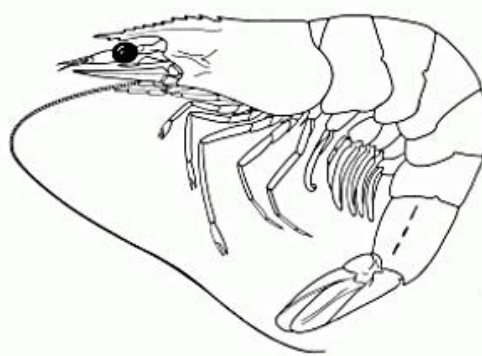
2.2 Pendekatan Biologi

2.2.1 Komoditas Udang Vaname

Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang introduksi dari Amerika Selatan yang banyak dibudidayakan di Indonesia sejak akhir 90-an. Udang vaname (gambar 1) ini menggantikan keberadaan udang windu (*Penaeus monodon*) sebagai komoditas perikanan andalan yang sudah sulit dibudidayakan karena serangan virus *White spot* (PBAP Bangil, 2019).

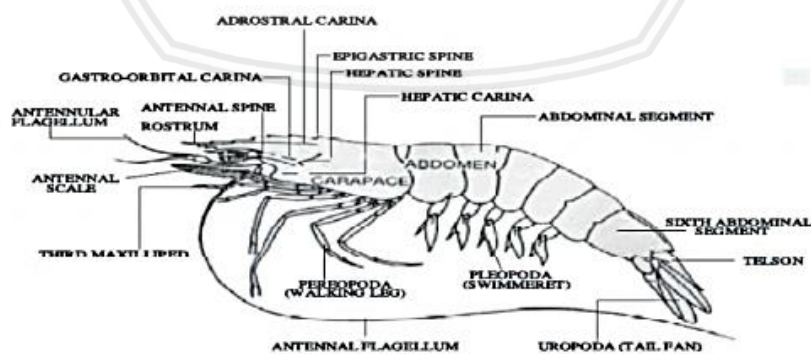
2.2.1.1 Morfologi dan Taksonomi

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan udang yang memiliki nilai ekonomi tinggi di wilayah Asia-Pasifik. Panjang udang vaname dapat mencapai 23 cm dengan berat induk betina mencapai 120 gram (Wahyudewantara, 2011). Jenis udang pada famili Penaeidae ini memiliki kulit badan yang keras, dan kerucut kepala bagian atas memiliki 7 buah gerigi serta bagian bawah 3 buah gerigi (Murtidjo, 1989).



Gambar 1. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)
(FAO, 2019)

Bagian tubuh udang vaname (Gambar 2) terdiri atas 19 pasang segmen tubuh. Lima pasang pertama pada segmen tubuhnya membentuk bagian *cephalon*. Delapan pasang segmen berikutnya terletak di bagian *thorax*. Enam pasang segmen terakhir terletak di perut (*abdomen*). Kepala dan rongga dada menyatu membentuk *cephalothorax*. Kerangka *cephalothorax* menutupi insang dan juga melindungi ruang insang (*branchiostegite*). Bagian perut udang memiliki enam pasang segmen. Kaki renang (*pleopods*) terletak pada lima pasang pertama segmen di bagian perut. Pasangan terakhir dari segmen ini adalah ekor. Segmen ini terdiri dari 2 pasang uropoda dan telson yang dapat membantu udang melompat mundur pada saat terancam bahaya (Dugassa dan Gaetan, 2018).



Gambar 2. Bagian Tubuh Udang Vaname
(Dugassa dan Gaetan, 2018)

Menurut Dugassa dan Gaetan (2018), taksonomi *Litopenaeus vannamei* adalah seperti pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Taksonomi *Litopenaeus vannamei*

Phylum	Arthropoda
Sub-phylum	Crustacea
Class	Malacostraca
Order	Decapoda
Sub-order	Dendrobranchiata
Family	Penaeidae
Genus	<i>Litopenaeus</i>
Species	<i>Litopenaeus vannamei</i>

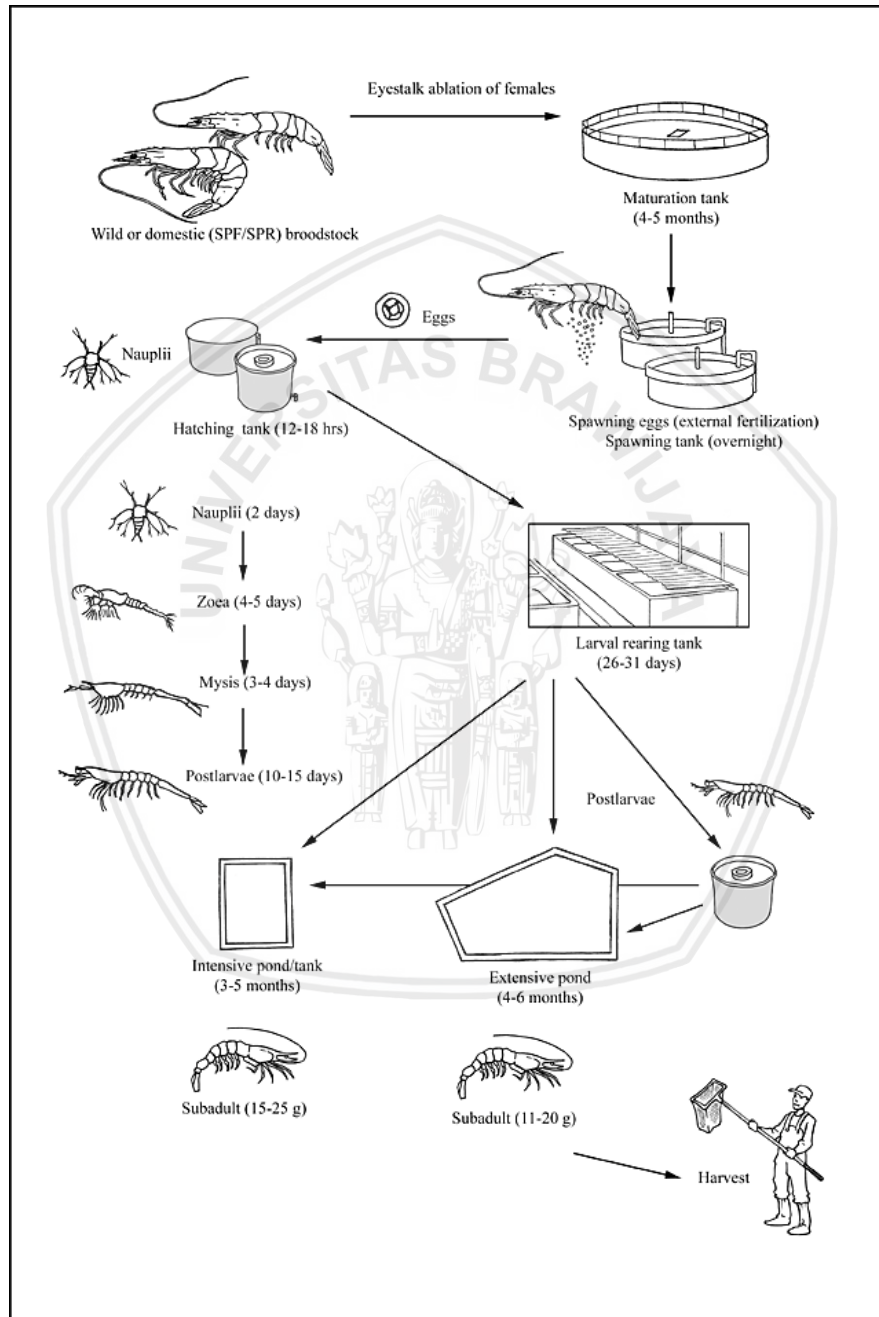
Sumber: Dugassa dan Gaetan (2018).

2.2.1.2 Habitat dan Siklus Hidup

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan spesies asli Pantai Pasifik Timur Meksiko dan Peru Utara. Spesies ini menyukai daerah di mana suhu air biasanya lebih dari 25° C sepanjang tahun. Udang betina tumbuh lebih cepat daripada jantan. Udang vaname menyukai daerah dasar perairan yang berlumpur (Dugassa dan Gaetan, 2018). Habitat udang vaname adalah air payau seperti muara sungai atau pantai. Mereka hidup berkelompok dan melakukan perkawinan setelah udang betina berganti cangkang. Semakin dewasa, udang jenis ini akan semakin suka berada di laut. (Murtidjo, 1989).

Pada siklus hidup udang vaname (Gambar 3) menerangkan bahwa *post larva* udang vaname menghabiskan tahap juvenilnya di muara pantai, daerah laguna, atau bakau. Penetasan telur udang terjadi sekitar 16 jam setelah pemijahan. Larva tahap pertama disebut naupili. Tahap naupili berlangsung selama 2 hari dan hidup dengan cadangan kuning telur mereka. Tahap berikutnya adalah zoea, tahap ini udang vaname berbentuk memanjang, terjadi selama 5 hari, dan mengalami pergantian cangkang sebanyak 3 kali. Tahap selanjutnya yaitu protozoa, *mysis* dan *post larva*. Protozoa memakan fitoplankton (ganggang uniseluler), sedangkan *mysis* dan *post larva* memakan zooplankton (rotifer, artemia, dan copepoda). Pada tahap ini bentuknya sudah hampir seperti udang, akan tetapi hanya bertahan selama 4 hari. Tahap selanjutnya adalah *post larva*.

Pada tahap ini, udang vaname masih melakukan pergantian cangkang beberapa kali mulai pindah ke pantai dan mulai memakan detritus, cacing, bivalvia, dan krustasea benthik. Bentuk *post larva* udang vaname sudah mirip dalam morfologi dengan tahap remaja dan dewasa (FAO, 2019).



Gambar 3. Siklus Hidup Udang Vaname
(FAO, 2019)

2.2.1.3 Peran dan Manfaat

Menurut Sinha dan Jayasankar (2014), tren produksi menyatakan bahwa udang vannamei sekarang unggul dalam produksi karena sifat biologisnya yang menguntungkan. Selain itu, biaya *post larva* udang vaname lebih murah dibandingkan dengan *post larva* udang windu. Udang vaname dapat tumbuh dengan cepat mencapai ukuran yang dapat dipasarkan (20 gr) dalam dua bulan. Kebutuhan protein untuk budidaya udang vaname lebih rendah dibandingkan dengan udang windu. Selain itu, udang vaname dapat beradaptasi dengan rentang kualitas air yang luas seperti suhu dan salinitas.

Daging udang vaname mempunyai kelebihan dalam hal kandungan asam aminonya daripada daging hewan darat. Asam amino tirosin, triptofan, dan sistin lebih tinggi terdapat pada daging udang vaname. Manfaat udang vaname bagi kesehatan antara lain dapat mencegah penyakit kanker, membantu menyeimbangkan kadar hormon dalam tubuh, dan sebagai sumber omega-3 (PBAP Bangil, 2019).

Menurut Edwin *et al* (2017), pemantauan terhadap suatu sistem perairan tidak cukup apabila dengan mengukur fisika-kimia airnya saja, akan tetapi harus melibatkan biota di perairan tersebut. Biota akuatik dapat dijadikan indikator biologi karena bersifat sensitif terhadap bahan pencemar tertentu. Keuntungan yang didapatkan dari indikator biologi adalah dapat merefleksikan keseluruhan kualitas ekologi dan memberikan pengukuran mengenai pengaruh komunitas biologi (Kilawati dan Maimunah, 2015). Ikan, krustasea, dan alga merupakan biota uji yang sering digunakan dalam uji toksisitas yang telah diakui sebagai bioindikator toksisitas perairan oleh organisasi internasional seperti *United States-Environmental Protection Agency* (US-EPA).

2.2.2 Toksikologi

Toksikologi merupakan ilmu yang mendalami dampak bahan pencemar dalam tingkat molekular, selular, atau fisiologis. Toksikologi ekologis fokus pada dampak toksikan terhadap populasi, komunitas, dan ekosistem (Stine dan Thomas, 2006). Uji toksisitas dilakukan untuk mengetahui dampak dan potensi bahan pencemar beracun terhadap organisme. Toksisitas adalah masuknya bahan pencemar dan kemampuan bahan pencemar untuk menimbulkan dampak biologis seperti kerusakan pada tubuh organisme (Heller, 1985).

2.2.2.1 Uji Toksisitas

Uji toksisitas adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui jenis potensi bahan kimia yang dianggap beracun untuk mendeteksi dampaknya terhadap suatu organisme. Uji toksikologi melibatkan hewan uji yang dipapar dengan bahan uji yang akan dievaluasi, yang diterapkan dengan serangkaian dosis yang berbeda. Dosis dikendalikan oleh ahli toksikologi, oleh karena itu dianggap sebagai variabel independen. Respon hewan dapat diukur dengan berbagai cara, dan umumnya tergantung pada dosis yang diberikan. Respon dapat dinilai dan dikaitkan dengan dosis untuk menentukan dosis dengan hubungan respons. Satu respons yang dipertimbangkan dalam toksikologi adalah kematian hewan. Kematian hewan dinilai sebagai nilai kuantitatif dan dicatat sebagai nilai mortalitas. Dosis bahan uji yang menyebabkan kematian disebut dengan dosis *lethal*. Dalam eksperimen lain, respon yang diamati mungkin merupakan variabel kontinu yang dapat diukur pada setiap subjek. Contoh variabel kontinu termasuk konsumsi oksigen, waktu untuk timbulnya kejang, tingkat penghambatan enzim, dan penurunan berat badan pada biota uji (Stine dan Thomas, 2006).

Tujuan dari pengujian toksisitas adalah untuk menentukan apakah suatu senyawa atau sampel air memiliki berpotensi menjadi racun bagi organisme

biologis, dan jika demikian sejauh apa. Toksisitas dapat dievaluasi terhadap seluruh organisme (*in vivo*) atau menggunakan molekul atau sel (*in vitro*). Keuntungan utama dari pengujian toksisitas adalah dapat mendeteksi senyawa beracun berdasarkan aktivitas biologisnya (Heller, 1985).

Menurut Donatus (2001), pada dasarnya uji toksikologi dibagi menjadi dua golongan yaitu uji toksikan khas dan uji ketoksikan tak khas. Uji ketoksikan khas adalah uji toksikologi yang dirancang untuk mengevaluasi secara rinci efek yang khas suatu senyawa pada aneka ragam jenis hewan uji. Termasuk golongan uji ketoksikan khas ini ialah uji potensiasi, uji kekarsinogenetikan, uji kemutagenikan, uji keteratogenikan, uji reproduksi, uji kulit dan mata, serta uji perilaku. Uji ketoksikan tak khas adalah uji toksikologi yang dirancang untuk mengevaluasi keseluruhan atau spektrum efek toksik suatu senyawa pada aneka ragam jenis hewan uji. Termasuk dalam golongan uji ketoksikan tak khas ini ialah uji ketoksikan akut, uji ketoksikan subkronis, dan uji ketoksikan kronis.

Uji toksisitas akut adalah toksisitas yang dihasilkan dari paparan tunggal terhadap suatu zat. Biasanya, hewan diberi dosis dengan dosis tunggal kemudian diamati hingga 14 hari. Salah satu contoh uji toksisitas akut adalah LD₅₀. Uji toksisitas sub-akut mengukur respon terhadap zat yang dipaparkan terus menerus selama periode yang umumnya tidak melebihi 14 hari. Uji toksisitas sub-kronis melibatkan paparan bahan kimia secara terus menerus selama periode 90 hari. Kategori terakhir dari uji toksisitas adalah uji toksisitas kronis, yang mengacu pada paparan berulang atau berkelanjutan yang berlangsung selama lebih dari 90 hari. Beberapa ahli menganggap bahwa efek yang terlihat pada dosis bahan kimia dalam skala besar memungkinkan menyebabkan kerusakan fisik pada hewan (Stine dan Thomas, 2006).

2.2.2.2 Amonia sebagai Bahan Pencemar

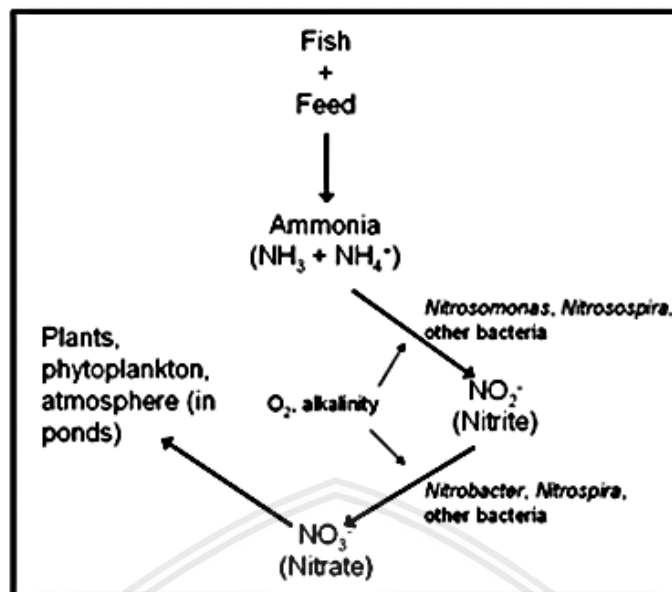
Menurut Francis-Floyd *et al* (1990), dalam sistem budidaya intensif, amonia (NH_3) adalah racun yang paling umum dihasilkan dari ekskresi hewan budidaya dan mineralisasi detritus organik seperti jumlah pakan dan kotoran biota (Lin dan Chen, 2000). Amonia dapat menumpuk dan mengendap pada sedimen di akuakultur. Amonia seringkali menjadi pemicu adanya penyakit dan dalam kasus lain dapat membunuh ikan secara langsung.

Amonia berguna di dalam bidang *ichthyopathology* dan industri perikanan. Amonia digunakan untuk mengendalikan infeksi eksoparasit pada ikan, dan pemupukan amonium nitrat pada kolam ikan. Tujuan pemupukan pada kolam adalah untuk mengendalikan pertumbuhan alga (Metelev *et al.*, 1971).

Menurut Lin dan Chen (2001), sumber utama amonia dalam air adalah hasil perombakan bahan organik, sedangkan sumber bahan organik terbesar dalam budidaya udang di tambak intensif adalah pakan. Sebagian besar pakan yang diberikan akan digunakan udang dalam proses pertumbuhannya, sisanya akan diekskresikan dalam bentuk kotoran padat dan amoniak terlarut (NH_3) dalam air. Kemudian, kotoran padat selanjutnya akan dirombak menjadi amoniak dalam bentuk gas. Gas amoniak selanjutnya akan bereaksi sebagai berikut:



Menurut Sumeru dan Anna (1992), secara biologis, di alam sebenarnya dapat terjadi perombakan amoniak menjadi nitrat (NO_3) (Gambar 4). Nitrat merupakan senyawa tidak berbahaya, terbentuk dalam proses nitrifikasi dengan bantuan bakteri nitrifikasi yaitu *nitrobacter* dan *nitrosomonas*. Konsentrasi NH_3 yang aman bagi udang adalah 0,1 ppm – 1 ppm.



Gambar 4. Daur Nitrogen di Perairan
(Francis-Floyd *et al.*, 1990)

Semakin banyak limbah kegiatan yang dihasilkan dalam sistem budidaya tambak, akan meningkatkan sedimentasi dalam dasar tambak. Senyawa amonium dan nitrit merupakan bentuk lain dari nitrogen anorganik dalam tambak (Hastuti, 2011). Amonia bebas merupakan bahan pencemar dari senyawa amonia yang paling toksik pada biota. Toksisitas dari senyawa amonia yang berbeda tidak sama. Amonium bikarbonat lebih toksik dibandingkan dengan amonium klorida, amonium sulfat, dan amonium asetat, akan tetapi lebih rendah toksisitasnya dibandingkan dengan amonium hidroksida (Meteliev *et al.*, 1971).

Akumulasi amonia dalam air tambak dapat menurunkan kualitas air, mengurangi laju pertumbuhan biota, meningkatkan konsumsi oksigen dan ekskresi, dan bahkan menyebabkan kematian yang tinggi (Lin dan Chen, 2001). Banyak penelitian telah mengungkapkan bahwa peningkatan amonia dalam air dapat menghambat sistem kekebalan tubuh dan meningkatkan kerentanan udang terhadap patogen yang secara serius akan mempengaruhi produksi udang

vaname. Menariknya, udang yang toleran amonia juga memiliki ketahanan penyakit yang tinggi (Lu *et al.*, 2017).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa akumulasi amonia dalam air budidaya mengakibatkan berbagai macam kerusakan terhadap organisme terutama kerusakan pada fungsi dan struktur organ. Amonia kurang berbahaya pada kadar yang rendah, akan tetapi meningkatnya kadar amonia tersebut dapat menjadi berbahaya pada biota perairan. Pengaruh langsung dari kadar amonia yang tinggi tetapi belum mematikan adalah penyempitan permukaan dan rusaknya jaringan insang (Chang *et al.*, 2015). Terjadinya penyempitan permukaan insang ini akan mengakibatkan kecepatan proses pertukaran gas dalam insang menjadi menurun. Selain itu efek subletal amonia juga bisa menyebabkan penurunan kadar oksigen dan jumlah sel darah, mengurangi ketahanan fisik dan daya tahan terhadap penyakit (Sutomo, 1989).

2.2.3 Histologi

Histologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sel, organ, dan jaringan tubuh dalam skala mikroskopis, sedangkan ilmu yang mempelajari tentang patologi dari jaringan disebut dengan histopatologi (Pratiwi dan Abdul, 2015). Tahapan yang dilakukan dalam histologi antara lain: persiapan sampel, fiksasi jaringan, pemotongan jaringan, dehidrasi jaringan, pembuatan blok jaringan, pengirisan blok jaringan, dan pewarnaan jaringan. Untuk membuat preparat, dibutuhkan sampel jaringan yang segar, yang difiksasi dalam larutan Neutral Buffer Formalin (NBF) 10%. Jaringan dipotong dan diatur dalam tissue cassette/embedding cassette, didehidrasi secara otomatis, diblok dengan cairan parafin, selanjutnya blok parafin tersebut dipotong 3 – 5 mikrometer dengan mikrotom (Lampiran 7), dan potongan tersebut diletakkan di kaca preparat. Setelah itu kaca preparat diwarnai secara manual dengan hemaktosilin dan eosin.

Pewarnaan tersebut akan memberikan keseimbangan warna biru dan merah pada jaringan, sehingga komponen sel dapat diidentifikasi dengan jelas (Muntha, 2001).

2.3 Marikultur

Luas wilayah Indonesia yang terdiri dari 2/3 lautan menjadi peluang yang sangat besar bagi pengembangan budidaya laut atau marikultur. Potensi yang sangat besar tersebut apabila dimanfaatkan secara maksimal dapat mendorong peningkatan produksi ikan yang selama ini masih mengandalkan hasil tangkapan di alam. Selain itu, produk perikanan Indonesia saat ini telah banyak diminati pasar internasional, bahkan telah menjadi primadona ekspor ke sejumlah negara. Oleh karena itu, pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) terus berupaya untuk membangun industri marikultur guna memenuhi permintaan ekspor tersebut. Salah satunya dengan menginisiasi penerapan teknologi modern berupa Keramba Jaring Apung Lepas Pantai atau KJA *Offshore* (Joshi, 2015).

Marikultur atau budidaya laut adalah budidaya organisme laut di habitat alami mereka, biasanya untuk tujuan komersial. Organisme marikultur meliputi tanaman dan hewan di daerah air payau dan laut dalam. Menurut statistik FAO, kegiatan marikultur di seluruh dunia sedang tumbuh pesat dan menunjukkan peningkatan produksi dari 9 juta ton pada tahun 1990 menjadi lebih dari 24,7 juta ton pada tahun 2012. Beberapa spesies yang menunjukkan potensi untuk marikultur adalah *Acipenser* spp., *Anguilla* spp., *Epinephelus* spp., *Lates* spp., *Lutjanus* spp., *Oreochromis* spp., *Thunnus* spp., dan *Ulva* spp. (Joshi *et al.*, 2015).

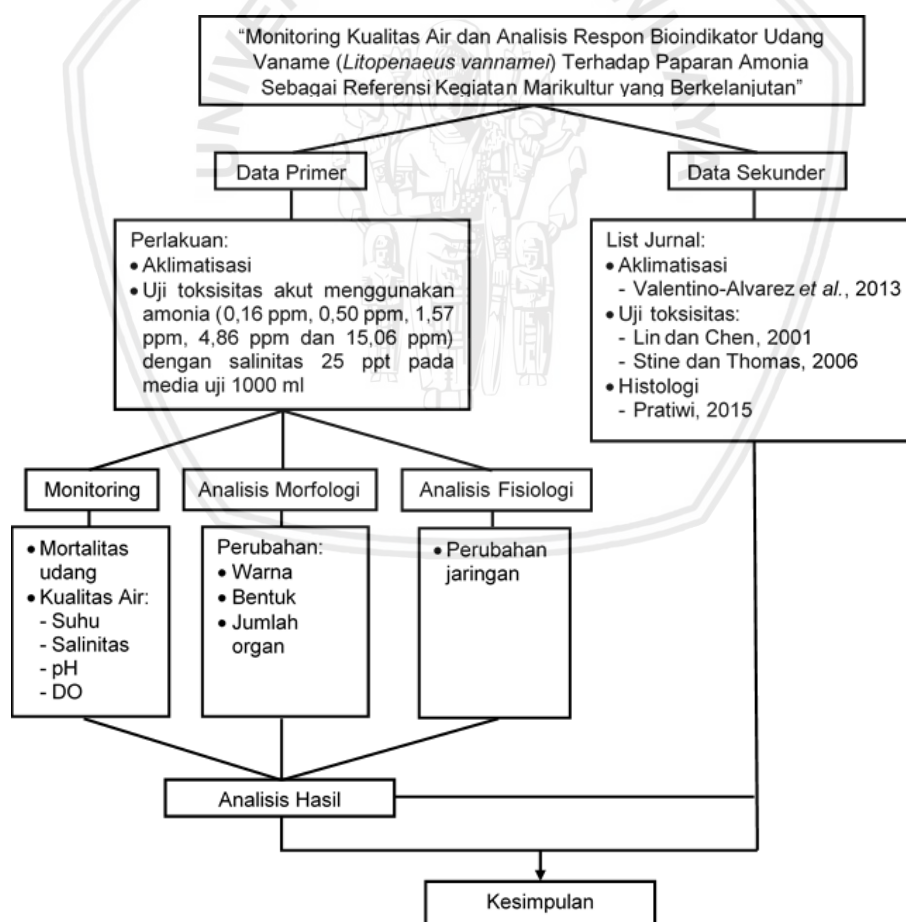
BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Februari hingga April 2019. Hewan uji berupa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) diperoleh dari Situbondo. Rangkaian penelitian paparan amonia (NH₃) terhadap udang vaname dilakukan di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir, Malang.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian sangat penting untuk diperhatikan dalam kegiatan penelitian. Adapun prosedur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Prosedur Penelitian

3.2.1 Aklimatisasi

Hewan uji berupa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo kemudian dibawa ke Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir untuk dilakukan aklimatisasi. Sebelum melakukan aklimatisasi, perlu melakukan pembersihan wadah uji dan akuarium untuk stok udang supaya terhindar dari kontaminan. Menurut APHA (1992), pembersihan wadah uji dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Wadah uji dicuci dengan deterjen
2. Wadah uji dibilas sebanyak lima kali dengan menggunakan air tawar
3. Wadah uji dibilas dengan HCl 10%
4. Wadah uji dibilas sebanyak lima kali dengan menggunakan air tawar
5. Wadah uji dibilas dengan menggunakan air destilasi
6. Wadah uji dikeringkan

Aklimatisasi merupakan proses adaptasi hewan uji dengan lingkungan yang baru. Tujuan dilakukannya aklimatisasi adalah agar tingkat stress udang vaname terhadap perubahan kondisi lingkungan yang baru dapat ditekan seminimal mungkin, sehingga kualitas udang vaname dapat dipertahankan secara optimal. Aklimatisasi dilakukan selama 3 hari di Laboratorium Perikanan Air Tawar Sumberpasir. Udang vaname dimasukkan ke akuarium berisi air payau dengan salinitas 25 ppt, aerasi kuat dan suhu ruang. Tujuan diberi aerasi yang kuat adalah untuk mempertahankan kadar oksigen supaya dapat tetap hidup. Udang vaname diberi pakan sehari sekali. Hewan uji tidak diberi pakan selama dua hari sebelum masuk pada tahap uji toksikologi (Valentino-Alvarez *et al.*, 2013).

3.2.2 Uji Toksisitas Akut

Pada penelitian ini, bahan uji yang digunakan adalah amonia (NH_3) dalam bentuk cair. Larutan stok amonia yang digunakan adalah dengan konsentrasi 500 ppm sebanyak 1000 ml. Pengenceran larutan stok untuk uji toksisitas akut dilakukan dengan menggunakan rumus: $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$.

Pada penelitian ini konsentrasi amonia yang dipaparkan pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam uji toksisitas akut 96 jam yaitu 0 ppm, 0,16 ppm, 0,50 ppm, 1,57 ppm, 4,86 ppm, dan 15,06 ppm pada salinitas 25 ppt dan volume media uji 1000 ml, dengan dilakukan tiga kali pengulangan pada setiap konsentrasi. Jumlah hewan uji pada setiap konsentrasi yaitu 10 ekor udang vaname. Konsentrasi amonia ditentukan berdasarkan nilai LC_{50} amonia terhadap *L. Vannamei* pada penelitian Lin dan Chen (2001) dan dilakukan rancangan acak lengkap berdasarkan deret geometri sesuai dengan prinsip dasar uji toksisitas (Stine dan Thomas, 2006). Rancangan acak lengkap merupakan jenis rancangan percobaan paling sederhana. Satuan percobaan yang digunakan bersifat homogen atau diusahakan seseragam mungkin kondisinya, sehingga tidak ada sumber keragaman lain yang dapat dikendalikan (Nugroho, 2008). Adapun rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Rancangan Penelitian

ULANGAN	KONSENTRASI					
	A	B	C	D	E	F
1	1A	1B	1C	1D	1E	1F
2	2A	2B	2C	2D	2E	2F
3	3A	3B	3C	3D	3E	3F

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

F: Konsentrasi 15,06 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

1: Ulangan pertama

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

2: Ulangan kedua

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

3: Ulangan ketiga

E: Konsentrasi amonia 4,86 ppm

3.3 Metode Pengambilan Data

3.3.1 Monitoring

3.3.1.1 Monitoring Kualitas Air

Monitoring kualitas air sangat diperlukan sebagai salah satu upaya dalam pengendalian pencemaran air secara konsisten. Monitoring kualitas air dilakukan setelah 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam, 72 jam, 84 jam, dan 96 jam supaya mendapatkan data faktual tentang kondisi kualitas media yang digunakan selama uji toksisitas amonia terhadap udang vaname berlangsung. Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman (pH).

3.3.1.2 Monitoring Mortalitas Udang Vaname

Monitoring mortalitas udang vaname dilakukan setelah 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam, 72 jam, 84 jam, dan 96 jam waktu pendedahan. Saat dilakukan penelitian hewan uji tidak diberikan pakan untuk menghindari kemungkinan adanya interaksi dengan perlakuan dan konsentrasi pada media uji (Yudiati, 2012).

3.3.2 Analisis Morfologi

Pengamatan perubahan morfologi udang vaname dilakukan setelah 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam, 72 jam, 84 jam, dan 96 selama uji toksisitas akut amonia terhadap udang vaname berlangsung. Tujuan analisis morfologi ini untuk mengetahui perubahan morfologi sebagai respon biologis udang vaname saat terpapar amonia dalam jangka waktu 96 jam. Hasil analisis morfologi meliputi perubahan warna, bentuk, dan jumlah organ tubuh udang vaname yang tersisa. Hasil pengamatan perubahan morfologi ditulis secara deskriptif dan didokumentasikan.

3.3.3 Analisis Fisiologi

Analisis fisiologi dilakukan untuk mendapatkan data perubahan jaringan pada udang vaname setelah terpapar amonia (NH_3). Analisis fisiologi dilakukan dengan cara uji histologi. Histologi adalah ilmu yang mempelajari tentang sel, jaringan, dan organ dalam skala mikroskopis (Pratiwi dan Abdul, 2015). Sampel yang digunakan untuk uji histologi adalah 1 ekor udang vaname dari setiap konsentrasi yang berbeda. Udang vaname yang mati langsung diletakkan pada botol vial yang berisi NBF 10% lalu dibawa ke Laboratorium Histologi Rumah Sakit Saiful Anwar Malang untuk dilakukan uji histologi. Larutan NBF 10% berfungsi sebagai pengawet dalam proses fiksasi supaya proses pembusukan organ tubuh udang vaname terhenti dan mudah untuk diamati. Spesimen pada kaca preparat yang sudah jadi, diamati menggunakan mikroskop di Laboratorium UPT Perikanan Air Tawar Sumberpasir.

3.4 Alat dan Bahan

Pada penelitian ini memerlukan alat dan bahan sebagai penunjang kegiatan. Adapun alat yang digunakan selama penelitian berlangsung disajikan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Daftar Alat pada Penelitian Skripsi

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Aerator	Menyuplai oksigen
2.	Aquarium kaca	Wadah stok hewan uji
3.	Batu aerasi	Pemberat selang aerator
4.	Botol vial	Wadah NBF 10%
5.	DO meter	Mengukur oksigen terlarut
6.	Erlenmeyer 500 ml	Wadah hewan uji pada uji toksisitas
7.	Gelas ukur	Mengukur volume larutan stok
8.	Mikro pipet	Mengambil larutan jumlah mikro
9.	pH meter	Mengukur derajat keasaman
10.	Pipet tetes	Mengambil larutan jumlah kecil
11.	Refraktometer	Mengukur salinitas
12.	Selang aerasi	Menyalurkan oksigen
13.	Sendok kecil	Memindahkan hewan uji
14.	Spatula	Mengaduk larutan

No.	Nama Alat	Fungsi
15.	Spektrofotometer	Mengukur amonia
16.	Thermometer	Mengukur suhu
17.	Timbangan digital	Menimbang pakan
18.	Washing bottle	Wadah aquades

Adapun bahan yang digunakan penelitian berlangsung disajikan dalam Tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Daftar Bahan pada Penelitian Skripsi

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Air laut murni	Media hidup hewan uji
2.	Air tawar	Menurunkan salinitas pada media hidup
3.	Amonia	Bahan uji
4.	Alkohol 70%	Pengondisian aseptis
5.	Aquades	Kalibrasi alat
6.	Benih udang vaname PL 9	Hewan uji
7.	Kapas	Menutup wadah uji
8.	Kertas label	Memberi label pada wadah uji
9.	NBF 10 %	Mengawetkan udang untuk uji histologi
10.	Pelet	Pakan hewan uji

3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan secara statistik dan deskriptif. Uji statistik yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis pendekatan regresi linear. Regresi linear digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel terikat Y dan variabel bebas X. Pada penelitian ini variabel Y adalah mortalitas udang vaname sedangkan variabel X adalah waktu pendedahan. Analisis secara deskriptif digunakan untuk mengetahui apakah konsentrasi amonia mempengaruhi respon biologis udang vaname dengan pendekatan morfologi dan fisiologi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Pengukuran parameter lingkungan dilakukan di semua perlakuan pada setiap 12 jam. Data kualitas air paparan amonia (Tabel 5) berfungsi untuk mengetahui kualitas air pengujian guna monitoring daya dukung lingkungan terhadap udang vaname, sehingga dari hasil kualitas air yang diperoleh dapat diketahui kondisi perairan memiliki pengaruh atau tidak terhadap mortalitas udang vaname yang terpapar amonia (Chrismadha *et al.*, 2006). Oleh karena itu, pengukuran parameter lingkungan penting untuk dilakukan. Data hasil pengamatan kualitas air disajikan pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Data Kualitas Air

Kons.	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/l)	pH
A	23.83 ± 0.97	25.00	7.93 ± 0.65	7.80 ± 0.06
B	23.56 ± 0.97	25.00	7.86 ± 0.56	7.80 ± 0.04
C	23.44 ± 0.85	25.00	9.18 ± 0.77	7.81 ± 0.04
D	23.44 ± 0.85	25.00	9.53 ± 0.90	7.80 ± 0.04
E	23.43 ± 0.84	25.00	8.24 ± 0.66	7.81 ± 0.05
F	23.39 ± 0.82	25.00	8.37 ± 0.60	7.81 ± 0.06
Rata-rata	23.47 ± 0.88	25.00	8.52 ± 0.93	7.80 ± 0.05

*±: Standar deviasi

Parameter suhu berfungsi sebagai indikator yang dapat mempengaruhi laju metabolik (pertumbuhan) dan pembiakan serta penetasan telur organisme. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kehidupan biota air. Secara umum, laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian apabila terjadi

peningkatan suhu yang signifikan (Kordi dan Andi, 2009). Pada pengukuran suhu yang dilakukan pada saat penelitian didapatkan nilai rata rata suhu sebesar 23.47°C. Hal tersebut menjelaskan bahwa suhu pada saat pemaparan berlangsung masih berada dalam rentang suhu optimal yang dibutuhkan udang vaname untuk tetap hidup. Keberhasilan dalam budidaya udang yaitu dengan parameter suhu berkisar antara 20-30°C (Multazam dan Zulfajri, 2017).

Kisaran salinitas yang rendah dapat menurunkan oksigen terlarut dalam air, selain itu dapat menyebabkan tipisnya kulit udang. Sedangkan kisaran salinitas tinggi dapat menyebabkan terhambatnya proses molting sehingga pertumbuhan udang terhambat (Syukri, 2016). Pada pengukuran salinitas yang dilakukan pada saat penelitian didapatkan nilai rata rata salinitas sebesar 25 ppt. Hal tersebut menjelaskan bahwa salinitas pada saat pemaparan berlangsung masih berada dalam rentang optimal yang dibutuhkan udang vaname untuk tetap hidup. Menurut Andriyanto *et al.*, (2014), udang vaname memiliki nilai salinitas optimal berkisar antara 20-30 ppt.

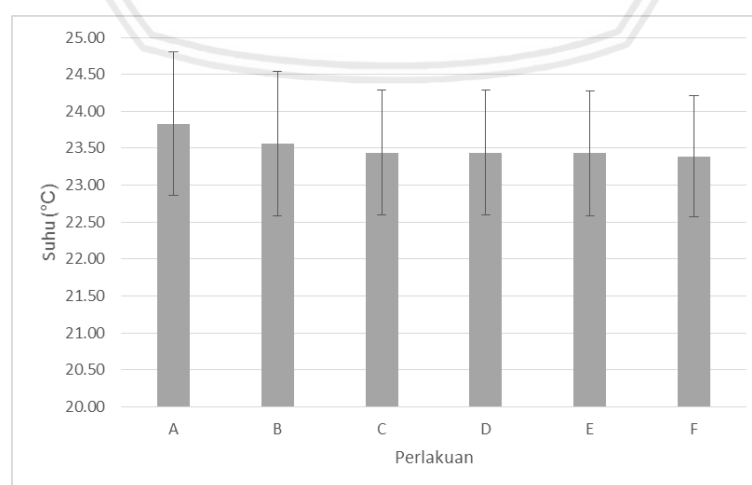
Kandungan oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kualitas air yang paling kritis pada budidaya ikan termasuk udang dan merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Konsentrasi oksigen terlarut sangat dipengaruhi oleh suhu, semakin tinggi suhu, maka semakin berkurang jumlah oksigen terlarut pada kolom perairan (Wibisono, 2005). Pada pengukuran oksigen terlarut yang dilakukan pada saat penelitian didapatkan nilai rata rata sebesar 8.52 mg/l. Hal tersebut menjelaskan bahwa oksigen terlarut pada saat pemaparan berlangsung masih berada dalam rentang optimal yang dibutuhkan udang vaname untuk tetap hidup. Kualitas air

yang layak untuk budidaya udang vaname adalah dengan kadar oksigen terlarut (DO) > 4 mg/L (toleransi minimum 0,8 mg/L) (Tahe dan Hidayat, 2011).

Derajat keasaman (pH) berfungsi sebagai indikator untuk reaksi kimia dan biologi dalam metabolisme akuatik. Pada pH rendah, kandungan oksigen terlarut akan berkurang, sehingga konsumsi oksigen menurun, aktivitas organisme meningkat, dan selera makan akan berkurang (Kordi, 2009). Pada pengukuran pH yang dilakukan pada saat penelitian didapatkan nilai rata rata pH sebesar 7.8. Hal tersebut menjelaskan bahwa pH pada saat pemaparan berlangsung masih berada dalam rentang optimal yang dibutuhkan udang vaname untuk tetap hidup. Menurut Multazam dan Zulfajri (2017), pH untuk standar budidaya udang vaname berkisar antara 7,5 - 8,5.

4.1.1 Suhu

Suhu merupakan faktor lingkungan yang penting untuk kegiatan budidaya udang karena mempengaruhi metabolisme, pertumbuhan, konsumsi oksigen, siklus molting, respons imun dan kelangsungan hidup (Ferreira *et al.*, 2011). Hasil pengukuran suhu pada saat pemaparan amonia terhadap udang vaname dapat dilihat pada Gambar 6.

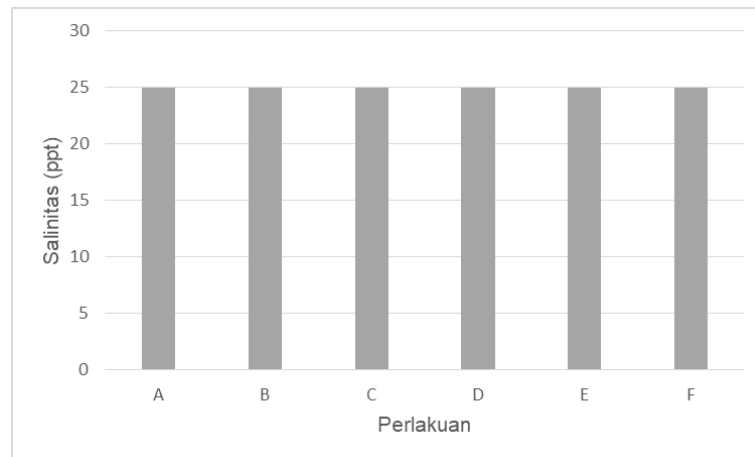


Gambar 6. Grafik Suhu

Berdasarkan gambar 6, rata-rata suhu media uji pada perlakuan kontrol A (0 ppm) adalah 23.83°C, perlakuan B (0,16 ppm) adalah 23.56°C, perlakuan C (0,50 ppm) adalah 24,44°C, perlakuan D (1,57 ppm) adalah 23,44°C, perlakuan E (4,86 ppm) adalah 23.43°C, dan perlakuan F (15,06 ppm) adalah 23,39°C. Suhu pada media uji yang terpapar amonia lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol, meskipun selisih keduanya sangat kecil yaitu 0,28°C. Hal ini terjadi karena suhu sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar, kemungkinan lain adalah posisi wadah media uji kontrol terkadang terkena cahaya matahari dari jendela saat pagi. Menurut Lubis *et al.*, (2014) perubahan suhu dapat berpengaruh terhadap perubahan proses fisika, kimia, dan biologi perairan. Terjadinya peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan viskositas reaksi kimia, evaporasi, dan volatilitas. Amonia memiliki sifat volatil sehingga pada suhu kamar, sebagian NH_3 akan menguap. Data hasil pengamatan suhu secara keseluruhan setiap 12 jam selama 96 jam dapat dilihat di Lampiran 2.

4.1.2 Salinitas

Siklus hidup secara alami dari udang vaname terjadi di laut dan estuari. Hal ini yang menyebabkan udang vaname mampu beradaptasi pada kisaran salinitas yang lebar. Salinitas merupakan faktor pembatas dalam perairan yang dapat mempengaruhi kualitas perairan dan kehidupan organisme. Salinitas air laut mempengaruhi tekanan osmotik air yang mempengaruhi kemampuan osmoregulasi dari udang vaname (Fendjalang *et al.*, 2016). Menurut Hernandez *et al.* (2006), juvenil *Litopenaeus vannamei* memiliki kisaran salinitas 15,7- 31,1 ppt. Hasil pengukuran salinitas pada pemaparan amonia terhadap udang ditunjukkan pada Gambar 7.

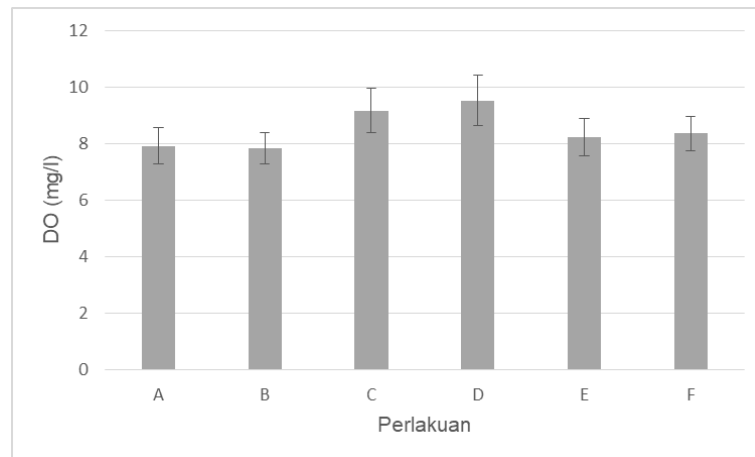


Gambar 7. Grafik Salinitas

Salinitas media uji dari awal hingga akhir pemaparan amonia terhadap udang vaname adalah 25 ppt dengan standar deviasi 0. Hal ini terjadi karena tidak ada perubahan salinitas saat pemaparan amonia terhadap udang vaname berlangsung. Data salinitas yang diperoleh pada penelitian ini sesuai untuk udang vanname. PERMEN KP No 75 Th. 2016 menyatakan bahwa idealnya salinitas bagi budidaya udang antara 10 – 35 ppt. Data hasil pengamatan salinitas secara keseluruhan setiap 12 jam selama 96 jam dapat dilihat di Lampiran 3.

4.1.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas terhadap kehidupan dalam air, sehingga bila ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan biota budidaya, maka segala aktivitas biota akan terhambat. Kebutuhan oksigen pada udang vaname menurut Zhang *et al.* (2006), dipengaruhi oleh bobot tubuh, suhu, salinitas, pH, dan pakan karena memiliki efek yang signifikan terhadap level DO letal pada udang vaname. Menurut Ferreira *et al.* (2011), pertumbuhan udang akan terhambat dan dilanjutkan dengan kematian jika kadar DO dalam perairan dibawah 2,0 mg/L. Hasil pengukuran DO pada pemaparan amonia terhadap udang ditunjukkan pada Gambar 8.

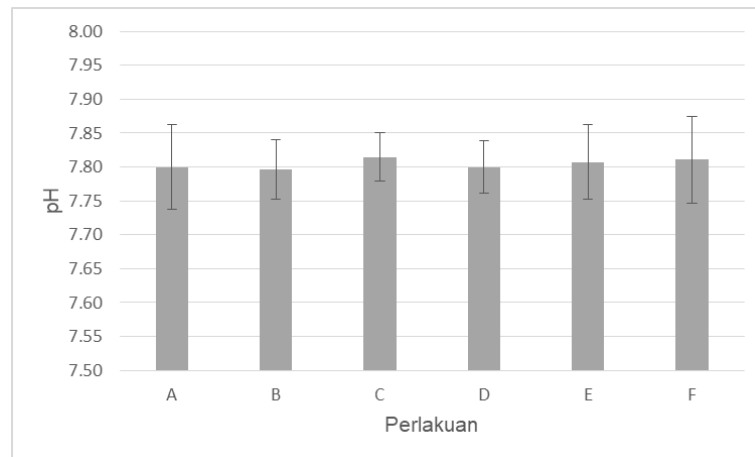


Gambar 8. Grafik DO

Hasil pengukuran DO pada perlakuan kontrol berkisar 7,93 mg/l sedangkan pada perlakuan yang terpapar amonia berkisar 7,86 – 9.53 mg/l. Kadar DO pada perlakuan C dan D sedikit lebih tinggi dibanding perlakuan lain karena pada saat pemaparan berlangsung, posisi wadah perlakuan C dan D lebih dekat dengan aerator, sehingga suplai oksigen lebih tinggi. Nilai DO yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa oksigen terlarut masih dalam batas optimal untuk keberlangsungan hidup udang vaname. Semakin besar nilai DO pada perairan, maka mengindikasikan bahwa perairan tersebut memiliki kualitas yang bagus. Menurut Tahe dan Hidayat (2011), kualitas air yang layak untuk budidaya udang vaname adalah dengan oksigen terlarut (DO) > 4 mg/l. Data hasil pengamatan DO secara keseluruhan setiap 12 jam selama 96 jam dapat dilihat di Lampiran 3.

4.1.4 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) berfungsi sebagai indikator untuk reaksi kimia dan biologi dalam metabolisme organisme. Sebagian besar biota akuatik, termasuk udang vaname sensitif terhadap perubahan pH. Hasil pengukuran pH pada pemaparan amonia terhadap udang ditunjukkan pada Gambar 9.

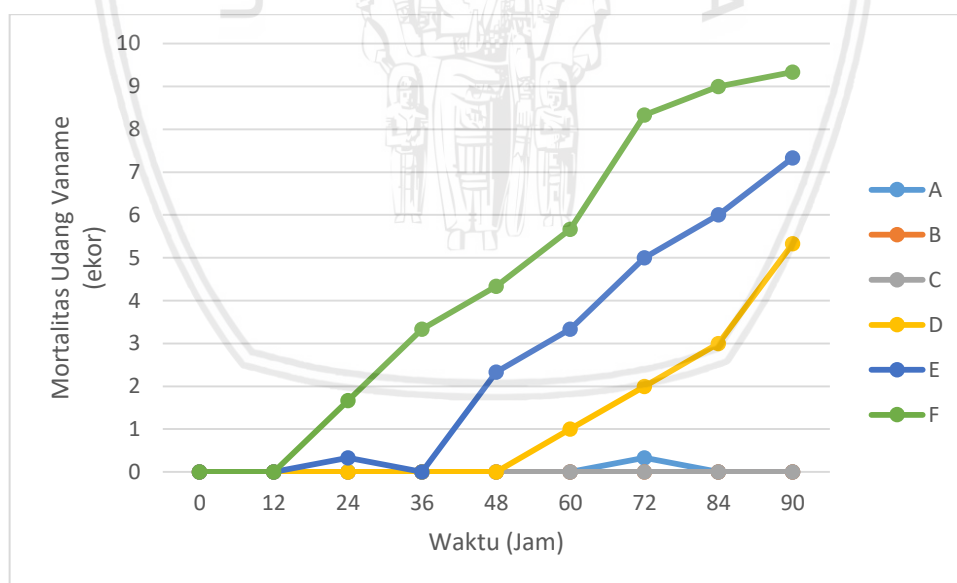


Gambar 9. Grafik pH

Berdasarkan grafik di atas, diperoleh hasil pH media uji perlakuan kontrol adalah, perlakuan B (0,16 ppm) dan perlakuan D (1,57 ppm) adalah 7,80, sedangkan perlakuan C (0,50 ppm), perlakuan E (4,86 ppm), dan perlakuan F (15,06 ppm) adalah 7,81. Pada hasil pengukuran pH terdapat selisih yang sangat kecil yaitu 0,01. Akan tetapi nilai ini masih termasuk dalam nilai pH optimum untuk udang vaname. Kisaran pH yang sesuai dengan ambang batas optimal untuk budidaya udang vaname yaitu 6-8 (Wulandari, 2015). Hasil pengukuran Kadar amonia berkaitan erat dengan pH air, apabila $\text{pH} < 7$ maka amonia akan mengakibatkan ionisasi sedangkan apabila $\text{pH} > 7$ kadar amonia di perairan akan lebih (Yanti, 2017). Kenaikan pH larutan (semakin besarnya konsentrasi ion OH^-) berperan dalam memberikan kondisi alkali untuk oksidasi amonia. Kondisi alkali dapat menurunkan potensial oksidasi amonia. pH larutan amonia yang semakin tinggi (semakin basa) akan berpengaruh pada penurunan konsentrasi NH_3 semakin cepat, sehingga jumlah amonia yang dapat dihilangkan juga semakin besar. Data hasil pengamatan pH secara keseluruhan setiap 12 jam selama 96 jam dapat dilihat di Lampiran 5.

4.2 Hasil Monitoring Pertumbuhan Udang Vaname

Pengambilan data mortalitas udang vaname yang terpapar amonia dengan konsentrasi berbeda dilakukan di setiap perlakuan setiap 12 jam sekali mulai tanggal 18 Maret 2019 hingga 22 Maret 2019 (96 jam pemaparan). Berdasarkan grafik mortalitas udang vaname (Gambar 10), mortalitas tertinggi udang vaname terjadi pada perlakuan F yaitu perlakuan dengan konsentrasi amonia tertinggi (15,06 ppm). Rata-rata udang yang mati pada konsentrasi 15,06 ppm adalah 9 ekor, 7 ekor pada konsentrasi 4,86 ppm, 5 ekor pada konsentrasi 1,57 ppm, dan 1 ekor pada perlakuan kontrol. Tidak ada udang yang mati pada perlakuan dengan konsentrasi amonia 0,16 dan 0,50 ppm. Udang vaname yang mati pada kosentrasi amonia 0 ppm (kontrol) disebabkan oleh faktor kekebalan udang vaname yang berbeda pada setiap individu. Kadar amonia yang optimum bagi udang vaname adalah 0,1 – 1,0 ppm (Metelev *et al.*, 1971).

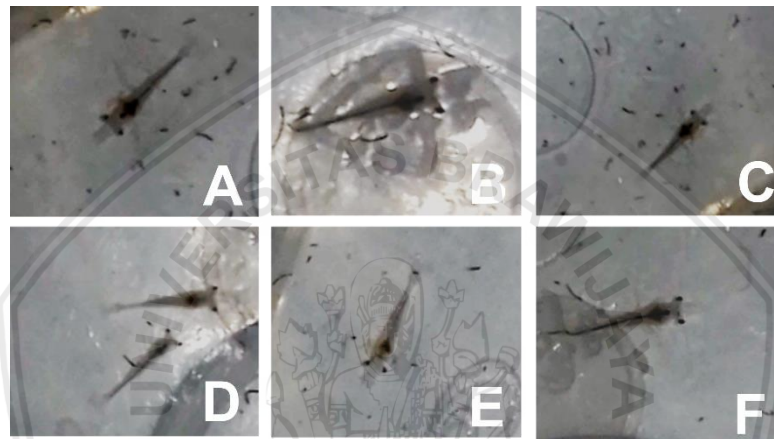


Gambar 10. Grafik Monitoring Mortalitas Udang Vaname

Data hasil pengamatan mortalitas udang vaname akibat paparan amonia secara keseluruhan setiap 12 jam selama 96 jam dapat dilihat di Lampiran 6.

4.3 Hasil Analisis Morfologi

Pengamatan morfologi udang yang terpapar amonia dilakukan di semua perlakuan pada setiap 12 jam. Tujuan dilakukan pengamatan morfologi adalah untuk mengetahui ada tidaknya perubahan secara fisik pada udang vaname yang terpapar amonia. Pada saat pengamatan, tidak terjadi adanya perubahan secara morfologi pada udang vaname baik dari warna, bentuk, maupun jumlah organ udang vaname saat terpapar amonia dengan konsentrasi yang berbeda-beda.



Gambar 11. Analisis Morfologi Udang
(A. Kontrol; B. 0,16 ppm; C. 0,50 ppm; D. 1,57 ppm; E. 4,86 ppm; F. 15,06 ppm)

Gambar 11 di atas menjelaskan bahwa berdasarkan penelitian yang dilakukan, paparan amonia tidak memberikan perubahan secara fisik terhadap udang vaname pada seluruh perlakuan, baik dalam perubahan warna, perubahan bentuk, perubahan ukuran, dan jumlah organ yang tersisa. Mobilitas udang vaname cenderung rendah pada saat terpapar amonia. Udang vaname jarang bergerak dan sering berdiam di dasar wadah media uji. Diasumsikan demikian karena saat wadah uji diketuk, pergerakan udang vaname lebih rendah dibandingkan dengan pada saat wadah udang vaname stok diketuk.

4.4 Hasil Analisis Fisiologi

Analisis fisiologi dilakukan dengan pendekatan uji histologi. Pada analisis fisiologi, jaringan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang diamati adalah bagian insang dan hepatopankreas. Kedua organ ini sangat berperan penting bagi udang vaname. Insang berperan penting dalam sistem respirasi, sedangkan hepatopankreas berperan penting dalam sistem pencernaan dan ekskresi (Wahyudewantara, 2011). Berdasarkan pewarnaan H&E (hematoksilin dan eosin) pada kaca preparat dan diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x didapatkan hasil bahwa amonia berpengaruh terhadap perubahan gambaran histologi jaringan udang.

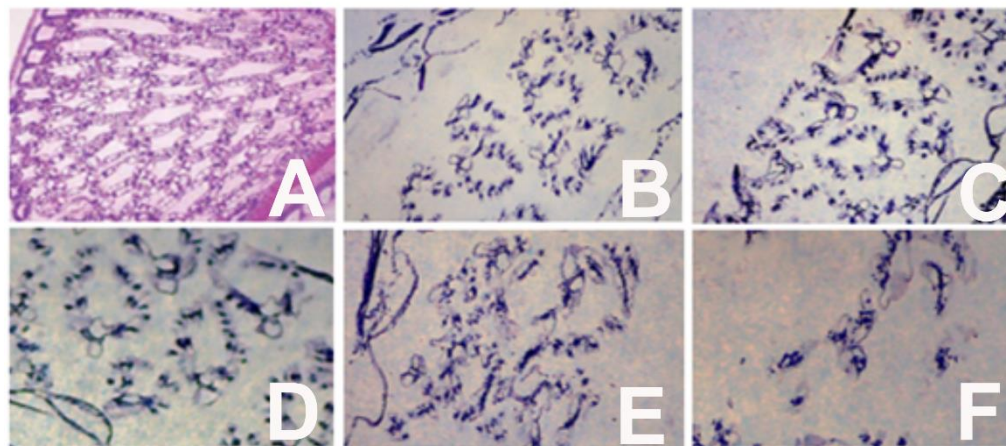


Gambar 12. Gambaran Histopatologi Jaringan Insang (Kiri. Jaringan insang normal, Kanan. Jaringan insang rusak)

Udang memiliki insang sebagai alat respirasi. Salah satu fungsi insang selain bernafas adalah untuk melakukan ekskresi amonia di perairan. Pada saat kadar amonia tinggi, maka insang akan terganggu dan menghambat amonia dalam tubuh untuk keluar. Akibatnya, amonia akan masuk ke darah udang, dan jika pertumbuhan udang melambat. Penyerapan amonia yang secara terus menerus melalui insang sangat memberikan dampak kerusakan pada jaringan insang, hingga dapat menimbulkan kematian terhadap organisme laut yang disebabkan oleh proses anoxemia, yaitu terhambatnya fungsi pernafasan yaitu sirkulasi dan ekskresi dari insang (Brock *et al.*, 1994). Gambar 12 menunjukkan terjadinya *hyperplasia* pada jaringan insang udang vaname perlakuan F (15,06

ppm). *Hyperplasia* adalah pembentukan jaringan secara berlebihan karena bertambahnya jumlah sel. Lamela yang mengalami *hyperplasia* mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distal*) atau penebalan jaringan epitelium yang terletak di dekat dasar lamela (Plumb, 1994). Pada Gambar 12, *hyperplasia* ditunjukkan dengan lingkaran merah. Warna hitam tersebut menunjukkan terjadinya *hyperplasia*. Inti sel bersifat asam akan menarik zat/larutan yang bersifat basa, maka inti akan berwarna biru/ungu dari zat Hematoxylin (Muntha, 2001).

Hyperplasia pada insang diduga diakibatkan adanya kontak dengan amonia yang berlebihan. Kontak tersebut mengakibatkan organ insang mengalami iritasi dan mengeluarkan mukus (lendir) sebagai perlindungan terhadap amonia, akan tetapi mukus yang dihasilkan justru menutup permukaan lamela insang sehingga pertukaran O₂ dengan CO₂ terhambat, akibatnya tidak ada pengikatan oksigen oleh hemoglobin darah. Hal ini menyebabkan transportasi oksigen ke seluruh tubuh tidak ada. Reaksi bahan pencemar organik maupun non organik yang berlebihan pada insang akan menghasilkan gumpalan lendir sehingga insang akan terselimuti gumpalan lendir dan akan sulit bernafas (Sorensen, 1991). *Hyperplasia* ini juga dapat terjadi akibat berbagai bahan toksik lainnya seperti polutan kimia dan logam berat terutama tembaga kadmium, merkuri cuprum dan seng. Bangsa kerang, udang, maupun ikan yang terpapar oleh logam berat, deterjen, amonia, pestisida, dan nitrofenol memperlihatkan pemisahan antara sel epitelium dan sistem yang mendasari sel tiang yang dapat mengarah kepada runtuhnya keutuhan dari struktur lamela sekunder dan dapat menyebabkan peningkatan jumlah sel-sel klorid (Olurin, 2006).



Gambar 13. Gambaran Histopatologi Hepatopankreas
(A. Kontrol; B. 0,16 ppm; C. 0,50 ppm; D. 1,57 ppm; E. 4,86 ppm; F. 15,06 ppm)

Organ hati dan pankreas pada udang berbeda dengan hewan lain. Hewan lain umumnya memiliki organ hati dan pankreas yang terpisah, sedangkan pada udang hati dan pankreas terdapat hanya dalam satu organ yang diberi nama hepatopankreas (Kordi 2010). Meskipun memiliki bentuk yang berbeda, hepatopankreas pada udang memiliki fungsi yang sama seperti hati dan pankreas pada mamalia, yaitu sebagai organ utama dalam penyerapan makanan, transportasi, sekresi enzim-enzim pencernaan, dan tempat penyimpanan lemak, glikogen, dan beberapa mineral-mineral (Reantoso *et al.* 2013). Hepatopankreas juga berfungsi untuk menyimpan vitamin dan mineral, mengatur jumlah karbohidrat, dan menyeimbangkan kadar lemak dan asam amino. Hepatopankreas udang memiliki bentuk seperti tubulus yang memiliki lubang (*lumen*) di tengah dan dikelilingi oleh sel-sel epitel (Dugassa, 2018).

Berdasarkan pengamatan fisiologi menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x, rusaknya jaringan pada insang berdampak pada kerusakan jaringan yang lain. Jaringan yang rusak dan teramati secara jelas pada saat penelitian adalah hepatopankreas. Gambar 13 menjelaskan bahwa struktur jaringan hepatopankreas pada perlakuan A (kontrol) masih dalam keadaan normal (rapat). Pada perlakuan B dan C jaringan hepatopankreas masih dalam bentuk

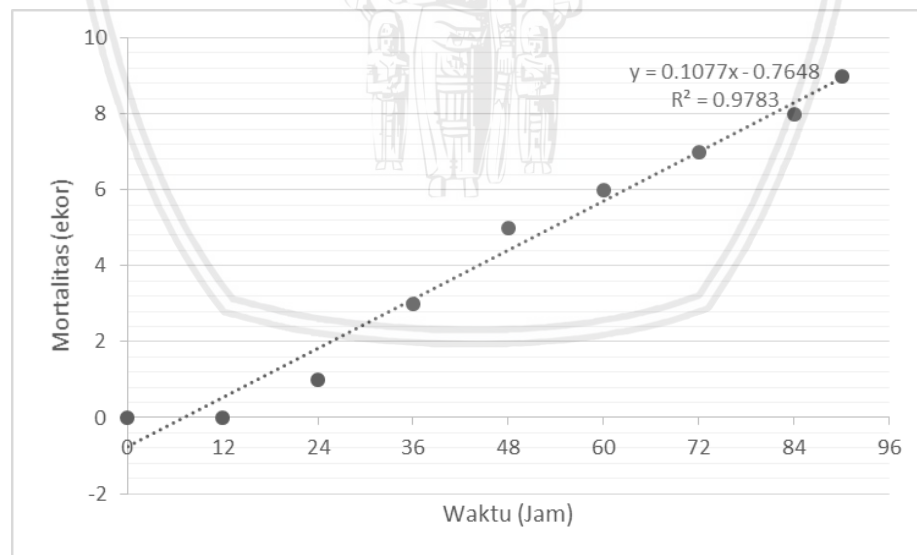
yang terstruktur, sedangkan pada perlakuan D, E, dan F, terjadi perubahan bentuk struktur jaringan hepatopankreas udang vaname akibat paparan amonia di atas ambang batas yang bisa ditoleransi, ditandai dengan susunan yang tidak beraturan dan terdapat banyak rongga kosong. Perubahan struktur sel dan jaringan ini diakibatkan oleh kematian sel, karena selain kerusakan inti, kematian sel juga ditandai dengan mengecilnya sitoplasma (Galluzzi et al. 2017). Mengecilnya sitoplasma dan hilangnya atau mengecilnya inti sel akan mengubah struktur dari sel menjadi lebih kecil dan tidak beraturan. Struktur jaringan kemudian menjadi semakin renggang selama reaksi pembusukan berlangsung akibat peningkatan jumlah sel yang mati karena terkena amonia dalam kadar tinggi. Struktur jaringan yang renggang membentuk rongga kosong. Rongga kosong adalah ruang yang berada di sekitar sel dan jaringan. Ruang ini dapat diakibatkan oleh adanya gas atau cairan. Munculnya gas pada hepatopankreas pada awal kematian dapat diakibatkan oleh aktivitas sel yang berespirasi secara anaerob dan aktivitas bakteri. Gas ini terlihat dengan semakin jauhnya jarak antar sel dan jaringan dengan jaringan lainnya (Paczkowski dan Schutz 2011).

Bhavana et al (2000), menambahkan bahwa hepatopankreas merupakan organ yang sangat peka terhadap peningkatan pestisida atau bahan berbahaya lainnya. Kerusakan yang sebagaimana terjadi tersebut menyebabkan fungsi hati yang kompleks menjadi hilang. Akumulasi amonia ini akan mengganggu pembentukan ATP atau bahkan menghentikan pembentukan ATP dan gangguan pada proses oksidasi ini akan menyebabkan terjadinya penimbunan lemak di hepatopankreas. Vakuolisasi dapat terjadi karena adanya penimbunan lemak pada tubulus hepatopankreas (Price and Wilson, 1989).

Akumulasi amonia yang berlebihan pada biota berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Pusat Informasi Obat dan Makanan, Badan POM RI tahun

2012 menyebutkan bahwa data toksisitas amonia terhadap manusia adalah: LDLo oral-manusia 43 mg/kg; LCLo inhalasi-manusia 5000 ppm; TCLo inhalasi-manusia 408 ppm. Bukti dari hasil pengujian menggunakan hewan uji yang diberi senyawa yang secara struktur berhubungan, mengindikasikan bahwa dapat terjadi efek saluran pencernaan, seperti muntah dan diare. Pada anjing yang diberi pakan amonia 300 mg/kg/hari selama 48 minggu dilanjutkan 18 minggu dengan dosis yang lebih rendah, terdapat sedikit peningkatan berat hati dan ginjal. (Sikernas, 2012). Kadar amonia berlebihan dalam tubuh, khususnya di otak, dapat mengganggu kerja metabolisme tubuh. Hal ini khususnya berdampak buruk terhadap fungsi sel-sel dan saraf otak. Menelan amonia dalam jumlah banyak menyebabkan keracunan sistemik dengan gejala khas berupa kejang-kejang, dan bahkan bisa hingga koma (Cristina dan Christoper, 2008).

4.5 Analisis Hubungan Waktu Paparan Amonia dengan Mortalitas



Gambar 14. Grafik Hubungan Waktu dengan Mortalitas

Berdasarkan Gambar 14, diketahui bahwa grafik mortalitas udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) memiliki nilai $R^2 > 0,9$. Nilai R^2 menunjukkan korelasi hubungan antara waktu dan mortalitas. Nilai 0,9783 menunjukkan bahwa waktu dan

mortalitas memiliki hubungan yang kuat positif karena nilai R^2 mendekati angka 1. Persamaan $y = 0,1077x - 0,7648$ menunjukkan model regresi linear sederhana yang terbentuk dari variabel waktu dan mortalitas. Grafik hubungan waktu dengan mortalitas memiliki nilai korelasi linier positif, yaitu mortalitas udang vaname semakin meningkat 0,1077 satuan setiap pertambahan waktu (Lampiran 1).

4.6 Analisis Pengaruh Paparan Amonia Terhadap Mortalitas

Tabel 6. Hasil Uji Anova

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9.597	5	1.919	5.616	.000
Within Groups	16.407	48	.342		
Total	26.004	53			

Berdasarkan Tabel 6, dapat diketahui bahwa perlakuan paparan amonia dengan konsentrasi berbeda memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap mortalitas udang vaname karena nilai signifikan yang didapatkan dari uji ANOVA *one way* adalah 0. Menurut Irianto (2009), nilai signifikan $< 0,01$ menandakan adanya perbedaan yang sangat signifikan, $0,01 < \text{sig} < 0,05$ menandakan adanya perubahan signifikan, sedangkan nilai signifikan $> 0,05$ menandakan tidak ada perbedaan yang signifikan. Oleh karena itu, dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui konsentrasi berapa saja yang dapat memberikan pengaruh nyata terhadap mortalitas udang vaname. Hasil uji BNT disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji BNT

Multiple Comparisons						
Hasil Mortalitas LSD						
(I) Konsentrasi	(J) Konsentrasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0	0.16	.03667	.27560	.895	-.5175	.5908
	0.50	.03667	.27560	.895	-.5175	.5908
	1.57	-.55556*	.27560	.049	-1.1097	-.0014
	4.86	-.77778*	.27560	.007	-1.3319	-.2236
	15.06	-1.00111*	.27560	.001	-1.5552	-.4470
0.16	0	-.03667	.27560	.895	-.5908	.5175
	0.50	.00000	.27560	1.000	-.5541	.5541
	1.57	-.59222*	.27560	.037	-1.1464	-.0381
	4.86	-.81444*	.27560	.005	-1.3686	-.2603
	15.06	-1.03778*	.27560	.000	-1.5919	-.4836
0.50	0	-.03667	.27560	.895	-.5908	.5175
	0.16	.00000	.27560	1.000	-.5541	.5541
	1.57	-.59222*	.27560	.037	-1.1464	-.0381
	4.86	-.81444*	.27560	.005	-1.3686	-.2603
	15.06	-1.03778*	.27560	.000	-1.5919	-.4836
1.57	0	.55556*	.27560	.049	.0014	1.1097
	0.16	.59222*	.27560	.037	.0381	1.1464
	0.50	.59222*	.27560	.037	.0381	1.1464
	4.86	-.22222	.27560	.424	-.7764	.3319
	15.06	-.44556	.27560	.113	-.9997	.1086
4.86	0	.77778*	.27560	.007	.2236	1.3319
	0.16	.81444*	.27560	.005	.2603	1.3686
	0.50	.81444*	.27560	.005	.2603	1.3686
	1.57	.22222	.27560	.424	-.3319	.7764
	15.06	-.22333	.27560	.422	-.7775	.3308
15.06	0	1.00111*	.27560	.001	.4470	1.5552
	0.16	1.03778*	.27560	.000	.4836	1.5919
	0.50	1.03778*	.27560	.000	.4836	1.5919
	1.57	.44556	.27560	.113	-.1086	.9997
	4.86	.22333	.27560	.422	-.3308	.7775

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Berdasarkan Tabel 7, diketahui bahwa konsentrasi 0 ppm berbeda signifikan terhadap konsentrasi 1,57 ppm, 4,86 ppm, dan 15,06 ppm, karena nilai sig kurang dari 0,05. Konsentrasi amonia sebesar 0,16 ppm berbeda signifikan terhadap konsentrasi 1,57 ppm, 4,86 ppm, dan 15,06 ppm, karena nilai sig kurang dari 0,05. Konsentrasi amonia sebesar 0,50 ppm berbeda signifikan terhadap konsentrasi 1,57 ppm, 4,86 ppm, dan 15,06 ppm, karena nilai sig kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil *mean difference* pada Tabel 7, dapat diketahui bahwa konsentrasi amonia yang memiliki pengaruh tertinggi terhadap mortalitas udang vaname yaitu 1,57 ppm.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai respon bioindikator udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) terhadap paparan amonia, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rata-rata kualitas air media uji meliputi suhu, salinitas, DO, dan pH berada dalam ambang batas optimum udang vaname untuk hidup. Dapat diartikan bahwa kualitas air media yang optimum tidak mempengaruhi mortalitas udang vaname akibat paparan amonia dengan konsentrasi yang berbeda.
2. Paparan amonia tidak memberikan perubahan fisik terhadap udang vaname baik dari warna, bentuk, ukuran, dan jumlah organ tersisa. Perubahan tingkah laku terjadi selama pemaparan berlangsung yaitu ditunjukkan dengan mobilitas udang vaname yang rendah dan cenderung diam di dasar wadah media uji. Secara fisiologi terjadi perubahan struktur jaringan insang dan hepatopankreas.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya dengan topik yang sama perlu adanya monitoring amonia selama 12 jam sekali dan pengamatan fisiologi dengan sampel yang lebih banyak supaya hasil yang didapatkan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA. 1995. *Standar Method for The Examination of Water and Waste Water*. Washington D.C: American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation 19th Edition.
- Chang, Z.W., Chiang, P.C., Cheng, W., dan Chang C.C. 2015. *Impact of Amonia exposure on Coagulation in White Shrimp, Litopenaeus vannamei*. Journal Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol. 118: 98-102. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2015.04.019
- Chrismadha, T., Lily, P., dan Yayah, M. 2006. *Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan, Kandungan Protein, Karbohidrat dan Fikosianin pada Kultur Spirulina fusiformis*. Berita Biologi, 8 (3):163-169.
- Cristina R. B. dan Christopher F. R. 2008. *Identifying The Direct Effects Of Amonia On The Brain*. Metab Brain Dis (2009) 24:95–102 DOI 10.1007/s11011-008-9112-7
- Donatus, I.A. 2001. *Toksikologi Dasar*. Yogyakarta: UGM
- Dugassa, H. dan De Gyrse .G. 2018. *Biology of White Leg Shrimp, Penaeus vannamei: Review*. Journal of Fish and Marine Science. Vol. 10(2): 05-17. DOI: 10.5829/idosi.wjfm.2018.05.17
- Edwin, T., Taufiq, I., dan Windy, P. 2017. *Uji Toksisitas Akut Logam Timbal (Pb), Krom (Cr) dan Kobalt (Co) Terhadap Daphnia Magna*. Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 14(1): 33-40. DOI: 10.25077/dampak.14.1.33-40.2017
- Fahmiati, S. 2012. *Pengaruh Suhu Umpan pada Penyisihan Amonia dari Air Limbah Menggunakan Kombinasi Proses Membran dan Ozonasi*. Universitas Indonesia
- Fendjalang, S.N.M., Tatag, B., Eddy, S., dan Irzal, F. 2016. *Produksi Udang Vaname Litopenaeus vannamei pada Karamba Jaring Apung dengan Padat Tebar Berbeda di Selat Kepulauan Seribu*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 8 (1): 201-2014.
- Ferreira, N.C., C. Bonetti, and W.Q. Seiffert. 2011. *Hydrological and Water Quality Indices as Management Tools in Marine Shrimp Culture*. Aquaculture. Vol. 318: 425-433.
- Francis-Floyd, R., Watson, C., Petty, D., dan Poder, D.B. 2012. *Amonia is Aquatic System*. Fisheries and Aquatic Sciences Department. Florida
- Hamuna, B., Rosye, H.RT., Suwito, Hendra, K.M., dan Alianto. 2018. *Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura*. Jurnal Ilmu Lingkungan. Vol. 16(1): 35-43

- Hastuti, Y.P. 2011. *Nitrifikasi dan Denitrifikasi di Tambak*. Jurnal Akuakultur Indonesia. Vol. 10(1): 89-98
- Heller. 1985. *Acute Toxicity Tests LD50 (LC50) and Alternatives*. European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre: Monograph ISSN 0773-6347-6
- Hutabarat, S. dan Stewart, M.E. 2006. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Irianto, A. 2009. *Statistik: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta: Penerbit Kencana
- Joshi, K.K., Thobias, P.A., dan Varsha, M.S. 2015. *Mariculture and Biodiversity*. Kochi: CMFRI
- Katavic, Ivan. 1999. *Mariculture in The New Millennium*. Institute of Oceanography and Fisheries. Agriculture Conspectus Scientificus. Vol 64(3): 223-229
- Kilawati, Y dan Maimunah, Y. 2015. *Kualitas Lingkungan Tambak Intensif Litopenaeus vannamei dalam Kaitannya dengan Prevalensi Penyakit White Spo Syndrome Virus*. Research Journal of Life Science. Vol. 2(1): 50-59
- Kordi, M.G. dan Andi, B.T. 2009. *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Kurniawan, M.B., Yona, D., dan Kasitowati., R.D. 2016. *Toksisitas Akut Logam Berat Hg dan Pb Terhadap Ikan Kerapu Bebek (Cromileptes altivelis) Sebagai Bioindikator Pencemaran*
- Lin, Y.C dan Chen, J.C. 2001. *Acute Toxicity of Amonia on Litopenaeus vannamei Boone Juveniles at Different Salinity Levels*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 259: 109-119. DOI: 10.1016/S0022-0981(01)00227-1
- Lubis, D.A., Said, I., Suherman, S., N.D. 2014. *Akumulasi Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Kuniran (Upeneus sulphureus) Di Perairan Estuaria Teluk Palu*. Jurnal Akademik Kimia (3) 66-72.
- Lu, X., Jie K., Xianhong M., Baoxiang C., Kun L., Ping D., dan Sheng L. 2017. *Identification of SNP markers associated with tolerance to amonia toxicity by selective genotyping from de novo assembled transcriptome in Litopenaeus vannamei*. Fish and Shellfish Immunology. DOI: 10.1016/j.fsi.2017.12.005.
- Metlev, V.V., Kanaev, A.I., dan Dzasokhova, N.G. 1971. *Water Toxicology*. New Delhi: Amerind Publishing CO. PVT. LTD
- Multazam, A.E. dan Zulfajri, B.H. 2017. *Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname*. Jurnal IT. Vol. 8(2): 118-125
- Muntha, M. 2001. *Teknik Pembuatan Preparat Histopatologi dari Jaringan Hewan dengan Pewarnaan Hemaktosilin dan Eosin (H&E)*. Jurnal Temu Teknis Fungsional Non Peneliti. Balai Penelitian Veteriner: Bogor

- Murtidjo, B.A. 1989. *Tambak Air Payau: Budidaya Udang dan Bandeng*. Yogyakarta: Kanisius. ISBN 979-413-048-6
- Olurin K.B. 2006. *Histopathological responses of the gill and liver tissues of Clarias gariepinus fingerlings to the herbicide, glyphosate, African*. Journal of Biotechnology. Academic Journals 5 (24): 2480-2487pp
- Paczkowski S, S. 2011. *Post-mortem volatiles of vertebrae tissue*. Applied Microbiology and Biotechnology. 91 (4):917 - 935
- PBAB, UPT Bangil. 2019. *Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Diakses di <http://upbapbangil.com/> pada 30-01-2019
- Plumb JA. 1994. Health Maintenance of Cultured Fishes: Principal Microbial Diseases. CRC Press Inc. USA. 254
- Pratiwi, H.C., dan Abdul M. 2015. Teknik Dasar Histologi pada Ikan Gurami (*Osphronemus gouramy*). Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. Vol. 7(2): 153 – 157
- Price S.A, dan Wilson L.M, 1989. *Patofisiologi*. Edisi ke 2, Bagian 1. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Nugroho, S. 2008. *Dasar – Dasar Rancangan Percobaan*. UNIB Press: Bengkulu.
- Sentra Informasi Keracunan Nasional (SIKerNas). 2012. *Amonia*. Pusat Informasi Obat dan Makanan, Badan POM RI
- Sinha, Dr. V.R.P dan Dr. Jayasankar. P. 2014. *Aquaculture: New Possibilities and Concerns: Recent Advances in Crustacean Aquaculture*. New Delhi: Narendra Publishing House
- Sorensen, E.M.B 1991. *Kajian Sistem Resirkulasi Tertutup Menggunakan Biofilter Bivalvia dan Makroalgae pada Pembesaran Udang Windu (Panaeus monodon)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjadjaran. Metal Polsoning in Fish Volume II. CRC Press Boca Ann Arbor, Boston. 376p.
- Stine, K.E., dan Thomas, M.B. 2006. *Principles of Toxicology: Second Edition*. Boca Raton: CRC Press ISBN 0-8493-2856- X
- Sumeru, S.U dan Anna, S. 1992. *Pakan Udang Windu (Panaeus monodon)*. Yogyakarta: Kanisius. ISBN 979-413-794-4
- Sutomo. 1989. *Pengaruh Amonia Terhadap Ikan Dalam Budidaya Sistem Tertutup*. Jurnal Oseana Vol. 14(1): 19–26, 1989. ISSN 0216–1877
- Syukri, M. 2016. *Pengaruh Salinitas Terhadap Sintasan dan Pertumbuhan Larva Udang Windu (Panaeus monodon)*. Jurnal Galung Tropika. Vol. 5(2): 86-96

- Tahe, S. dan Hidayat, S.S. 2011. *Pertumbuhan dan Sintasan Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) dengan Kombinasi Pakan Berbeda dalam Wadah Terkontrol*. Jurnal Riset Akuakultur. Vol. 6(1): 31-40
- Umiliana, M. dan Desrina. 2016. *Pengaruh Salinitas Terhadap Infeksi Infectious myonecrosis virus (IMNV) pada Udang Vaname Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)*. Journal of Aquaculture Management and Technology. Vol. 5(1): 73-81
- Utojo. 2015. *Keragaman Plankton dan Kondisi Perairan Tambak Intensif dan Tradisional di Probolinggo Jawa Timur*. Jurnal Biosfer. Vol. 32 (2): 83-97
- Valentino-Alvarez, J.A., Nunez-Nogueira, G., Fernandez-Bringas, L., 2013. *Acute toxicity of arsenic under different temperatures and salinity conditions on the white shrimp Litopenaeus vannamei*. Biol. Trace Elem. Res. 152, 350–357.
- Wahyudewantara, G. 2011. *Catatan Biologi Udang Putih (Litopenaeus vannamei)*. Vol. 10(2): 1-7
- Wulandari, T., Niniek, W., dan Pujiono, W.P. 2015 *Hubungan Pengelolaan Kualitas Air dengan Kandungan Bahan Organik, NO₂, dan NH₃ pada Budidaya Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) di Desa Keburuhan Purworejo*. Journal of Maquares Management of Aquatic Resources. Vol. 4(3): 42-48
- Wibisono, M.S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. Jakarta: Grasindo
- Yanti, M.E.G., Nurlaila, E.H., Bertoka, F.S.P.N., dan Maya, A.F.U. 2017. *Deteksi Molekuler White Spot Syndrome Virus (WSSV) pada Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) di PT. Hasfam Inti Sentosa*. Jurnal Enggano. Vol 2(2): 156 – 169. EISSN: 2527-5186
- Yudiati, Ervia, Sri S., Ipanna E., dan Irpan H. 2009. *Dampak Paparan Logam Berat Kadmium pada Salinitas yang Berbeda Terhadap Mortalitas dan Kerusakan Jaringan Insang Juvenile Udang Vaname (Litopenaeus vannamei)*. Jurnal Ilmu Kelautan. Vol. 14(4): 29-35. ISSN 0853-7291
- Zhang, P.D., X.M. Zhang, and J. Li. 2006. *The effect of body weight, temperature, salinity, pH, light intensity and feeding condition on lethal DO levels of whiteleg shrimp, Litopenaeus vannamei (Boone, 1931)*. Aquaculture. Vol. 256 :579-587.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Regresi Linier

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.992469228
R Square	0.98499517
Adjusted R Square	0.982494364
Standard Error	0.432721366
Observations	8

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	73.75151332	73.75151332	393.8712	1.0617E-06
Residual	6	1.123486683	0.18724778		
Total	7	74.875			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-1.249394673	0.344435189	3.627372327	0.011	2.092197219	0.406592	2.09219722	0.406592127
0	0.115012107	0.005795173	19.84618927	1.06E-06	0.100831828	0.1291924	0.100831828	0.129192385

RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted 0</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	0.130750605	-0.130750605	-0.326368897
2	1.510895884	-0.510895884	-1.275256246
3	2.891041162	0.108958838	0.271974081
4	4.271186441	0.728813559	1.819204407
5	5.651331719	0.348668281	0.870317059
6	7.031476998	-0.031476998	-0.07857029
7	8.411622276	-0.411622276	-1.027457639
8	9.101694915	-0.101694915	-0.253842475

PROBABILITY OUTPUT	
<i>Percentile</i>	<i>0</i>
6.25	0
18.75	1
31.25	3
43.75	5
56.25	6



Lampiran 2. Data Monitoring Suhu

JAM	KONSENTRASI (DENGAN PENGULANGAN)																	
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1F	2F	3F
0	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
12	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
36	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
48	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	23.5	24	24	23.5	23.5	23.5
60	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
72	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
84	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
96	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
RATA-RATA	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.4	23.3	23.4	23.4	23.3	23.3	23.3
	5	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	9	4	4	9	9	9

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

E: Konsentrasi amonia 4,86 pp

F: Konsentrasi 15,06 ppm

1: Ulangan pertama

2: Ulangan kedua

3: Ulangan ketiga

Lampiran 3. Data Monitoring Salinitas

JAM	KONSENTRASI (DENGAN PENGULANGAN)																	
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1F	2F	3F
0	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
12	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
36	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
48	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
60	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
72	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
84	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
96	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
RATA-RATA	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

E: Konsentrasi amonia 4,86 ppm

F: Konsentrasi 15,06 ppm

1: Ulangan pertama

2: Ulangan kedua

3: Ulangan ketiga

Lampiran 4. Data Monitoring DO

JAM	KONSENTRASI (DENGAN PENGULANGAN)																	
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1F	2F	3F
0	8.8	7.3	8.7	8.8	8.1	7.5	9.5	10.0	9.8	10.2	11.1	10.1	8.2	9.1	8.3	8.2	8.1	9.3
12	8.2	7.0	8.5	6.7	7.5	8.3	10.0	7.7	7.6	8.1	8.0	9.1	7.1	8.4	7.6	7.1	7.6	8.3
24	7.7	8.2	7.0	7.2	7.6	7.7	8.7	8.4	9.6	8.8	8.1	9.1	8.4	7.5	7.7	9.0	8.7	8.6
36	8.1	7.3	8.1	7.9	8.3	8.5	10.3	9.2	8.7	8.9	9.4	9.0	7.7	8.2	8.4	8.9	6.8	7.6
48	8.9	7.2	8.4	8.7	8.3	7.3	9.8	10.1	9.2	10.7	11.2	10.3	8.5	9.5	8.3	8.3	8.1	9.0
60	8.6	8.5	7.1	7.4	8.6	7.2	10.1	9.7	9.2	10.2	9.5	8.3	9.2	8.9	7.2	9.1	8.3	8.2
72	7.2	8.4	7.3	8.4	7.5	8.3	9.0	8.2	8.4	9.8	10.2	9.4	9.3	9.1	8.4	8.1	8.8	8.0
84	8.3	8.1	7.2	8.1	7.3	8.4	10.2	9.1	8.6	10.6	9.3	10.2	8.3	7.4	8.1	8.9	8.3	8.3
96	8.7	8.2	7.0	7.2	7.6	7.7	9.7	8.7	8.4	9.7	8.8	9.1	8.4	7.5	7.7	9.0	8.7	8.6
RATA-RATA	8.28	7.80	7.70	7.82	7.87	7.88	9.70	9.01	8.83	9.67	9.51	9.40	8.34	8.40	7.97	8.51	8.16	8.43

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

E: Konsentrasi amonia 4,86 ppm

F: Konsentrasi 15,06 ppm

1: Ulangan pertama

2: Ulangan kedua

3: Ulangan ketiga

Lampiran 5. Data Monitoring pH

JAM	KONSENTRASI (DENGAN PENGULANGAN)																	
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1F	2F	3F
0	7.7	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9
12	7.7	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8	7.7	7.7
24	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8
36	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.9
48	7.9	7.8	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	7.9	7.8	7.9	7.9	7.8
60	8.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
72	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	8.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
84	7.8	7.7	7.8	7.8	7.7	7.8	7.8	7.9	7.8	7.7	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.7	7.7
96	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
RATA-RATA	7.81	7.79	7.80	7.80	7.79	7.80	7.80	7.82	7.82	7.81	7.79	7.80	7.82	7.81	7.79	7.82	7.81	7.80

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

E: Konsentrasi amonia 4,86 ppm

F: Konsentrasi 15,06 ppm

1: Ulangan pertama

2: Ulangan kedua

3: Ulangan ketiga

Lampiran 6. Data Monitoring Mortalitas

JAM	KONSENTRASI (DENGAN PENGULANGAN)																	
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	1C	2C	3C	1D	2D	3D	1E	2E	3E	1F	2F	3F
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	1	3	0
72	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	4	3
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	1	2	0	0	1
TOTAL	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	6	5	7	8	7	10	10	8

Keterangan:

A: Konsentrasi amonia 0 ppm

B: Konsentrasi amonia 0,16 ppm

C: Konsentrasi amonia 0,50 ppm

D: Konsentrasi amonia 1,57 ppm

E: Konsentrasi amonia 4,86 ppm

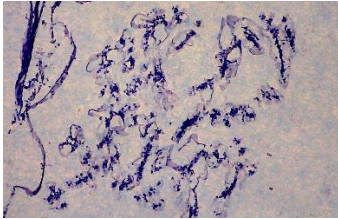
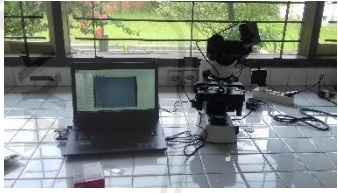
F: Konsentrasi 15,06 ppm

1: Ulangan pertama

2: Ulangan kedua

3: Ulangan ketiga

Lampiran 7. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

		
Hasil Pengamatan Hepatopankreas	Pemaparan amonia di Laboratorium	Perubahan gejala klinis udang vaname
		
Refraktometer	Pembagian udang ke wadah	Pengamatan fisiologi
		
Preparasi pengukuran amonia pada setiap media uji	Sampel media uji	Input pengamatan fisiologi jaringan
		
Gambaran udang setelah pewarnaan H&E	Mikrotom	Spektrofotometer
		
Amonia	Bahan NBF 10%	Nessler