

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Kualitas Air

Dalam penelitian ini hasil pengukuran dari kualitas air yang terdiri atas pH, salinitas dan suhu air dapat dilihat di dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air

| No | Hari ke- | Suhu (°C) | Salinitas (‰) | Ph | DO (mg/l) |
|----|-------------------|-------------|---------------|---------|-----------|
| 1 | 1 | 28 – 29,7 | 15 – 18 | 7,0-8,0 | 7,2 – 7,3 |
| 2 | 2 | 28 – 29,9 | 15 – 20 | 7,0-7,5 | 7,3 – 7,3 |
| 3 | 3 | 29 – 29,7 | 15 – 20 | 7,0-8,0 | 7,2 – 7,4 |
| 4 | 4 | 29,3 – 30,9 | 15 – 20 | 7,0-8,0 | 7,2 – 8,5 |
| 5 | 5 | 28,5 – 29,8 | 15 – 22 | 7,0-7,5 | 7,2 – 7,3 |
| 6 | 6 | 28,6 – 30,6 | 15 – 23 | 7,0-7,5 | 7,2 – 7,3 |
| 7 | Standat Baku Mutu | 28-32 °C | 0 s/d 34‰ | 7-8,5 | >5 mg/l |

Keterangan: *Standart baku mutu yang digunakan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

4.1.1 Suhu

Pada penelitian ini seperti dapat dilihat dalam (Tabel 2) didapatkan hasil dari suhu air pada saat penelitian berkisar antara 28 °C sampai 30,6 °C. Nilai dari suhu disamping dalam kondisi optimum dimana, Menurut Suparjo (2008), kondisi ideal untuk kelangsungan hidup udang ialah berkisar antara 25 °C sampai 30 °C. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menekan kehidupan hewan budidaya bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim. Suhu di akuarium tidak dipengaruhi secara langsung oleh musim, lintang, ketinggian, dan permukaan laut, waktu dalam hari, penutupan awan, aliran air dan serta kedalaman air. Untuk mengkondisikan suhu dalam kisaran yang optimum pada penelitian ini memanfaatkan heater sebagai

penyeimbang suhu air. Secara khusus suhu merupakan salah satu faktor fisik yang sangat penting. Suhu berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan udang, apabila suhu air dibawah 13 °C atau diatas 33 °C akan menyebabkan naiknya angka kematian udang yang bisa mencapai prosentase 90 %.

4.1.2 Salinitas

Pada penelitian ini seperti dapat dilihat dalam (Tabel 2) didapatkan hasil dari salinitas media penelitian berkisar antara 15 ‰ sampai 23 ‰. Nilai salinitas diatas berada pada kondisi optimum, Pada kisaran salinitas 15 ‰ sampai 25 ‰ udang vaname dapat tumbuh dengan baik atau optimum bahkan pada salinitas 5 ppt masih layak untuk pertumbuhannya dirujuk pada penelitian lain. Data salinitas yang didapatkan disesuaikan dengan nilai salinitas yang terdapat ketika pengambilan sampel udang vaname (*Litopeneus vannamei*) di paciran, lamongan. Hal ini dikarenakan untuk mengurangi resiko kematian udang itu sendiri. Dalam menghadapi perubahan habitat dari perairan payau ke tawar, udang melakukan proses osmoregulasi dan rentan terhadap kematian. Kematian rentan terjadi akibat adanya perubahan salinitas yang diduga karena perubahan osmotik yang terlalu besar (Taqwa *et al.*, 2012). Nilai salinitas dari setiap biota air memiliki kisaran optimum untuk hidup, bila kondisinya berada diluar kisaran tersebut dapat berakibat stres, mengganggu pertumbuhan dan reproduksi. Salinitas yang tinggi juga dapat mempengaruhi kelarutan gas-gas yang ada di dalamnya, dengan meningkatkan salinitas memiliki kaitan erat dengan sistem osmoregulasi pada hewan air. Secara alami pelarut (air) atau larutan yang lebih besar encer akan bergerak masuk kedalam larutan yang lebih pekat atau kental, sampai terjadi keseimbangan.

4.1.3 pH

pH merupakan salah satu faktor fisika perairan yang sangat penting bagi kehidupan organisme atau biota perairan, karena tiap organisme perairan mempunyai batas optimum yang berbeda terhadap perubahan pH. Data hasil pengamatan pH (Tabel 2) didapatkan pH terendah sebesar 7,0 dan pH tertinggi sebesar 8,0. Berdasarkan hasil yang telah didapat nilai tersebut dalam kondisi optimum nilai pH antara 7,0 sampai 8,5 ialah kondisi optimum untuk pertumbuhan udang vaname, dengan toleransi 6,5 sampai 9 konsentrasi pH air akan berpengaruh terhadap nafsu makan udang dan reaksi kimia didalam air. Organisme akuatik sebagian besar sensitif terhadap perubahan pH dan memiliki preferensi 7 sampai 8,5. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida bebas. Pada perairan laut karbondioksida terdapat dalam jumlah yang banyak, sehingga terbentuk asam karbonat (H_2CO_3) yang dihasilkan karena reaksi dengan H_2O . Asam karbonat ini selanjutnya terdisosiasi menjadi ion hidrogen dan ion bikarbonat, kemudian ion bikarbonat terdisosiasi lagi menjadi ion hidrogen dan ion karbonat. Sistem karbondioksida - asam karbonat - ion bikarbonat merupakan sistem kimia yang kompleks yang cenderung berada dalam keseimbangan. Hal inilah yang menyebabkan air laut bersifat buffer yaitu dapat mempertahankan pH dalam kisaran yang sempit antara 7,5 sampai 8,4 (Taqwa *et al.*, 2011),

4.1.5 Dissolved oxygen (DO)

DO merupakan salah satu faktor fisika perairan yang sangat penting bagi kehidupan organisme atau biota perairan, karena tiap organisme perairan mempunyai batas optimum yang berbeda terhadap perubahan DO. Data hasil pengamatan DO disajikan pada (Tabel 2) nilai yang didapat berkisar antara 7,18 mg/l sampai 8,48 mg/l. Udang hidup dengan baik pada kadar oksigen minimum 4

ppm. Ukuran udang mempengaruhi jumlah pasokan oksigen yang dibutuhkan di air untuk pernafasan dan sistem metabolisme didalam tubuhnya. Sementara itu, kotoran dan sisa-sisa pakan makin banyak mengendap di dasar. Bahan-bahan tersebut langsung membusuk, dalam proses pembusukannya banyak menyerap oksigen dari perairan. Berdasarkan KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004 bahwa nilai *Dissolved oxygen* (DO) yang disyaratkan untuk biota laut adalah > 5 .

4.2 Pengamatan Makroskopik Udang Vannamei

Hasil pengamatan tingkah laku dan morfologi diamati telah terjadi perubahan yang mengindikasikan bahwa udang uji terinfeksi WSSV. Hal ini bisa dilihat melalui pergerakan aktif atau tidak, dominasi renang udang, aktifitas makan, warna udang dan lain sebagainya. Pengamatan ini sendiri dilakukan pasca infeksi WSSV dengan perendaman ke dalam udang itu sendiri selama sekitar 4 hari.

4.2.1 Udang Vannamei Sehat (K+)

Udang vannamei sehat (K+) pada pengamatan mulai hari pertama sampai terakhir peneilitan memiliki pergerakan aktif, berenang dikolom air serta memiliki nafsu makan yang tinggi. Kondisi udang vannamei yang normal ini ditunjukkan pada perlakuan udang sehat. Perilaku udang yang lain ditunjukkan seperti respon udang terhadap rangsangan yang ada seperti cahaya dan sentuhan. Hal ini terlihat pada malam hari ketika diberikan cahaya dari lampu senter maka udang akan mendekati sumber cahaya. Begitu juga dengan adanya rangsangan sentuhan maka udang akan segera berenang menjauh ke arah yang berlawanan terhadap rangsangan yang ada. Udang yang sehat dicirikan dengan tingkah laku yang normal (tidak terjadi penyimpangan) yaitu jika diamati secara visual maka akan menunjukkan ciri-ciri: nafsu makan berjalan normal, gerakannya aktif, berenang normal dan melompat bila anco diangkat, respon

positif terhadap arus, cahaya, bayangan dan sentuhan, tubuh berwarna cerah berbelang putih yang jelas, tubuh bersih licin tidak ada kotoran atau lumut yang menempel, tubuh tidak keropos dang anggota tubuh lengkap (Adiwijaya. 2004).

Menurut Yusuf (2014), Udang yang sehat memiliki ciri-ciri yaitu aktif bergerak diperairan, udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari, hepatopancreas berwarna hitam dan volume besar, tubuh terasa berasih dan licin bila dipegang, insang terlihat bersih dan tidak menunjukkan adanya pembengkakan, ekor udang (Uropoda) membuka seperti kipas bila dipegang dan memiliki figmentasi warna belang yang jelas anatra hitam/hijau tua atau transparan.



Gambar 4. Morfologi udang (a) Udang sehat (*Dokumentasi pribadi*) (b) udang yang terinfeksi WSSV (Warsito, 2012)

4.2.2 Udang vannamei yang terinfeksi virus WSSV (K-)

Udang vannamei (K-) pada penelitian ini diperoleh dari sampel udang yang diinfeksi virus WSSV. Pengamatan dilakukan mulai hari ke-1 sampai ke-4 pasca infeksi virus. Metode yang digunakan adalah memberikan inokulat virus WSSV sebanyak 6 μ L/L media udang vannamei. Hasil yang diperoleh memiliki ciri-ciri sebagai berikut (disajikan dalam Tabel 3)

Tabel 3. Ciri-ciri morfologi dan tingkah laku udang vannamei yang terinfeksi virus WSSV (K-).

| NO | Hari | Morfologi | Tingkah Laku |
|----|---------|--|--|
| 1 | Pertama | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas masih jelas dan cerah ▪ Ruas tubuh yang masih jelas dan bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang dikolom dan dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan tinggi |
| 2 | Kedua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas cerah ▪ Ruas tubuh yang bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang di dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan normal |
| 3 | Ketiga | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas mulai pucat ▪ Ruas tubuh yang mulai nampak bercak putihhv | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang jarang bergerak ▪ Berenang dasar aquarium. ▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan rendah |
| 4 | Keempat | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas berwarna pucat ▪ Ruas tubuh nampak bercak putih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang jarang bergerak ▪ Berenang dasar aquarium. ▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Tidak ada nafsu makan |

Berdasarkan morfologi dan tingkah laku udang vannamei yang telah dilakukan pengamatan mulai hari ke-1 sampai ke-4 pasca infeksi virus WSSV telah diketahui perubahan secara perlahan mulai dari pergerakan, aktivitas terhadap cahaya, nafsu makan dan warna hepatopancreas. Pada hari pertama terjadi perubahan morfologi dari udang vannamei, yaitu warna hepatopancreas masih jelas dan cerah, ruas tubuh yang masih jelas dan bersih. Pada hari

kedua sampai keempat terjadi perubahan warna hepatopancreas yang menjadi pucat serta ruas tubuh muncul bercak putih. Tingkah laku udang pada hari pertama pada perlakuan kontrol negative (K-) udang aktif bergerak, berenang dikolom dan dasar aquarium, udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari, nafsu makan tinggi. Pada hari kedua hingga hari keempat tingkah laku udang terjadi perubahan pada pergerakan yang dari hari ke hari semakin lambat, nafsu makan turun dan pasifnya respon udang terhadap sinar cahaya.

4.2.3 Perlakuan dengan perendaman ekstrak *Gracilaria verrucosa* (P1)

Udang P1 diperoleh dari udang sampel yang direndam dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* sebanyak 250 ppm selama 8 hari. Pada hari ke-1 sampai ke-4 pasca infeksi virus WSSV dan diperoleh data morfologi dan tingkah laku yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ciri-ciri morfologi dan tingkah laku udang perlakuan dengan perendaman ekstrak (*Gracilaria verrucosa*) 250 ppm.

| NO | Hari | Morfologi | Tingkah Laku |
|----|---------|--|---|
| 1 | Pertama | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas masih jelas dan cerah ▪ Ruas tubuh yang masih jelas dan bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang dikolom dan dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan tinggi |
| 2 | Kedua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas cerah ▪ Ruas tubuh yang bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang dikolom air dan di dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan normal |

Lanjut Tabel.

| NO | Hari | Morfologi | Tingkah Laku |
|----|---------|---|--|
| 3 | Ketiga | <ul style="list-style-type: none">▪ Warna hepatopancreas bersih▪ Ruas tubuh yang mulai nampak bercak putih | <ul style="list-style-type: none">▪ Udang jarang bergerak▪ Berenang di kolom, dasar dan permukaan aquarium.▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari▪ Nafsu makan normal |
| 4 | Keempat | <ul style="list-style-type: none">▪ Warna hepatopancreas berwarna pucat▪ Ruas tubuh nampak bercak putih | <ul style="list-style-type: none">▪ Udang jarang bergerak▪ Berenang dasar aquarium.▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari▪ Tidak ada nafsu makan |

Pada hari ke-1 sampai ke-4 pasca infeksi virus WSSV, dilakukan pengamatan morfologi dan tingkah laku udang vannamei. Pasca infeksi virus WSSV terjadi perubahan secara perlahan mulai dari pergerakan udang vannamei, aktivitas terhadap cahaya, nafsu makan dan warna hepatopancreas. Pada perlakuan dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* morfologi udang vaname terjadi perubahan secara signifikan yang muncul pada hari keempat pasca infeksi virus WSSV. Warna hepatopancreas berwarna pucat dan ruas tubuh mulai nampak bercak putih. Tingkah laku udang vannamei juga terjadi perubahan secara signifikan pada hari keempat, dimana udang jarang berjerak, berenang didasar akuarium, udang pasif terhadap sorotan cahaya, dan nafsu makan menurun.

4.2.4 Perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* (P1)

Udang P1 diperoleh dari udang sampel yang beri pakan dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* sebanyak 10 gr/Kg selama 8 hari. Pada hari ke1 sampai hari ke-4 setelah infeksi virus WSSV diperoleh data morfologi dan tingkah laku yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkah laku udang perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa*

| NO | Hari | Morfologi | Tingkah Laku |
|----|---------|--|---|
| 1 | Pertama | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas masih jelas dan cerah ▪ Ruas tubuh yang masih jelas dan bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang dikolom dan dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan tinggi |
| 2 | Kedua | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas cerah ▪ Ruas tubuh yang bersih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang Aktif bergerak ▪ Berenang dikolom air dan di dasar aquarium. ▪ udang berenang atau menjauh bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan normal |
| 3 | Ketiga | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas bersih ▪ Ruas tubuh yang nampak bercak putih. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang jarang bergerak ▪ Berenang di kolom, dasar dan permukaan aquarium. ▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Nafsu makan menurun |
| 4 | Keempat | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Warna hepatopancreas berwarna pucat ▪ Ruas tubuh nampak bercak putih | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Udang jarang bergerak ▪ Berenang dasar aquarium. ▪ udang pasif bila kena sorotan cahaya pada malam hari ▪ Tidak ada nafsu makan |

Hasil pengamatan dari morfologi dan tingkah laku udang vannamei diketahui bahwa mulai hari pertama sampai keempat pasca infeksi virus WSSV terjadi perubahan secara perlahan mulai dari pergerakan udang vannamei, aktivitas terhadap cahaya, nafsu makan dan warna hepatopankreas. Pada perlakuan pakan yang dicampur dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa* nampak terjadi perubahan pada hari ketiga dan keempat. Morfologi udang vannamei pada hari ketiga sudah mulai nampak bercak putih dan terlihat lebih jelas pada hari keempat. Pada tingkah laku udang terjadi perubahan pada hari ketiga, dimana nafsu makan yang menurun secara drastis pada hari keempat.

4.4 Pengamatan Mikroskopik Udang Vannamei

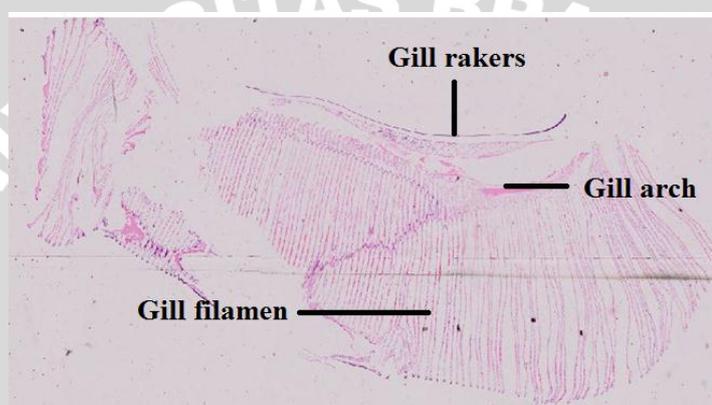
Pengamatan mikroskopis udang vannamei digunakan untuk mengamati analisa histopatologi, dimana akan diketahui gambaran struktur jaringan insang udang vannamei. Pada pengamatan mikroskopis kali ini juga dilihat perubahan sel yaitu hipertrofi dan badan inklusi.

4.4.1 Analisis Histopatologi Insang

Pengamatan WSSV secara histologis didasarkan pada perubahan inti sel dari eosinofilik ke basofilik yang agak pucat menggunakan pewarnaan hematoxylin dan eosin, tidak hanya inklusi bodies, dan kerusakan sel yang dicirikan oleh nukleus yang mengalami hipertrofi (Pembengkakan). Berdasarkan pengamatan sediaan histologis pada jaringan udang vanamei uji yaitu insang terdapat infeksi virus WSSV yang ditunjukkan dengan ada atau tidaknya inklusi bodies, sel berwarna biru gelap (sifat basofilik), serta adanya pembengkakan inti sel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Taqwa *et al.*, (2012) bahwa infeksi virus *white spot* sring terjadi pada berbagai jaringan yang berasal dari mesoderm dan ektoderm.

Organ yang dipreparasi secara histopatologi adalah insang. Insang adalah salah satu organ yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya paparan senyawa asing pada organisme perairan karena insang merupakan organ pertama yang berhubungan langsung dengan lingkungan eksternal tubuh organisme perairan khususnya berkaitan dengan fungsi respirasi organisme.

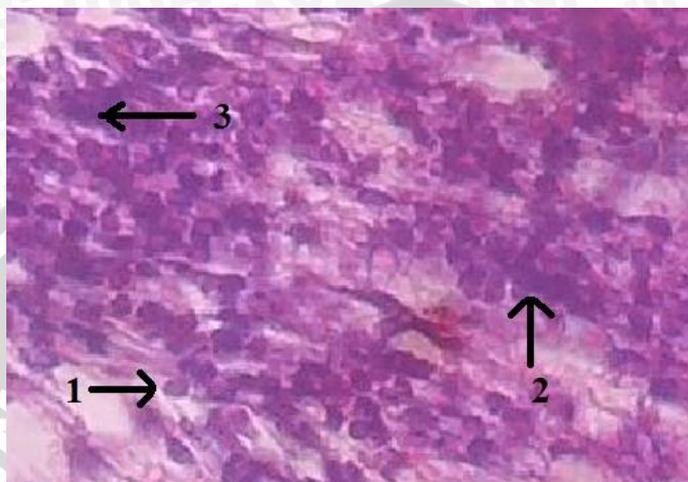
Berikut merupakan gambar jaringan insang udang vannamei secara utuh serta bagian-bagiannya dapat dilihat pada (Gambar 8).



Gambar 5. Jaringan insang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Perbesaran 40x.

Hasil yang telah didapat dari histologis insang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) diperoleh beberapa kerusakan jaringan. Dari semua perlakuan mulai dari kontrol negatif, kontrol positif, perlakuan dengan metode perendaman dengan ekstrak *Gracilaria verrucosa*, perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dicampur dengan pakan telah terjadi kerusakan sel dengan taraf yang berbeda-beda. Pada kontrol positif yang tidak dilakukan perlakuan sama sekali tetap terjadi kerusakan jaringan walau tidak terlalu tinggi kerusakan tersebut, hal ini diduga adanya pengaruh dari faktor non virus WSSV misalnya faktor lingkungan. Pada kontrol negatif dengan penginfeksi virus tanpa pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terlihat banyak kerusakan jaringan

insang, seperti bisa dilihat pada (gambar 6) terjadi pembengkakan sel (hipertropi) dan badan inklusi.



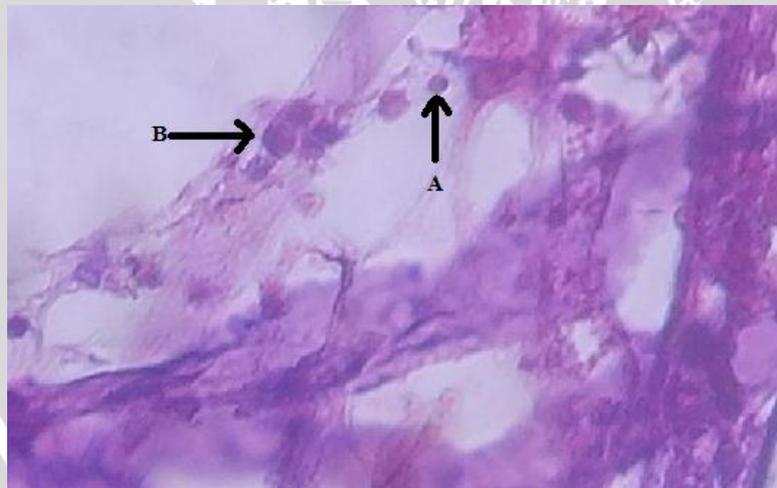
Gambar 6. Jaringan insang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). (1) Sel Normal, (2) Badan Inklusi (Agregat virus), (3) Hipertropi (Pembengkakan sel). (Sumber : dokumentasi pribadi).

Hasil preparasi histopatologi menunjukkan adanya beberapa kerusakan yang terjadi pada jaringan insang udang vannamei akibat infeksi WSSV yang berhasil memasuki jaringan insang. Kerusakan jaringan tersebut berupa hipertropi sel epitel atau yang biasa disebut dengan pembengkakan epitel. Pembengkakan sel epitel pada jaringan insang merupakan mekanisme pertahanan diri udang vannamei, dimana insang merupakan pembatas antara lingkungan luar dengan darah. Gambar dibawah ini menunjukkan penampang histologi jaringan udang yang mengalami kerusakan akibat infeksi WSSV. Pewarnaan jaringan menggunakan hematoksilin-eosin. Visualisasi menggunakan perbesaran 100x.

4.4.1.1 Badan Inklusi (*Inclusion Bodies Cell*)

Badan inklusi adalah adanya suatu bentuk karena virus di dalam sel maupun inti sel yang ukurannya bisa lebih besar dari pada inti, sehingga inti yang

sesungguhnya berpindah ke dekat membran inti atau membran sel. WSSV terjadi tampak sel-sel insang mengalami eosinofilik hipertropi dan occlusion bodies dan berbentuk anggur. Eosinofilik hipertropi dan occlusion bodies pada nukleus sel ini akan muncul bila udang terserang WSSV diberi pewarnaan Hematosiklin dan Eosin (Lightner, 1996). Sementara sel-sel insang juga mengalami perubahan berupa eosinofilik hipertropi. Kerusakan insang ini menyebabkan pembusukan sel dan lisis sel, sehingga mengganggu proses metabolisme tubuh udang. Lisis sel-sel dapat menyebabkan kematian udang yang tinggi dalam waktu singkat. Kepekatan warna dan diameter badan oklusi tersebut bervariasi tergantung pada tahap perkembangan infeksi. Semakin tinggi tahap infeksi WSSV, semakin pekat warna dan semakin besar diameter badan oklusinya. Hasil gambaran jaringan sel normal dan badan inklusi bisa dilihat pada gambar 8.

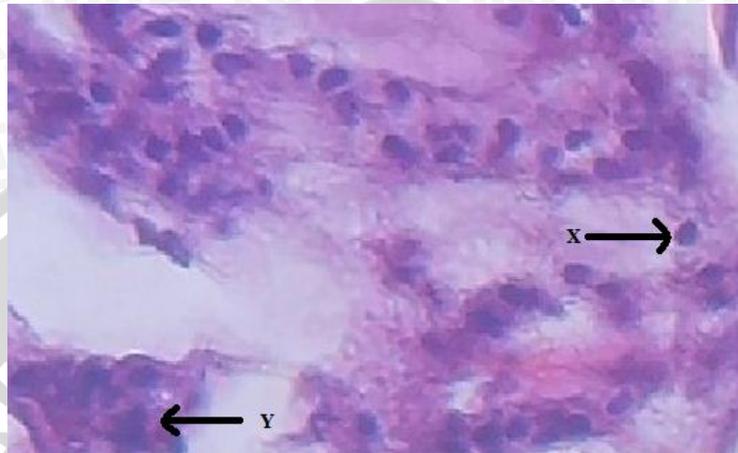


Gambar 7. Jaringan insang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). (A) Sel Normal dan (B) Badan Inklusi (Agregat virus). (Sumber : dokumentasi pribadi).

4.4.1.2 Hipertrofi epithelia

Hipertrofi adalah bertambah besar ukuran sel sehingga jaringan atau organ yang disusun oleh sel tersebut menjadi besar pula. Sel menjadi besar

karena bukan karena penambahan cairan intraseuler seperti degenerasi albumin, melainkan karena sintesis komponen atau struktur sel bertambah. Hasil gambaran jaringan sel normal dan hipertrofi bisa dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Jaringan insang udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*). (X) Sel Normal dan (Y) Hipertrofi (Pembengkakan sel). (Sumber : dokumentasi pribadi).

Adaptasi jaringan hewan terdiri atas beberapa bentuk antara lain metaplasia, hiperplasia, displasia, atrofi, hipertrofi dan neoplasia. Setiap jaringan menunjukkan bentuk-bentuk adaptasi yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi jaringan yang bersangkutan. Jaringan insang udang pada penelitian ini menunjukkan adaptasi jaringan berupa hipertrofi epitel karena hipertrofi merupakan bentuk adaptasi yang paling sesuai untuk menunjang fungsi respirasi pada insang.

4.5.1 Analisis statistik uji F.

Perumusan hipotesis yang diuji adalah apakah pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* berpengaruh terhadap Jumlah kerusakan sel pada insang udang vannamei atau tidak berpengaruh. Perumusan hipotesisnya adalah :

F hitung > 5% dan 1% = berbeda sangat nyata

F hitung < 5% dan 1% = tidak berbeda nyata

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan jumlah Kerusakan sel pada insang. Berikut data perhitungan menggunakan Uji F pada perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* pada campuran pakan udang vannamei. Pada tabel 6 disajikan hasil dari perhitungan kerusakan sel pada jaringan insang.

Tabel 6. Kerusakan sel jaringan insang.

| Ulangan | PERLAKUAN | | | | |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| | K+ (Sel/mm ³) | K- (Sel/mm ³) | P1 (Sel/mm ³) | P2 (Sel/mm ³) | Total |
| 1 | 101.0 | 745 | 151 | 127 | 1124 |
| 2 | 69 | 750 | 129 | 140 | 1088 |
| 3 | 64 | 724 | 127 | 207 | 1122 |
| Total | 234 | 2219 | 407 | 474 | 3334 |
| Mean | 78 | 739,6 | 135,6 | 158 | |

$$FK = \frac{(\text{Jumlah kerusakan sel})^2}{\text{Ulangan} \times \text{Perlakuan}} = \frac{(745 + 151 + 127 + \dots)^2}{3 \times 4}$$

$$= \frac{(3334)^2}{12} = \frac{11115556}{12} = 926296$$

$$JK \text{ Total} = (101^2 + 745^2 + 151^2 + \dots + 127^2 + 207^2) - FK$$

$$= (10201 + 555025 + 22801 + \dots + 16129 + 42849)$$

$$= 1794908 - 926296$$

$$= 868612$$

$$JKG = JKT - JKG$$

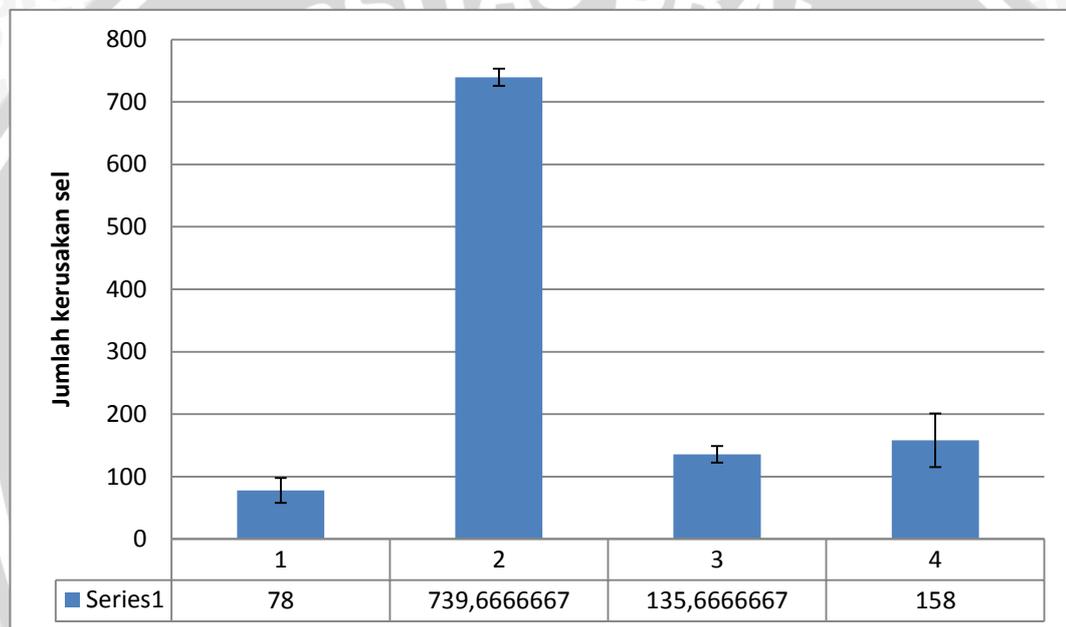
$$= 868612 - 863034,56$$

$$= 5577,44$$

Tabel 7. Sidik Ragam Pada Pemberian Ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap kerusakan sel *L.vannamei*

| Sumber Varian | Df | Jumlah Kuadrat | Rata-rata | F-hit | F-tab |
|---------------|----|----------------|-------------|-------|-------|
| Perlakuan | 3 | 863034,56 | 287678,1869 | 8 | 4,76 |
| Galat | 8 | 5577,44 | 35959,77336 | | |
| Total | 11 | 868612 | | | |

Dari perhitungan data diatas didapat hasil bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$. Hal ini berarti H_0 terima H_1 artinya ada perbedaan yang nyata antar perlakuan yang diberikan (dengan selang kepercayaan 95 %). Hasil analisis ragam diatas ternyata perlakuan berpengaruh sangat nyata, dengan ini pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* mampu menurunkan tingkat kerusakan sel hipertofi dan badan inklusi. Pada diagram standard deviasi jumlah kerusakan sel disajikan dalam gambar 9.



Gambar 9. Tingkat pengaruh pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* terhadap kerusakan sel *L.vannamei*

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh atas perhitungan jumlah kerusakan sel pada jaringan histologi insang maka didapat kerusakan yang berbeda tiap perlakuan. Dari tiga perlakuan yang melibatkan injeksi virus WSSV diperoleh hasil kerusakan yang berbeda cukup signifikan antara Kontrol negatif dengan perlakuan perendaman ekstrak *Gracilaria verrucosa* dan perlakuan ekstrak *Gracilaria verrucosa* dicampur pakan. Berdasarkan hasil perhitungan

jumlah kerusakan sel kontrol negatif dengan tiga pengulangan diperoleh 2219 sel/mm³. Untuk perlakuan dengan perendaman ekstrak *Gracilaria verrucosa* diperoleh hasil kerusakan sel sebesar 407 sel/mm³, sedangkan untuk perlakuan pemberian ekstrak *Gracilaria verrucosa* dicampur pakan didapat kerusakan sel sebesar 474 sel/mm³. Kontrol positif sendiri, dimana perlakuan tanpa pemberian perlakuan injeksi virus WSSV atau pemberian imunostimulan masih ditemukan kerusakan sel sebesar 234 sel/mm³. Berdasarkan keempat nilai tersebut, udang kontrol negatif memiliki kerusakan sel yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan pemberian ekstrak bahan alami. Dan perlakuan dengan perendaman merupakan perlakuan yang lebih baik dibandingkan menggunakan pemberian ekstrak dicampur pakan.

