

**EFEKTIVITAS EKSTRAK MENGGUDU (*Morinda citrifolia* L.)
TERHADAP BAKTERI *Aeromonas hydrophila* YANG MENYEBABKAN
EKOR MELEPUH PADA LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

**SKRIPSI
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
BUDIDAYA PERAIRAN**

Oleh :
**VERALIZA
0510852016**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN
MALANG
2007**



**EFEKTIVITAS EKSTRAK MENGGUDU (*Morinda citrifolia* L.)
TERHADAP BAKTERI *Aeromonas hydrophila* YANG MENYEBABKAN
EKOR MELEPUH PADA LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan Pada
Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang**

Oleh :
Veraliza
0510852016

DOSEN PENGUJI I

(Ir. SRI ANDAYANI, MS)
TANGGAL :

DOSEN PENGUJI II

(Ir. ELLANA SANOESI)
TANGGAL :

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

(Dr. Ir. MAFTUCH, MS)
TANGGAL :

DOSEN PEMBIMBING II

(Ir. M. RASYID FADHOLI, M.Si)
TANGGAL :

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN**

(Ir. MAHENO SRI WIDODO, MS)
TANGGAL :



**EFEKTIVITAS EKSTRAK MENKUDU (*Morinda citrifolia* L.)
TERHADAP BAKTERI *Aeromonas hydrophila* YANG MENYEBABKAN
EKOR MELEPUH PADA LOBSTER AIR TAWAR (*Cherax quadricarinatus*)**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Perikanan Pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Oleh :
VERALIZA
0510852016

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN**

(Ir. MAHENO SRI, W. MS.)
TANGGAL :

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

(Dr. Ir. MAFTUCH, MS.)
TANGGAL :

DOSEN PEMBIMBING II

(Ir. M. RASYID FADHOLI, M.Si)
TANGGAL :

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga pelaksanaan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang.

Atas terselesaikannya laporan skripsi ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir Maftuch, MSi sebagai Dosen Pembimbing I atas bimbingannya sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Ir. M. Rasyid Fadholi, MSi sebagai Dosen Pembimbing II atas bimbingannya sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
3. Ibu Ir. Sri Andayani, MS sebagai Dosen Penguji I.
4. Ibu Ir. Ellana Sanoesi Sebagai Dosen Penguji II.
5. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga penyusunan laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis berharap semoga laporan skripsi ini bermanfaat dan dapat memberikan informasi bagi semua pihak yang membutuhkan.

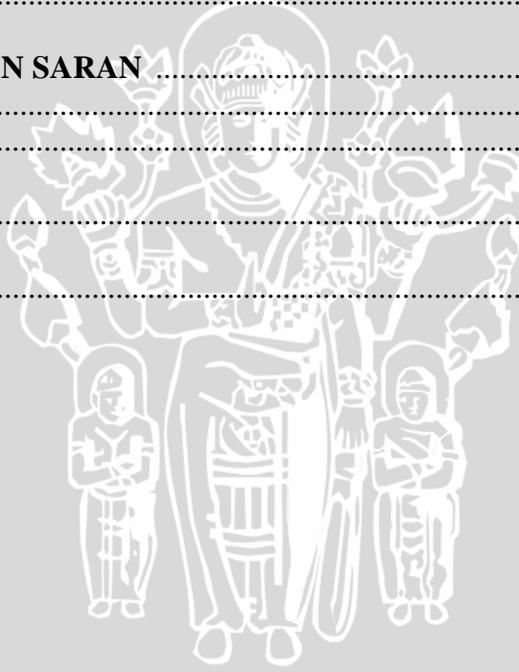
Malang, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

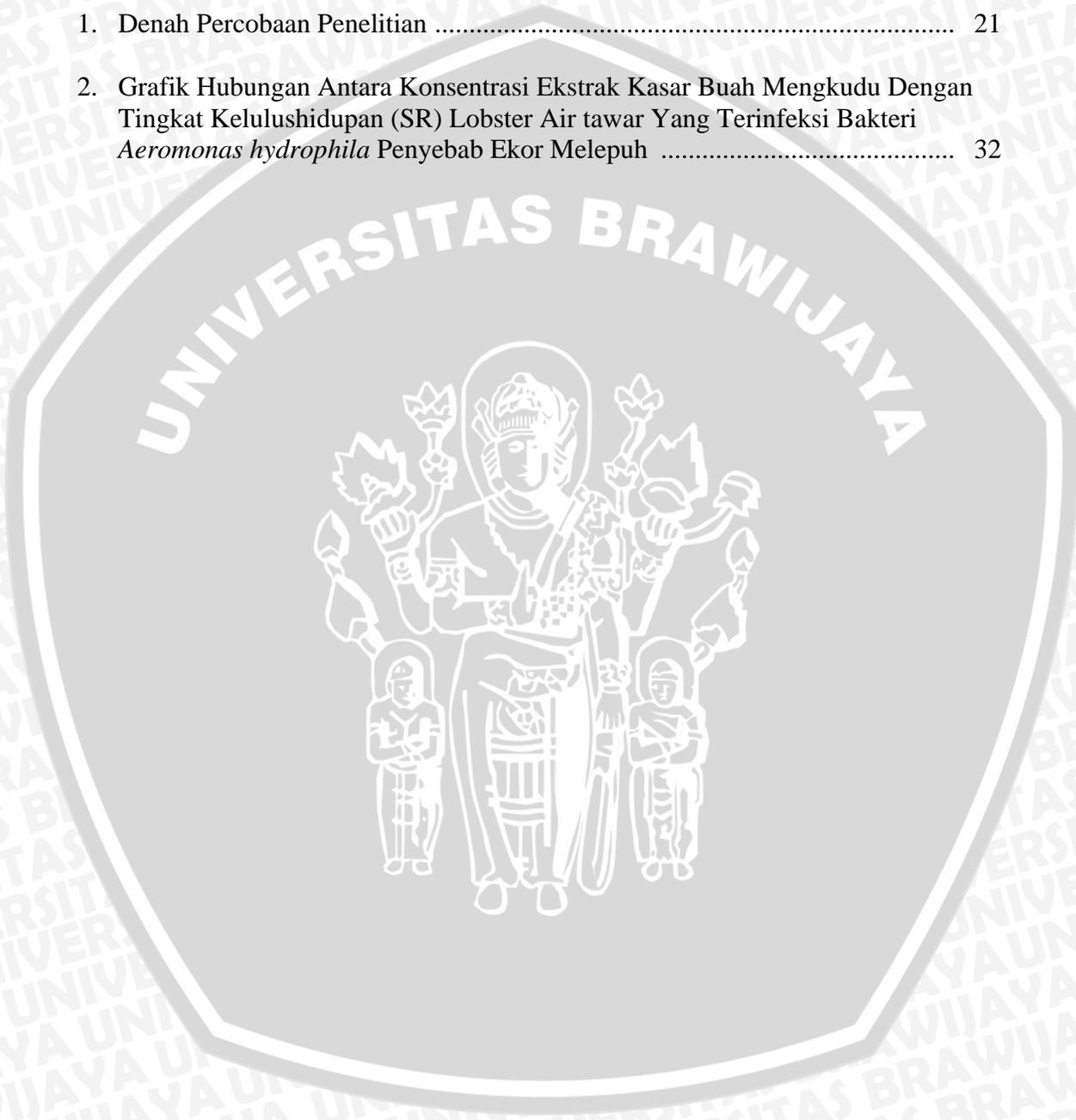
	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	3
1.6 Tempat dan Waktu	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Biologi Lobster Air Tawar	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	5
2.1.2 Habitat dan Daerah Penyebarannya	6
2.1.3 Kebiasaan Makan	7
2.1.4 Kualitas Air	7
2.2 Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i>	9
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi	9
2.2.2 Metabolisme dan Perkembangan	10
2.2.3 Habitat dan Penyebarannya	11
2.2.4 Gejala Penyakit	11
2.3 Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i> L.)	12
2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi	12
2.3.2 Habitat dan Penyebaran	14
2.3.3 Kandungan Kimia	14
2.3.4 Manfaat Farmakologis	16
2.4 Mekanisme Kerja Antibakteri	17
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	19
3.1 Materi Penelitian	19
3.1.1 Alat-alat Penelitian	19
3.1.2 Bahan-bahan Penelitian	19

3.2 Metode Penelitian	20
3.3 Rancangan Penelitian	20
3.4 Prosedur Penelitian	22
3.4.1 Persiapan Alat	22
3.4.2 Pelaksanaan Penelitian	26
3.5 Parameter Uji	27
3.5.1 Parameter Utama.....	27
3.5.2 Parameter Penunjang.....	27
3.6 Analisis Data	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Kelulushidupan (SR) Lobster Air Tawar (<i>Cherax quadricarinatus</i>).....	29
4.2 Penginfeksi Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> Penyebab Ekor Melepuh.....	33
4.3 Pengobatan Lobster Air Tawar Yang Terserang Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> Penyebab Ekor Melepuh.....	34
4.4 Histopatologi Lobster Air Tawar	36
4.5 Kualitas Air	37
5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	43



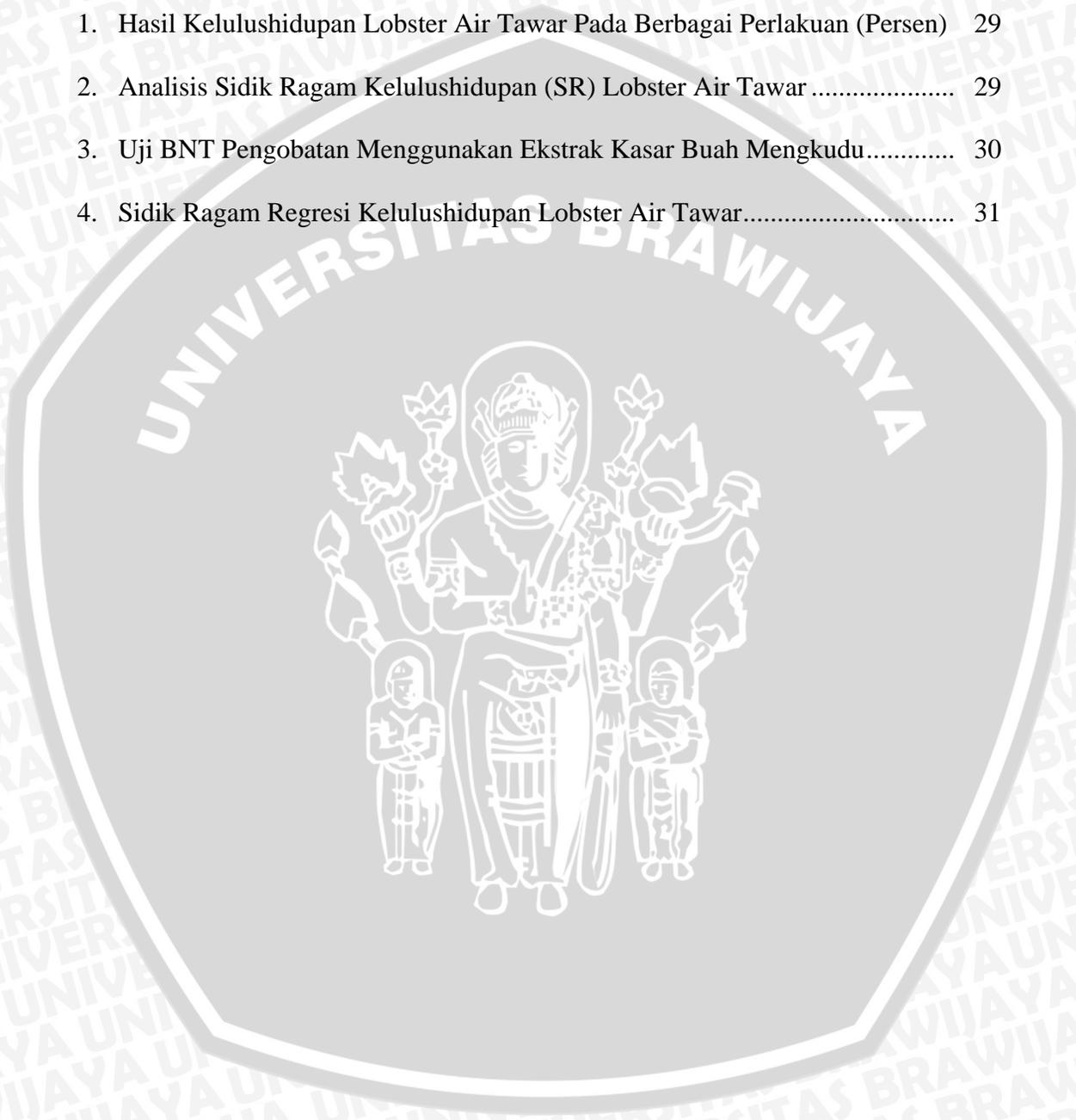
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Denah Percobaan Penelitian	21
2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Ekstrak Kasar Buah Mengkudu Dengan Tingkat Kelulushidupan (SR) Lobster Air tawar Yang Terinfeksi Bakteri <i>Aeromonas hydrophila</i> Penyebab Ekor Melepuh	32



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Kelulushidupan Lobster Air Tawar Pada Berbagai Perlakuan (Persen)	29
2. Analisis Sidik Ragam Kelulushidupan (SR) Lobster Air Tawar	29
3. Uji BNT Pengobatan Menggunakan Ekstrak Kasar Buah Mengkudu.....	30
4. Sidik Ragam Regresi Kelulushidupan Lobster Air Tawar.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Gambar Buah Mengkudu <i>Morinda citrifolia</i> L.	43
2. Gambar Alat-alat Yang Digunakan Dalam Penelitian	44
3. Gambar Bak-bak Perlakuan Dalam Penelitian	46
4. Gambar Pembuatan Ekstrak Kasar Buah Mengkudu <i>Morinda citrifolia</i> L....	47
5. Gambar Perbandingan Lobster Sehat Dan Lobster Sakit Yang Terinfeksi	49
6. Gambar Jaringan Ekor Lobster Sehat (a), Lobster Sakit (b) Dan (c) Lobster Setelah Diobati Pada Perbesaran 10x10	50
7. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak Kasar Buah Mengkudu <i>Morinda citrifolia</i> L	51
8. Data dan Perhitungan Tingkat Kelulushidupan Lobster Air Tawar Selama Penelitian.....	53
9. Data Perhitungan Kualitas Air Selama Penelitian	59



RINGKASAN

VERALIZA. Efektivitas Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Yang Menyebabkan Ekor Melepuh Pada Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). (Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Maftuch, MSi dan Ir. M. Rasyid Fadholi MSi).

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan April - Juni 2007. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda terhadap kelulushidupan (SR) lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang terserang penyakit ekor melepuh, dan untuk mengetahui perbedaan jaringan ekor lobster yang sehat, terinfeksi bakteri dan setelah diobati.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, sedangkan rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan 3 kali ulangan dan 1 kontrol. Sebagai perlakuan adalah perbedaan konsentrasi ekstrak buah mengkudu yaitu : 15 %, 18 %, 21 %, 24 % dan 27 %. Parameter utama dalam penelitian ini adalah kelulushidupan (SR) lobster air tawar. Sedangkan parameter penunjang adalah pengamatan kerusakan jaringan ekor lobster (histopatologi) dan kualitas air (suhu, pH dan DO).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan dosis yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kelulushidupan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang terinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* penyebab ekor melepuh, hal ini berarti menolak H_0 dan menerima H_1 . Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan E (27%) memberikan hasil kelulushidupan terbaik sebesar 88,72%, diikuti oleh perlakuan D (24%) dan C (21%) sebesar 80,29%, kemudian perlakuan B (18%) sebesar 63,43% dan perlakuan A (15%) sebesar 51,14%. Berdasarkan analisis polynomial orthogonal, hubungan antara konsentrasi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan kelulushidupan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) berbentuk linier dengan

persamaan yaitu $Y = 8,36 + 3,07 x$ dengan $R^2 = 0,69$ dan $r = 0,83$. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak buah mengkudu maka semakin tinggi daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Aeromonas hydrophila* penyebab ekor melepuh. Konsentrasi ekstrak yang tinggi mengandung senyawa antibakteri yang tinggi pula.

Pengamatan jaringan ekor lobster menunjukkan bahwa lobster sehat memiliki jaringan ekor yang utuh tanpa ada kerusakan. Lobster yang terinfeksi bakteri jaringan ekornya mengalami kerusakan, sedangkan lobster yang telah diobati jaringan ekornya kembali utuh dan mengalami peningkatan dibandingkan dengan jaringan ekor lobster yang terinfeksi bakteri. Sedangkan hasil pengamatan kualitas air selama penelitian yang meliputi suhu, pH dan DO masih dalam batas kisaran yang dapat ditolerir oleh lobster air tawar, dengan nilai rata-rata suhu berkisar antara 23-25⁰ C, pH berkisar antara 7-8 dan DO berkisar antara 3,0-8,0 ppm.

Pengobatan lobster air tawar yang terserang ekor melepuh yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* sebaiknya menggunakan konsentrasi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan dosis 27%.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lobster air tawar merupakan salah satu genus dari famili Parastacidae yang mulai dikembangkan untuk budidaya petani ikan di Indonesia sejak tahun 2000 (Sukmajaya, 2003). Beberapa jenis lobster air tawar yang berhasil dikembangkan dan dibudidayakan di Indonesia diantaranya yaitu *Cherax destructor*, *Cherax quadricarinatus*, *Procambarus clarkii* dan beberapa spesies lokal asal Irian dari genus *cherax*. *Cherax quadricarinatus* merupakan jenis lobster air tawar yang paling banyak dibudidayakan karena dapat dipelihara pada akuarium dan kolam dengan lahan seminimal mungkin. Selain itu, lobster ini tidak hanya sekedar udang konsumsi, tetapi juga bisa dijadikan hiasan dalam akurium karena memiliki warna tubuh yang bagus (Iskandar, 2003).

Belakangan ini lobster air tawar banyak terserang penyakit ekor melepuh. Menurut Prajitno (2006), penyakit ekor melepuh disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila*. Bakteri ini masuk melalui ekor yang sering menyentuh dasar kolam. Tipe serangan bakteri ini *septicaemia* atau terdapat diseluruh bagian tubuh sampai cairan dalam organ seperti jantung, hati, ginjal, limpa dan bagian tubuh luar (eksternal).

Penyakit menurut Kordi (2004) adalah segala sesuatu yang dapat menimbulkan gangguan pada ikan secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan terhadap ikan dapat disebabkan oleh organisme lain, pakan, maupun kondisi lingkungan yang kurang menunjang kehidupan ikan. Dengan demikian timbulnya serangan penyakit ikan di kolam merupakan interaksi yang tidak seimbang antara ikan, kondisi

lingkungan dan organisme penyakit. Interaksi yang tidak seimbang ini dapat menyebabkan stres pada ikan, sehingga mekanisme pertahanan tubuh ikan menjadi lemah dan akhirnya mudah terserang penyakit.

Penanggulangan penyakit dapat dilakukan dengan cara pencegahan dan pengobatan. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui karantina, vaksinasi, dan desinfeksi. Sedangkan pengobatan dilakukan pada saat ikan terserang penyakit, biasanya dengan menggunakan bahan kimia atau sejenisnya. Penggunaan bahan kimia menyebabkan dampak yang kurang baik karena dapat mencemari lingkungan. Selain itu, dampak dari pemberian bahan kimia dalam jangka waktu lama bisa mengakibatkan bakteri menjadi resisten atau kebal terhadap zat kimia yang diberikan (Prajitno, 2005).

Alternatif lain untuk pengobatan penyakit yang ramah lingkungan adalah dengan menggunakan bahan-bahan alami. Tanaman mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) merupakan salah satu tanaman obat yang sudah dimanfaatkan sejak lama. Tanaman mengkudu mengandung senyawa kimia yang bersifat antibakteri yaitu Antraquinon. (Djauhariya, 2003)

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda untuk penanggulangan penyakit ekor melepuh pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) ?
2. Bagaimana kelulushidupan (SR) lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang terserang penyakit ekor melepuh ?

3. Bagaimana perbedaan jaringan ekor lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang sehat, terinfeksi bakteri dan setelah diobati ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda untuk penanggulangan penyakit ekor melepuh pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).
2. Untuk mengetahui kelulushidupan (SR) lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang terserang penyakit ekor melepuh.
3. Untuk mengetahui perbedaan jaringan ekor lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang sehat, terinfeksi bakteri dan setelah diobati.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi penggunaan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) untuk menanggulangi penyakit ekor melepuh pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

1.5 Hipotesis

Ho : Diduga penggunaan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda tidak berpengaruh terhadap penanggulangan penyakit ekor melepuh pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

H₁ : Diduga penggunaan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap penanggulangan penyakit ekor melepuh pada lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*).

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan, Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan April - Juni 2007.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Lobster Air Tawar

2.1.1 Klasifikasi dan morfologi

Menurut Wiyanto dan Hartono (2003), Genus *Cherax* memiliki sistematika sebagai berikut :

Filum	: Arthropoda
Kelas	: Crustacea
Sub kelas	: Malacostraca
Ordo	: Decapoda
Famili	: Parastacidae
Genus	: <i>Cherax</i>
Spesies	: <i>Cherax quadricarinatus</i>

Cherax quadricarinatus dikenal dengan sebutan *Red claw*. Disebut *Red claw* karena lobster air tawar dewasa jenis ini capit bagian luarnya berwarna merah, khususnya pada yang jantan. *Cherax quadricarinatus* sangat mudah dibedakan dari jenis *cherax* lainnya (Anonymous, 2006).

Tubuh lobster air tawar terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan terdiri dari kepala dan dada yang disebut cephalothorax. Sementara bagian belakang terdiri dari badan dan ekor yang disebut abdomen. Kepala ditutupi oleh kulit atau cangkang kepala (carapace). Carapace ini berperan dalam melindungi organ tubuh seperti otak, insang, hati, dan lambung.

Kepala lobster terdiri atas enam bagian ruas. Pada ruas pertama terdapat sepasang mata yang bertangkai dan bisa digerak-gerakkan. Pada ruas kedua dan ketiga terdapat sepasang sungut kecil (antennula) dan sungut besar (antenna). Untuk ruas keempat, kelima, dan keenam terdapat rahang bawah (mandibulla), rahang atas (maxilla I dan maxilla II). Ketiga bagian ini berfungsi sebagai alat untuk makan. Di bagian kepala terdapat lima pasang kaki (periopod). Kaki pertama, kedua, ketiga mengalami perubahan bentuk dan fungsi menjadi capit (chela). Capit pertama berfungsi sebagai senjata untuk menghadapi lawan. Capit kedua dan ketiga digunakan sebagai alat yang berfungsi seperti tangan, yaitu menyuapi mulut ketika makan. Sementara dua pasang kaki lainnya digunakan sebagai kaki jalan (walking legs). Di bagian abdomen terdapat empat pasang kaki yang terletak di masing-masing ruas. Kaki-kaki tersebut berfungsi sebagai kaki renang (swimming legs). Sementara bagian ekor terdiri dari dua bagian yaitu ekor kipas (uropoda) dan ujung ekor (telson) (Wiyanto dan Hartono, 2003).

2.1.2 Habitat dan daerah penyebarannya

Lobster air tawar terdiri dari tiga keluarga besar yaitu Astacidae, Cambaridae dan Parastacidae. Secara alami keluarga lobster air tawar tersebut menyebar hampir di semua benua kecuali Afrika dan Antartika. Keluarga Astacidae banyak ditemukan di perairan Rocky Mountains di barat laut Amerika Serikat, Kolombia, Kanada, dan juga di Eropa. Keluarga Cambaridae banyak ditemukan di bagian timur Amerika Serikat (80% dari jumlah spesies) dan bagian selatan Meksiko, Selandia Baru, Amerika Selatan, dan Madagaskar. Di Indonesia terutama di perairan Jayawijaya

Papua, hidup beberapa spesies dari keluarga Parastacidae (Wiyanto dan Hartono, 2003).

Habitat alam lobster air tawar adalah danau, rawa, atau sungai yang berlokasi di daerah pegunungan. Lobster air tawar bersifat endemik, karena terdapat spesifikasi pada spesies lobster air tawar yang ditemukan di habitat alam tertentu (Wiyanto dan Hartono, 2003).

2.1.3 Kebiasaan Makan

Di habitat asalnya lobster merupakan hewan pemakan segala (omnivora). Bahan-bahan hewani dan nabati sangat disukainya. Lobster memakan bahan hewani seperti cacing sutera, cacing air, cacing tanah dan plankton. Bahan nabati yang sering dimakan oleh lobster adalah tanaman air seperti lumut dan akar selada air. Selain pakan alami segar, lobster air tawar juga menyukai pakan buatan terutama pelet (Wiyanto dan Hartono, 2003). Jenis pelet yang biasa diberikan adalah pelet komersial seperti pelet untuk udang windu dan udang galah. (Iskandar, 2003).

2.1.4 Kualitas Air

Menurut Wiyanto dan Hartono (2003), beberapa faktor penentu kualitas air untuk memelihara lobster air tawar antara lain Suhu, kadar keasaman (pH), kandungan oksigen terlarut (O_2), serta kandungan karbondioksida (CO_2) dan gas lainnya.

a. Suhu

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi air. Lobster air tawar menyukai air dengan suhu sekitar 19-25°C (Wiyanto dan Hartono, 2003). Ditambahkan oleh Jacinto *et al.*, (2003), *Red claw* dapat hidup dan tumbuh pada kisaran suhu 26-31°C. Menurut Sumeru (1992), suhu secara tidak langsung mempengaruhi metabolisme, daya larut gas-gas, termasuk oksigen serta berbagai reaksi kimia di dalam air. Semakin tinggi suhu air, semakin tinggi laju metabolisme yang berarti semakin besar konsumsi oksigennya.

b. Kadar keasaman (pH)

Kadar keasaman (pH) sangat menentukan kehidupan lobster di dalam air. Kadar keasaman (*pondus hydrogenii* = pH) merupakan ukuran volume hidrogen di dalam air. Air tanah di setiap daerah di Indonesia umumnya memiliki pH 5-6,8. Untuk itu, jika ingin digunakan dalam pemeliharaan lobster air tawar sebaiknya dilakukan perlakuan khusus seperti didiamkan, diuapkan, atau ditambahkan aquades agar kadar keasamannya sesuai dengan yang diinginkan lobster, yaitu kisaran pH 7-8 (Wiyanto dan Hartono, 2003).

c. Kandungan oksigen (O₂) terlarut

Oksigen sangat dibutuhkan lobster untuk pernafasannya dalam bentuk terlarut dalam air, karena lobster tidak dapat memanfaatkan oksigen langsung dari udara. Kandungan oksigen terlarut untuk budidaya lobster air tawar harus tetap berada diatas 3 ppm (Iskandar, 2003). Menurut Jacinto *et al.*, (2003), *Red claw* dapat mentolerir air yang mempunyai kandungan oksigen terlarut berkisar 4,65–6,65 ppm. Agar kandungan oksigen di dalam air cukup dan stabil sebaiknya di dalam akuarium

dipasang aerator. Alat ini berfungsi untuk menyuplai oksigen dari udara ke dalam air sehingga kualitas air tetap terjaga.

d. Kandungan karbondioksida (CO₂) dan gas lain

Adanya karbondioksida di dalam air adalah akibat hasil buangan (sekresi). Dalam jumlah tertentu kadar CO₂ di dalam air dapat menjadi racun sehingga jika dibiarkan akan membunuh lobster. Lobster air tawar bisa hidup normal pada kadar CO₂ kurang dari 10 mg/liter air.

Gas lain yang cepat larut di dalam air adalah hidrogen sulfida (H₂S) dan amonia (NH₃). Keduanya menyebabkan bau busuk yang sangat menyengat dan beracun bagi lobster air tawar. Gas ini merupakan hasil dari penguraian bahan organik. Dari penelitian yang dilakukan Jacinto *et al.*, (2003), diketahui bahwa *Red claw* dapat tumbuh optimal jika dipelihara di dalam air yang mempunyai kandungan ammonia (NH₃) sebesar 0,002 ppm.

2.2 Bakteri *Aeromonas hydrophila*

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi bakteri *Aeromonas hydrophila* menurut Dwijoseputro (1989) adalah sebagai berikut:

- Divisio : Protophyta
- Kelas : Schizomycetes
- Ordo : Pseudomonadales
- Sub ordo : Pseudomonadineae
- Famili : Vibrionaceae

Genus : *Aeromonas*

Species : *Aeromonas hydrophila*

Ciri-ciri bakteri *Aeromonas hydrophila* adalah berbentuk batang dengan ukuran 0,7-0,8 μm x 1,0-1,5 μm , bersifat anaerob fakultatif. Meragikan glukosa, fruktosa, maltosa dan tetrahalosa menjadi asam atau asam dengan gas. Bakteri ini juga mereduksi nitrat menjadi nitrit. Bakteri yang tergolong genus *Aeromonas* terdiri dari 3 spesies utama yang bersifat patogen terhadap air tawar yaitu *A. punctata*, *A. hydrophila*, dan *A. liquafaciens*. Bakteri *Aeromonas* spp. dapat diisolasi dari kulit ikan yang terluka atau dari insang. Medium yang biasa dipakai untuk menumbuhkan bakteri *Aeromonas* spp. adalah TSA (*Trypticase Soy Agar*). Koloni akan tampak pada media TSA yang disimpan dalam inkubator dengan suhu 20⁰-35⁰C, dan akan memberikan warna coklat yang khas setelah diinkubasi selama 48 jam (Prajitno, 2005).

2.2.2 Metabolisme dan Perkembangan

Bakteri *Aeromonas hydrophila* merupakan bakteri fakultatif anaerob, yaitu bakteri yang dapat berkembang dengan menggunakan oksigen atau tanpa oksigen, meskipun perkembangannya lebih cepat pada lingkungan yang ada oksigen. Bakteri fakultatif anaerob akan tersebar di seluruh medium jika diinokulasikan pada medium cair. Bersifat heterotrofik, yaitu mampu mengoksidasi bermacam-macam senyawa organik sebagai sumber karbon. Pertumbuhan maksimal bakteri ini yaitu pada kisaran suhu 28⁰-41⁰C, sedangkan pertumbuhan minimumnya pada suhu 0⁰-5⁰C. Bakteri ini akan tumbuh dengan baik pada pH 5,5-9,0. Pembrokanya secara aseksual, yaitu

berkembangbiak dengan memanjangkan sel diikuti dengan pembelahan inti yang disebut pembelahan biner. Waktu yang diperlukan untuk pembelahan satu sel menjadi dua sel kurang lebih 10 menit (Prajitno, 2005).

2.2.3 Habitat dan penyebarannya

Genus *Aeromonas* hidup di lingkungan perairan tawar. Keberadaan *Aeromonas* di suatu perairan erat hubungannya dengan jumlah kandungan bahan organik atau sedimen dasar. Penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* lebih banyak menyerang ikan di daerah tropis dan daerah sub tropis dibandingkan dengan daerah dingin. Karena daerah tropis dan daerah sub tropis kandungan bahan organiknya lebih tinggi dibandingkan dengan daerah dingin. Di daerah tropis dan sub tropis penyakit *Haemorrhagic septicaemia* pada umumnya muncul pada musim kemarau (panas), karena pada musim tersebut kandungan bahan organik meningkat. *Aeromonas hydrophila* banyak ditemukan pada insang, kulit, ginjal, hati dan jantung. Bakteri ini akan kehilangan sifat patogenitasnya bila berada di dalam usus ikan (Prajitno, 2005).

2.2.4 Gejala penyakit

Ikan stres disebabkan karena kualitas lingkungan perairan yang tidak memenuhi, luka akibat penanganan, dan sistem pertahanan tubuh ikan yang menurun. Pada ikan yang terluka, kerusakan kulit mengganggu sistem osmoregulasi sehingga menyebabkan stres. Kerusakan langsung pada kulit mempermudah masuknya bakteri *Aeromonas hydrophila* ke sistem internal ikan (Paperna, 1980 dalam Erawati, 2003).

Penularan bakteri *Aeromonas* dapat berlangsung melalui air, kontak badan, kontak dengan peralatan yang telah tercemar, atau karena pemindahan ikan yang terserang *Aeromonas* dari satu tempat ke tempat lain (Kordi, 2004).

Menurut Amlancher (1961) dan Ottie (1963) dalam Bullock *et al.* (1971), ada 4 tingkat penyerangan bakteri, yaitu:

- Akut, pada tingkatan ini ikan mati dalam waktu yang singkat, sementara tanda-tanda penyakit belum jelas
- Sub akut, ikan akan mati dalam waktu singkat, terlihat gejala dropsi, adanya kerusakan dan pendarahan pada pangkal sirip
- Kronis, pada tingkatan ini terlihat bisul-bisul bernanah
- Laten, ikan tidak memperlihatkan gejala penyakit, tetapi di dalam darah dan jaringan tubuhnya terdapat bakteri.

2.3 Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

2.3.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Sjabana dan Bahalwan (2002), mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : Spermatophyta

Sub Divisio : Angiospermae

Kelas : Dicotyledone

Sub Kelas : Sympetalae

Ordo : Rubiales

Famili : Rubiaceae
Genus : Morinda
Spesies : *Morinda citrifolia* L.

Mengkudu merupakan tanaman tahunan yang berbentuk perdu, dengan ketinggian 4–8 m. Batang mengkudu berkayu, bulat, berkulit kasar. Daun berwarna hijau, tunggal, bentuk bulat telur, ujung dan pangkal runcing, tepi rata, panjang 10-40 cm, lebar 5-17 cm, pertulangan menyirip, dan bertangkai pendek. Mengkudu memiliki bunga berwarna putih, majemuk, melekat pada tabung mahkota, panjang tangkai bakal buah 3-5 cm, berwarna hijau kekuningan. Mahkota berbentuk terompet, tangkai berwarna kekuningan, panjang sekitar 1 cm. Buah mengkudu berbongkol, permukaan tidak teratur, berdaging, panjang 5-10 cm, buah muda berwarna hijau, semakin tua menjadi kekuningan hingga putih transparan, daging buah berbau tidak sedap. Biji mengkudu berbentuk segitiga, keras, berwarna coklat kemerahan. Akar mengkudu berwarna coklat muda dan berjenis tunggang (Sjabana dan Bahalwan, 2002).

Ada sekitar 20 jenis spesies *Morinda* yang ditemukan di dunia dan mempunyai nilai ekonomis. Empat diantaranya terdapat di Indonesia seperti *M.citrifolia*, *M.tincioria*, *M.latifolia*, *M.Granteata*. Jenis lain seperti *M.sarmentosa*, *M.rigida*, *M.elliptica* dan jenis lainnya banyak ditemukan di Malaysia, Myanmar dan pulau-pulau di Samudra Pasifik (Anonymous, 2006 a).

2.3.2 Habitat dan Penyebaran

Menurut Djauhariya (2003), mengkudu merupakan tumbuhan tropis. Penyebaran tanaman ini selain daerah tropis di Asia, juga ditemukan di Afrika, Australia, dan kepulauan Polinesia. Di Indonesia mengkudu tumbuh hampir di seluruh wilayah, di pekarangan rumah, tumbuh liar di kebun dan di hutan. Tanaman ini dapat tumbuh diberbagai tipe lahan dan iklim pada ketinggian dataran rendah sampai 1500 meter diatas permukaan laut. Kondisi lahan dan lingkungan yang sesuai untuk tanaman mengkudu yaitu pada lahan terbuka, cukup sinar matahari, tekstur tanah liat, liat berpasir, tanah agak kering sampai agak basah, subur dan gembur, cukup bahan organik, dekat dengan sumber air dan drainasenya baik, curah hujan 1500-3500 mm/thn, pH tanah 5-7. Cara perbanyakan dapat secara generatif dengan biji maupun secara vegetatif dengan stek, cangkok, sambungan (enten), dan okulasi.

2.3.3 Kandungan Kimia

Menurut Rukmana (2002), hampir semua bagian tanaman mengkudu mengandung zat kimia dan nutrisi yang berguna bagi kesehatan. Zat-zat nutrisi dalam mengkudu yang terdiri atas protein, mineral, dan vitamin ternyata berkhasiat sebagai antioksidan. Penyusun kandungan nutrisi mengkudu terdiri dari:

Protein : semua jenis asam amino.

Lemak : caproic,caprilic,lauryl,myristic,palmitic,stearic acid, dan olec acid.

Vitamin : B₁ ,B₂, B₆, Niacin, C, E, dan K.

Mineral : Ca, Na, F, K, Mg, Zn, Fe, dan Mn.

Sjabana dan Bahalwan (2002), menyatakan bahwa terdapat beberapa zat aktif yang lebih berperan didalam buah mengkudu. Zat-zat aktif tersebut meliputi polisakarida, scopoletin, ascorbic acid, beta carotene, l-arginin, proxeronine, dan proxeroninase. Disamping itu dalam buah mengkudu juga terkandung protein, lemak, karbohidrat, serat, abu, serta mengandung banyak air.

Menurut Jones (2000) dalam Winarti (2005), komposisi kimia buah mengkudu adalah sebagai berikut:

Komponen	Kadar (%)
Air	89,10
Protein	2,90
Lemak	0,60
Karbohidrat	2,20
Serat	3,00
Abu	1,20
Lain-lain	1,00

Sumber : Jones (2005)

Ditambahkan oleh Winarti (2005), bahwa buah mengkudu mengandung senyawa metabolit sekunder yang bermanfaat bagi kesehatan. Beberapa senyawa fitokimia dalam buah mengkudu adalah terpen, acubin, lasperuloside, alizarin, antraquinon, asam askorbat, asam kaproat, asam kaprilat, skopoletin, damnakantal, dan alkaloid.

2.3.4 Manfaat Farmakologis

Berbagai penelitian telah membuktikan adanya aktivitas antibakteri dari mengkudu. Senyawa *Antraquinon* terbukti mempunyai aktivitas antibakteri yaitu dapat menghambat berbagai bakteri seperti *Proteus aeruginosa*, *Proteus morgaai*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Shigela* serta dapat digunakan sebagai obat infeksi kulit, flu (batuk), dan demam yang disebabkan oleh bakteri. Ekstrak buah matang menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Proteus aeruginosa*, *Myxobacterium pyrogenes*, dan *Escherichia coli* (Winarti, 2005).

Jenis senyawa fitokimia pada mengkudu dan manfaatnya menurut Winarti (2005), adalah sebagai berikut:

Bagian tanaman	Jenis senyawa	Manfaat
Buah	-Alkaloid (xeronin) -Antraquinon,polisakarida (asam glukoronat, glikosida) - Skopoletin - Vitamin C - Serat makan	-Meningkatkan aktivitas enzim dan struktur protein, mengaktifkan fungsi kekebalan tubuh. -Imunostimulan,antikanker, antibakteri -Memperlebar pembuluh darah, analgesik, antibakteri, antifungi, anti radang, antihistamin, - Antioksidan -Menurunkan kolesterol, mengikat lemak, mengatur kadar gula darah.
Daun	-Glikosida(flavonol glikosida)	- Obat cacing, TBC
Akar	-Antraquinon (damnakantal)	- Antikanker, antibakteri, antiseptik

Sumber: Apriantono dan Farid (2002) dalam Winarti (2005)

2.4 Mekanisme Kerja Antibakteri

Antibakteri merupakan suatu zat yang mampu mengganggu metabolisme dan pertumbuhan dari bakteri. Zat-zat yang mampu menghambat pembiakan bakteri disebut bakteriostatik atau antiseptik, sedangkan zat yang dapat membunuh bakteri disebut bakterisidal atau desinfektan (Dwidjoseputra, 1987). Mekanisme kerja antibakteri menurut Pelczar dan Chan (1986) sebagai berikut :

a. Kerusakan pada dinding sel

Struktur pada dinding sel dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukan atau mengubahnya setelah selesai dibentuk.

b. Perubahan permeabilitas membran sel

Membran sitoplasma mempertahankan bahan-bahan tertentu di dalam sel serta mengatur aliran keluar masuknya bahan-bahan lain. Membran memelihara integritas komponen-komponen seluler. Kerusakan pada membran ini akan mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan sel atau matinya sel.

c. Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Hidupnya suatu sel tergantung pada terpeliharanya molekul-molekul protein pada asam nukleat dalam keadaan alamiahnya. Suatu kondisi atau substansi yang mengubah keadaan ini, yaitu mendenaturasikan protein dan asam-asam nukleat dapat merusak sel tanpa dapat diperbaiki kembali. Suhu tinggi dan konsentrasi pekat beberapa zat kimia dapat mengakibatkan koagulasi (denaturasi), irreversible (tidak dapat kembali) komponen-komponen seluler.

d. Penghambatan kerja enzim

Setiap enzim dari beratus-ratus enzim berbeda-beda yang ada di dalam sel merupakan sasaran potensial bagi bekerjanya suatu penghambat, banyak zat kimia telah diketahui dapat mengganggu reaksi biokimiawi. Penghambatan ini dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme atau matinya sel.

e. Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein

DNA, RNA dan protein memegang peranan sangat penting didalam proses kehidupan normal sel. Hal ini berarti bahwa gangguan apapun yang terjadi pada pembentukan atau pada fungsi zat-zat tersebut dapat mengakibatkan kerusakan total pada sel.



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

3.1.1 Alat-alat Penelitian

- Bak plastik volume 5 liter (18 buah)
- Spatula
- Akuarium (1 buah)
- Inkubator
- Pipa paralon
- Autoklave
- Selang siphon
- Timbangan analitik
- Petridisk
- Jarum ose
- Tabung reaksi
- Bunsen
- Perangkat aerator
- Erlenmeyer
- Pipet volume
- Gelas ukur
- Pipet ukur
- Termometer
- Kompor
- DO meter
- Hot plate
- PH meter
- Spektrofotometer
- Pinset



3.1.2. Bahan-bahan Penelitian

- Lobster ukuran 2 inchi 90 ekor
- Aluminium foil
- Ekstrak buah mengkudu
- Aquades
- Pakan buatan (pellet)
- Kertas koran
- Biakan murni bakteri *Aeromonas hydrophila*
- Kapas
- TSA (*Tryptic Soya Agar*)
- Tissue

- NB (*Nutrient Broth*)
- Sabun cuci
- Alkohol 70%
- Spirtus

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu mengadakan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki. Tujuan eksperimen adalah untuk menemukan hubungan sebab dan akibat antara variabel. Hasil yang diperoleh menegaskan bagaimana hubungan kausal antara variabel-variabel yang diselidiki dan seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut, dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada beberapa kelompok eksperimen dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung atau dengan pengamatan secara langsung (Nazir, 1988).

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), karena media yang digunakan homogen (Steel dan Torrie, 1993). Model umum dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut:

$$Y = \mu + T + \sum$$

Dimana :

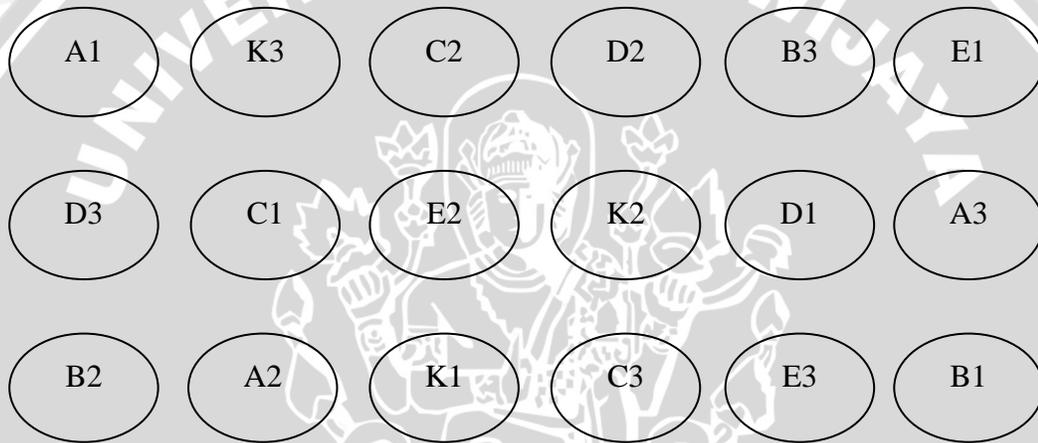
Y = nilai pengamatan

μ = nilai rata-rata harapan

T = pengaruh perlakuan

Σ = gallat / acak / kesalahan percobaan

Penelitian ini terdiri dari satu faktor penelitian dengan 5 taraf perlakuan, 1 kontrol, dan 3 kali ulangan. Sebagai perlakuan adalah perbedaan dosis ekstrak buah mengkudu. Ulangan yang dipergunakan sebanyak 3 kali untuk setiap perlakuan. Penempatan perlakuan dilakukan secara acak dengan denah penelitian sebagai berikut (gambar 1):



Gambar 1. Denah percobaan

A, B, C, D, E = Perlakuan

1, 2, 3 = Ulangan

K = Kontrol

Latar belakang penentuan dosis berdasarkan pada dosis penelitian yang telah dilakukan oleh Prabawati (2004) secara *In Vitro*. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu yang digunakan adalah:

K. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 0 % (Kontrol)

A. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 15 %

B. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 18 %

- C. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 21%
- D. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 24 %
- E. Konsentrasi ekstrak buah mengkudu 27 %

Penelitian tersebut menunjukkan hasil, konsentrasi ekstrak buah mengkudu dengan dosis 15-24% bersifat bakteriostatik yaitu hanya menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan dosis 27% bersifat bakterisidal yaitu dapat membunuh bakteri.

Sebelum penelitian inti, dilakukan Penelitian Pendahuluan untuk menentukan dosis bakteri yang digunakan untuk menginfeksi lobster air tawar agar terjadi ekor melepuh. Dosis bakteri yang digunakan adalah kepadatan 10^6 , 10^7 , dan 10^8 . Setelah lobster terinfeksi, dilakukan pengobatan ekor melepuh dengan menggunakan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.).

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Alat

A. Sterilisasi Alat dan Bahan

Langkah-langkah sterilisasi alat menurut Dwijoseputro (1989), adalah sebagai berikut:

- Alat yang akan digunakan dicuci dengan sabun dan air bersih, lalu dikeringkan.
- Alat ditutup dengan kapas, lalu alat yang akan disterilkan dibungkus dengan kertas koran, kemudian diikat dengan benang.

- Bahan dalam erlenmeyer ditutup dengan kapas, lalu bahan dibungkus dengan kertas koran dan diikat dengan benang.
- Air dimasukkan ke dalam autoklave, kemudian alat dan bahan yang telah dibungkus dengan koran dimasukkan ke dalam autoklave.
- Autoklave ditutup serta baut-bautnya dikencangkan sampai rapat.
- Kompor dinyalakan sampai suhu dalam autoklave naik.
- Bila jarum telah menunjukkan suhu 121 °C dan tekanan 1 atm, dipertahankan selama 15 menit.
- Kemudian api kompor dimatikan, lalu kran uap air dibuka sampai manometer menunjukkan angka 0.
- Autoklave dibuka dengan membuka baut yang ada ditutup autoklave.
- Alat dan bahan yang sudah steril diambil, alat dapat disimpan dalam inkubator sedangkan bahan yang sudah steril dapat disimpan di lemari pendingin.
- Alat-alat yang sudah steril pembungkusnya dapat dibuka, tapi bila tidak digunakan langsung jangan dibuka terlebih dahulu.

B. Pembuatan Media

Media yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri *Aeromonas hydrophila* pada penelitian ini adalah media TSA sebagai media padat dan NB sebagai media cair. Pembuatan media TSA dan NB menurut Taslihan (1996) adalah sebagai berikut:

1. TSA (*Tryptic Soya Agar*)

- 4 gram TSA dilarutkan dengan 100 ml aquades dalam erlenmeyer.

- Erlenmeyer ditutup kapas dan alumunium foil, kemudian dididihkan.
- Larutan TSA tersebut disterilkan dalam autoklave pada suhu 121°C selama 15 menit.
- TSA yang sudah steril dituangkan ke dalam cawan petri dalam keadaan panas setinggi 3-5 mm. Penuangan dilakukan di dekat api bunsen, tepi cawan petri dipanaskan setelah penuangan selesai.
- Media dibiarkan dingin dan menjadi padat. Kemudian disimpan dalam lemari pendingin sehingga dapat bertahan lama. Petridisk diletakkan terbalik yaitu bagian tutup berada di bawah untuk menghindari tetesan air kondensasi.
- Media dari lemari pendingin apabila akan digunakan dimasukkan kembali ke dalam inkubator sehingga suhu media sama dengan suhu lingkungan, dan untuk melihat apakah ada kontaminasi pada media.

2. NB (*Nutrient Broth*)

- NB sejumlah 1,33 gram dilarutkan dengan 100 ml aquades steril dalam erlenmeyer, kemudian diaduk hingga larut sempurna dan berwarna bening.
- Erlenmeyer ditutup dengan kapas dan alumunium foil, kemudian disterilkan dalam autoklave pada suhu 121°C .
- Media yang akan dipakai dibiarkan dingin hingga suhu 30°C, sebab bakteri akan mati jika diinokulasi pada media panas.
- Media yang tidak langsung digunakan disimpan dalam lemari pendingin sehingga dapat bertahan lama.

C. Pemiakan murni bakteri untuk penginfeksi, menurut Rochani (2000):

- Larutan NB disiapkan dalam tabung reaksi sebanyak 5 ml.
- Jarum ose dipanaskan di atas bunsen sampai berpijar, setelah dingin jarum ose disentuh kebiakan murni bakteri kemudian dicelupkan ke NB.
- Larutan NB dibiarkan selama 12-24 jam dalam inkubator pada suhu 30°C.
- Kemudian bakteri di spektrofotometer untuk menentukan kepadatannya.
- Bakteri yang digunakan untuk menginfeksi lobster yaitu kepadatan 10^7 sel/ml.

Untuk mendapatkan kepadatan bakteri tersebut harus dilakukan penghitungan pengenceran dengan menggunakan rumus :

$$N_1.V_1 = N_2.V_2$$

Dimana :

N_1 : kepadatan populasi bakteri dalam media NB (sel/ml)

N_2 : kepadatan populasi bakteri yang dikehendaki (sel/ml)

V_1 : volume suspensi bakteri dalam NB yang dibutuhkan

V_2 : volume media air dalam wadah pemeliharaan lobster

D. Pembuatan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

- Buah mengkudu dibersihkan dari kotoran yang menempel.
- Dikupas kulitnya dan dipotong menjadi bagian kecil-kecil.
- Dihaluskan dengan menggunakan blender.
- Diperas dan disaring sehingga didapatkan ekstrak kasar buah mengkudu.

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

A. Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan yaitu bak plastik volume 5 liter. Sebelum digunakan, wadah dicuci bersih, diberi desinfektan dan dikeringkan selama 1 hari. Kemudian diisi air tawar sebanyak 2 liter dan dilengkapi instalasi aerasi untuk menjaga ketersediaan oksigen.

B. Persiapan ikan uji

Ikan uji yang digunakan adalah lobster air tawar jenis Red claw (*Cherax quadricarinatus*) yang diperoleh dari pengusaha lobster di Sawojajar, Kabupaten Malang. Dipilih lobster yang sehat sebanyak 90 ekor ukuran 2 inchi, kemudian dilakukan aklimatisasi selama 7 hari pada akuarium ukuran 30x30x20 cm yang diisi air setinggi 12 cm. Selama aklimatisasi lobster diberi pakan pellet sebanyak 3% dari total berat tubuh dan diberikan 2 kali sehari yaitu pada pukul 09.00 WIB, dan pukul 16.00 WIB serta dilakukan penyiponan dan pergantian air apabila air sudah kotor (Wiyanto dan Hartono, 2003).

C. Penginfeksian bakteri

- Akuarium yang sudah dibersihkan diisi air tawar sebanyak 36 liter dan diberi aerasi.
- Lobster dimasukkan dalam akuarium sebanyak 90 ekor.
- Sebelumnya lobster dipuasakan selama 1 hari.

- Bakteri yang sudah disiapkan diinfeksi langsung ke dalam media hidup lobster dengan kepadatan 10^7 sel/ml.
- Proses penginfeksian berlangsung selama 24 jam.
- Lobster di pelihara selama 3 hari untuk terjadi ekor melepuh, setelah itu dilakukan perendaman pada ekstrak buah mengkudu selama 15 menit.
- Lobster dikembalikan ke dalam bak pemeliharaan yang diisi air sebanyak 2 liter dengan kepadatan 5 ekor/bak.
- Lobster dipelihara selama 14 hari.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini adalah kelangsungan hidup atau *Survival Rate* (SR) dari *Cherax quadricarinatus* (Adiwidjaya *et al*, 2004).

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

SR : Survival Rate atau derajat kelangsungan hidup

Nt : Jumlah ikan akhir pemeliharaan (ekor)

No : Jumlah ikan awal pemeliharaan (ekor)

3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah:

- Pengukuran kualitas air yang meliputi:
 - * Suhu yang diukur dengan Termometer

- * pH air yang diukur dengan pH meter
- * Oksigen terlarut yang diukur dengan DO meter
- Pengamatan jaringan ekor *Cherax quadricarinatus*

Pengamatan ini dilakukan untuk melihat perbedaan jaringan ekor lobster yang sehat, yang terinfeksi bakteri dan jaringan ekor lobster setelah diobati.

3.6 Analisa Data

Dari data yang diperoleh dilakukan analisa secara statistik dengan menggunakan analisis keragaman dengan uji F (ANOVA) sesuai dengan rancangan yang dipergunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan (variabel bebas) terhadap respon parameter yang diukur atau uji F. Apabila nilai uji F berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menentukan perlakuan mana yang memberikan hasil terbaik taraf 0,05 (derajat kepercayaan 95%). Dalam mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipergunakan, digunakan analisa regresi yang bertujuan untuk menentukan sifat dari fungsi regresi yang memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan terbaik.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kelulushidupan (SR) Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*)

Pengaruh pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda terhadap tingkat kelulushidupan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* sehingga menyebabkan ekor melepuh memberikan hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Kelulushidupan Lobster Air Tawar Pada Berbagai Perlakuan (Persen)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-Rata
	1	2	3		
A	80	40	60	180	60
B	80	80	80	240	80
C	100	100	80	280	93,33
D	80	100	100	280	93,33
E	100	100	100	300	100
TOTAL				1280	426,66

Setelah dilakukan Analisis Sidik Ragam (Lampiran 8) didapatkan hasil seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Sidik Ragam Kelulushidupan (SR) Lobster Air Tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F. hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2767,78	691,95	6,04^{**}	3,48	5,99
Acak	10	1145,82	114,58			
Total	14					

Keterangan (**)= Berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam didapatkan hasil bahwa pemberian ekstrak buah mengkudu dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kelulushidupan lobster air tawar yang terserang ekor melepuh setelah diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*, berarti menolak H_0 dan menerima H_1 . Hal ini berarti bahwa senyawa Antraquinon yang terdapat pada buah mengkudu berfungsi sebagai antibakteri, senyawa Antraquinon bersifat senyawa fenol (Harborne, 1987). Dalam Pelczar dan Chan (1986), senyawa fenol mematikan mikroba dengan mendenaturasikan protein sel dan merusak membran sel.

Untuk mengetahui tingkat perbedaan dari masing-masing konsentrasi obat yang berbeda yang diberikan pada lobster air tawar, maka dilakukan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf 5% (derajat kepercayaan 95 %) dan taraf 1% (derajat kepercayaan 99%). Perhitungan BNT (Lampiran 8) didapatkan hasil uji BNT seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji BNT Pengobatan Menggunakan Ekstrak Buah Mengkudu

Perlakuan	Rata-rata kelulushidupan (%)	Notasi
A (konsentrasi 15%)	51,14	a
B (konsentrasi 18%)	63,43	a
C (konsentrasi 21%)	80,29	b
D (konsentrasi 24%)	80,29	b
E (konsentrasi 27%)	88,72	b

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan E (27%) memberikan hasil kelulushidupan terbaik sebesar 88,72% diikuti oleh perlakuan D (24%) dan C (21%) sebesar 80,29% kemudian perlakuan B (18%) sebesar 63,43% dan perlakuan A (15%)

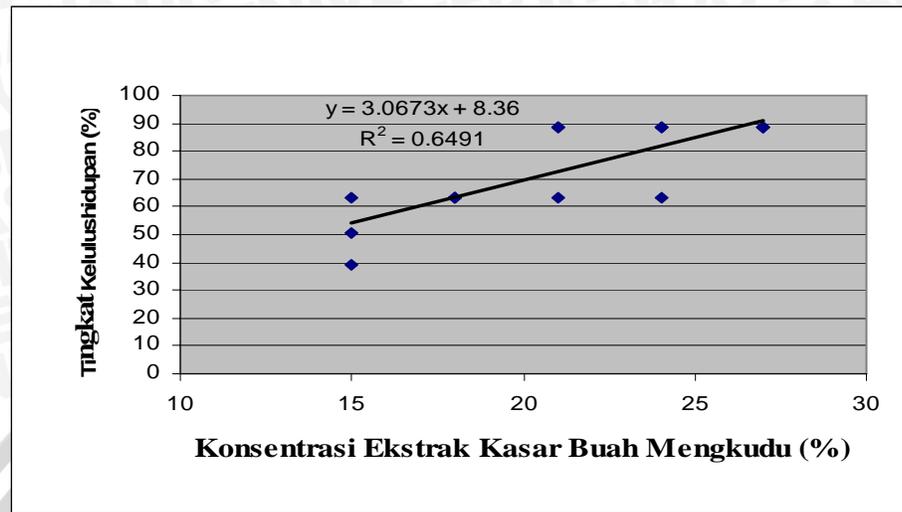
sebesar 51,14%. Selanjutnya untuk mengetahui pola hubungan antara konsentrasi ekstrak buah mengkudu dengan tingkat kelulushidupan lobster air tawar dilakukan uji polynomial orthogonal pada Lampiran 8. Hasil sidik ragam regresi seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sidik Ragam Regresi Kelulushidupan Lobster Air Tawar

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	2767,78				
* Linier	1	2540,304	2540,304	22,17**	4,96	10,04
* Kuadratik	1	129,466	129,466	1,13 ^{ns}		
* Kubik	1	4,47	4,47	0,04 ^{ns}		
* Kuartik	1	105,889	105,889	0,92 ^{ns}		
2. Acak	10	1145,82	114,582			
Total	14	3913,6				

** sangat berbeda nyata

Hubungan antara konsentrasi ekstrak buah mengkudu dengan tingkat kelulushidupan lobster air tawar diperoleh berdasarkan analisis regresi, yang dijelaskan pada Lampiran 8. Persamaan hubungan antara dua variabel tersebut berbentuk linear yaitu $Y = 8,36 + 3,07 x$ dengan $R^2 = 0,69$ dan $r = 0,83$. Grafik hubungan antara konsentrasi ekstrak buah mengkudu dengan tingkat kelulushidupan lobster air tawar disajikan pada Gambar 2



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Ekstrak Buah Mengkudu Dengan Tingkat Kelulushidupan (SR) Lobster Air Tawar Yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Penyebab Ekor Melepuh.

Berdasarkan gambar 2 di atas, konsentrasi pengobatan 27% memberikan hasil yang maksimal terhadap tingkat kelulushidupan (SR) pada lobster air tawar yaitu sebesar 88,72%. Semakin tinggi konsentrasi pemberian obat maka tingkat kelulushidupan juga semakin meningkat, sedangkan pada konsentrasi 15%, 18%, 21% dan 24% kelulushidupan lobster air tawar lebih rendah. Hal ini diduga karena pada konsentrasi tersebut belum mampu mengobati lobster sehingga pertahanan tubuh akan semakin lemah dan lobster akan mengalami kematian.

Penelitian secara *invitro* yang dilakukan oleh Prabawati (2004) menunjukkan bahwa ekstrak buah mengkudu pada konsentrasi 15%, 18%, 21% dan 24% hanya mampu menghambat bakteri *Aeromonas hydrophila* yaitu bersifat bakteriostatik, sedangkan pada konsentrasi 27% bersifat bakteriosidal yaitu mematikan bakteri.

4.2 Penginfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Penyebab Ekor Melepuh

Dosis penginfeksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1×10^7 , kepadatan ini diambil berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan menggunakan konsentrasi 1×10^6 sel/ml, 1×10^7 sel/ml dan 1×10^8 sel/ml. Dari penelitian pendahuluan yang dilakukan dengan penginfeksi selama 24 jam didapatkan hasil, pada kepadatan 1×10^6 sel/ml memberikan prevalensi lobster air tawar yang terserang bakteri *Aeromonas hydrophila* penyebab ekor melepuh kurang dari 50%. Pada kepadatan 1×10^7 sel/ml menghasilkan prevalensi 100% terserang ekor melepuh tetapi tidak menyebabkan kematian, sedangkan penginfeksi dengan kepadatan 1×10^8 sel/ml menyebabkan kematian lobster 50%.

Aeromonas hydrophila mampu menginfeksi lobster air tawar karena dapat mengenali dan berikatan dengan reseptor pada sel-sel tertentu, selanjutnya bakteri tersebut mematikan dan mengurai sel inang dengan memproduksi enzim-enzim ekstraseluler dan hasil penguraian sel inang digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Berkembangnya populasi bakteri patogen menimbulkan inflamasi atau peradangan disekitar tempat infeksi dan menyebabkan luka yang semakin meluas menjadi borok (*haemorrhage*).

Pemecahan sel-sel tubuh lobster di daerah yang meradang merusak pembuluh darah, kemudian bakteri patogen masuk dan ikut dalam peredaran darah menyebar keseluruh tubuh. Apabila borok ini menyerang organ-organ penting seperti organ respirasi, hepatopankreas, saluran pencernaan, ginjal dan hati akan mengakibatkan kematian. Kemampuan *Aeromonas hydrophila* menginfeksi lobster dikaitkan dengan struktur permukaan sel yang bersifat hidrofobik dan zat pengumpul darah (Po-

haemolisis) serta kemampuannya memproduksi bermacam-macam enzim ekstraseluler (amilase, chitinase, elastase, lechitinase, nuclease, phospholipase dan protease). Bakteri ini juga memproduksi sederet protein permukaan yang tersusun dalam bentuk yang teratur pada permukaan paling luar sel sebagai sebuah bentuk seperti kristal (S-Layer) yang berfungsi untuk melindungi sel dari aksi pelisisan oleh protein-protein serum (Austin dan Adams, 1996 dalam Irianto *et al.*, 2004).

4.3 Pengobatan Lobster Air Tawar Yang Terserang Bakteri *Aeromonas hydrophila* Penyebab Ekor Melepuh

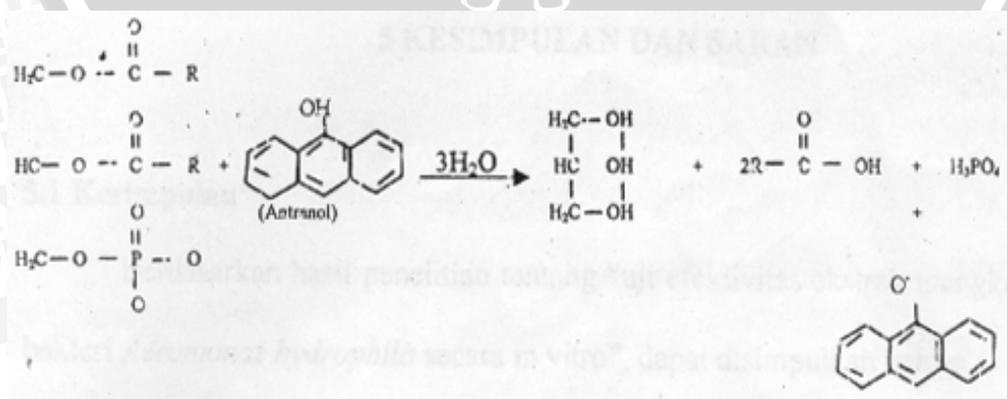
Dalam penelitian ini digunakan ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) sebagai obat untuk membunuh bakteri *Aeromonas hydrophila* penyebab ekor melepuh yang menginfeksi lobster air tawar. Pada penelitian secara *in vitro*, konsentrasi 15%, 18%, 21% dan 24% bersifat bakteriostatik tetapi pada konsentrasi 27% bersifat bakteriosidal, proses pengobatan lobster air tawar yang terserang bakteri *Aeromonas hydrophila* dilakukan dengan cara perendaman selama 15 menit pada bak-bak perlakuan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan (Lampiran 7). Hal ini berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan sebelumnya mengenai lama perendaman yang dapat ditolerir yaitu selama 15 menit, dan juga ditentukan dari fisiologi lobster selama proses pengobatan antara lain lobster terlihat mengambang, diam dan lemas dipermukaan. Setelah diobati, lobster dipindahkan pada bak-bak pemeliharaan dan dilakukan pemeliharaan serta pengamatan selama 14 hari.

Pelczar dan Chan (1986) menyatakan bahwa semakin tinggi dosis antibakteri yang digunakan, maka semakin cepat sel bakteri akan terbunuh. Namun tidaklah

efektif menggunakan dosis yang terlalu tinggi dalam pengobatan. Disamping akan menimbulkan resistensi bakteri terhadap antibakteri tertentu, penggunaan dosis yang terlalu tinggi dapat membunuh hospes (lobster air tawar) dan juga kurang ekonomis dalam pemakaiannya.

Ekstrak buah mengkudu mengandung Antraquinon yang mempunyai aktifitas antibakteri. Antraquinon bersifat senyawa fenol, hal ini dapat dibuktikan dengan mekanisme reduksi Antraquinon menjadi antron kemudian antron tereduksi menjadi antranol yang mempunyai gugus fenol. Dengan demikian Antraquinon tereduksi menjadi antranol yang bersifat fenol. Fenol mempunyai sifat bakteriostatik yaitu dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan bersifat bakterisidal yang dapat membunuh bakteri, tergantung dari kadar atau konsentrasi fenol tersebut. Mekanisme kerja fenol terhadap bakteri yaitu, fenol dapat merusak membran sitoplasma yang menyebabkan bocornya metabolit penting. Apabila digunakan dalam konsentrasi tinggi dapat merusak membran sitoplasma secara total dan bakteri akan mengalami hambatan pertumbuhan dan bahkan kematian (Volk dan Wheeler, 1993).

Reaksi antara fosfolida dan antranol ditunjukkan dalam reaksi berikut (Prabawati, 2004) :



Menurut penjelasan Muhammad Farid Rahman, S.Si, M.Si (komunikasi pribadi), pada kerusakan membran sitoplasma, ion H^+ dari senyawa fenol akan menyerang gugus fosfat sehingga molekul fosfolipida tidak mampu mempertahankan bentuk membran sitoplasma, akibatnya membran sitoplasma akan bocor dan bakteri akan mengalami hambatan pertumbuhan dan bahkan kematian.

4.4 Histopatologi Lobster Air Tawar

Histopatologi merupakan ilmu yang mempelajari perubahan struktur dan fungsi di dalam jaringan dan organ tubuh yang menyebabkan atau disebabkan oleh penyakit. Histopatologi sangat erat kaitannya dengan patologi, terutama untuk memperoleh gambaran ikan dan udang dalam kondisi sehat atau sakit (Wijayanti, 2004).

Pengamatan histopatologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu bagian ekor lobster yang terkena ekor melepuh dan hanya terbatas pada perbedaan antara jaringan ekor lobster yang sehat, lobster yang terinfeksi bakteri dan jaringan ekor lobster setelah diobati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lobster sehat memiliki jaringan ekor yang utuh tanpa ada kerusakan. Lobster yang terinfeksi bakteri, jaringan ekornya mengalami kerusakan, sedangkan lobster yang telah diobati, jaringan ekor kembali utuh dan mengalami peningkatan dibandingkan dengan jaringan ekor lobster yang sakit. Untuk lebih jelasnya, perbedaan gambar jaringan ekor lobster sehat, lobster sakit dan setelah diobati dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.5 Kualitas Air

Air merupakan media paling vital bagi kehidupan ikan dan udang. Suplai air yang memadai akan memecahkan berbagai masalah dalam budidaya ikan secara intensif, yaitu dengan cara menghanyutkan kumpulan dari bahan buangan dan bahan beracun, sehingga kondisi air optimal tetap terpelihara. Kualitas air merupakan salah satu kunci keberhasilan usaha budidaya ikan dan udang (Kordi, 2004).

Dalam penelitian ini, parameter penunjang yang digunakan adalah kualitas air yang meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut (DO). Suhu media pemeliharaan berkisar antara 23°-25°C, pH media pemeliharaan berkisar antara 7-8 sedangkan DO media pemeliharaan berkisar antara 3,0-8,0. Suhu media pemeliharaan ini sesuai untuk lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*). Menurut Bachtiar (2006), Lobster jenis Red claw ini dapat hidup optimal pada suhu 20°-25°C dengan pH 6-9. Sedangkan untuk kandungan oksigen terlarut (DO) 3-5 ppm. Kandungan oksigen terlarut pada media pemeliharaan relatif tinggi dan didapatkan rata-rata yang berfluktuatif. Hal ini dimungkinkan karena pada waktu pengukuran, aerator tidak dimatikan sehingga mempengaruhi hasil pengukuran. Selain itu, besarnya kekuatan oksigen yang masuk melalui batu aerator juga berbeda tiap perlakuan. Data kualitas air selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9 dan 10.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tentang pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda terhadap tingkat kelulushidupan lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila* sehingga menyebabkan ekor melepuh dapat disimpulkan sebagai berikut:

- ❖ Pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kelulushidupan (SR) lobster air tawar (*Cherax quadricarinatus* L.).
- ❖ Pemberian ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan konsentrasi E(27%) memberikan tingkat kelulushidupan tertinggi yaitu 88,72% diikuti oleh perlakuan D(24%) dan C(21%) dimana tingkat kelulushidupan yang didapatkan sama yaitu sebesar 80,29 %, kemudian perlakuan B(18%) sebesar 63,43 dan yang terkecil perlakuan A(15%) sebesar 51,14. Hubungan antara konsentrasi *Morinda citrifolia* dengan kelulushidupan lobster air tawar berupa regresi linier dengan persamaan $Y = 8,36 + 3,07 x$ dengan $R^2 = 0,69$ dan $r = 0,83$.
- ❖ Hasil pengamatan jaringan ekor (histopatologi), lobster yang terserang ekor melepuh jaringan ekornya mengalami kerusakan sedangkan jaringan ekor lobster yang sehat utuh.

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian menunjukkan kisaran hasil yang masih dapat ditolelir oleh lobster air tawar. Kualitas air media pemeliharaan selama penelitian yaitu berkisar antara:

- ❖ Suhu 23°-25°C, pH 7-8, sedangkan DO berkisar antara 3.0-8,0 ppm.

5.2 Saran

- ❖ Untuk mendapatkan tingkat kelulushidupan tinggi dalam pengobatan benih lobster air tawar yang terserang penyakit ekor melepuh yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* sebaiknya menggunakan konsentrasi ekstrak buah mengkudu sebesar 27%.
- ❖ Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang lama perendaman dan frekuensi pemberian obat serta dosis ekstrak buah mengkudu yang lebih efektif dalam mengendalikan penyakit ekor melepuh yang disebabkan oleh bakteri *Aeromonas hydrophila* pada lobster air tawar dewasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2006a. **Life as a Lobster in Long Island Sound: Biology and Life Cycle.**
<http://www.seagrant.sunysb.edu/LILOBSTER/LHN.Fall03sup.pdf>.
- _____. 2006. **Plant Profile (*Morinda citrifolia* L.)** (online)
<http://plants.usda.gov/java/profile?symbol=MOCI3>.
- Adiwidjaya, D, D. Sulistinaro, E. Sutikno, I.K. Ariawan, Triyono, Herman. **Budidaya Udang Bebas Virus Dengan Sistem Tertutup Ramah Lingkungan..** Balai Budidaya Air Payau Jepara.38 hal.
- Bachtiar, Y. 2006. **Usaha Budi Daya Lobster Air Tawar Di Rumah.** Agromedia Pustaka. Jakarta. 60 hal.
- Bullock, G.L., D.A Conroy and S.F. Sniezko. 1971. **Bacterial disease of Fishes.** Book 28 in Sniezko and Azelrord (Eds). Disease of Fish. T.F.H. Publication. England. 41 p.
- Djauhariya, E. 2003. **Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Tanaman Obat Potensial.** (Online) <http://www.balittro.go.id/index.html>.
- Dwijoseputra, D. 1989. **Dasar-dasar Mikrobiologi.** Djambatan. Malang. 214 hal.
- Erawati, C. I. 2003. **Pengaruh Pemberian Perasan Kasar Daun Pepaya (*Carica papaya* Linn) Dengan Dosis Yang Berbeda Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) Yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas hydrophila*.** Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Harborne, J. B. 1987. **Metode Fitokimia Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan.** Institut Teknologi Bandung. Bandung. 354 hal.
- Irianto, A, P.Sukardi, T.P.Budhi, Sukanto, Rochmani dan S. Santoso. 2004. **Prosiding, Pengendalian Penyakit Pada Ikan Dan Udang Berbasis Imunisasi Dan Biosecurity.** Seminar Nasional Penyakit Ikan Dan Udang Iv Purwokwerto, 18-19 Mei 2004.
- Iskandar. 2003. **Budidaya Lobster Air Tawar.** Agromedia Pustaka. Jakarta. 76 hal.

Jacinto, E. C., *et al.* 2003. **Effect of Dietary Protein Level on Growth and Survival of Juvenile Freshwater Crayfish *Cherax quadricarinatus*.** *Aquaculture Nutrition*. Volume:9: pp 207-213.

Kordi, K.M.G. 2004. **Penanggulangan Hama Dan Penyakit Ikan.** Bina Adiaksara. Jakarta. 194 hal.

Nazir. 1988. **Metode Penelitian.** Ghalia Indonesia. Jakarta Timur. 622 hal.

Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. **Dasar-dasar Mikrobiologi I.** Universitas Indonesia. Jakarta. 443 hal.

Prabawati, D.A. 2004. **Uji Efektivitas Ekstrak Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) Terhadap Bakteri *Aeromonas hydrophila* Secara In Vitro.** Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Prajitno, A. 2005. **Diktat Kuliah Parasit dan Penyakit Ikan.** Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

_____. 2006. **Karena Sakit *Aeromonas* Melepuh Seluruh Ekor.** *Trubus* 438. hal 88-89.

Ratnasari, N. 2005. **Uji Efektivitas Ekstrak Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.) Terhadap Bakteri *Vibrio harveyi* Secara In Vitro.** Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.

Robinson, T. 1995. **Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi.** Institut Teknologi Bandung. Bandung. 347 hal.

Rochani. 2000. **Pemanfaatan Rimpang Kunyit (*Curcuma domestika*) sebagai Alternatif Pengendali Penyakit *Aeromonas hydrophila* pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.).** Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Brawijaya. Malang.

Rukmana, R. 2002. **Mengkudu Budidaya dan Prospek Bisnis.** Kanisius. Yogyakarta. hal 17-29.

Sjabana, D dan R.R. Bahalwan. 2002. **Mengkudu (*Morinda Citrifolia*).** Salemba Medika. Jakarta. 64 hal.

Steel, R. G. D. And J. H. Torrie. 1993. **Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 748 hal.

Sukmajaya, Y. 2003. **Lobster Air Tawar Komoditas Perikanan Prospektif.** Agromedia. Jakarta. 56 hal.

- Sumeru, S. U. dan S. Anna. 1992. **Pakan Udang Windu (*Panaeus monodon*)**. Kanisius. Yogyakarta. 94 hal.
- Taslihan, A. 1996. **Cara Isolasi dan Identifikasi Bakteri dari Air, Udang dan Ikan di Air Payau**. Balai Budidaya Air Payau Jepara. 30 hal.
- Volk, W. A. dan M. F. Wheeler. 1993. **Mikrobiologi Dasar**. Jilid I. Edisi 5. Erlangga. Jakarta. 396 hal.
- Winarti, C. 2005. **Peluang Pengembangan Minuman Fungsional Dari Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)** <http://www.pustaka-deptan.go.id/publication/p3244055.pdf>
- Wijayanti, A. 2004. **Aplikasi Histologi Untuk Diagnosa Penyakit Udang Dan Ikan**. Balai Budidaya Air Payau Jepara. 12 hal.
- Wiyanto, R.H. dan R. Hartono. 2003. **Lobster Air Tawar Pembenuhan dan Pembesaran**. Penebar Swadaya. Jakarta. 79 hal.



Lampiran 1. Gambar Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia* L.)



Lampiran 2. Gambar Alat – Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian



- Keterangan :
- A : Rak tabung reaksi
 - B : Gelas ukur
 - C : Cawan petri
 - D : Erlenmeyer
 - E : Tabung reaksi
 - F : Pinset
 - G : Triangle
 - H : Pipet tetes
 - I : Bunsen
 - J : Pipet volume 1 ml
 - K : Pipet volume 10 ml

Lampiran 2. (Lanjutan)



Autoklaf



Inkubator



Spektrofotometer



Timbangan analitik



Mixer mix



Hot plate

Lampiran 3. Gambar Bak-bak Perlakuan Dalam Penelitian



Gambar 1. Wadah pemeliharaan



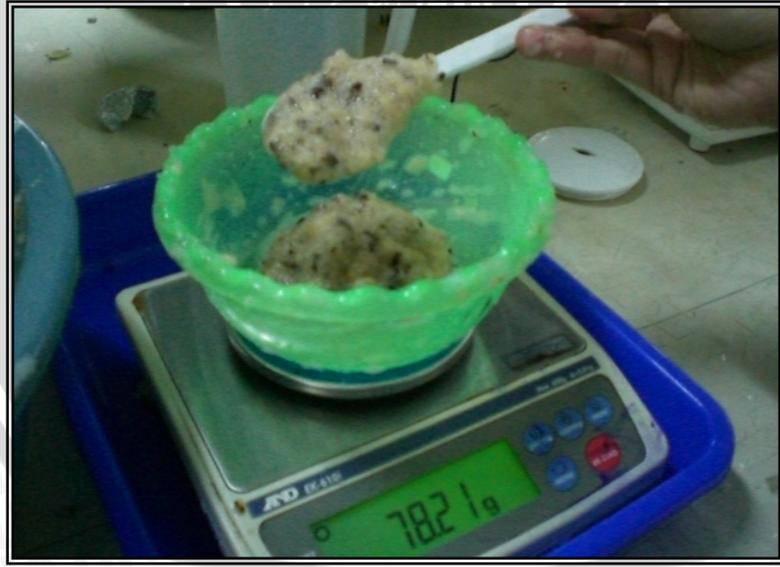
Gambar 2. Wadah Pengobatan



Lampiran 4. Gambar Pembuatan Ekstrak Kasar Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)



Gambar 1. Buah Mengkudu Setelah Diblender



Gambar 2. Penimbangan Ekstrak Buah Mengkudu



Lampiran 4. (Lanjutan)



Gambar 3. Pemerasan dan Penyaringan Ekstrak Buah Mengkudu



Gambar 4. Ekstrak Kasar Buah Mengkudu



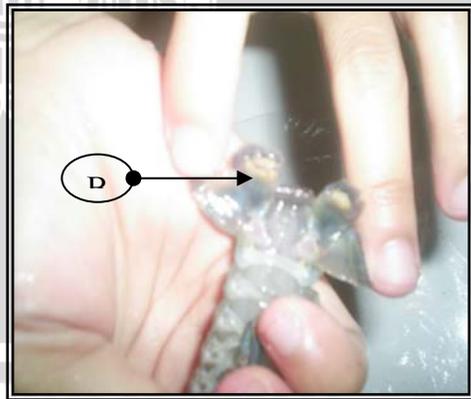
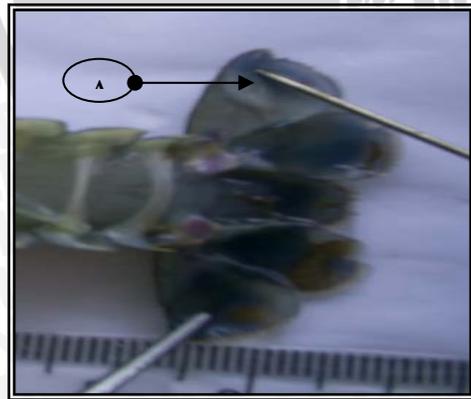
Lampiran 5. Perbandingan Lobster Sehat dan Lobster Yang Terinfeksi



Gambar 1. Lobster Sehat



Gambar 2. Lobster Sakit

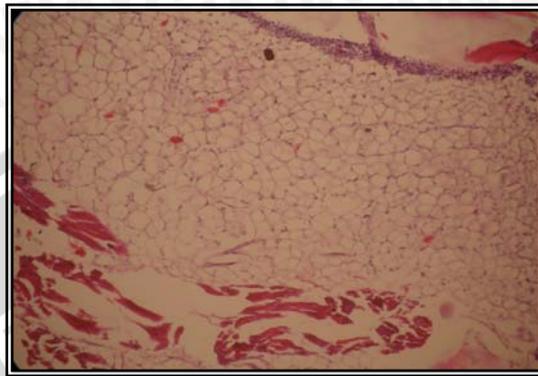


Keterangan :

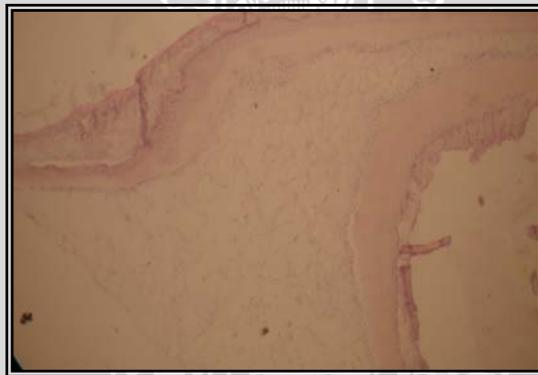
A : Ekor Sehat

B : Ekor Melepuh

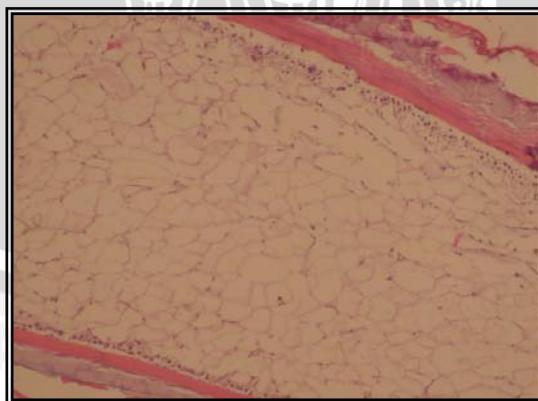
Lampiran 6. Gambar Jaringan Ekor Lobster Sehat (a), Lobster Sakit (b) dan (c) Lobster Setelah Diobati Pada Perbesaran 10x10.



(a)



(b)



(c)



Lampiran 7. Perhitungan Konsentrasi Ekstrak Kasar Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Perhitungan konsentrasi ekstrak kasar buah mengkudu yang diberikan untuk pengobatan lobster air tawar didapat dari hasil perkalian antara konsentrasi perlakuan dengan media air yang digunakan. Untuk memudahkan pemerasan ditambahkan aquades sebanyak 100 ml tiap perlakuan.

- Ekstrak kasar *Morinda citrifolia* L. dengan konsentrasi 15%. Maka ekstrak *Morinda citrifolia* yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan (1000 ml air) sebesar:

$$\frac{15}{100} \times 1000 = 150 \text{ gram} - 100 \text{ ml} = 50 \text{ ml}$$

- Ekstrak kasar *Morinda citrifolia* L. dengan konsentrasi 18%. Maka ekstrak *Morinda citrifolia* yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan (1000 ml air) sebesar:

$$\frac{18}{100} \times 1000 = 180 \text{ gram} - 100 \text{ ml} = 80 \text{ ml}$$

- Ekstrak kasar *Morinda citrifolia* L. dengan konsentrasi 21%. Maka ekstrak *Morinda citrifolia* yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan (1000 ml air) sebesar:

$$\frac{21}{100} \times 1000 = 210 \text{ gram} - 100 \text{ ml} = 110 \text{ ml}$$

- Ekstrak kasar *Morinda citrifolia* L. dengan konsentrasi 24%. Maka ekstrak *Morinda citrifolia* yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan (1000 ml air) sebesar:

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\frac{24}{100} \times 1000 = 240 \text{ gram} - 100 \text{ ml} = 140 \text{ ml}$$

- Ekstrak kasar *Morinda citrifolia* L. dengan konsentrasi 27%. Maka ekstrak *Morinda citrifolia* yang dibutuhkan untuk setiap perlakuan (1000 ml air) sebesar:

$$\frac{27}{100} \times 1000 = 270 \text{ gram} - 100 \text{ ml} = 170 \text{ ml}$$



Lampiran 8. Data dan Perhitungan Tingkat Kelulushidupan Lobster Air Tawar Selama Penelitian

Tabel Kelulushidupan (SR) sebelum arc sin (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	80	40	60	180	60,00
B	80	80	80	240	80,00
C	99,95	99,95	80	279,9	93,30
D	80	99,95	99,95	279,9	93,30
E	99,95	99,95	99,95	299,85	99,95
Total				1279,65	

Untuk Data 100 % digantikan dengan $= (100 - 1/4n)$
 N adalah Jumlah Perlakuan $= 5$
 Maka data 100 % $= 100 - 1 / (4) (5)$
 100 % $= 100 - 1 / 20$
 100 % $= 100 - 0,05$
 100 % $= 99,95 \%$

Tabel Kelulushidupan (SR) setelah arc sin (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	63,43	39,23	50,76	153,42	51,14
B	63,43	63,43	63,43	190,29	63,43
C	88,72	88,72	63,43	240,87	80,29
D	63,43	88,72	88,72	240,87	80,29
E	88,72	88,72	88,72	266,16	88,72
Total				1091,61	

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi (FK)} &= G^2 / n \\ &= \frac{(1091,61)^2}{15} \\ &= 79440,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + E_3^2) - \text{FK} \\ &= (63,43^2 + 39,23^2 + 50,76^2 + \dots + 88,72^2) - \text{FK} \\ &= 83354,43 - 79440,83 \\ &= 3913,60 \end{aligned}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2 + (\sum E)^2\} - FK}{3} \\
 &= \frac{\{(153,42)^2 + (190,29)^2 + (240,87)^2 + (240,87)^2 + (266,16)^2\} - FK}{3} \\
 &= 246625,8 - 79440,83 \\
 &= 2767,79 \\
 \text{JK Acak (JKA)} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\
 &= 3913,60 - 2767,79 \\
 &= 1145,82
 \end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam Kelulushidupan (SR)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F. hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2767,78	691,95	6,04**	3,48	5,99
Acak	10	1145,82	114,58			
Total	14					

Keterangan (**)= Berbeda sangat nyata

Ternyata dari hasil perhitungan berbeda sangat nyata ($F 5\% < F \text{ Hitung} < F 1\%$), maka dilanjutkan dengan uji BNT untuk menentukan perlakuan yang terbaik.

Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) :

Uji BNT Untuk 5% dan 1%

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \frac{\sqrt{2KT_{acak}}}{\text{Ulangan}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \times 114,58}}{3} \\
 &= 8,74
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 5\% &= t 5\% \times \text{SED} \\ &= 2,228 \times 8,74 \\ &= 19,47 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BNT } 1\% &= t 1\% \times \text{SED} \\ &= 3,169 \times 8,74 \\ &= 27,70 \end{aligned}$$

Hasil Uji BNT 5% dan BNT 1%

Rata-rata Perlakuan	A = 51,14	B = 63,43	C = 80,29	80,29	88,72	Notasi
A = 51,14	-	-	-	-	-	a
B = 63,43	12,29 ^{ns}	-	-	-	-	a
C = 80,29	29,15 ^{**}	16,86 ^{ns}	-	-	-	b
D = 80,29	29,15 ^{**}	16,86 ^{ns}	-	-	-	b
E = 88,72	37,58 ^{**}	25,29 [*]	8,43 ^{ns}	8,43 ^{ns}	-	b

Ketentuan :

Selisih < BNT 5 % = ns (tidak berbeda nyata)

BNT 5% < selisih < BNT 1% = * (berbeda nyata)

Selisih > BNT 1% = ** (berbeda sangat nyata)

Untuk menentukan hubungan fungsional antara respon dan perlakuan yang terlibat dalam kisaran taraf faktor penelitian dilakukan pengujian menurut metode *Polinomial Orthogonal*.

Lampiran 8. (Lanjutan)

Tabel Analisa Polinomial Orthogonal

Perlakuan	data (Ti)	Perbandingan (Ci)			
		linier	kuadratik	kubik	kuartik
A = 15 %	153,42	-2	2	-1	1
B = 18 %	190,29	-1	-1	2	-4
C = 21 %	240,87	0	-2	0	6
D = 24 %	240,87	1	-1	-2	-4
E = 27 %	266,16	2	2	1	1
Q = $\Sigma (Ci Ti)$		276,06	-73,74	11,58	140,16
Kr = $(\Sigma Ci^2) r$		30	42	30	210
JK = Q² / Kr		2540,304	129,466	4,470	93,547

Tabel Analisa Sidik Ragam

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F HIT	F 5%	F 1%
1. Perlakuan	4	2767,78				
Linier	1	2540,304	2540,304	22,17**	4,96	10,04
Kuadratik	1	129,466	129,466	1,13 ^{ns}		
Kubik	1	4,47	4,47	0,04 ^{ns}		
Kuartik	1	105,889	105,889	0,92 ^{ns}		
2. Acak	10	1145,82	114,582			
TOTAL	14	3913,6				

Keterangan : ns = non significant / tidak berbeda nyata
 ** = highly significant / berbeda sangat nyata

Dari hasil sidik ragam ternyata F hitung linier > F 1 % → berbeda sangat nyata, sedangkan kuadratik, kubik dan kuartik tidak berbeda nyata. Oleh karena itu regresi linear yang sesuai.

$$\begin{aligned}
 R^2 \text{ Linear} &= \frac{JK_{\text{Linear}}}{JK_{\text{Linear}} + JK_{\text{Acak}}} \\
 &= \frac{2540,304}{2540,304 + 1145,82} \\
 &= 0.69
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$r = \sqrt{R^2} = \sqrt{0,69} = 0.83$$

Mencari Regresi Linear

X	Y	XY	X ²
15	51.14	767.1	225
18	63.43	1141.74	324
21	80.29	1686.09	441
24	80.29	1926.96	576
27	88.72	2395.44	729
105	363.87	7917.33	2295

Regresi linear yang cocok maka $y = b_0 + b_1 x$

$$b_1 = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \cdot \sum Y}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}$$

$$= \frac{7917,33 - \frac{(105)(363,87)}{5}}{2295 - \frac{(105)^2}{5}}$$

$$b_1 = \frac{276,06}{90} = 3,07$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

$$= \frac{363,87}{5} - 3,07 \cdot \frac{105}{5}$$

$$= 72,774 - 64,414$$

$$b_0 = 8,36$$



Lampiran 8. (Lanjutan)**Persamaan Linear :**

$$y = b_0 + b_1x$$

$$y = 8.36 + 3,07x$$

$$\text{Untuk } x = 15 \rightarrow y = 54,42$$

$$x = 18 \rightarrow y = 63,63$$

$$x = 21 \rightarrow y = 72,84$$

$$x = 24 \rightarrow y = 82,05$$

$$x = 27 \rightarrow y = 91,26$$



Lampiran 9. Data Perhitungan Kualitas Air Selama Penelitian

Tabel Data Oksigen Terlarut (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	5,70	5,08	5,04	15,82	5,27
B	4,61	4,91	5,26	14,78	4,93
C	5,80	5,51	5,29	16,60	5,53
D	5,21	5,29	5,14	15,64	5,21
E	5,23	4,54	5,02	14,79	4,93
Total				77,63	

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = G^2 / n$$

$$= \frac{(77,63)^2}{15}$$

$$= 401,76$$

$$\text{JK Total (JKT)} = (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + E_3^2) - \text{FK}$$

$$= (5,70^2 + 5,08^2 + 5,04^2 + \dots + 5,02^2) - \text{FK}$$

$$= 403,42 - 401,76$$

$$= 1,66$$

$$\text{JK Perlakuan (JKP)} = \frac{\{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2 + (\sum E)^2\}}{3} - \text{FK}$$

$$= \frac{\{(15,82)^2 + (14,78)^2 + (16,60)^2 + (15,64)^2 + (14,79)^2\}}{3} - \text{FK}$$

$$= 402,53 - 401,76$$

$$= 0,78$$

$$\text{JK Acak (JKA)} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

$$= 1,66 - 0,78$$

$$= 0,88$$

Lampiran 9. (Lanjutan)

Tabel Sidik Ragam Oksigen Terlarut (DO)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F. hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,78	0,20	2,22 ^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,88	0,09			
Total	14					

Keterangan (^{ns}) = tidak berbeda nyata

Tabel Data Suhu (°C)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	23,93	23,79	23,64	71,36	23,79
B	23,79	23,93	23,93	71,65	23,88
C	23,57	23,79	23,64	71,00	23,67
D	23,64	23,86	23,71	71,21	23,74
E	23,86	23,86	24,00	71,72	23,91
Total				356,94	

$$\text{Faktor koreksi (FK)} = G^2 / n$$

$$= \frac{(356,94)^2}{15}$$

$$= 8493,74$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + E_3^2) - \text{FK} \\ &= (23,93^2 + 23,79^2 + 23,64^2 + \dots + 24,00^2) - \text{FK} \\ &= 8493,98 - 8493,74 \\ &= 0,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan (JKP)} &= \frac{\{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2 + (\sum E)^2\}}{3} - \text{FK} \\ &= \frac{\{(71,36)^2 + (71,65)^2 + (71,00)^2 + (71,21)^2 + (71,72)^2\}}{3} - \text{FK} \\ &= 8493,87 - 8493,74 \\ &= 0,12 \end{aligned}$$

Lapiran 9 (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{JK Acak (JKA)} &= \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} \\ &= 0,24 - 0,12 \\ &= 0,12 \end{aligned}$$

Tabel Sidik Ragam Suhu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F. hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,12	0,03	2,50^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,12	0,01			
Total	14					

Keterangan (^{ns}) = tidak berbeda nyata

Lampiran 1. Analisa Data pH (ppm)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
A	7,36	7,57	7,57	22,50	7,50
B	7,36	7,50	7,57	22,43	7,48
C	7,36	7,64	7,43	22,43	7,48
D	7,57	7,29	7,29	22,15	7,38
E	7,36	7,43	7,50	22,29	7,43
Total				111,8	

$$\begin{aligned} \text{Faktor koreksi (FK)} &= G^2 / n \\ &= \frac{(111,8)^2}{15} \\ &= 833,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total (JKT)} &= (A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \dots + E_3^2) - \text{FK} \\ &= (7,36^2 + 7,57^2 + 7,57^2 + \dots + 7,50^2) - \text{FK} \\ &= 833,46 - 833,28 \\ &= 0,18 \end{aligned}$$

$$\text{JK Perlakuan (JKP)} = \frac{\{(\sum A)^2 + (\sum B)^2 + (\sum C)^2 + (\sum D)^2 + (\sum E)^2\}}{3} - \text{FK}$$

Lapiran 9 (Lanjutan)

$$= \frac{\{(22,50)^2 + (22,43)^2 + (22,43)^2 + (22,15)^2 + (22,29)^2\}}{3} - FK$$

3

$$= 833,31 - 833,28$$

$$= 0,03$$

$$\text{JK Acak (JKA)} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

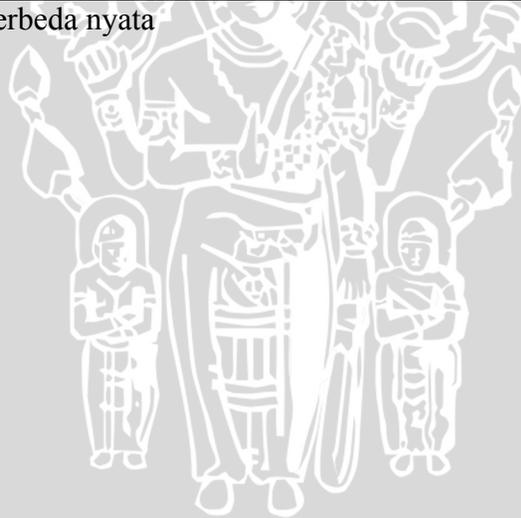
$$= 0,19 - 0,02$$

$$= 0,16$$

Tabel Sidik Ragam pH

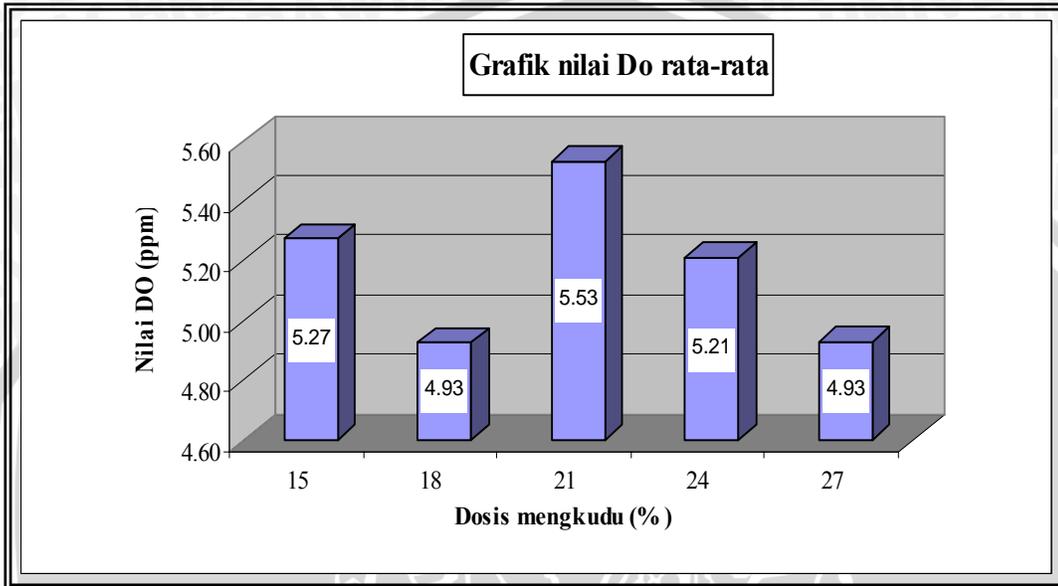
Sumber Keragaman	db	JK	KT	Uji F		
				F. hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	0,03	0,01	0,50^{ns}	3,48	5,99
Acak	10	0,15	0,02			
Total	14					

Keterangan (^{ns}) : tidak berbeda nyata

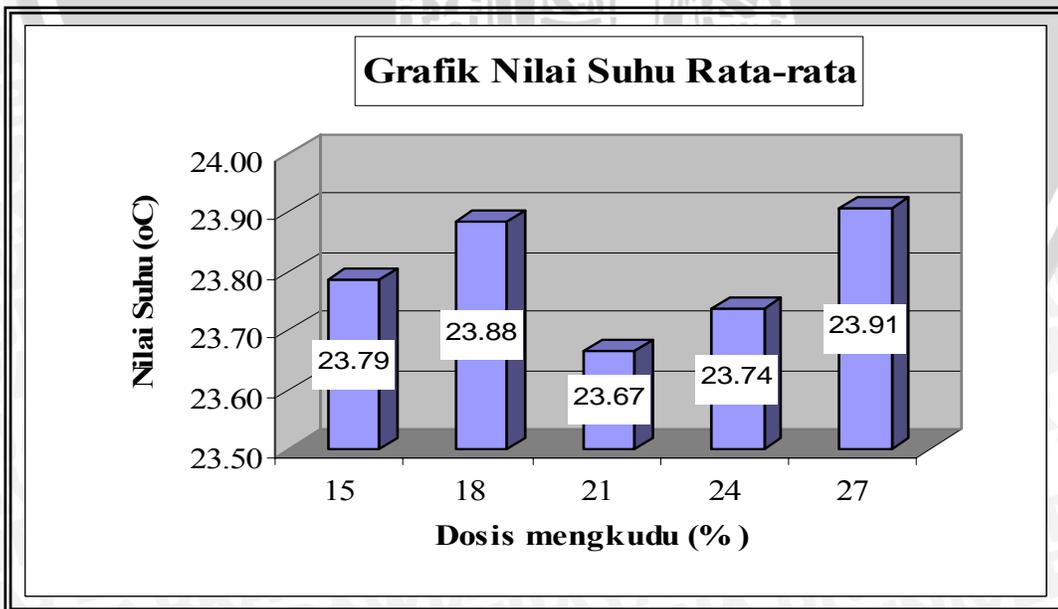


Lampiran 10. Grafik Nilai Rata-rata Kualitas Air Selama Penelitian

1. Grafik Nilai DO (ppm) Rata-rata Selama Penelitian



2. Grafik Nilai Suhu (°C) Rata-rata Selama Penelitian



Lampiran 10. (Lanjutan)

3. Grafik Nilai pH Rata-rata Selama Penelitian

