

**PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI PERENDAMAN TELUR IKAN
MAS (*Cyprinus carpio* L) DALAM LARUTAN JUS MENGKUDU (*Morinda
citrifolia*) TERHADAP KEBERHASILAN PENETASAN**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Oleh :
PRATIWI
NIM. 115080500111022



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2016

**PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI PERENDAMAN TELUR IKAN
MAS (*Cyprinus carpio* L) DALAM LARUTAN JUS MENGKUDU (*Morinda
citrifolia*) TERHADAP KEBERHASILAN PENETASAN**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

Oleh :

PRATIWI

NIM. 115080500111022



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

SKRIPSI

PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI PERENDAMAN TELUR IKAN MAS (*Cyprinus carpio* L) DALAM LARUTAN JUS MENGKUDU (*Morinda citrifolia*) TERHADAP KEBERHASILAN PENETASAN

Oleh :

PRAWI
NIM. 115080500111022

Telah dipertahankan di depan penguji
pada tanggal 04 Januari 2016
dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS
NIP. 19600425 198503 1 002
Tanggal :

Dosen Penguji II

Ir. M. Rasyid Fadholi, M.Si
NIP. 19520713 198003 1 001
Tanggal :

13 JAN 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS
NIP. 19590807 198601 1 001
Tanggal : 13 JAN 2016

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si
NIP. 19671010 199702 1 001
Tanggal :

13 JAN 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

Dr. Ir. Arning Wilufeng Ekawati, MS
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal :

13 JAN 2016



PERNYATAAN ORISINILITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang menulis naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai dengan hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 04 Januari 2016

Mahasiswa,

Pratiwi

NIM. 115080500111022



UCAPAN TERIMA KASIH

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

- ❖ Bapak **Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS** selaku dosen pembimbing I yang dengan sabar membimbing penulis mulai dari penyusunan proposal sampai selesainya laporan ini.
- ❖ Bapak **Dr. Ir. Abd. Rahem Faqih, M.Si** selaku dosen pembimbing II yang dengan sabar membimbing penulis mulai dari penyusunan proposal sampai selesainya laporan ini.
- ❖ Pak Udin dan Pak Yit (Laboran) yang banyak memberi masukan pada saat proses penelitian.
- ❖ Keluarga, terutama Ibu dan Bapak (kedua orang yang sangat luar biasa bagi kehidupan penulis, yang menjadi sumber motivasi dan memberi dukungan baik secara moril maupun materiil).
- ❖ Keluarga Besar Holland Family dan Totoro Family 29 D
- ❖ Teman-teman Aquatic Spartan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
- ❖ Teman seperjuangan saat penelitian (Papah Irul, Mba Mouw dan Arum si pendekar).

Penulis menyadari laporan ini masih memungkinkan untuk dilakukan penyempurnaan. Untuk itu penulis menerima saran yang bersifat membangun demi sempurnanya laporan ini dan semoga laporan ini bermanfaat dan dapat dijadikan sumber informasi bagi semua pihak yang memerlukan.

Malang, 04 Januari 2016

Penulis

RINGKASAN

PRATIWI. Skripsi. Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Perendaman Telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) Dalam Larutan Jus Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Terhadap Keberhasilan Penetasan. Dibawah Bimbingan **Dr. Ir. AGOES SOEPRIJANTO, MS.** dan **Dr. Ir. ABD. RAHEM FAQIH, M.Si.**

Ikan mas merupakan salah satu sumber protein hewani untuk memenuhi kebutuhan gizi bagi masyarakat Indonesia. Sehingga ikan mas menjadi salah satu kebutuhan ikan konsumsi yang banyak digemari. Ini menyebabkan produksi budidaya ikan mas yang terus meningkat. Namun, kendala yang sering ditemui adalah sifat telur yang menempel atau *adhesif* dan menggumpal. Hal tersebut dapat mengganggu proses penetasannya karena pori-pori telur tertutup, sehingga menyebabkan kematian akibat kekurangan oksigen. Lapisan lendir yang terdapat pada telur ikan mas merupakan media yang sangat ideal bagi pertumbuhan cendawan dan dapat mengakibatkan kematian. Hal itu dapat dihilangkan dengan upaya melalui pembuahan buatan dengan cara perendaman telur menggunakan larutan jus mengkudu untuk menghilangkan daya rekatnya. Sehingga daya tetas telur ikan mas akan meningkat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perendaman telur ikan mas dengan menggunakan jus mengkudu terhadap keberhasilan penetasan pada konsentrasi yang paling baik dan menghasilkan tetapan ikan mas yang optimal.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan rancangan acak lengkap (RAL), analisa yang digunakan adalah perbedaan rata-rata melalui analisa sidik ragam, kemudian dilanjutkan dengan uji BNT dan terakhir dilakukan uji polynomial orthogonal. Dalam penelitian ini menggunakan 5 perlakuan (0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%) dan 3 kali ulangan. Parameter utama yang diukur pada penelitian ini adalah daya tetas telur (*Hatching Rate*), sedangkan parameter penunjang meliputi pengamatan embryogenesis dan kualitas air meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut (DO).

Hasil pengamatan pengaruh perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas dalam larutan jus mengkudu terhadap keberhasilan penetasan menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu pada perlakuan K dengan konsentrasi 0% daya tetas sebesar 24,83%, perlakuan A (0,5%) sebesar 57,09%, perlakuan B (1%) sebesar 65,79%, perlakuan C (1,5%) sebesar 55,92%, dan pada perlakuan D (2%) sebesar 49,36%. Hasil persentase tertinggi adalah pada perlakuan B (1%) sebesar 65,79%. Berdasarkan hasil uji polynomial orthogonal didapatkan pola kuadratik artinya terdapat titik optimal yaitu perlakuan dengan nilai *HR* B (1%) sebesar 64,34%, dimana persamaan $y = 27,28 + 64,54x - 27,48x^2$ dengan nilai koefisien determinasi 0,970 artinya 97% perlakuan berpengaruh pada pemberian perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas dalam larutan jus mengkudu terhadap keberhasilan penetasan. Sedangkan pada pengamatan kualitas air selama penelitian didapatkan hasil pengamatan suhu sebesar 26° - 30°C, pH sebesar 6-8 dan oksigen terlarut (DO) sebesar 5,5 – 6,5 ppm.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan Rahmat, Karunia serta Hidayah-Nya, sehingga saya dapat melaksanakan dan menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Perbedaan Konsentrasi Perendaman Telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) Dalam Larutan Jus Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Terhadap Keberhasilan Penetasan”**. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Akhir kata dengan jujur penulis mengakui dengan segala kekurangan dan keterbatasan bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan oleh penulis demi lebih sempurnanya skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya. Amiin.

Malang, 04 Januari 2016

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBARAN PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
UCAPAN TERIMAKASIH	iii
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Kegunaan	3
1.5 Hipotesis	3
1.4 Tempat dan Waktu	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Biologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L)	4
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi	4
2.1.2 Siklus Reproduksi	5
2.2 Ciri-ciri Ikan Matang Gonad	6
2.3 Karakteristik Telur Ikan Mas	7
2.3.1 Bagian-bagian Telur	7
2.3.2 Perkembangan Telur	8
2.3.3 Sifat Adhesif Telur	9
2.4 Fertilisasi	10
2.5 Embriogenesis	11
2.6 Kualitas Air	13
2.6.1 Suhu	13
2.6.2 pH	13
2.6.3 Oksigen Terlarut (DO)	13
2.7 Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i>)	13
2.8 Mekanisme Enzim Protease dalam mengurangi lapisan lendir	15
2.9 Hubungan Perendaman dan Penetasan	16
3. METODE PELAKSANAAN	
3.1 Materi Penelitian	18
3.1.1 Alat-alat Penelitian	18
3.1.2 Bahan-bahan Penelitian	18

3.2 Metode Penelitian.....	18
3.3 Rancangan Percobaan.....	19
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Persiapan Induk.....	21
3.4.2 Sterilisasi Akuarium Percobaan.....	21
3.4.3 Penyuntikan induk jantan dan betina menggunakan Hormon .	21
3.4.4 Striping Induk Jantan dan Betina.....	22
3.4.5 Perlakuan Kontrol Normal.....	22
3.4.6 Perlakuan Menggunakan Larutan Jus Mengkudu.....	22
3.4.7 Pengamatan Perkembangan Embrio.....	23
3.5 Parameter Uji.....	23
3.5.1 Parameter Utama.....	23
3.5.2 Parameter Penunjang.....	23
3.6 Analisis Data.....	24
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Parameter Utama.....	25
4.1.1 Penetasan (<i>Hatching rate</i>).....	25
4.2. Embriogenesis Ikan Mas.....	29
4.3. Kualitas Air.....	33
4.3.1 Suhu.....	33
4.3.2 Derajat Keasamaan.....	33
4.3.3 Oksigen Terlarut (DO).....	34
5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36
LAMPIRAN.....	39

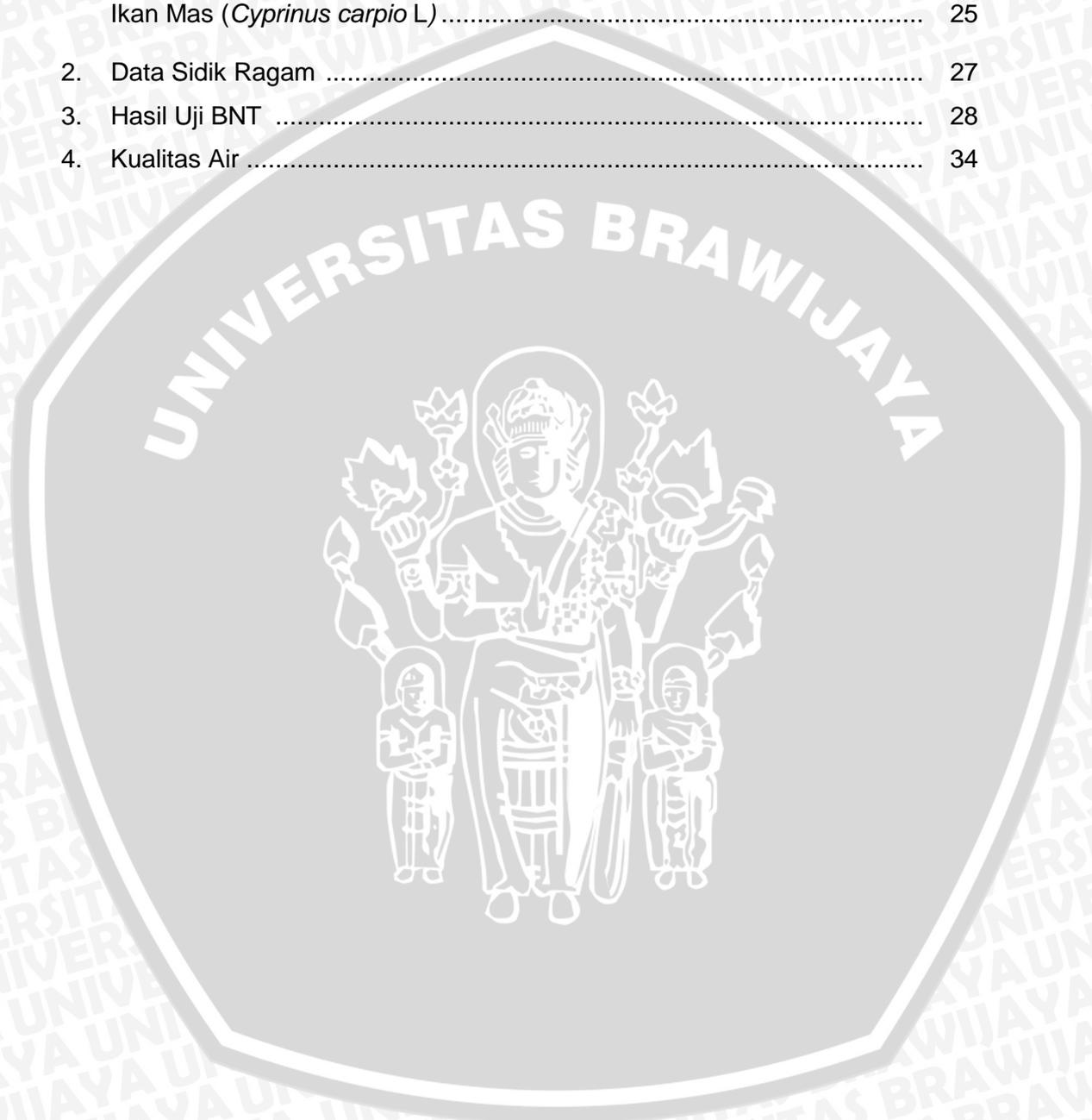
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L)	4
2. Telur Belum Terbuahi	8
3. Perkembangan Embrio Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L)	12
4. Mengkudu (<i>Morinda citrifolia</i>)	14
5. Skema Kerja Enzim Protease Untuk Menghilangkan Daya Rekat Telur..	16
6. Rancangan Denah Percobaan	20
7. Pengaruh Perendaman Jus Mengkudu dengan Konsentrasi Berbeda pada Tingkat Penetasan Telur Ikan Mas (%)	26
8. Hubungan Konsentrasi Perendaman Larutan Jus Mengkudu dengan Keberhasilan Penetasan Telur Ikan Mas (%)	29
9. Tahap-tahapan Embriogenesis Telur Ikan Mas	30



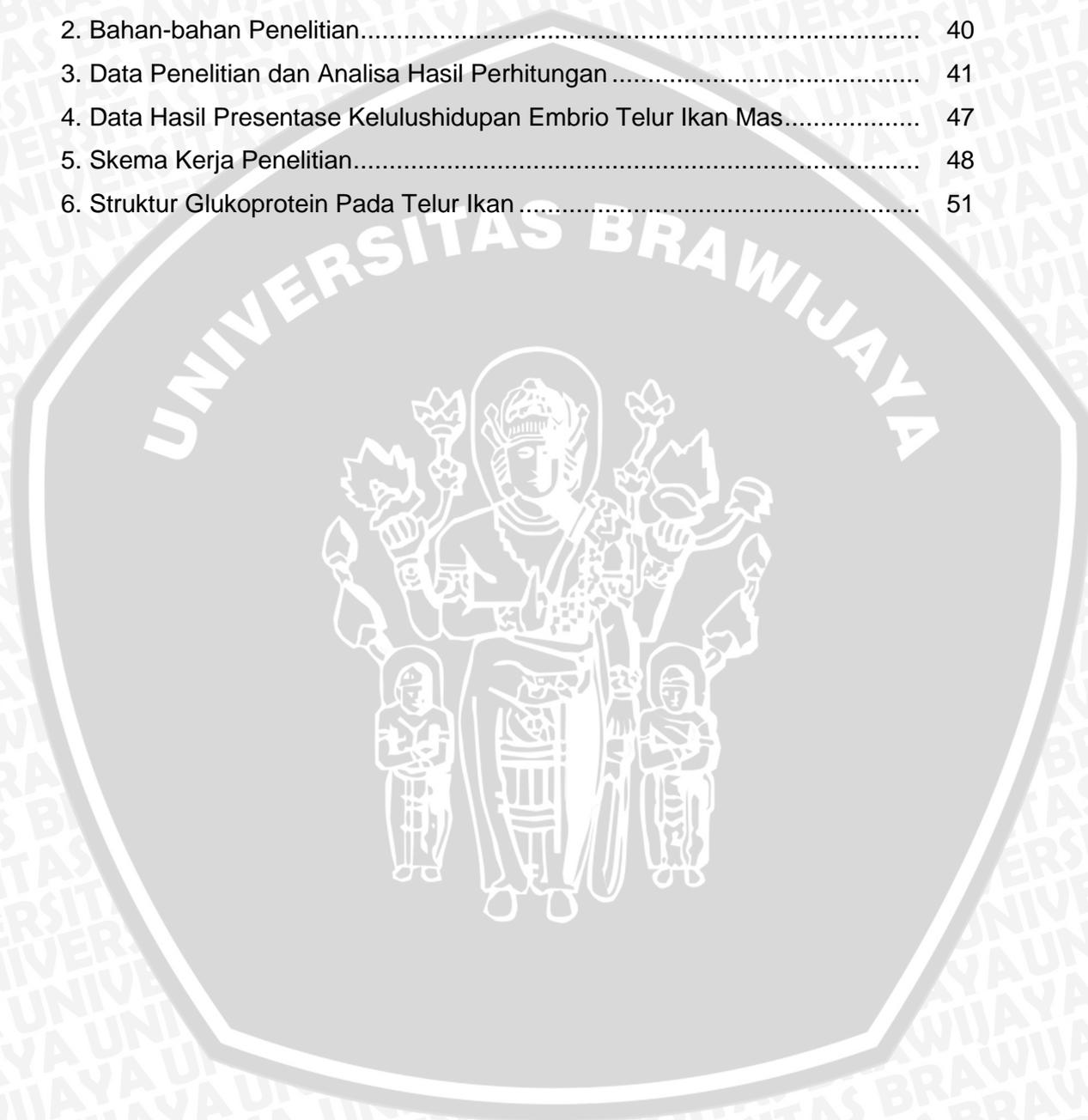
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil Perhitungan Rata-rata Pengamatan Tingkat Penetasan Telur Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i> L)	25
2. Data Sidik Ragam	27
3. Hasil Uji BNT	28
4. Kualitas Air	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat-alat Penelitian	37
2. Bahan-bahan Penelitian.....	40
3. Data Penelitian dan Analisa Hasil Perhitungan	41
4. Data Hasil Presentase Kelulushidupan Embrio Telur Ikan Mas.....	47
5. Skema Kerja Penelitian.....	48
6. Struktur Glukoprotein Pada Telur Ikan	51



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan budidaya air tawar dewasa ini semakin meningkat terutama budidaya air tawar yang cenderung masih menerapkan pola budidaya ekstensif. Intensifikasi budidaya air tawar terutama bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan protein hewani yang berasal dari ikan yang semakin meningkat. Keberhasilan budidaya ikan tentunya sangat tergantung terhadap penyediaan benih yang mencukupi dan berkualitas baik serta sesuai dengan tujuan budidaya (Suryanto dan Setyono, 2007).

Ikan mas (*Cyprinus carpio* L) merupakan salah satu sumber protein hewani untuk memenuhi gizi masyarakat Indonesia. Sehingga ikan mas menjadi salah satu komoditas air tawar yang banyak dikembangkan di Indonesia. Permintaan akan ikan konsumsi ini terus meningkat. Akibatnya, produksi budidaya ikan juga berkembang, di tandai dengan terus naiknya produksi ikan mas pada setiap tahunnya. Kenaikan rata-rata produksi ikan mas pada tahun 2013 mencapai 7,00% (Afifah, *et al.* 2014). Salah satu kendala dalam upaya meningkatkan produksi adalah daya tetas telur yang rendah akibat sifat adhesif telur ikan mas.

Karakter telur ikan mas bersifat melekat (*adhesif*) inilah menyebabkan rendahnya derajat penetasan telur. Telur yang melekat antara telur yang satu dengan telur yang lain, sering mengakibatkan perkembangan telur tersebut tidak dapat menetas karena menghambat masuknya oksigen pada telur. Sifat *adhesif* telur ikan mas disebabkan oleh adanya lapisan *gluco-protein* atau *globuline* pada permukaan telur (Mukti, 2005). Karena memiliki sifat *adhesif* maka perlu dilakukan upaya untuk mengatasi masalah tersebut dengan cara pemberian larutan penghilang daya rekat pada telur. Menurut Djarijah (2001), proses

penetasan telur ikan dapat di percepat dengan menggunakan enzim protease karena enzim ini dapat melarutkan dinding lendir telur (kulit telur).

Bahan alami yang dapat digunakan untuk mengurangi sifat *adhesif* tersebut adalah buah mengkudu. Menurut Ishartani, *et al.* (2011), manfaat penggunaan mengkudu secara tradisional sebagai obat luka kemungkinan salah satunya disebabkan oleh adanya aktivitas protease pada buah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Telur ikan mas yang bersifat *adeshif* atau menempel menyebabkan daya tetas telur ikan tersebut relatif rendah. Sifat adhesif telur ikan mas disebabkan adanya lapisan lendir berupa senyawa *glucoprotein* yang menyebabkan telur saling menempel dan kekurangan oksigen sehingga telur sulit untuk menetas. Salah satu cara yang dilakukan untuk penurunan sifat *adhesif* yaitu menggunakan enzim protease dari bahan alami dengan prinsip pemecahan protein pada ikatan *glucoprotein* untuk merusak lapisan lendir. Enzim protease untuk pengurangan sifat *adhesif* perlu digunakan dengan dosis yang optimal agar enzim tersebut dapat bekerja dengan baik dan tidak merusak kandungan protein dalam telur.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai perbedaan konsentrasi penggunaan enzim protease dari bahan alami untuk mengurangi sifat *adhesif* telur ikan mas. Salah satu enzim protease dari bahan alami yang dapat digunakan adalah buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap keberhasilan penetasan pada konsentrasi yang paling baik dan menghasilkan nilai tetas yang optimal.

1.4 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai informasi tentang pengaruh perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap keberhasilan penetasan.

1.5 Hipotesis

H_0 : Diduga perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) tidak berpengaruh terhadap keberhasilan penetasan.

H_1 : Diduga perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) berpengaruh terhadap keberhasilan penetasan.

1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang pada Bulan Juni – Juli 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) berasal dari Cina dan Rusia, ikan tersebut tersebar di berbagai negara Eropa dan Asia. Ikan mas telah dipelihara di Indonesia (di Jawa) sejak tahun 1860 (Kordi, 2010). Adapun Klasifikasi ikan mas (Gambar 1) menurut Ciptanto (2010) adalah sebagai berikut.

Fillum	: Chordata
Subfillum	: Vertebrata
Class	: Pisces
Subclass	: Actinopterygii
Ordo	: Cypriniformes
Subordo	: Cyprinoidea
Famili	: Cyprinidae
Subfamily	: Cyprininae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Species	: <i>Cyprinus carpio</i> , L
Nama Lokal	: Ikan mas



Gambar 1. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)
(Khairuman, 2008)

Ikan mas memiliki bentuk tubuh agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulutnya terletak di bagian tengah ujung kepala (*terminal*) dan dapat disembulkan (*protaktil*). Di bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Di ujung dalam mulut terdapat gigi kerongkongan (*pharyngeal teeth*) yang berbentuk atas tiga baris gigi geraham. Secara umum, hampir seluruh tubuh ikan mas di tutupi sisik kecuali pada beberapa varietas yang hanya memiliki sedikit sisik. Sisik ikan mas berukuran besar dan digolongkan ke dalam sisik tipe sikloid (lingkaran). Sirip punggungnya (*dorsal*) memanjang dengan bagian belakang berjari keras dan di bagian akhir (sirip ketiga dan keempat) bergerigi. Letak sirip punggung berseberangan dengan permukaan sirip perut (*ventral*). Sirip duburnya (*anal*) yaitu berjari keras dan bagian akhirnya bergerigi. Garis rusuknya (*linea lateralis*) tergolong lengkap, berada di pertengahan tubuh dengan bentuk melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Khairuman, 2008).

2.1.2 Siklus Reproduksi

Reproduksi adalah kemampuan individu untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya (Fujaya, 2008). Sistem reproduksi ikan terdiri dari kelenjar seks atau gonad pada ikan betina disebut ovarium sedangkan pada jantan disebut testis (Murtidjo, 2001).

Siklus reproduksi ikan mas dimulai di dalam gonad (sel kelamin), yakni ovarium pada ikan mas betina dan testis pada ikan mas jantan. Ovarium pada ikan mas betina menghasilkan sel telur, sedangkan testis pada ikan mas jantan menghasilkan spermatozoa. Organ yang aktif berperan dalam proses pemijahan ikan mas yaitu sistem saraf pusat dan kelenjar *pituitary*. Kedua organ tersebut bekerja menstimulasi (merangsang) aliran hormon gonadotropin masuk ke dalam aliran darah. Adanya aliran hormon tersebut organ reproduksi pada ikan mas menjadi lebih aktif ditandai dengan terjadinya proses ovulasi telur (pembuahan).

Selain hal itu, proses terjadinya ovulasi telur juga dapat terjadi oleh terciptanya *spawning* yakni terciptanya suatu kondisi lingkungan perairan tempat hidup ikan mas hingga memungkinkan terpacu proses ovulasi telur. Kondisi *spawning* terbentuk oleh adanya cairan sperma yang disemprotkan atau dilepaskan oleh ikan mas jantan. Di dalam air sel-sel sperma bergerak aktif. Jika sel sperma berhasil masuk ke dalam sel telur melalui lubang kecil pada kantung umum embrio (*chorion*), maka terjadilah proses pembuahan (Narantaka,2012).

2.2 Ciri-ciri Ikan Mas Matang Gonad

Keberhasilan pemijahan ikan sangat ditentukan oleh kematangan gonad atau telur induk. Induk yang dipelihara di dalam kolam pematangan induk selama 1,5 bulan biasanya sudah mengalami pematangan gonad dan telur. Bobot induk jantan 0,5-2 kg/ekor dan bobot induk betina 1,5-4 kg/ekor (Khairuman, 2013).

Menurut Djarijah (2001), pada umumnya induk ikan mas yang telah matang kelamin memiliki ciri-ciri yang mudah di bedakan dengan induk jantan ataupun betina. Secara umum ciri-ciri induk ikan mas matang kelamin adalah sebagai berikut :

- a. Induk Jantan
 - Badan (tubuh) langsing
 - Permukaan punggung dan sirip dada (*pectoralis*) agak kasar.
 - Di perairan alami, ikan mas jantan dewasa mampu mengeluarkan suara ketika diambil (ditangkap) dari perairan
 - Apabila permukaan perut dekat lubang kelamin ditekan (diurut) akan mengeluarkan cairan kental berwarna putih
 - Alat kelamin relatif kecil dan seolah-olah menyatu dengan lubang anus.
- b. Induk Betina
 - Badan (tubuh) sintal dan bulat

- Perut lembek dan tampak berisi dari ujung posterial sampai lubang kelamin
- Alat kelamin bundar, membengkak, dan menonjol, berwarna kemerah-merahan (reddish) dan bagian tepinya berkerut mirip punggung ulat.
- Lubang anus membesar dan memerah
- Beberapa induk ikan mas yang hidup di perairan alami memiliki perut berwarna kemerah-merahan
- Sebagian besar ikan mas cenderung berwarna pucat, terutama sebelum proses ovulasi.

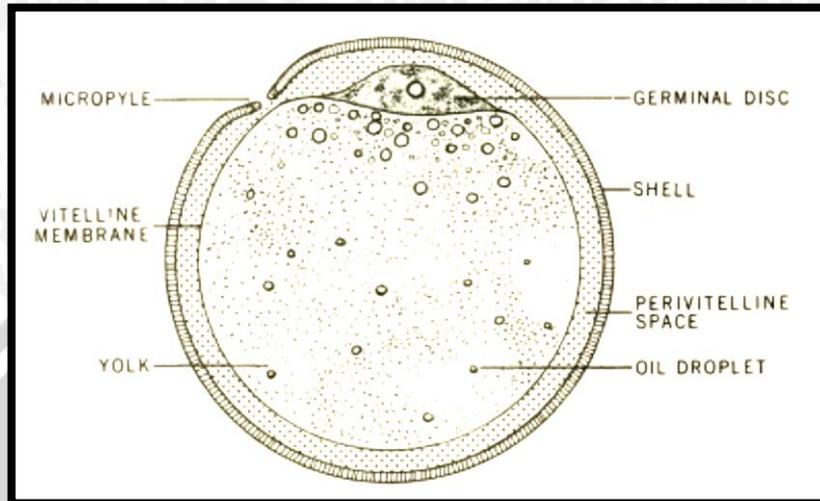
2.3 Karakteristik Telur Ikan Mas

2.3.1 Bagian-bagian Telur

Telur ikan mas berbentuk bulat, berwarna bening, dan berdiameter antara 1,5-1,8 mm. Jumlah telur yang dihasilkan induk ikan mas dalam sekali pemijahan antara 84.000-135.000 butir per kilogram bobot induk. Hal ini tergantung jenis induk ikan mas itu sendiri (Supriatna, 2013). Adapun ciri-ciri telur ikan yang sudah matang antara lain ukurannya merata dan berwarna coklat muda atau abu-abu. Telur ikan yang berkualitas rendah biasanya berwarna putih atau keputih-putihan karena terlalu muda atau terlalu tua. Jika setelah pembuahan telur masih tampak jernih, berarti telur tersebut berkembang cukup baik. Sebaliknya, jika telur berwarna putih, pucat atau putih keruh berarti telur tersebut tidak menetas atau mati (Khairuman, 2008).

Telur ikan mas bersifat menempel (*adhesif*) dan mengantung (*sticky*) pada substrat atau saling melekat antara telur yang satu dengan telur lainnya, hal ini sering mengakibatkan telur-telur tersebut tidak dapat menetas karena difusi oksigen menjadi berkurang (Djarajah, 2001). Telur yang memiliki lapisan pelekat pada selnya akan menjadi aktif saat telur menyentuh air. Lapisan pelekat telur

melekat pada objek atau sesamanya (Woynarovich dan Horvath, 1980). Berikut adalah contoh dari bagian telur ikan yang belum terbuahi dapat dilihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Telur Belum Terbuahi
(Piper, et al. 1982)

2.3.2 Perkembangan Telur

Proses pematangan telur berupa perubahan-perubahan dalam struktur, kedudukan, *cytoplasm* dan juga mencakup fungsi dan fisiologis. Pada telur yang sudah matang sebagian besar merupakan substansi lemak, karbohidrat, dan protein. Bersamaan dengan proses pematangan pada *cytoplasm*, suatu lapisan pembungkus telur paling luar terbentuk *chorion*. Antara *chorion* dengan kuning telur terbentuk ruang *perivitelline* yang berisi suatu cairan (plasma) yang berguna agar sel telur atau embrio dapat bebas berputar dan selalu diliputi plasma (Effiendie, 2002).

Menurut Woynarovich dan Horvath (1980), seluruh proses perkembangan telur dapat dibedakan kedalam beberapa fase perkembangan ukuran sel telur pada stadia yang berbeda adalah sebagai berikut (fase perkembangan telur ikan mas):

- Stadia I: Sel telur primitive (*ovogonium* dan *arhovogonium*) masih sangat kecil, ukurannya lebih besar dari sel-sel lain (8-12 mikron), pembelahannya secara mitosis.
- Stadia II: Sel telur berkembang menjadi ukuran 12-20 mikron, mulai membentuk folikel disekitar sel telur. Folikel berfungsi untuk memelihara dan melindungi perkembangan telur, kadang-kadang berfungsi sebagai lapisan rangkap dari sel.
- Stadia III: Selama stadia tersebut, sel telur tumbuh dan bertambah besar secara nyata mencapai ukuran 40-200 mikron dan tertutup oleh folikel.
- Stadia IV: Selama stadia ini mulai terjadi produksi dan pengumpulan nutrisi dari kuning telur. Telur terus berkembang menjadi ukuran 200-300 mikron dengan akumulasi titik-titik material lipid dalam cytoplasmanya.
- Stadia V: Stadia ini merupakan fase kedua dari vitelogenesis. *Cytoplasma* dipenuhi oleh titik-titik lipid dan mulai menghasilkan kuning telur. Ukuran telur 350-500 mikron.
- Stadia VI: Merupakan fase ketiga dari vitelogenesis, pada fase ini kuning telur merupakan titik-titik lipid kebagian pinggir dari sel. Dimana mulai membentuk dua cincin. nukleus berperan mensintesa protein dan akumulasi nutrisi. Terlihat melekat dengan membran dari nucleus, diameter telur 600-900 mikron.
- Stadia VII: Proses *vitelogenin* telah lengkap pada stadia ini dan telur berukuran 900-1000 mikron, ketika akumulasi kuning telur berakhir, nucleoli tertarik kebagian tengah *nucleus*. *Mycrophile* berkembang selama stadia ini.

2.3.3 Sifat Adhesif Telur

Menurut Slembrouck, *et al.* (2005), telur *adhesif* akan menempel satu sama lainnya atau pada substrat melalui selaput lendir yang lengket dan menutupi

seluruh permukaannya. Gumpalan telur menghambat masuknya oksigen pada telur sehingga bisa menghambat perkembangan telur. Lapisan lendir tersebut juga dapat memungkinkan menjadi pemacu tumbuhnya cendawan sehingga menghambat proses penetasan dan menyebabkan kematian.

Menurut Woynorovich dan Horvath (1980), lapisan lendir yang terdapat pada telur mengandung *gluco-protein* atau senyawa gula dan protein yang terdapat pada permukaan telur. Lapisan *gluco-protein* inilah yang menyebabkan telur saling lengket dengan telur lainnya. Menurut Mustofa (2009), lapisan lendir telur ikan mas bersifat lengket menyebabkan telur-telur menggumpal sehingga pori-pori tertutup menyebabkan kekurangan oksigen hingga terjadi kematian.

Dengan adanya aktifitas proteolitik dari enzim menyebabkan *gluco-protein* yang merupakan bagian dari lapisan lendir ikan mas terurai. Hal ini diperkuat dengan pernyataan Linhart, *et al.* (2012) dalam Saputra, *et al.* (2012), bahwa enzim proteolitik mampu menghilangkan daya rekat telur. Kematian telur ikan mas dapat ditekan dengan pembuangan lapisan lendir telur setelah terbuahi dengan perendaman telur menggunakan buah mengkudu karena didalamnya terdapat enzim protease. Ini sesuai dengan pernyataan Ishartani, *et al.* (2011), manfaat buah mengkudu belum dikaitkan dengan kandungan enzim yang dikandungnya. Padahal, penggunaan buah dan daun mengkudu sebagai obat luka disebabkan oleh adanya aktivitas protease di dalamnya.

2.4 Fertilisasi

Menurut Rustidja (1999), fertilisasi adalah proses bersatunya bahan inti (kromosom) spermatozoa dan ovum yang nantinya menjadi *zygote*. Struktur spermatozoa secara umum terdiri dari kepala, leher, dan ekor flagella. Umumnya ukuran panjang dari spermatozoa antara 40-60 mikron. Fertilisasi adalah masuknya spermatozoa ke dalam ovum dan terjadi berpasangannya kedua

kromosom menjadi zigot. Telur ikan akan mengalami proses pembelahan setelah fertilisasi, ini dapat berlangsung karena beberapa faktor antara lain jumlah sperma jauh lebih banyak dari pada telur, telur mengeluarkan *zat fertilisin* dan sperma mengeluarkan *antifertilisin* (disebut *gynogamon* untuk telur dan *androgamon* untuk spermatozoa) dan adanya lubang kecil (*microphyl*). Lubang ini di masuki oleh satu spermatozoa yang melebur bersatu dengan telur dan yang lainnya dihisap oleh telur sebagai makanan.

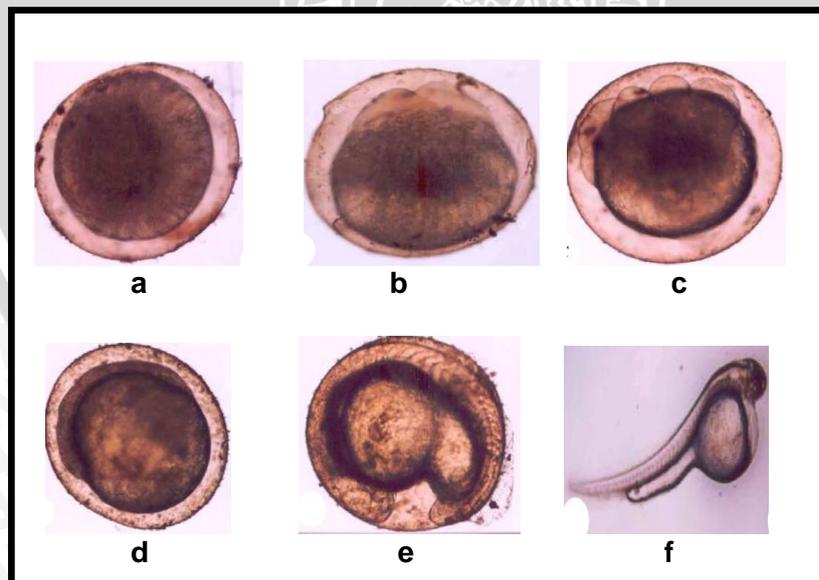
Fertilisasi (pembuahan telur oleh sperma) terjadi apabila sel-sel telur segera terbuahi oleh sperma. Di dalam air, sel sperma bergerak aktif dan masuk membuahi sel telur melalui lubang kecil pada *chorion* (kantong umum embrio). Telur yang terbuahi oleh spermatozoa (*fertil*) akan menghasilkan embrio tumbuh di dalamnya. Kira-kira 2-3 hari kemudian, telur-telur tersebut akan menetas dan tumbuh menjadi larva. Untuk melangsungkan hidupnya, larva ikan mendapat makanan dari makanan cadangan yang berasal dari kantung kuning telur (*yolk*). Kantung ini berukuran relatif lebih besar dari pada perut larva dan menggantung di bawah permukaan perut. Kantung kuning telur menyuplai kebutuhan energi dalam mempertahankan kelangsungan hidup larva selama 3-4 hari (Lentera, 2002).

2.5 Embriogenesis

Menurut Sumantadinata (1981), perkembangan embrio ikan diawali dengan pembuahan sel telur dengan spermatozoa. Spermatozoa memasuki telur lewat *micropyle*. Setelah memasuki telur, inti spermatozoa mulai membesar dan kromosomnya mengalami perubahan sehingga terjadinya pembelahan awal. Setelah telur dilepaskan ke dalam air dan dibuahi, maka chorion akan mengeras. Pengerasan chorion berguna untuk melindungi embrio yang masih sensitif pada saat-saat awal. Proses pembelahan diikuti dengan perkembangan embrio

selanjutnya yang berupa proses-proses blastula, gastrula, organogenesis sampai mencapai penetasan (Gambar 3). Penjelasan dari proses-proses tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Cleavage*: Pembelahan zygot secara cepat menjadi unit-unit sel yang lebih kecil yang disebut sebagai blastomer.
2. *Blastula*: Proses menghasilkan blastula, yaitu campuran sel-sel blastoderm yang membentuk rongga penuh cairan sebagai blastocoel. Pada akhir blastulasi, sel-sel blastoderm akan terdiri dari neural, epidermal, notochordal, mesodermal, dan entodermal yang merupakan bakal pembentukan organ.
3. *Gastrula*: Proses pembelahan bakal organ yang sudah terbentuk pada blastula. Bagian-bagian yang terbentuk nantinya akan menjadi satu organ atau suatu bagian dari pada organ.
4. *Organogenesis*: Proses pembentukan berbagai organ tubuh antara lain susunan syaraf, *notochord*, mata, somit, ginjal, usus, *linea lateralis*, jantung, aorta, insang, dan lipatan-lipatan sirip.



Gambar 3. Perkembangan Embriogenesis, (a) Telur terbuahi, (b) Cleavage, (c) Morula, (d) Blastula, (e) Gastrula, (f) Organogenesis (Haniffa, *et al.* 2007)

2.6 Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Perkembangan telur ikan juga memerlukan lingkungan dengan suhu optimal (20°C-22°C) dan relatif stabil. Sedangkan suhu air dalam penetasan telur di pertahankan kisaran 22°C-24°C. Untuk konsentrasi oksigen terlarut sekitar 5-6 ppm dengan dipasang aerator atau blower (Djarajah, 2001).

2.6.2 pH

Keasaman ideal untuk pemeliharaan ikan berkisar 7,5-8,5. Namun begitu pH 6,5-9 masih di katagorikan baik untuk memelihara ikan, tetapi lebih kecil atau lebih dari itu dianggap merugikan karena dapat menyebabkan kematian pada ikan (Lingga, 1987).

2.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan gas yang terpenting untuk respirasi dan proses metabolisme. Beberapa jenis ikan mampu bertahan hidup pada perairan dengan konsentrasi rendah, namun konsentrasi yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air budidaya untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm. Sedangkan untuk ikan mas oksigen terlarut yang cocok digunakan sebesar 5-6 ppm (Lentera, 2002).

2.7 Mengkudu (*Morinda citrifolia*)

Mengkudu (*Morinda citrifolia*) termasuk *Rubiaceae* sangat populer di Kawasan Asia Tenggara, Kepulauan Pasifik dan Karibia, termasuk salah satunya Indonesia (Ishartani, *et al.* 2011). Mengkudu merupakan tanaman tropis. Pertumbuhannya bisa mencapai 4-6 meter. Mengkudu memiliki daun yang lonjong dan berwarna hijau gelap. Buah mengkudu mula-mula berwarna hijau, menjelang masak menjadi putih kekuningan. Daging buah tersusun dari buah-buah batu berbentuk pyramid, berwarna coklat merah (Tajoedin dan Isawanto, 2002). Dari

berbagai macam penelitian yang telah di lakukan hampir semua tanaman mengkudu mengandung zat kimia dan nutrisi bagi kesehatan. Buah mengkudu mengandung alkaloid triterpenoid, skopoletin, antrakuinon, asam benzoate, asam oleat, asam palmitat dan glukosa (Rukmana, 2002 *dalam* Anggraeni, *et al.* 2007). Buah mengkudu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mengkudu (*Morinda citrifolia*)
(Tajoedin dan Iswanto, 2002)

Menurut Adrian, *et al.* (2015), manfaat penggunaan mengkudu sebagai obat luka kemungkinan disebabkan oleh adanya aktivitas protease di dalamnya. padahal, penggunaan buah dan daun mengkudu sebagai obat luka dan pengempuk daging diduga berkaitan dengan aktivitas protease. Protease merupakan enzim proteolitik yang mengkatalisis pemutusan ikatan peptide pada protein (Kosim, *et al.* 2010). Diperkuat oleh Djarijah (2001), proses penetasan telur ikan dapat dipercepat dengan menggunakan alkaline protease enzim (*Enzym Alkalin Protease*) yang enzim ini akan melarutkan dinding telur (kulit luar).

Dalam pengobatan tradisional mengkudu digunakan untuk obat batuk, radang amandel, sariawan, tekanan darah tinggi, beri-beri, melancarkan kencing, radang ginjal, radang empedu, radang usus, sembelit, lever, kencing manis, cacangan, cacar air, sakit pinggang, sakit perut, masuk angin dan kegemukan, obat tumor dan kanker (Djauhariyah, *et al.* 2006).

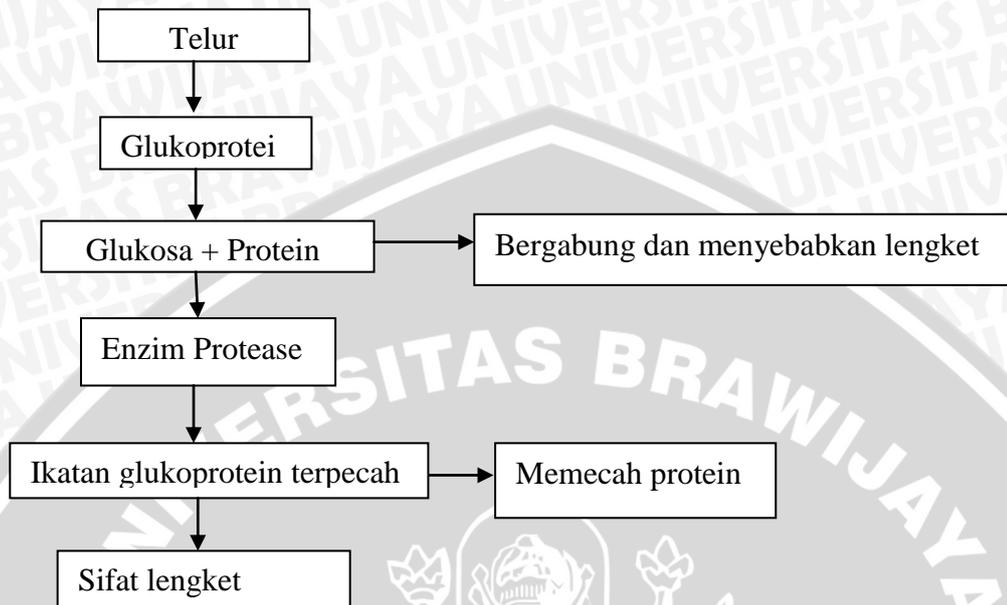
2.8 Mekanisme Enzim Protease Dalam Mengurangi Lapisan Lendir

Enzim merupakan katalisator protein yang mempercepat reaksi kimia dalam makhluk hidup atau dalam sistem biologi. Sebagai protein, enzim memiliki sifat-sifat umum protein, seperti enzim terdenaturasi pada suhu tinggi atau kondisi ekstrim lainnya. Protease merupakan kelompok enzim-enzim yang mengkatalisasi pemecahan ikatan peptida dalam peptida, polipeptida dan protein dengan menggunakan reaksi hidrolisis menjadi molekul yang lebih sederhana seperti peptida rantai pendek dan asam amino (Pakpahan,2009).

Menurut Rao, *et al.* (1998), protease termasuk dalam enzim hidrolase karena dalam reaksinya melibatkan air pada ikatan substrat spesifiknya. Berdasarkan mekanisme kerjanya, protease dibedakan atas: (a) protease serina yang memiliki residu serina pada sisi aktifnya dan dihambat oleh diisopropilfluorofosfat (DFP) dan fenilmetilsulfonilfluorida (PMSF); (b) protease sisteina yang memiliki gugus tiol (-SH) pada sisi aktifnya dan hanya akan aktif jika ada senyawa pereduksi seperti HCN atau sisteina; (c) metaloprotease yang aktivitasnya tergantung dari kation divalen dan dihambat oleh senyawa pengkelat etilendiaminatetraasetat (EDTA); (d) protease asam aspartat yang memiliki residu asam aspartat pada sisi aktifnya dan dihambat oleh diazoasetil-DL-norleusin metil ester (DAN).

Pada telur ikan mas memiliki lapisan lendir berupa *gluco-protein* atau senyawa gula dan protein. Adanya lapisan lengket ini menyebabkan telur-telur menempel pada benda padat atau membentuk gumpalan sesama telur. Untuk melarutkan dinding telur (kulit luar) dapat dipercepat dengan menggunakan enzim protease. Diperkuat oleh pernyataan Kusuma (2010), bahwa enzim protease merupakan biokatalisator untuk reaksi pemecahan protein menjadi oligopeptida atau asam-asam amino. Enzim ini bekerja mengkatalisis reaksi hidrolisis sehingga dapat digolongkan sebagai enzim hidrolase.

Adapun bentuk skematik mekanisme kerja enzim protease untuk menghilangkan daya rekat (Glukoprotein) pada telur dapat dilihat pada gambar 5:



Gambar 5. Skema Kerja enzim protease untuk menghilangkan daya rekat (Glukoprotein) pada telur.

2.9 Hubungan Perendaman dengan Penetasan

Penetasan telur merupakan persentase telur yang menetas setelah melewati beberapa tahap embryogenesis. Kekerasan *chorion* akan semakin menurun oleh adanya substansi enzim yang bekerja dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan kelenjar endodermal (Effendie, 2002). Hal ini sesuai dengan pernyataan Mustofa (2009), apabila enzim proteolitik bertambah maka akan mempengaruhi proses penetasan sehingga menyebabkan bertambah intensifnya penguraian glukoprotein.

Lapisan lendir yang terdapat pada telur mengandung *gluco-protein* atau senyawa gula dan protein yang terdapat pada permukaan telur. Lapisan *gluco-protein* inilah yang menyebabkan telur saling lengket dengan telur lainnya. (Woynorovich dan Horvath, 1980). Sehingga menyebabkan rendahnya daya tetas telur ikan mas, maka perlu dilakukan usaha untuk mengurangi daya rekat telur

dengan perendaman larutan jus mengkudu. Ini disebabkan mengkudu mengandung enzim protease yang dapat mengurai *gluco-protein* yang melapisi telur. Akan tetapi perendaman yang terlalu lama menyebabkan senyawa antibakteri akan masuk ke dalam *chorion*, yang menyebabkan cairan telur bergerak keluar sehingga *choiron* telur berkerut akibatnya menyebabkan kegagalan dalam penetasan telur untuk menjadi larva.



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Alat-alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Akuarium percobaan
- Sput
- DO meter
- Handtally counter
- Thermometer
- Saringan
- Beaker glass
- Sesar
- pH meter
- Kamera digital
- Mikroskop
- Blender
- Heater
- Penggaris
- Ember
- Timbangan analitik
- Inkubator
- Aerator
- Lap basah
- Akuarium
- Kolam induk
- Pipet Tetes
- Objek glass
- Mangkuk kecil

3.1.2 Bahan-bahan Penelitian

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut;

- Induk ikan Mas (*Cyprinus carpio* L)
- Buah mengkudu (*Morinda citrifolia*)
- Kertas label
- Na Fisiologis 0,9%
- Ovaprim
- Aquades
- Tissue
- Air

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Metode ini bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh suatu perlakuan terhadap hasil pengamatan (penelitian) yang sebenarnya. Menurut Wibisono (2013), kegunaan

dari perlakuan eksperimen adalah melakukan sesuatu terhadap seseorang atau objek dan mengobservasi reaksinya dalam kondisi dimana performanya dapat diukur menggunakan sebuah standar atau ukuran yang sudah dikenal, Penelitian eksperimental laboratorium terdiri atas dua tahap penelitian, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk melihat dan mengevaluasi pengaruh perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap keberhasilan penetasan. Hasil pengamatan pada penelitian pendahuluan selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan penelitian utama.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian pengaruh perbedaan konsentrasi telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu (*Morinda citrifolia*) terhadap keberhasilan penetasan ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan yang berbeda dan dilakukan 3 kali ulangan. Menurut Sastrosupadi (2000), Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam.

Penelitian ini dilakukan menggunakan 5 perlakuan dengan 3 ulangan pada setiap masing-masing perlakuan. Perlakuan yang diberikan adalah konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam larutan jus mengkudu. Penggunaan perlakuan tersebut mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai penggunaan enzim protease dari bahan alami untuk mengurangi sifat adhesif telur ikan dengan perlakuan konsentrasi dalam bentuk presentase. Menurut Saputra, *et al.* (2012), pada penelitian penambahan enzim protease dalam

bentuk laruratan Nenas terhadap penetasan ikan lele dumbbo (*Clarias gariepinus*) dilakukan dengan perlakuan 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %.

Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Perlakuan K : Perlakuan kontrol (tanpa perendaman) 0%

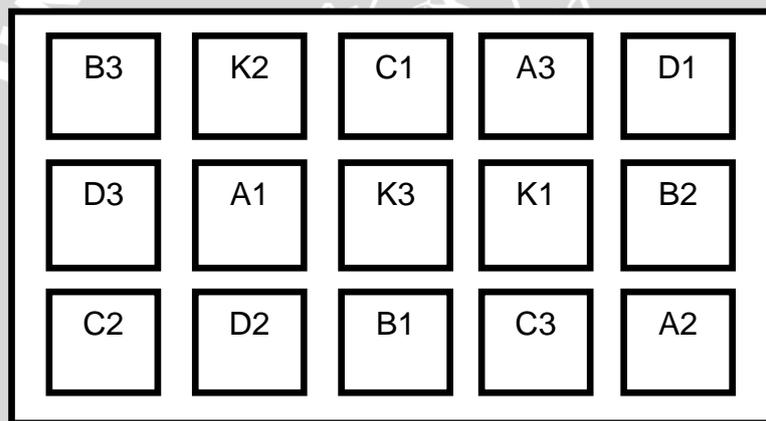
Perlakuan A : Konsentrasi perendaman 0,5%

Perlakuan B : Konsentrasi perendaman 1%

Perlakuan C : Konsentrasi perendaman 1,5%

Perlakuan D : Konsentrasi perendaman 2%

Masing-masing perlakuan diulang 3 kali dengan denah percobaan hasil dari pengacakan dapat dilihat pada Gambar 6 :



Gambar 6. Rancangan Denah Penelitian

Keterangan Gambar:

K = Kontrol

A, B, C, D = Perlakuan dengan perbedaan konsentrasi perendaman

1, 2, 3 = Pengulangan perlakuan

Akuarium percobaan yang telah disiapkan dan disterilisasi disusun di atas bak inkubator yang sudah dirancang. Pada proses selanjutnya, telur ikan diamati setiap 2 jam sekali selama 12 jam menggunakan mikroskop untuk mengetahui perkembangan telur dari setiap fase dan dilakukan penghitungan telur yang mampu bertahan sampai menetas.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Induk

Hal yang dilakukan dalam persiapan induk adalah menyiapkan kolam sebagai tempat penampungan sementara induk sebelum dilakukan perlakuan. Induk ikan mas jantan dan betina dipilih untuk menghindari terjadinya pemijahan secara liar atau tidak terkontrol. Kemudian induk tersebut ditempatkan terpisah untuk memudahkan pengelolaan, pemberian pakan, penjagaan dan pengambilan. Penanganan induk sangat penting untuk dilakukan karena berhubungan dengan fekunditas, derajat pembuahan, derajat penetasan dan kelangsungan hidup larva. Pakan yang diberikan untuk perawatan induk perlu diperhatikan secara khusus. Gonad akan tumbuh dan berkembang dengan baik jika tersedia gizi cukup. Makanan yang diberikan tidak hanya bergizi yang tinggi, tetapi jumlah makanan yang diberikan harus sesuai dengan kebutuhan induk ikan. Selain itu pemberian pakan dilakukan secara tepat.

3.4.2 Sterilisasi Akuarium Percobaan

Peneliti menyiapkan akuarium percobaan yang akan digunakan dalam penelitian, kemudian akuarium dicuci sampai bersih sehingga debu serta kotoran yang melekat hilang. Setelah itu dibilas menggunakan air. Kemudian akuarium percobaan yang telah dicuci dikeringkan sampai kering dengan cara dijemur pada panas matahari. Setelah itu, akuarium yang akan digunakan disterilisasi dengan alkohol dan ditandai menggunakan spidol sesuai dengan perlakuan pada penelitian. Selanjutnya akuarium disusun sesuai denah penelitian dan diaerasi.

3.4.3 Penyuntikan Induk Jantan dan Betina Menggunakan Hormon

Langkah Pertama yang dilakukan adalah mengambil induk ikan mas jantan dan betina, kemudian keduanya diukur panjang total tubuh ikan mas dan ditimbang berat badannya menggunakan timbangan oz. Lalu ikan mas jantan dan betina tersebut disuntik larutan ovaprim dibagian punggung untuk memicu

pematangan gonad pada kedua induk tersebut dengan menggunakan spuit 1 ml. Pada kemasan ovaprim penggunaan dosis penyuntikan ovaprim pada induk betina sebesar 0,5 ml/kg, sedangkan pada induk jantan sebesar 0,3 ml/kg. Setelah itu, kedua induk ditempatkan pada akuarium yang telah disiapkan dan dikondisikan pada 26°C - 28°C. Selanjutnya ditunggu hingga proses striping (*latency time*) kurang lebih 13 jam.

3.4.4 Striping Induk Jantan dan Betina

Setelah melewati masa *latency time* kurang lebih 13 jam, induk betina distriping dengan cara diurut pada bagian perut ikan kearah anal sampai telur keluar, kemudian telur ditempatkan pada mangkuk dan ditutup dengan *aluminium foil*. Setelah itu, telur diambil dengan menggunakan sendok kecil sebagai sampel untuk ditimbang beratnya menggunakan timbangan digital dan dihitung jumlah telurnya. Lalu induk jantan di striping dengan cara yang sama. Telur dan sperma dicampur serta tambahkan sedikit air. Campuran tersebut diaduk menggunakan bulu ayam untuk proses fertilisasi.

3.4.5 Perlakuan Kontrol Normal

Telur diletakkan dalam akuarium percobaan dan dicampur dengan sperma kemudian diaduk dengan menggunakan bulu ayam yang telah disterilisasi. Setelah itu, telur yang terdapat pada masing-masing akuarium percobaan diletakkan dalam inkubator dan diaerasi.

3.4.6 Perlakuan Menggunakan Larutan Jus Mengkudu

Telur yang sudah dicampur dengan sperma (difertilisasi) diletakan kedalam masing-masing akuarium percobaan sesuai dengan perlakuan. Kemudian telur direndam dalam larutan jus mengkudu sesuai perlakuan konsentrasi perendaman yaitu 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% dan dalam setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali. Pengambilan konsentrasi larutan jus mengkudu menggunakan spuit 1 ml. Setelah dilakukan masing-masing

perlakuan, telur dibilas dengan air sebanyak 2 kali bilasan agar telur benar-benar bersih. Kemudian telur diletakkan dalam bak inkubator dan diaerasi.

3.4.7 Pengamatan Perkembangan Embrio

Embrio diambil menggunakan pipet tetes dan diletakkan pada objek *glas*. Kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan 40x perbesaran dan dicatat waktu serta didokumentasikan. Embrio yang telah diamati ditempatkan kembali pada akuarium percobaan. Pengamatan embrio ini dilakukan setiap 2 jam sampai telur menetas.

3.5 Parameter Uji

3.5.1 Parameter Utama

❖ Tingkat Penetasan (*Hatching Rate*)

Parameter utama dalam penelitian ini adalah tingkat keberhasilan penetasan (*Hatching Rate*) telur ikan mas. Untuk mengetahui tingkat penetasan telur pada masing-masing perlakuan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Tingkat Penetasan (HR)} = \frac{a}{a+b+c} \times$$

Keterangan: a = jumlah telur yang menetas normal (larva normal)
b = jumlah telur yang menetas cacat (larva cacat)
c = jumlah telur yang tidak menetas

3.5.2 Parameter Penunjang

Sebagai parameter penunjang dalam penelitian ini adalah pengamatan embriogenesis ikan mas dan kualitas air yang meliputi pengamatan suhu menggunakan thermometer, oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter, pH menggunakan pH meter. Pengukuran kualitas air ini dilakukan setiap hari pada pagi hari pukul 06.00, siang hari pukul 12.00 dan sore hari pada pukul 16.00 WIB.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil perlakuan dalam penelitian dianalisis untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan terhadap respon parameter yang diukur. Analisa tersebut menggunakan analisa keragaman atau uji F. Apabila nilai F menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) maka dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk menentukan perlakuan yang memberi respon terbaik. Respon terbaik menunjukkan derajat kepercayaan pada 5% dan 1%. Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang telah dipengaruhi menggunakan analisa regresi. Hal tersebut dilakukan untuk memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan yang terbaik pada respon.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Utama

4.1.1 Penetasan (*Hatching Rate*)

Menurut Burmansyah, *et al.* (2013), penetasan merupakan kemampuan telur yang telah terbuahi oleh sperma untuk menetas. Ditambahkan oleh Murtidjo (2001), penetasan telur terjadi jika embrio yang terdapat didalam cangkang ukurannya sudah hampir memenuhi cangkang, selain itu juga disebabkan oleh adanya gerakan larva akibat peningkatan suhu, intensitas cahaya dan tekanan oksigen.

Data hasil perlakuan selama penelitian mengenai perbedaan konsentrasi perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dalam larutan jus mengkudu memberikan hasil rerata yang berbeda terhadap keberhasilan penetasan (*hatching rate*). Data hasil perhitungan dan analisisnya dapat dilihat pada lampiran 3. Sedangkan untuk hasil presentase rata-rata tingkat penetasan dapat dilihat pada tabel 1.

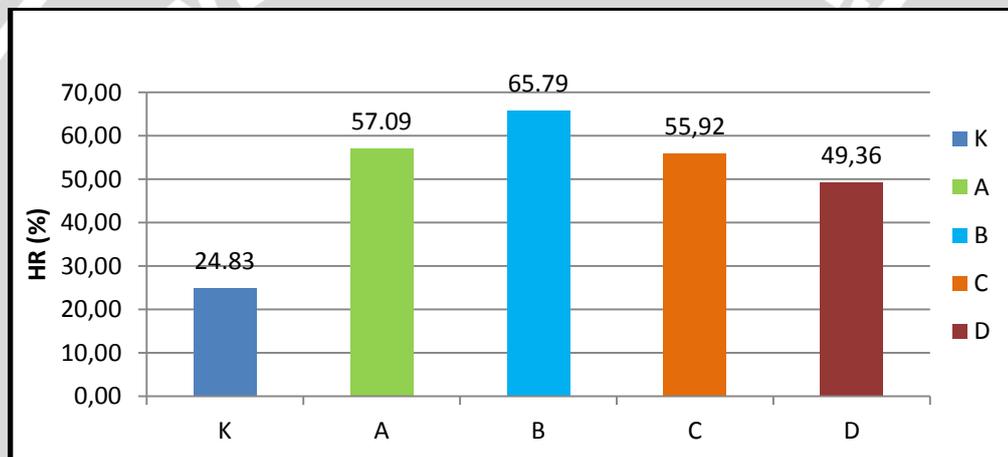
Tabel 1. Hasil Perhitungan Rata-rata Pengamatan Tingkat Penetasan Telur Pada Ikan Mas (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K(Tanpa Perendaman)	21.69	22.34	30.48	74.51	24.83
A (Konsentrasi 0,5 %)	60.11	54.66	56.52	171.29	57.09
B (Konsentrasi 1 %)	63.42	68.42	65.55	197.39	65.79
C(Konsentrasi 1,5 %)	47.67	60.1	60	167.77	55.92
D(Konsentrasi 2 %)	50.3	48.86	48.92	148.08	49.36
Total				759.04	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa perhitungan tingkat penetasan pada perlakuan kontrol (tanpa perendaman) didapatkan hasil tingkat penetasan sebesar 24,83%, perlakuan A dengan konsentrasi perendaman 0,5% sebesar 57,09%, perlakuan B dengan konsentrasi perendaman 1% didapatkan 65,79%,

perlakuan C dengan konsentrasi 1,5% sebesar 55.92%, dan perlakuan D konsentrasi perendaman 2% didapatkan sebesar 49.36%. Sehingga dapat dibuat diagram yang dapat dilihat pada Gambar 7.

Nilai *HR* yang berbeda pada antar perlakuan A, B, C, D dengan kontrol dikarenakan enzim protease pada mengkudu berpengaruh pada keberhasilan penetasan telur ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dengan cara menghilangkan lapisan glukoprotein pada lendir telur. Menurut Mustofa (2009), adanya aktivitas proteolitik dari enzim yang dimiliki papain murni dan papain kasar menyebabkan glukoprotein yang merupakan bagian dari lapisan lendir telur ikan mas terurai.



Gambar 7. Pengaruh Perendaman Jus Mengkudu dengan Konsentrasi Berbeda pada Tingkat Penetasan Telur Ikan Mas (%)

Berdasarkan Gambar 7 diagram di atas diketahui bahwa nilai *HR* atau persentase tertinggi terdapat pada perlakuan B (1%) sebesar 65,79%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan B (1%) telur mendapatkan konsentrasi larutan jus mengkudu yang optimal sehingga lapisan glukoprotein pada telur dapat terkikis dengan optimal oleh protease pada mengkudu. Hal ini sesuai dengan pendapat Djarijah (2001), proses penetasan telur ikan mas dapat di percepat dengan menggunakan enzim protease. Enzim ini melarutkan dinding telur (kulit luar). Pengikisan glukoprotein pada telur dengan menggunakan bantuan enzim proteolitik yang ada pada buah mengkudu memberikan hasil yang nyata

terhadap keberhasilan penetasan pada telur ikan mas. Nilai *HR* atau presentase terendah terdapat pada perlakuan K (Tanpa Perlakuan) sebesar 24,83%.

Penurunan nilai *HR* secara berurutan pada perlakuan C dan D yaitu sebesar 55,92% dan 49,36% dikarenakan konsentrasi enzim pada larutan jus mengkudu terlalu tinggi sehingga dapat mengubah keadaan isotonis telur dan memungkinkan terjadinya kerusakan protein pada bagian dalam telur. Menurut Guyton dan Hall (2000) dalam Saputra (2012), keadaan cairan intraselular yang tidak seimbang akan mengakibatkan telur dapat mengalami pengerutan karena keluarnya cairan dari telur keluar dan pada akhirnya dapat menyebabkan kematian. Serta mengakibatkan angka penetasan menjadi rendah.

Hasil sidik ragam terhadap keberhasilan penetasan telur ikan mas dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Sidik Ragam Terhadap Keberhasilan Penetasan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2900.31	725.07	40.409**	3.48	5.99
Acak	10	179.43	17.94			
Total	14					

Keterangan ** Berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil dari sidik ragam mengenai keberhasilan penetasan ikan mas diperoleh hasil bahwa $F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$. Hal ini berarti pada penelitian mengenai keberhasilan penetasan telur dengan menggunakan konsentrasi perendaman dalam larutan jus mengkudu dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata sehingga hasil penelitian ini menolak H_0 dan menerima H_1 . Perhitungan sidik ragam dapat dilihat pada Lampiran 3. Adanya aktifitas proteolitik dari enzim menyebabkan glukoprotein yang merupakan bagian dari lapisan lendir ikan mas terurai. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Linhart, *et al.* (2002) bahwa enzim yang mampu menghilangkan daya rekat telur adalah enzim proteolitik. Menurut Kusumatantri (2011),

mekanisme kerja enzim protease pada ikatan glukoprotein yaitu senyawa glukosa dan protein. Kedua senyawa ini bergabung dan menyebabkan lapisan telur-telur menjadi berlendir (lengket) dan menempel pada sesama telur. Dalam melarutkan lapisan dinding telur diperlukan enzim protease sebagai pemecah protein. Apabila ikatan glukoprotein terpecah maka sifat lengket pada telur akan hilang. Hal ini dapat membuat telur mendapat suplai oksigen yang cukup, telur tidak menggumpal, dan resiko jamur berkurang sehingga daya tetas telur meningkat dan telur dapat berkembang dengan baik.

Kemudian untuk mengetahui respon terbaik dari tiap perlakuan digunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji BNT terhadap Keberhasilan Penetasan (*Hatching Rate*) Telur Ikan Mas

Perlakuan	Rerata						Notasi
		K	D	C	A	B	
		24.83	49.36	55.92	57.09	65.79	
K	24.83	-					a
D	49.36	24.53**	-				b
C	55.92	31.09**	6.56*	-			c
A	57.09	32.26**	7.73*	1.17 ^{ns}	-		c
B	65.79	40.96**	16.43**	9.87**	8.70**	-	d

Keterangan : ns (tidak berbeda nyata)

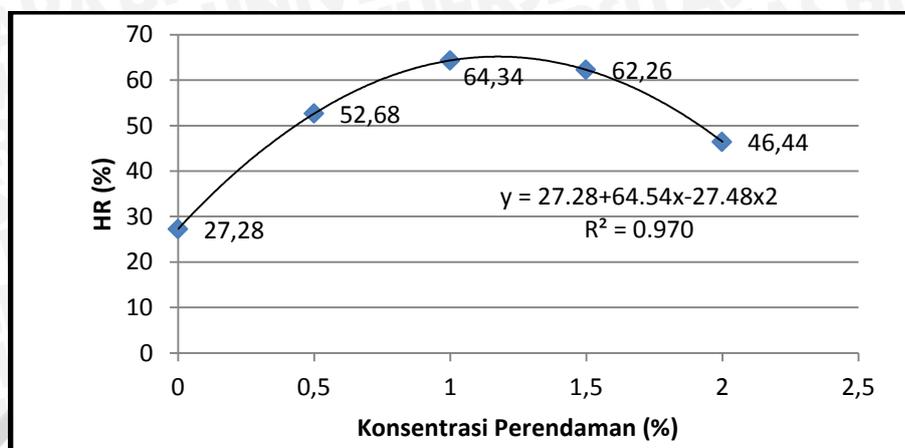
* (berbeda nyata)

** (berbeda sangat nyata)

Dari hasil uji BNT di atas diketahui bahwa perlakuan K dengan perlakuan A, B, C dan D berbeda nyata. Sedangkan perlakuan A dan C tidak berbeda nyata. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dapat dilihat pada Lampiran 3.

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan parameter uji maka dilakukan perhitungan analisis polinomial orthogonal. Dari data diperoleh hasil analisis grafik hubungan antara konsentrasi perendaman dengan keberhasilan penetasan telur ikan mas berbentuk kuadrat dengan persamaan $y = 27,28 + 64,54x - 27,48x^2$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) =

0,970 artinya 97% yang berarti perlakuan berpengaruh terhadap keberhasilan penetasan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Konsentrasi Perendaman Larutan Jus Mengkudu dengan Keberhasilan Penetasan Telur Ikan Mas (%)

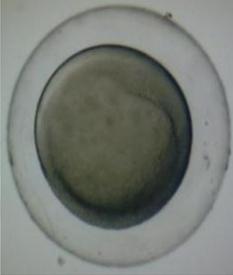
Berdasarkan grafik *polynomial orthogonal* tersebut diketahui bahwa perlakuan optimal, konsentrasi perendaman larutan jus mengkudu terhadap keberhasilan penetasan telur ikan Mas (*Cyprinus carpio*) terdapat pada perlakuan B (1%) yaitu sebesar 64.34%. Hal ini dikarenakan pada perlakuan B (1%) enzim protease dapat bekerja secara optimal dan tidak merusak bagian vital telur ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Penurunan secara terus menerus pada perlakuan C dan D dimungkinkan terjadi karena adanya aktivitas enzim proteolitik yang terlalu besar sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada telur serta membuat telur tidak bisa menetas dan mengalami kematian. Menurut Mustofa (2009), aktivitas proteolitiknya dalam konsentrasi tinggi menyebabkan cangkang telur bocor sehingga proses perkembangan telur terganggu hingga menyebabkan kematian.

4.2.2 Embriogenesis Ikan Mas

Dari hasil penelitian perkembangan embrio telur ikan mas berlangsung kurang lebih 36 jam dengan suhu yang berkisar antara 26°C-30°C.

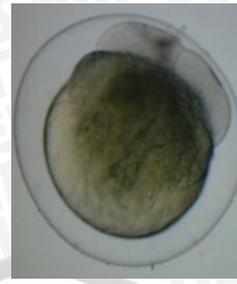
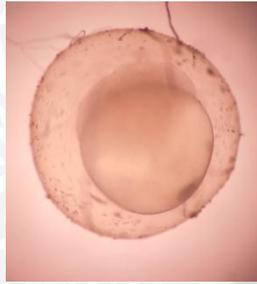
embriogenesis dimulai setelah terjadi fertilisasi atau pembuahan kemudian pembelahan sel atau *cleavage*, morula, blastula, gastrula, dan organogenesis hingga menetas menjadi larva. Ini sesuai dengan pernyataan Murtidjo (2001) bahwa proses perkembangan embrio diawali dari pembelahan zygote (*cleavage*), stadia morula, stadia blastula, stadia gastrula dan berakhir pada stadi organogenesis. Setiap fase pada embriogenesis menunjukkan perkembangan yang berbeda-beda, perkembangan tersebut ditandai dengan adanya perubahan bagian luar (morfologi) maupun bagian dalam atau secara anatomis.

Pengamatan embriogenesis telur ikan mas dilakukan setiap 2 jam sekali sebanyak 2x. Namun 2 jam pertama setelah terjadi fertilisasi pengamatan dilakukan setiap 20 menit sekali. Hal ini untuk mengetahui tahap pembelahan sel karena pada saat tersebut sel melakukan pembelahan secara cepat dari 0 sampai 32 sel. Kemudian tahap morula, blastula, gastrula dan organogenesis dilakukan setiap 2 jam sekali. Perkembangan embrio telur ikan mas termasuk berlangsung secara cepat hal ini tidak lepas dari peran kualitas air dalam media penetasan terutama suhu, pH dan oksigen terlarut (DO). Parameter kualitas air yang baik atau optimal dapat merangsang perkembangan embrio dengan baik dan sebaliknya. Tahapan embrio ikan mas dapat dilihat pada Gambar 9.

Waktu & Fase	Gambar Pengamatan	Gambar Literatur	Deskripsi
06.00 Fertilisasi			Pada fase ini telur sudah mengalami fertilisasi oleh sperma dan terbentuk ruang periviteline.

06.30

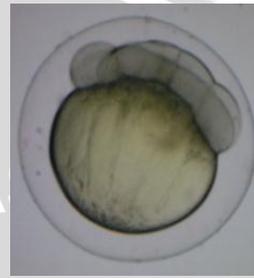
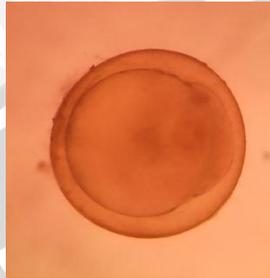
Pembelahan sel 2



Pada kutub anima terjadi pembelahan 2 sel yang terlihat menonjol.

06.55

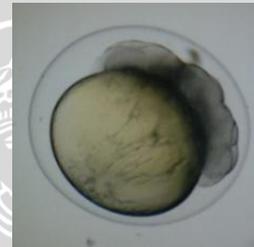
Pembelahan sel 4



Terjadi pembelahan 4 sel pada kutub anima.

08.05

Morula



Jumlah sel pada fase ini sudah mulai memasuki tahap pembelahan hingga 32 sel.

09.25

Blastula



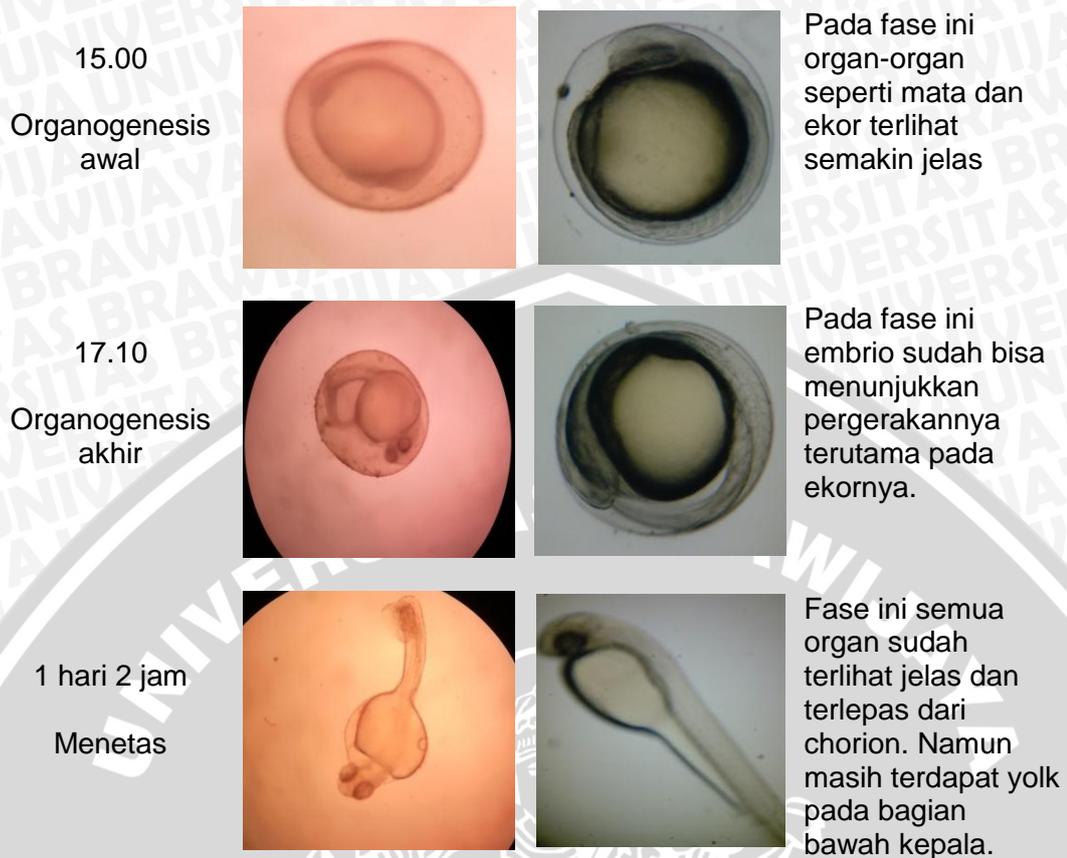
Ditandai blastodisc menyerupai gundukan bertumpuk melewati kuning telur. Diperkirakan jumlah sel mencapai 128 sel bahkan lebih.

11.30

Gastrula



Pada fase ini bakal organ semakin jelas dan terdapat zona bening yang melengkung kedalam.



Gambar 9. Tahap-tahapan Embriogenesis Telur Ikan Mas (Data Penelitian)

Persentase kelulushidupan embrio atau SR embriogenesis menyatakan banyaknya telur fertil (terbuahi) yang mengalami perkembangan internal dalam total telur yang sudah ditebar. Fase embriogenesis merupakan fase awal yang memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan sangat besar seperti suhu, DO, salinitas dan lain-lain. Menurut Ardyanto, *et al.* (2013), secara umum fase awal yaitu fase embrio dan larva merupakan fase yang paling sensitif dan mudah menjadi stress dalam menerima pengaruh lingkungan. Kematian massal yang sering terjadi pada kegiatan pembudidayaan umumnya terjadi pada masa awal kehidupan ikan.

Data hasil penelitian didapatkan persentase kelulushidupan embrio atau SR embriogenesis ikan mas pada perlakuan kontrol (tanpa perendaman) sebesar

26,96%, perlakuan A dengan konsentrasi perendaman 0,5% sebesar 65,54%, perlakuan B dengan konsentrasi perendaman 1% sebesar 97,19%, perlakuan C dengan konsentrasi perendaman 1,5% sebesar 62,77% dan perlakuan D dengan konsentrasi perendaman 2% sebesar 51,25%. Pada perlakuan B dengan konsentrasi perendaman 1% menunjukkan hasil persentase kelulushidupan embrio atau SR embryogenesis lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi 1% kandungan protease mengkudu dapat memecah glukoprotein pada lendir telur ikan mas secara baik sehingga embrio pada telur dapat menerima asupan oksigen (O_2) dengan baik. Menurut Gusrina (2008) dalam Diana (2011), daya tetas telur selain dipengaruhi oleh faktor dalam seperti hormon dan volume kuning telur juga dipengaruhi oleh faktor luar seperti salinitas, suhu, pH, oksigen terlarut dan intensitas cahaya.

4.3 Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Suhu memiliki pengaruh yang sangat penting terhadap proses penetasan telur. Suhu yang rendah dapat menyebabkan waktu penetasan yang lama sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan kematian pada telur. Pada penelitian ini suhu yang diperoleh dari hasil penelitian yang diukur dari media pemeliharaan adalah antara 26°C - 30°C. Hal ini sesuai dengan Gusrina (2008), telur ikan mas akan menetas setelah 36-48 jam pada suhu 28-30°C.

4.3.2 Derajat Keasamaan (pH)

Nilai pH yang dihasilkan pada saat berada di media penetasan adalah berkisar 6-8. Nilai pH tersebut masih dalam kisaran yang baik untuk kegiatan penetasan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tatangindatu, *et al.* (2013) bahwa pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6-8. pH yang rendah menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar dan bersifat toksik,

sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat toksik dan berbahaya bagi organisme air.

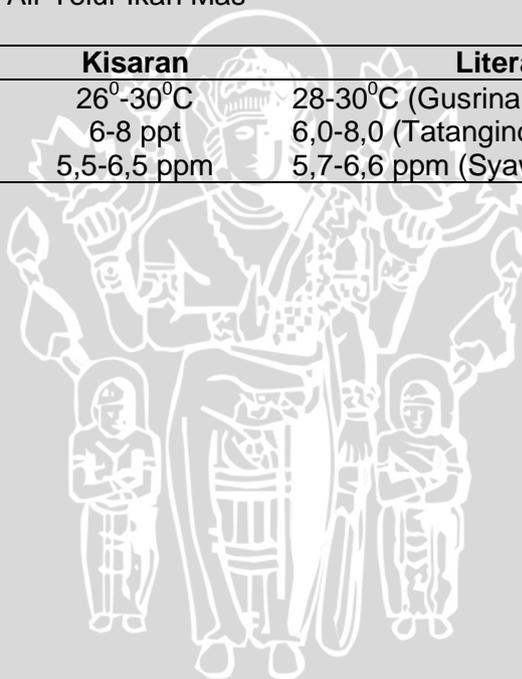
4.3.3 Oksigen Terlarut (DO)

Pada data penelitian didapatkan nilai oksigen terlarut (DO) berkisar antara 5,5-6,5 ppm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Syawal, *et al.* (2008) bahwa biasanya pada masa pemeliharaan telur ikan mas sampai dengan menetas membutuhkan oksigen terlarut sebesar 5,7 – 6,6 ppm.

Pada penelitian kualitas air seperti suhu, pH, dan DO didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Kualitas Air Telur Ikan Mas

Kualitas Air	Kisaran	Literatur
Suhu	26 ^o -30 ^o C	28-30 ^o C (Gusrina, 2008)
pH	6-8 ppt	6,0-8,0 (Tatangindatu, <i>et al.</i> 2013)
DO	5,5-6,5 ppm	5,7-6,6 ppm (Syawal, <i>et al.</i> , 2008)



5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- Pengaruh pemberian larutan jus mengkudu dengan konsentrasi berbeda terhadap tingkat penetasan telur ikan mas menunjukkan hasil yang berbeda nyata, dengan presentase tertinggi dari penetasannya sebesar 65,79% (perlakuan B dengan konsentrasi perendaman 1%) dengan nilai kontrol 24,83%. Persamaan kuadrat yang di peroleh yaitu $y = 27,28 + 64,54x - 27,48x^2$ dengan nilai koefisien $R^2 = 0,97$.
- Hasil dari presentase kelulushidupan embrio atau *SR* embriogenesis telur ikan mas pada perlakuan B (1%) menunjukkan hasil tertinggi di bandingkan perlakuan yang lain sebesar 97,19% dengan nilai kontrol 26,96%.
- Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian yaitu suhu berkisar antara 26° - 30°C, pH berkisar antara 6 - 8 dan oksigen terlarut berkisar antara 5,5 - 6,5 ppm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk menghilangkan sifat adhesif telur ikan dapat dilakukan dengan konsentasi dalam larutan jus mengkudu adalah 1%. selain itu perlu adanya penelitian yang dilakukan terhadap telur ikan cyprinidae lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, M. T., A. N. Fathimah., F. L. Nabela, dan A. K. Wardani. 2015. Eksplorasi buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) untuk produksi enzim protease dan potensinya sebagai bahan pengganti rennet pada industri keju. *Pangan dan Agroindustri*. **3**. (3): 1136-1144.
- Afifah, B., N. Abdulgani, dan G. Mahasari. 2014. Efektifitas perendaman benih ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dalam larutan perasan daun api-api (*Avicennia marina*) terhadap penurunan jumlah *Trichodina* sp. *Sains dan Seni Pmits*. **3**. (2): 58-62.
- Andriyanto, W., B. Slamet, dan I. M. D. J. Ariawan. 2013. Perkembangan embrio dan rasio penetasan telur ikan kerapu raja sunu (*Plectropoma laevis*) pada suhu media berbeda. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. **5**. (1): 192-203.
- Anggraeni, S., Kusdianti, dan D. Kartikasari. 2007. Kandungan metabolit sekunder dalam kalus mengkudu (*Morinda citrifolia*). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Burmansyah., Muslim., dan M. Fitriani. 2013. Pemijahan ikan Betok (*Anabas testudineus*) semi alami dengan sex ratio berbeda. *Aquakultur Rawa Indonesia*. **1**.(1): 23-33.
- Ciptanto, S. 2010. Top 10 Ikan Air Tawar – Panduan Lengkap Pembesaran Secara Organik Di Kolam Air, Kolam Terpal, Keramba, Dan Jala Apung. Andi Publisher. Yogyakarta. 168 hlm.
- Diana, A. N. 2011. Embriogenesis dan daya tetas telur ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada salinitas berbeda. *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Djarjah, A. S. 2001. Pembenihan Ikan Mas. Kanisius: Yogyakarta. 87 hlm.
- Djauhariya, E. M. Rahardjo, dan Ma'mum. 2006. Karakterisasi morfologi dan mutu buah mengkudu. *Bluetin Plasma Nutfha*. **12** (1): 1-8.
- Effendie, M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hlm.
- Fujaya. Y. 2008. Fisiologi Ikan Dasar-Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. PT Rineka Cipta. Jakarta. 179 hlm.
- Gusrina. 2008. Budidaya Ikan Jilid 1 Untuk SMK. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta. 166 hlm.
- Haniffa. M. A., P. S. A. Benziger, A. J. Arockiaraj, M. Nagarajan, and P. Siby. 2007. Breeding behaviour and embryonic development of koi carp (*Cyprinus carpio*). *Taiwania*. **52**. (1): 93-99.

- Ishartani, D., Elfi., N. Andarwulan, dan D. Syah. 2011. Pemurnian protease dari buah dan daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L). *Teknologi dan Industri Pangan*. **XXII**. (1): 78-84.
- Khairuman. 2008. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. PT Agromedia Pustaka: Jakarta. 358 hlm.
- _____, 2013. Budidaya Ikan Mas. PT Agromedia Pustaka: Jakarta. 88 hlm
- Kordi, M.G.H. 2010. Buku Pintar Pemeliharaan 14 Ikan Air Tawar Ekonomis Di Keramba Jaring Apung. Lily Publisher: Yogyakarta. 324 hlm.
- Kosim, M. dan S. R. Putra. 2010. Pengaruh suhu pada protease dari *Bacillus subtilis*. *Prosiding Skripsi*. ITS Surabaya. SK-091304.
- Kusuma, S. A. F. 2010. Enzim. *Karya ilmiah*. Universitas Padjadjaran.
- Kusumanantri, Y. 2011. Pengaruh perbedaan lama perendaman telur ikan mas (*Cyprinus carpio*) dalam larutan jus nanas terhadap keberhasilan penetasan. *Skripsi*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Lentera. 2002. Pembesaran Ikan Mas Di Kolam Air Deras. PT Agromedia Pustaka. Jakarta. 96 hlm.
- Lingga, P. 1987. Ikan Mas Kolam Air Deras. Penebar Swadaya: Jakarta. 62 hlm.
- Linhart O., L. Stech, J. Svarc, M. Rodina, J.P. Audebert, J. Grecu, and R. Blliard. 2002. Present state of the culture of the European catfish (*Silurus glanis*) in Czech Republic and France. *Aquatic Living Resources*. **15**.109-112.
- Mukti, A. T. 2005. Perbedaan keberhasilan tingkat poliploidisasi ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) melalui kejutan panas. *Berk. Penel. Hayati*. **10**. 133-138.
- Murtidjo, B. A. 2001. Beberapa Metode Pembenihan Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta.
- Mustofa, A. G. 2009. Pemanfaatan getah pepaya (*carica papaya* L.) kering sebagai sumber enzim proteolitik untuk meningkatkan derajat pembuahan dan derajat penetasan telur ikan mas (*Cyprinus Carpio* L.). *Jurnal ilmu Kelautan dan Perikanan*. **19** (1): 8-18.
- Narantaka, A. 2012. Pembenihan Ikan Mas. Javalitera: Jogjakarta. 160 hlm.
- Pakpahan, R. 2009. Isolasi Bakteri dan Uji Aktivitas Protease Termofilik dari Sumber Air Panas Sipoholon Tapanuli Utara Sumatera Utara. *Tesis*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Piper, R.G., I.B. McElwain., L.E. Orme., J.P. McCraren., L.G. Fowler, and J.R. Leonard. 1982. Fish Hatchery Management. United States Departement of The Interior: Washington D.C.

- Rao M. B., A. M. Tanksale, M. S. Ghatge and V. V. Deshpande. 1998. Molecular and biotechnological aspect of microbial proteases. *Microbiol Mol Biol Review*. **62**.(3): 597-635
- Rustidja. 1999. Pemisahan Spermatozoa X Dan Y Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L). Univesitas Brawijaya. Malang.
- Saputra, E. E., H. Alawi, dan Nuraini. 2012. Pengaruh dosis larutan nenas terhadap daya rekat (adhesiveness) dan penetasan telur ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus Burchell*). Universitas Riau.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Kanisius: Yogyakarta. 276 hlm.
- Slembrouck, J., O. Komarudin., Maskur, dan Legendre. 2005. Petunjuk Teknis Pembenihan Ikan Patin Indonesia *Pangasius Djambal*. Kerjasama IRD dan Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 143 hlm.
- Sumantadinata, K. 1981. Pengembangbiakan Ikan-Ikan Peliharaan di Indonesia. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suryanto, M.A dan B. Setyono. 2007. Pengaruh umur yang berbeda pada larva ikan nila (*Oreochromis* sp.) terhadap tingkat keberhasilan pembentukan kelamin jantan dengan menggunakan metiltestosteron. *Protein*. **15** (1): 48-53.
- Supriatna, Y. 2013. Budidaya Ikan Mas di Kolam Hemat Air. PT AgroMedia Pusaka: Jakarta. 78 hlm.
- Syawal, H. Syafriadiman dan Syauqi. 2008. Pemberian ekstrak kayu siwak (*Salvadora persica*) untuk meningkatkan kekebalan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara dalam keramba. *Biodiversitas*. **24** (4): 44-47.
- Tajoedin, T. H. dan H. Iswanto. 2002. Mengebunkan Mengkudu Secara Intensif. PT AgroMedia Pusaka. Jakarta. 68 hlm.
- Tatangindatu, F., O. Kalesaran dan R. Rompas. 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. **1** (2): 8-19.
- Wibisono, D. 2013. Panduan Penyusun Skripsi, Tesis dan Disertasi. Penerbit Andi. Yogyakarta. 560 hlm.
- Woynarovich. E. dan L. Horvath. 1980. The artificial propagation of warm water finfishes a manual for extension. *FAO technical paper*. 201.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat-alat Penelitian



Akuarium Percobaan



Heater



Sprit



DO Meter



Ember



Handtally Counter



Timbangan Analitik



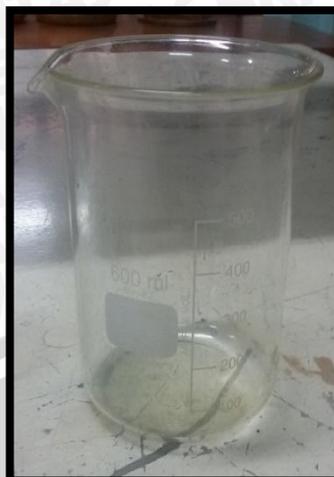
Thermometer



Inkubator



Saringan



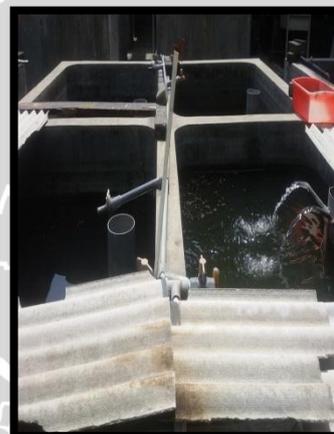
Beaker Glass



Lap Basah



pH Meter



Kolam Induk



Timbangan Oz



Mangkok Kecil



Nampan



Botol Spray



Mikroskop



Kamera Digital



Seser



Blender



Lampiran 2. Bahan-bahan Penelitian



Induk Ikan Mas (*C. carpio*)



Mengkudu (*M. citrifolia*)



Ovaprim



Akuades



Tissue



Na Fish



Alkohol 70%



Bulu Ayam

**Lampiran 3. Data Penelitian Hasil Perhitungan Penetasan Telur Ikan Mas
(*Cyprinus carpio*)**

Perlakuan	Jumlah Total Telur	Telur Menetas	Telur tidak Menetas	HR (%)
A1	173	104	69	60.11
A2	150	82	68	54.66
A3	161	91	70	56.52
B1	175	111	64	63.42
B2	190	130	60	68.42
B3	180	118	62	65.55
C1	172	82	90	47.67
C2	183	110	73	60.1
C3	195	117	78	60
D1	165	83	82	50.3
D2	176	86	90	48.86
D3	186	91	95	48.92
K1	189	41	148	21.69
K2	188	42	146	22.34
K3	187	57	130	30.48

Analisa Derajat Penetasan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	Total ²
	1	2	3			
K	21.69	22.34	30.48	74.51	24.83667	5551.74
A	60.11	54.66	56.52	171.29	57.09667	29340.26
B	63.42	68.42	65.55	197.39	65.79667	38962.81
C	47.67	60.1	60	167.77	55.92333	28146.77
D	50.3	48.86	48.92	148.08	49.36	21927.69
Total				759.04		123929.3

Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		K	A	B	C	D
N		3	3	3	3	3
Normal Parameters ^a	Mean	24.8367	57.0967	65.7967	55.9233	46.4233
	Std. Deviation	4.89806	2.77039	2.50911	7.14777	5.51471
Most Extreme Differences	Absolute	.362	.249	.206	.382	.337
	Positive	.362	.249	.206	.279	.241
	Negative	-.260	-.195	-.185	-.382	-.337
Kolmogorov-Smirnov Z		.626	.431	.356	.662	.584
Asymp. Sig. (2-tailed)		.828	.992	1.000	.773	.884

a. Test distribution is Normal.

Lampiran 3 (lanjutan)

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{\text{Total}^2}{\sum \text{perlakuan}} = \frac{576141.72}{15} = 38409.44$$

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= (K^2+K^2+K^2+A^2+A^2+A^2+B^2+B^2+B^2+C^2+C^2+C^2+D^2+D^2+ \\ &\quad D^2) - \text{FK} \\ &= 41489.19 - 38409.44 \\ &= 3079.75 \end{aligned}$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{(\sum K^2 + \sum A^2 + \sum B^2 + \sum C^2 + \sum D^2)}{3} - \text{FK} = \frac{123929.3}{3} - 38409.44 = 2900.33$$

$$\text{JK Acak} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan} = 3079.75 - 2900.33 = 179.42$$

$$\text{KT Perlakuan} = \frac{\text{JK Perlakuan}}{\text{db}} = \frac{2900.33}{4} = 725.08$$

$$\text{KT Acak} = \frac{\text{JK Acak}}{\text{db}} = \frac{179.42}{10} = 17.94$$

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2900.310427	725.0776067	40.40963404	3.48	5.99
Acak	10	179.4318667	17.94318667	**		
Total	14					

$$F \text{ Hitung} = \frac{\text{KT Perlakuan}}{\text{KT Acak}} = \frac{725.07}{17.94} = 40.41$$

$$F 5\% = 3.48 \quad F 1\% = 5.99$$

Karena F hitung lebih besar dari F 1% dan F 5%, yang menunjukkan bahwa hasil perlakuan tersebut berbeda sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Uji BNT

$$\text{SED} = \sqrt{\frac{2 \times \text{KT Acak}}{\sum \text{ulangan}}} = \sqrt{\frac{2 \times 17.94}{3}} = 3.46$$

$$\text{BNT } 5\% = \text{db acak t tabel} \times \text{SED} = 1,812 \times 3.46 = 6.26$$

$$\text{BNT } 1\% = \text{db acak t tabel} \times \text{SED} = 2,764 \times 3.46 = 9.56$$

Lampiran 3 (Lanjutan)

Notasi

Perlakuan	Rerata	K	D	C	A	B	Notasi
		24.83	49.36	55.92	57.09	65.79	
K	24.83	-					a
D	49.36	24.53**	-				b
C	55.92	31.09**	6.56*	-			c
A	57.09	32.26**	7.73*	1.17 ^{ns}	-		c
B	65.79	40.96**	16.43**	9.87**	8.70*	-	d

Uji Polinomial Orthogonal

Untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil atau berapa perubahan hasil per satuan perlakuan maka dilanjutkan dengan tabel polynomial orthogonal :

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	74.51	-2	2	-1	1
A	171.29	-1	-1	2	-4
B	197.39	0	2	0	6
C	167.77	1	-1	-2	-4
D	148.08	2	2	1	1
Q= $\sum ci \cdot Ti$		143.62	500.9	80.61	50.69
Hasil Kuadrat		10	14	10	70
Kr= $(\sum ci^2) \cdot r$		30	42	30	210
JK= Q^2 / Kr		687.5568133	5973.82881	216.59907	12.2356
JK REGRESI	6890.220293				

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4				3.48	5.99
Linier	1	687.55	687.55	38.31		
Kuadratik	1	5973.82	5973.82	332.93		
Kubik	1	216.59	216.59	12.07		
Kuartik	1	12.23	12.23	0.68		
Acak	10	179.43	17.94			
Total	14					

$$R^2 \text{ Linier} = \text{JK Linier} / (\text{JK Linier} + \text{JK Acak}) = 0,7930401$$

$$R^2 \text{ Kuadratik} = \text{JK Kuadratik} / (\text{JK Kuadratik} + \text{JK Acak}) = 0,9708395$$

Lampiran 3 (Lanjutan)

$$R^2 \text{ Kubik} = \text{JK Kubik} / (\text{JK Kubik} + \text{JK Acak}) \\ = 0,5469246$$

$$R^2 \text{ Kuartik} = \text{JK Kuartik} / (\text{JK Kuartik} + \text{JK Acak}) \\ = 0,0638376$$

Nilai regresi kuadratik lebih besar dari nilai regresi linier, kubik dan kuartik.

$$\text{Persamaan regresi kuadratik : } y = b_2 U_j^2 + b_1 U_j + b_0$$

$$\text{Transformasi : } U_j = \frac{x_j - y}{d} \text{ dimana : } y = \frac{\text{Konsentrasi Perendaman}}{\text{Banyak Perlakuan}} \\ = \frac{0+0,5+1+1,5+2}{5} = \frac{5}{5} = 1$$

x_j = Perlakuan

d = Selang Perlakuan = 0,5

Perhitungan Persamaan Regresi :

$$X_j = 0 \longrightarrow U_j = \frac{0-1}{0,5} = -2$$

$$X_j = 0,5 \longrightarrow U_j = \frac{0,5-1}{0,5} = -1$$

$$X_j = 1 \longrightarrow U_j = \frac{1-1}{0,5} = 0$$

$$X_j = 1,5 \longrightarrow U_j = \frac{1,5-1}{0,5} = 1$$

$$X_j = 2 \longrightarrow U_j = \frac{2-1}{0,5} = 2$$

X_j	U_j	U_j^2	U_j^4	y_{ij}	$U_j \cdot y_{ij}$	$U_j^2 \cdot y_{ij}$
0	-2	4	16	74,51	-149,00	298,04
0,5	-1	1	1	171,29	-171,29	171,29
1	0	0	0	197,36	0	0
1,5	1	1	1	167,77	167,77	167,77
2	2	4	16	148,08	296,16	592,32
5	0	10	34	759,04	143,64	1229,42

Persamaan:

$$(i) \sum y_{ij} = b_0 \times n + b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$(ii) \sum U_j \cdot y_{ij} = b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$(iii) \sum U_j^2 \cdot y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_1 \times r \times \sum U_j^4$$

$$(i) \sum y_{ij} = b_0 \times n + b_2 \times r \times \sum U_j^2$$

$$759,04 = 15 b_0 + b_2 \times 3 \times 10$$

$$759,04 = 15 b_0 + 30 b_2$$

$$(ii) \sum U_{j,y_{ij}} = b_1 \times r \times \sum U_j^2$$

$$143,64 = 3 b_1 \times 10$$

$$143,64 = 30 b_1$$

$$b_1 = 4,78$$

$$(iii) \sum U_j^2 \cdot y_{ij} = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_2 \times r \times \sum U_j^4$$

$$1229,42 = b_0 \times 3 \times 10 + b_2 \times 3 \times 34$$

$$1229,42 = 30 b_0 + 102 b_2$$

Substitusikan Persamaan (i dan iii)

$$759,04 = 15 b_0 + 30 b_2 \quad \left| \begin{array}{l} 2 \\ 1 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 1518,08 = 30 b_0 + 60 b_2 \\ 1229,42 = 30 b_0 + 102 b_2 \end{array}$$

$$1229,42 = 30 b_0 + 102 b_2 \quad \left| \begin{array}{l} 2 \\ 1 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} 1518,08 = 30 b_0 + 60 b_2 \\ \underline{1229,42 = 30 b_0 + 102 b_2} \end{array}$$

$$288,66 = -42 b_2$$

$$b_2 = -6,87$$

Persamaan (i)

$$759,04 = 15 b_0 + 30 b_2$$

$$759,04 = 15 b_0 + 30 (-6,87)$$

$$759,04 = 15 b_0 + (-206,1)$$

$$965,14 = 15 b_0$$

$$b_0 = 64,34$$

$$y = b_0 + b_1 U_j + b_2 U_j^2$$

$$y = 64,34 + 4,78 \left(\frac{x-1}{0,5}\right) + (-6,87) \left(\frac{x-1}{0,5}\right)^2$$

$$y = 64,34 + -10,6 + (-6,87) \frac{(x^2 + 2x + 1)}{0,25}$$

$$= 64,34 + 9,58x - 9,578 - 27,48x^2 + 54,96x - 27,48$$

$$= -27,48x^2 + 64,54x + 27,28$$

Perlakuan :

$$\begin{aligned} K = 0 & \longrightarrow y = -27,48x^2 + 64,54x + 27,28 \\ & y = -27,48(0)^2 + 64,54(0) + 27,28 \\ & y = 27,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A = 0,5 & \longrightarrow y = -27,48x^2 + 64,54x + 27,28 \\ & y = -27,48(0,5)^2 + 64,54(0,5) + 27,28 \\ & y = 52,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B = 1 & \longrightarrow y = -27,48x^2 + 64,54x + 27,28 \\ & y = -27,48(1)^2 + 64,54(1) + 27,28 \\ & y = 64,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C = 1,5 & \longrightarrow y = -27,48x^2 + 64,54x + 27,28 \\ & y = -27,48(1,5)^2 + 64,54(1,5) + 27,28 \\ & y = 62,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D = 2 & \longrightarrow y = -27,48x^2 + 64,54x + 27,28 \\ & y = -27,48(2)^2 + 64,54(2) + 27,28 \\ & y = 46,44 \end{aligned}$$



Lampiran 4. Data Hasil Persentase kelulushidupan embrio atau SR embriogenesis Telur Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

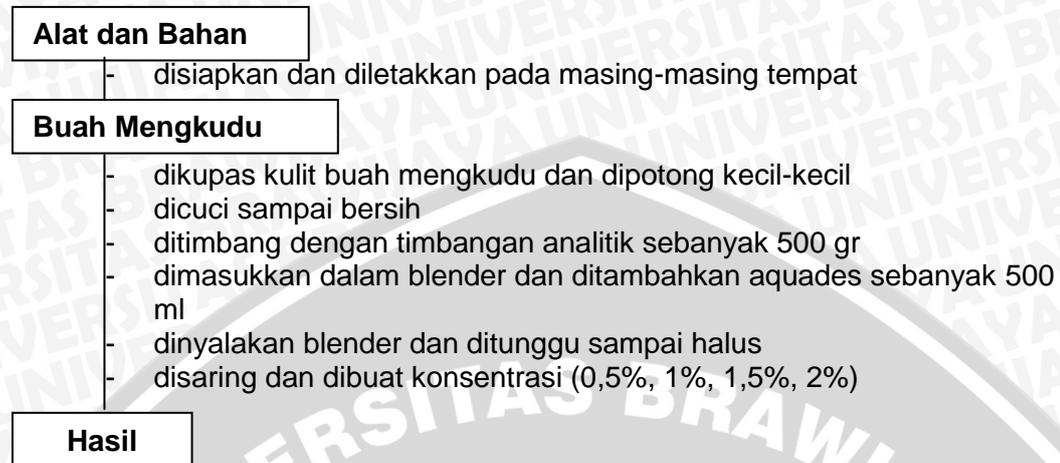
Perlakuan	Jumlah Total Telur	Telur Yang Embriogenesis	Telur Tidak Embriogenesis	SR Embriogenesis (%)
A1	173	114	59	65.89
A2	150	102	48	68
A3	161	101	60	62.73
B1	175	165	10	94.28
B2	190	187	3	98.42
B3	180	178	2	98.89
C1	172	110	62	63.95
C2	183	115	68	62.84
C3	195	120	75	61.53
D1	165	85	80	51.52
D2	176	90	86	51.14
D3	186	95	91	51.08
K1	189	45	144	23.81
K2	188	47	141	25
K3	187	60	127	32.08

Data Analisa SR embriogenesis

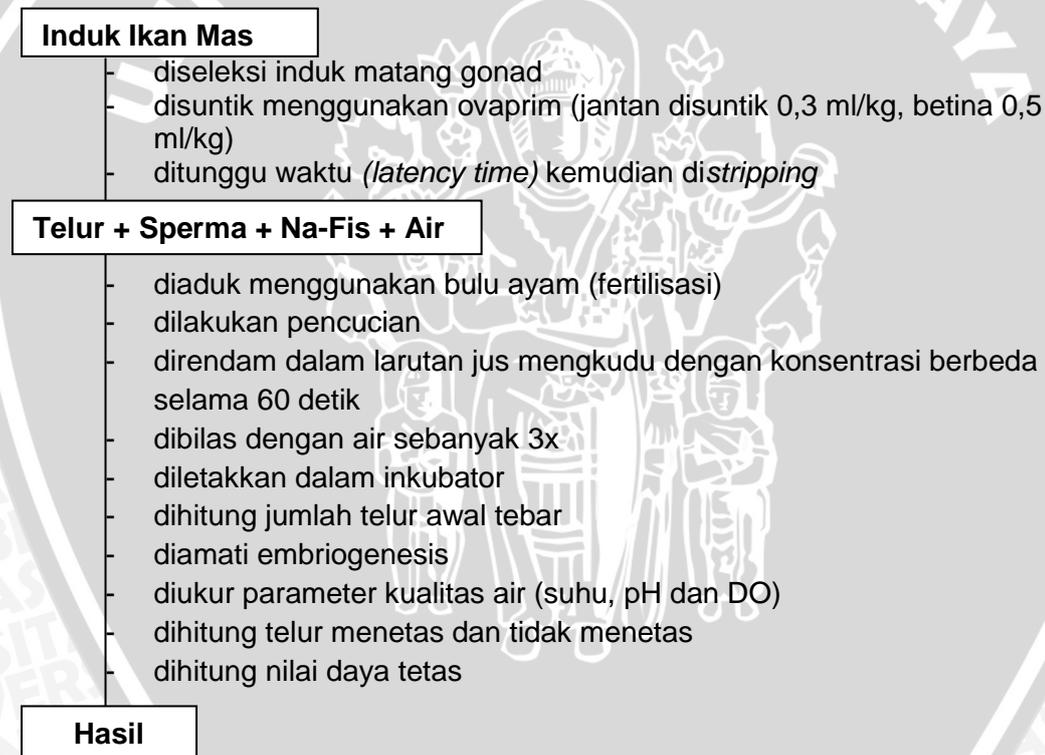
Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata
	1	2	3		
K(Tanpa Perendaman)	23.81	25	32.08	80.89	26.96
A (Konsentrasi 0,5 %)	65.89	68	62.73	196.62	65.54
B (Konsentrasi 1 %)	94.28	98.42	98.89	291.59	97.19
C(Konsentrasi 1,5 %)	63.95	62.84	61.53	188.32	62.77
D(Konsentrasi 2 %)	51.52	51.14	51.08	153.74	51.25
Total				911.16	

Lampiran 4. Skema Kerja Penelitian

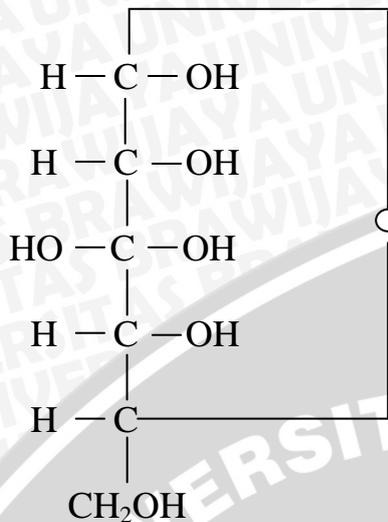
❖ Pembuatan Konsentrasi Larutan Jus Mengkudu



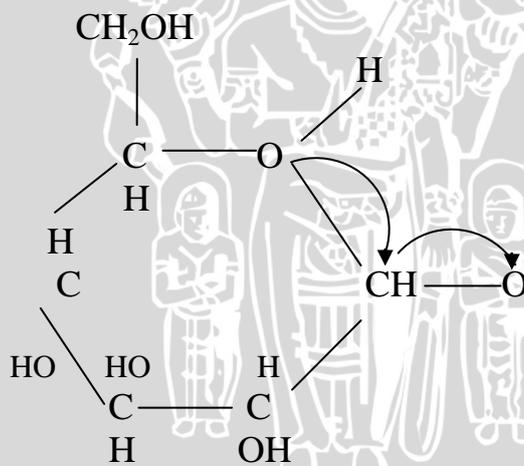
❖ Pelaksanaan Penelitian



Lampiran 5. Struktur Glukoprotein Pada Telur Ikan



D-glukosa
(Rumus Proyeksi Fischer)



D-glukosa
(Rumus Haworth)