ADLN-Perpustakaan Universitas Airlangga

DISERTASI

IMPLANTASI HORMON LHRH-ANALOG SEBAGAI STIMULI PEMIJAHAN DAN UPAYA MENINGKATKAN SINTASAN LARVA IKAN NAPOLEON WRASSE *Cheilinus undulatus Ruppell*

Penelitian Eksperimental Reproduksi Buatan Pada Ikan

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

WIWIK HENY WINARSIH

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

IMPLANTASI HORMON LHRH-ANALOG SEBAGAI STIMULI PEMIJAHAN DAN UPAYA MENINGKATKAN SINTASAN LARVA IKAN NAPOLEON WRASSE *Cheilinus undulatus* Ruppell

Penelitian Eksperimental Reproduksi Buatan Pada Ikan

Disertasi

Untuk memperoleh gelar Doktor dalam
Ilmu Kedokteran
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga
Dan Telah Dipertahankan di Hadapan
Dewan Ujian Doktor Terbuka Pada
Hari Kamis
Tanggal 26 Maret 2002
Pukul: 10.00 WIB.

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

OLEH
WIWIK HENY WINARSIH
NIM: 0997123961D

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

IMPLANTASI HORMON LHRH-ANALOG SEBAGAI STIMULI PEMIJAHAN DAN UPAYA MENINGKATKAN SINTASAN LARVA IKAN NAPOLEON WRASSE *Cheilinus undulatus* Ruppell

Penelitian Eksperimental Reproduksi Buatan Pada Ikan

Disertasi

Untuk memperoleh gelar Doktor dalam
Ilmu Kedokteran
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga
Dan Telah Dipertahankan di Hadapan
Dewan Ujian Doktor Terbuka Pada
Hari Kamis
Tanggal 26 Maret 2002
Pukul: 10.00 WIB.

OLEH
WIWIK HENY WINARSIH
NIM: 099712396D

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2002

Lembaran Pengesahan

Disertasi Ini Telah Disetujui
Tanggal 5 April 2002

Promotor

Prof. Dr. H. Sochartojo Hardjopranjoto, orh., M.Sc
NIP. 130 189 851

Ko Promotor 2

Prof. Dr. H. M. Ichsan Effendie, M.Sc.
NIP. 130 176 91800

Ko Promotor 1

Dr. Rustidja, Ir., MS.
NIP. 130 704 163

Promotor	:	**Prof.Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc**
Ko Promotor I	:	**Dr. Rustidja, Ir., MS**
Ko Promotor II	:	**Prof. Dr. H. Moch. Ichsan Effendie, MSc**

Telah disetujui pada Ujian Doktor Tahap I (Tertutup)
Tanggal 14 September 2001

Panitia Penguji Disertasi

Ketua : Prof. Dr. Laba Mahaputra, drh., MSc.

Anggota :
1. Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc.
2. Dr. Rustidja, Ir., MS.
3. Prof. Dr. H. Moch. Ichsan Effendie, MSc.
4. Dr. Widodo Jatim Pudjirahardjo, dr., MS., MPH.
5. Prof. Dr. H. Sarmanu, drh., MS.
6. Dr. Eddy Suprayitno, Ir., MS.

Ditetapkan dengan Surat Keputusan
Rektor Universitas Airlangga
Nomor : 9217/J03/PP/2001
Tanggal : 26 September 2001

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Niscaya Allah akan meninggikan
orang-orang yang beriman di antara kamu
dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan
beberapa derajat ...
(Al Mujahadilah, 11)

Dan Dialah yang menundukkan lautan
supaya kamu dapat memakan daripadanya daging yang lembut, dan
kamu keluarkan daripadanya perhiasan yang dapat kamu pakai ...
(An Nahl, 14)

Kehendak, keyakinan dan rasa percaya diri yang kuat
Adalah kunci pengembangan kreativitas
Dalam memecahkan masalah

Dipersembahkan kepada :
Almamater, Bangsa dan Negara
Bapak dan Ibu Soepardi
Bapak mertua (Alm) dan Ibu Djasman Hardjodimuljo
Suami dan ke-3 anakku : Rico, Berli, Saka Tercinta
Peminat Biologi Reproduksi

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas limpahan karunia-Nya sehingga disertasi ini dapat terselesaikan. Dalam proses penelitian sampai dengan penulisan disertasi, banyak terjadi hambatan dan tantangan, namun berkat bimbingan dan dorongan semangat dari berbagai pihak, hambatan dan tantangan tersebut dapat diatasi. Oleh karena itu, perkenankanlah saya menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada:

Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc sebagai promotor yang dengan penuh perhatian, kesabaran dan kasih sayang telah memberikan bimbingan, dorongan semangat, saran dan koreksi sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Nasihat, kesabaran dan ketelatenan beliau dalam memberikan bimbingan sejak saya menempuh pendidikan S2 dan S3 merupakan contoh yang patut diteladani.

Dr. Rustidja, Ir., MS sebagai ko-promotor yang juga dengan penuh pengertian, perhatian dan kesabaran telah memberikan dorongan, saran dan bimbingan sejak saya menempuh pendidikan S1, S2, dan S3 sehingga membuka wawasan pemahaman untuk terus belajar dan belajar sampai ke jenjang pendidikan yang tertinggi.

Prof. Dr. H. Moch. Ichsan Effendie, MSc sebagai ko-promotor yang dengan penuh kasih dan pengertian telah memberikan kaidah-kaidah keilmuan dan menyediakan pustaka untuk menghadapi segala bentuk kesulitan dan hambatan dalam menyelesaikan disertasi ini.

Rektor Universitas Airlangga, Prof. Dr. Puruhito, dr. dan mantan Rektor Prof. Dr. H. Soedarto, dr., DTMH., PhD yang telah memberikan kesempatan pada saya untuk menempuh Program Doktor Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof. Dr. H. Muhammad Amin, dr., SpP(K) dan mantan Direktur Prof. Dr. H. Soedijono Tirtowidarjo, dr., SpTHT(K) atas segala fasilitas yang diberikan selama saya mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Doktor.

Prof. Dr. Juliati Hood Alsagaff, dr., MS., SpPA., FIAC Ketua Program Studi Program Doktor Ilmu Kedokteran yang telah memberikan semangat dan teladan untuk terus maju dalam studi dan berkarir, menghadapi berbagai tantangan hidup dengan tegar dan selalu mengembangkan pola pikir positif untuk mencapai sukses.

Staf pengajar Program Pascasarjana Universitas Airlangga pada angkatan 1997/1998: Prof. H. Bambang Rahino Setokoesoemo, dr; Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr; Prof. Eddy Pranowo Soedibyo, dr., MPH; Prof. Koento Wibisono, SH; Prof. Soetandyo Wignyosoebroto, MPA; Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc; Dr. Soetopo, drg., MSc; Prof. Dr. H. Moch Ichsan Effendie, MSc; Prof. H. Santoso, dr; Prof. Soemadi, drs., Apt; Dr. Rustidja, Ir., MS; Widodo Jatim Pudjirahardjo, dr., MS., MPH., Dr.PH; Fuad Amsyari, dr., MPA., PhD; Dr. Suhartono Taat Putra, dr., MS; Siti Pariani, dr., MS., PhD; Prof. Dr. H. Sarmanu, drh., MS; Prof. I.G.B. Amitaba, drh yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan

memperluas wawasan keilmuan sehingga saya menyadari keterbatasan pengetahuan yang dimiliki serta berusaha untuk terus belajar.

Panitia Ujian Doktor Tahap I: Prof. Dr. Laba Mahaputra, drh., MSc (Ketua); Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc; Dr. Rustidja, Ir., MS; Prof. Dr. H. Moch. Ichsan Effendie, MSc; Dr. Widodo Jatim Pudjirahardjo, dr., MS., MPH; Prof. Dr. H. Sarmanu, drh., MS; Dr. Eddy Suprayitno, Ir., MS, sehingga semua proses ujian pada tanggal 14 September 2001 berjalan lancar.

Panitia Ujian Doktor Tahap II: Prof. Dr. Juliati Hood Alsagaff, dr., SpPA., FIAC (Ketua); Prof. Dr. H. Soehartojo Hardjopranjoto, drh., MSc; Dr. Rustidja, Ir., MS; Prof. Dr. H. Moch. Ichsan Effendie, MSc, Prof. Dr. Mustahdi S., drh; Prof. Soemadi, drs., Apt; Prof. Dr. Rika Subarniati T., dr., SKM; Prof. Retno Laksminingsih S., drg., MH., PEd; Prof. Dr. Moetmainah Prajitno, drg., SpKG; Prof. Dr. Laba Mahaputra, drh., MSc, yang telah mengantarkan saya dalam menuntaskan Pendidikan Program Doktor ini pada tanggal 26 Maret 2002.

Rektor Universitas Dr. Soetomo, Ketua Yayasan Pendidikan Candekia Utama dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Dr. Soetomo atas ijin, dorongan dan bantuan yang telah diberikan selama saya menempuh dan menyelesaikan pendidikan ini.

Guru dan dosen saya sejak menuntut ilmu di TK. Pierre Tendean Yon Zipur 5, SDN Panggungrejo I, SMPN IV Malang, SMAN Kepanjen, Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang dan Program Studi ilmu Biologi Reproduksi Program Pascasarjana Universitas Airlangga

Surabaya, saya sampaikan penghargaan setinggi-tingginya dan terima kasih atas segala bimbingan dan fasilitas pendidikan yang telah diberikan kepada saya.

Pemerintah Propinsi Jawa Timur cq Ketua BAPPEPROP dan Kepala BALITBANG yang telah memberikan ijin dan bantuan finansial sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan pendidikan program Doktor.

Bapak Trimarjono, SH; Bapak Kol. Inf. Sutarmas, Bapak Drs. Sudjono MM; Bapak Drs. Djoni Irianto MMT., PhD; Ibu Dra. Ec. Dyah Trisnowati yang telah memberikan dorongan kepada saya untuk maju dengan memperlancar perijinan berkaitan dengan tugas dan studi saya.

Ir. Muhammad Murdjani, MSc, Kepala Loka Budidaya Air Payau Situbondo yang telah memberikan dukungan penuh dan fasilitas penelitian sehingga proses studi doktor saya berjalan lancar dan sukses.

Dr. Ir. Ketut Sugama, Kepala Loka Penelitian Perikanan Pantai Gondol yang telah memberikan fasilitas penelitian, bahan pustaka dan konsultasi teknis berkaitan dengan reproduksi dan perkembangbiakan ikan yang sangat menunjang dalam pelaksanaan penelitian.

Dr. Ir. Zafril Imran Azwar, MS dan Dr. Ir. Toni Ruchimat, yang telah memberikan konsultasi teknis, koreksi dan saran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan disertasi ini hingga diselesaikan tepat waktu

Widodo Jatim Pudjirahardjo, dr., MS., MPH., Dr.PH, atas kesediaannya sebagai konsultan metodologi penelitian dan statistik, serta

atas kesabaran dan ketelitian dalam memberikan bimbingan demi perbaikan dan penyempurnaan disertasi ini

Prof. Dr. Laba Mahaputra, drh., MSc yang dengan penuh kesabaran memberikan saran dan bimbingan teknik analisa hormon dan pemanfaatan laboratorium RIA sehingga proses penelitian berjalan lancar.

Prof. Dr. Ir. Komar Sumantadinata MSc yang banyak memberikan masukan dalam diskusi intensif tentang pengembangan dan prospek budidaya ikan laut di Indonesia.

Prof. Dr. Moetmainah Prajitno, drg., SpKG atas koreksi bahasa dan kelengkapan daftar pustaka untuk penyempurnaan disertasi ini.

Dr. Trinil Susilawati, Ir., MS atas bantuannya membuat foto oosit; Dr. H. Djoko Kustono, Ir., MPd dan Sdr. Thomas Penturi, Ir., MS yang membantu analisis data penelitian; Dr. Sujono Ir., MKes. yang membantu analisis proksimat; Sdr. Dasrul, drh., MSi yang telah membantu editing dan memberikan saran terhadap penulisan naskah disertasi ini.

Ir. Suko Ism., Ir. Agus Priyono, MS; Ir. Gatot; Ir. Rachman; Ir. Made; Achmad Taufic, Spi., MSi; Muslim, Spi., MSi; Ketut; Dedi; May; Vivi; Adik Surti dan Ida Prastyawati yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran membantu pembuatan pellet implan, pemeliharaan induk, pemberian pakan, analisa hormon, penetasan telur serta pembuatan dokumentasi untuk melengkapi penulisan disertasi ini.

Dr. Enny Yuliani, Ir., MSi; Drs. Abdul Gofur MSi; Dr. Trinil Susilowati Ir., MSi; dr. Nur Permatasari MS; dr. Hiron A. Fernandez; Dr. H. Djoko Kustono, Ir., MPd; Dr. Sujono, Ir., MKes; dr. Rochmat Romdoni, SPJP;

Dr Dewi Lailatul B., dra., MKes; Dr. Latief Mooduto, drg., SpKG; Dr. H. Idris Idham, dr., SpJP; Dr. Hj. Indri Savitri, dr., MS; Dr. Elyana Asnar STP., dr., MS; Moedjito Dwidjosiswojo, dr., SpB (Alm) beserta seluruh rekan Angkatan 1997/1998 saya sampaikan penghargaan dan terima kasih atas kerja sama yang telah terjalin sehingga studi kita berjalan lancar.

Teman sejawat di Fakultas Pertanian, Suzana Sri Hartini, Ir., MBA; Maria Agustini, Ir; Arlin Besari Djauhari, Ir., MP; Nunuk Hariani, Ir., MP; Didik Budianto, Ir., MP; Sudjiwijono, Ir; Sumaryam, Ir., MSi; Restu Ciptaningdyah, Ir., MKes; Hj. Nurul Hayati, Ir., MKes; Didik Trisbiantoro, Ir., MP. Indra Wirawan, Ir; Agus Sutoyo, Ir., MSi; Yusrudin, Ir; Tajudin Noor, Ir., MP; Mulyono Prapto Nugroho, Spi beserta seluruh rekan dan karyawan keluarga besar Universitas Dr. Soetomo Surabaya.

Ngadun Dasuki, drs (Alm.) dan Ny Soenarah, paman dan bibi yang membimbing saya rajin belajar di waktu kecil; Bulik Soenami Achmadi yang memberi teladan untuk cermat, proaktif dan rajin membaca.

Ibunda Soeparti dan Ayahanda Soepardi terkasih yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan penuh cinta, kasih sayang kesabaran dan tanggung jawab, selalu memberikan dukungan dan mendoakan saya untuk menjadi manusia yang berguna bagi agama, bangsa dan negara. Juga untuk Mbah Kuminah (Alm.) yang selalu menyayangi dan membimbing saya menjalani tahapan kehidupan dengan penuh semangat dan ketegaran.

Mas Soengadi, Mbakyu Soemariah, Adik Panggah Sutanto yang telah memberikan dukungan dan pengertian pada keluarga besar Djasman Hardjodimuljo sehingga studi saya dapat berjalan lancar.

Semua adik saya tercinta, Yudha Budi Astuti, Rika Aristyanti Mayawati, Shinta Budi Rahayu dan Nugroho Langgeng Prasetyo yang telah banyak berkorban, membantu memberikan pengertian dan menjaga anak-anak selama saya tinggal untuk melakukan penelitian. Saya mohon maaf akibat kesibukan saya dalam bekerja dan menempuh pendidikan doktor ini telah banyak mengurangi kehangatan persaudaraan dan kebersamaan kita.

Yang terkasih dan tercinta suami saya, HC. Budiono, terima kasih atas segala dukungan, cinta, kasih sayang dan limpahan kebahagiaan tiada tara dalam kehidupan ini. Untuk anak-anak saya: Mas Rico, Mbak Berlian dan Adik Saka yang telah memberikan doa, pengertian dan pengorbanan ketika terpaksa harus ibu tinggal pada saat penelitian tanpa berputus asa.

Segenap handai taulan dan semua pihak yang telah dengan ikhlas memberikan doa, dukungan moril dan materil. Akhirnya saya menyadari bahwa segala kesempurnaan adalah milik-Nya dan perjalanan panjang sampai terselesaikannya disertasi ini juga atas perkenaan-Nya. Oleh karena itu, kekurangan yang ada mohon dimaafkan. Allah Maha Kaya dan Maha Pandai atas segalanya. Semoga apa yang telah saya persembahkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Amin Ya Robbal Alamin.

RINGKASAN DISERTASI

Ikan napoleon wrasse merupakan ikan ekonomis penting yang memiliki nilai jual sangat tinggi, terutama di pasar Asia. Dewasa ini keberadaan populasinya di alam menunjukkan gejala penurunan yang tajam, disebabkan oleh berbagai faktor antara lain: penangkapan secara legal oleh nelayan dengan menggunakan bahan kimia beracun *KCN*, rusaknya habitat akibat pencemaran dan meningkatnya kegiatan manusia dalam mengeksploitasi terumbu karang.

Pada tahun 1995, ikan napoleon wrasse dilindungi oleh pemerintah Indonesia dengan SK menteri pertanian nomor: 375/Kpts/IK.250/5/1995 tentang larangan penangkapan ikan napoleon wrasse. Pengaturan mengenai ukuran, lokasi dan tata cara penangkapan ikan napoleon wrasse untuk kepentingan: (a) penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan serta pengembangan pembudidayaan; (b) penangkapan oleh nelayan tradisional yang tidak merusak sumberdaya dan lingkungan diatur dengan SK Dirjen Perikanan nomor: HK.330/DJ.8259/1995 tanggal 6 September 1995.

Permintaan pasar luar negeri yang terus meningkat menyebabkan walaupun ada pembatasan penangkapan, masih terjadi pelanggaran di mana-mana. Terbukanya peluang pasar ikan napoleon wrasse ini harus segera diimbangi dengan kegiatan budidaya karena stock benih ikan di alam sangat terbatas, bersifat musiman dan sulit ditangkap. Di samping itu untuk menjaga kelestarian ikan napoleon wrasse perlu dilakukan upaya rehabilitasi dan konservasi dengan maksud menjaga stock populasi di alam dan sebagai sumber *plasma nutfah*. Posisi Indonesia dalam melestarikan *sumberdaya genetik* ikan napoleon wrasse memegang peranan penting karena 12 dari 58 spesies yang ada di dunia terdapat di perairan karang Indonesia. Agar pemanfaatan sumberdaya ikan dapat berlangsung secara terus menerus dan kelestarian sumber plasma nutfah dapat dipertahankan, maka diperlukan upaya pengelolaan dan pengembangan sumberdaya melalui usaha budidaya dengan teknik reproduksi buatan agar benihnya dapat diproduksi secara masal dan berkesinambungan pada panti-panti pembenihan.

Kendala utama usaha budidaya ikan napoleon wrasse adalah benih dari alam sangat terbatas dan bersifat musiman. Sedangkan masalah utama pada usaha pembenihan adalah sulitnya mendapatkan induk matang gonad dari alam dan tingkat kematian yang tinggi pada stadia awal larva. Berdasarkan konsep reproduksi buatan, pematangan gonad pada ikan dapat dipacu dengan menggunakan hormon gonadotropin baik secara implan, oral ataupun suntikan. Untuk menginduksi proses *oogenesis*, *spermatogenesis* dan *pemijahan* pada ikan napoleon wrasse dapat digunakan *luteinizing hormone releasing hormone* (LHRH) atau *luteinizing hormone releasing hormone analogue* (LHRHa) dalam bentuk *pellet implan*. Sedangkan untuk meningkatkan sintasan larva perlu

dilakukan penelitian tentang cahaya dan pengkayaan rotifer sebagai pakan awal alami.

Tujuan umum penelitian ini adalah melakukan rekayasa reproduksi pada ikan napoleon wrasse dengan melakukan manipulasi hormonal menggunakan pellet implan hormon LHRHa untuk menstimuli terjadinya pemijahan dan meningkatkan produksi benih sebagai sumberdaya perikanan agar lestari, dapat dikembangbiakkan dan dibudidayakan secara masal. Permasalahannya adalah: (1) Bagaimanakah pola pemijahan ikan napoleon wrasse?; (2) Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon estradiol-17β pada induk betina ikan napoleon wrasse?; (3) Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse?; (4) Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon testosteron induk jantan ikan napoleon wrasse?; (5) Bagaimanakah pengaruh cahaya terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse?; (6) Bagaimanakah pengaruh cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva mendapatkan pakan awal?; (7) Bagaimanakah pengaruh cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse ?

Penelitian ini dilaksanakan dengan cara observasional dan eksperimental. Penelitian observasional dilakukan selama satu tahun, dimaksudkan untuk mengetahui pola pemijahan ikan napoleon wrasse, dengan memperhatikan dua variabel yaitu frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan. Hasil penelitian awal ini dimaksudkan untuk menentukan saat pemberian implan, pengambilan sampel oosit dan sampel sperma serta pengambilan sampel darah dari induk ikan napoleon wrasse. Penelitian eksperimental dilakukan pada induk dan telur ikan sampai menetas menjadi larva. Perlakuan pada induk berupa implantasi hormon LHRHa pada induk betina dan induk jantan ikan napoleon wrasse. Variabel yang diamati adalah kadar hormon estradiol-17β dan diameter oosit pada induk betina, serta kadar hormon testosteron pada induk jantan. Dosis implan hormon LHRHa yang digunakan adalah 100 μg, 200 μg, 300 μg dan 0 μg sebagai kontrol. Sedangkan waktu pemberian implan dilakukan pada 0 hari sebagai kontrol, 30 hari, 60 hari dan 90 hari. Perlakuan pada telur berupa penggunaan lampu neon untuk daya tetas sedangkan untuk larva berupa penggunaan lampu neon dan pengkayaan rotifer untuk mengetahui kemampuan larva mendapatkan pakan awal dan sintasannya. Perlakuan lampu neon yang digunakan adalah 10 watt, 20 watt, 30 watt dan tanpa cahaya sebagai kontrol. Sedangkan pengkayaan rotifer dilakukan menggunakan *scot's emulsion* dan emulsi kuning telur.

Hasil penelitian awal menunjukkan bahwa pola pemijahan ikan napoleon wrasse mengikuti sistem lunar, frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan bersifat fluktuatif. Pemijahan ikan napoleon wrasse bersifat masal, dapat terjadi sepanjang tahun, terutama pada sekitar bulan gelap, yaitu 3 hari sebelum dan 8 hari sesudahnya.

Implantasi hormon LHRHa meningkatkan kadar hormon estradiol-17β pada serum darah induk betina ikan napoleon wrasse dan diameter oosit. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan dosis implan, waktu pemberian serta interaksi antara dosis dengan waktu pemberian memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar hormon estradiol-17β dan diameter oosit. Implantasi hormon LHRHa pada induk betina ikan napoleon wrasse dengan dosis 300 µg dan waktu pemberian 90 hari menghasilkan kadar hormon estradiol-17β dan diameter oosit paling tinggi. Hal ini merupakan indikasi bahwa homon LHRHa dapat memacu proses *vitellogenesis* dan meningkatkan diameter oosit. Hasil analisis *trend* dengan menggunakan kurva estimasi untuk setiap perlakuan dosis dan waktu didapatkan bahwa semakin tinggi dosis memberikan kecenderungan eksponensial untuk pertambahan diameter oosit dengan mengikuti persamaan $Y = b_0 + e^{b1x}$. Hasil ini menunjukkan ada kemungkinan bahwa diameter oosit dapat mencapai maksimum untuk dosis tertentu dan waktu pemberian yang dapat dihitung berdasarkan fungsi eksponensial tersebut. Pada induk jantan, implantasi hormon LHRHa meningkatkan kadar hormon testosteron. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa dosis, waktu pemberian dan interaksinya berpengaruh secara signifikan ($p<0,05$).

Pemberian perlakuan lampu neon berpengaruh secara signifikan terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse. Lampu neon 20 watt menghasilkan persentase daya tetas telur tertinggi, yaitu 82,61±2,6997 %. Cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer serta interaksinya memberikan pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap kemampuan larva mendapatkan pakan awal dan sintasannya. Hasil analisis regresi menunjukkan kemampuan larva mendapatkan pakan awal berpengaruh secara signifikan terhadap sintasan larva dengan nilai $r^2 = 0,946$. Hal ini berarti bahwa 94,6 % sintasan larva ikan napoleon wrasse dipengaruhi oleh kemampuannya mendapatkan pakan awal.

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah: (1) Induk ikan napoleon wrasse dapat memijah sepanjang tahun, namun frekuensi dan jumlah telur yang dihasilkan bervariasi; (2) Kadar hormon estradiol-17β dalam serum darah induk betina ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 µg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari; (3) Diameter oosit ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 µg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari; (4) Kadar hormon testosteron dalam serum darah induk jantan ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 µg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari; (5) Daya tetas telur ikan napoleon wrasse meningkat pada pencahayaan lampu neon 20 watt; (6) Kemampuan larva ikan napoleon wrasse mendapatkan pakan awal pada hari ke-3 meningkat dengan perlakuan pencahayaan lampu neon 10 watt dan 20 watt serta pengkayaan rotifer dengan emulsi kuning telur; (7) Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada hari ke-5 meningkat dengan perlakuan

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

pencahayaan lampu neon 10 watt dan 20 watt serta pengkayaan rotifer dengan emulsi kuning telur.

Saran yang diberikan adalah: (1) Implantasi hormon LHRHa pada induk ikan napoleon wrasse sebaiknya diberikan sebanyak tiga kali ulangan masing-masing dengan dosis 300 µg per ekor; (2) Cahaya optimum untuk inkubasi telur dan pemeliharaan larva ikan napoleon wrasse adalah 20 watt; (3) Untuk menunjang keberhasilan pemeliharaan larva ikan napoleon wrasse, penggunaan rotifer sebagai pakan alami sebaiknya diperkaya dengan emulsi kuning telur.

ABSTRACT

Napoleon wrasse is one of the commercially important fish. It has high demand for international market. The wrasse for export is sold at a good price, one consequence of this, it has been illegal intensive fishing. Wrasse fishing using potassium cyanide (*KCN*) is commonly practiced by fisher which are supported by the traders. This has been proved causing damage to coral reef. Awaring of the problem, the minister of agriculture has issued decree 375/Kpts/IK.250/5/95 which bans napoleon wrasse fishing. Napoleon wrasse can only be captured for research purposes and by traditional fishing gear. Only cultured wrasse could be exported with a clear document of origin. Aquaculture and sea farming of this fish needs continuous seed supply. Mass production of seed in hatchery faces the problem of high price of spawners and almost all fish reare in captivity exhibiting some forms of reproductive dysfunction. In female, there is often failure to undergo final oocyte maturation, ovulation and spawning, while in males milt production may be reduced and of low quality.

There are two kinds research i.e. observation and experiment. The objectives of this observation research is to find out spawning pattern. The first experiment research is to test hormone implantation LHRHa on the estradiol-17β level (E_2), oocyte diameter and testosteron. The second experiment is to test lighting and rotifer enrichment toward hatching rate, initial feeding ability and surviral rate larvae. In the first stage observation were detect spawning frequency and egg number every month in one year. The spawning starts three days before new moon and lasts for about eight days. The result of hormone implantation of LHRHa on each treatment dosage and add interval times give a positive response towards E_2 level, oocyte diameter and testosteron. The best result in this experiment is that the dosage of LHRHa 300 μg/BW within three times in 90 days. E_2 and oocyte diameter have positive correlation (r_{xy}=0,835). Lighting treatment increases hatching rate. Lighting from *neon lamp* 20 watt and rotifer enrichment enhance initial feeding ability and survival rate napoleon wrasse larvae.

Key words: Napoleon wrasse, spawning, hormone implantation LHRHa, estradiol-17β, oocyte diameter, testosteron, hatching rate, initial feeding ability, survival rate.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
PRASYARAT GELAR ii
LEMBAR PENGESAHAN iii
PANITIA UJIAN v
UCAPAN TERIMA KASIH vi
RINGKASAN DISERTASI xiv
ABSTRACT xviii
DAFTAR ISI xix
DAFTAR TABEL xxi
DAFTAR GAMBAR xxiii
DAFTAR LAMPIRAN xxv
DAFTAR SINGKATAN xxvii
DAFTAR ISTILAH xxviii

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang Masalah 1
1.2. Rumusan Masalah 7
1.3. Tujuan Penelitian 8
1.3.1 Tujuan umum 8
1.3.2 Tujuan khusus 8
1.4. Manfaat Penelitian 9
1.4.1 Manfaat ilmiah 9
1.4.2 Manfaat praktis 9

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 10
2.1. Biologi Umum Ikan Napoleon Wrasse 10
2.2. Reproduksi Ikan 14
2.3. Hormon Reproduksi 29
2.3.1 Pengertian hormon 29
2.3.2 Hormon reproduksi pada ikan 32
2.3.3 Peranan estradiol-17β dalam proses vitellogenesis 40
2.3.4 Luteinizing Hormone Releasing Hormone (LHRH) 48
2.4. Kualitas Telur 51
2.5. Perkembangan Larva 54
2.6. Perkembangan Alat Pencernaan 55
2.7. Pakan Larva 56

BAB III KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN 63
3.1. Kerangka Konseptual Penelitian 63
3.2. Hipotesis Penelitian 68

BAB IV METODE PENELITIAN 69
4.1. Jenis dan Rancangan Penelitian 69
4.2. Populasi, Sampel dan Besar Sampel 71

4.3. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel 72
4.3.1 Variabel penelitian 72
4.3.2 Definisi operasional variabel 72
4.4. Bahan penelitian 74
4.4.1 Pemeliharaan induk ikan napoleon wrasse 74
4.4.2 Perlakuan implantasi dan analisa hormon steroid 75
4.4.3 Inkubasi, penetasan dan pemeliharaan larva 75
4.4.4 Perkembangan telur dan larva 75
4.5. Alat Penelitian 76
4.5.1 Penampungan dan aklimatisasi induk 76
4.5.2 Implan hormon dan analisa steroid 76
4.5.3 Koleksi telur penetasan 76
4.5.4 Analisis perkembangan telur dan larva..... 77
4.6. Lokasi dan Waktu Penelitian 77
4.7. Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data 77
4.7.1 Domestikasi induk ikan napoleon wrasse 77
4.7.2 Implantasi hormon 80
4.7.3 Pemeriksaan mikroskopis sel telur 82
4.7.4 Inkubasi, penetasan dan perkembangan larva 82
4.8. Analisis Data 83

BAB V HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS 86
5.1. Frekuensi Pemijahan dan Jumlah Telur 88
5.2. Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Kadar Hormon Estradiol 17β 91
5.3. Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Diameter Oosit 95
5.4 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Kadar Hormon Testosteron 101
5.5. Pengaruh Pemberian Cahaya Terhadap Daya Tetas Telur 104
5.6. Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Kemampuan Larva Mendapatkan Pakan Awal ... 112
5.7. Pengaruh Pemberian Cahaya dan Jenis Pakan Terhadap Sintasan Larva 115

BAB VI PEMBAHASAN 119
6.1 Frekuensi Pemijahan Dan Jumlah Telur 119
6.2 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Kadar Hormon Estradiol-17β 122
6.3 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Diameter Oosit 126
6.4 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Kadar Hormon Testosteron 129
6.5 Pengaruh Pemberian Cahaya Lampu Neon Terhadap Daya Tetas Telur 130
6.6 Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Kemampuan Larva Mendapatkan Pakan Awal . 132

6.7 Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Sintasan Larva 135

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN 139
7.1 Kesimpulan 139
7.2 Saran 141

DAFTAR PUSTAKA 142
LAMPIRAN 156

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Jenis biota laut yang telah dan sedang diteliti teknik budidayanya serta tingkat pengusahaannya..... 16

Tabel 2. Daftar harga ikan laut hidup hasil budidaya di Kepulauan Riau untuk pasar di Singapura dan Hongkong 17

Tabel 3. Hormon yang berperan pada proses reproduksi ikan 33

Tabel 4. Urutan kejadian di dalam sel hati selama terjadinya proses vitellogenesis (Mommsen and Walsh, 1988) 45

Tabel 5. Perubahan ultrastruktur dan biokimia yang terjadi di dalam sel hati selama vitellogenesis 46

Tabel 6. Ukuran diameter telur dan panjang larva saat menetas pada beberapa spesies ikan (Sorgeloos, 1993)..... 53

Tabel 7. Komposisi berbagai asam lemak pada rotifer, *Artemia* dan *Tigriopus*..... 60

Tabel 8. Komposisi berbagai asam lemak pada udang, cumi, ikan lemuru dan ikan tuna 61

Tabel 9. Hasil uji normalitas..... 87

Tabel 10. Hasil uji homogenitas varians 87

Tabel 11. Rata-rata kadar hormon estradiol-17β (pg/ml) pada induk betina ikan napoleon wrasse 91

Tabel 12. Rata-rata diameter oosit (μm) ikan napoleon wrasse 96

Tabel 13. Rata-rata kadar hormon testosteron (ng/ml) induk jantan ikan napoleon wrasse 101

Tabel 14. Rata-rata persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse 104

Tabel 15. Analisis varians untuk daya tetas telur ikan napoleon wrasse 104

Tabel 16. Kemampuan larva (%) ikan napoleon wrasse mendapatkan pakan awal pada D-3[+] 112

Tabel 17. Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada D-5..... 115

Tabel 18. Ringkasan hasil analisis regresi..... 118

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Alur stimulasi (+) dan inhibitasi (-) lingkungan terhadap reproduksi ikan (Moyle and Cech Jr., 1988) 18

Gambar 2. Fase perkembangan sel telur pada ikan (Woynarovich and Horvath, 1984) 23

Gambar 3. Pengaturan hormonal selama proses vitellogenesis pada ikan teleostei (Cerda *et al.*, 1996). 36

Gambar 4 Pengaturan hormonal pada tahap pematangan oosit (Nagahama, 1983) 37

Gambar 5. Produksi estradiol-17β dan 17α,20β-dihidroksi-4-pregnen-3-one oleh folikel vitellogenic dan pasca vitellogenic (Yoshikuni and Nagahama, 1991) 42

Gambar 6. Sistem umpan balik antara ovari dan hati yang melibatkan estrogen dan vitellogenin (Mommsen and Walsh, 1988) 43

Gambar 7. Rangkaian asam amino LHRH dan LHRHa....50

Gambar 8. Pola pertumbuhan larva (Tridjoko *et al.*, 1999)....54

Gambar 9. Struktur EPA dan DHA 60

Gambar 10. Skema kerangka konseptual penelitian 67

Gambar 11. Kolam induk dan *egg collector* (a) Bak penampungan induk ikan napoleon wrasse (b) Pompa sirkulasi air (sistem *AWF*) (c) Bak segitiga tempat penampungan sementara untuk induk pada saat pemberian perlakuan dan tempat penampungan telur hasil pemijahan massal (d) *egg collector* terbuat dari kain kassa berdiameter 40 µm....79

Gambar 12. Cara mengambil sampel darah pada induk ikan napoleon wrasse: (a) posisi spet diletakkan pada linea lateralis ke 2 – 6 dari pangkal ekor, (b) sampel darah sesaat setelah pengambilan diletakkan pada suhu kamar selama sekitar 1 jam, (c) sampel darah disimpan dalam termos es selama sekitar 7 jam untuk dipisahkan serumnya, (d) serum yang sudah dipisahkan dan siap disimpan di dalam refrigerator pada suhu –20 ^{0}C 81

Gambar 13. Kerangka operasional penelitian 85

Gambar 14. Grafik frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan oleh induk ikan napoleon wrasse sejak bulan September 1999 sampai dengan September 2000 89

Gambar 15. Grafik nilai rata-rata kadar hormon estradiol-17β pada hari ke-0, 30, 60 dan 90 setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg.....93

Gambar 16. Grafik nilai rata-rata diameter oosit yang diperoleh dengan cara kanulasi setelah pemberian implan hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg pada hari ke-0, 30, 60 dan ke-90 99

Gambar 17. Gambaran oosit ikan napoleon wrasse hasil kanulasi pada masing-masing perlakuan dosis implan hormon LHRHa yang berbeda (A) 0 μg, (B) 100 μg, (C) 200 μg dan (D) 300 μg per ekor 100

Gambar 18. Grafik pengaruh implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg terhadap kadar hormon testosteron pada induk jantan ikan napoleon wrasse.....103

Gambar 19. Grafik pengaruh cahaya lampu neon terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse.....105

Gambar 20. Perkembangan sel telur ikan napoleon wrasse dari 16 sel (a), banyak sel (b) terus menjadi blastula (c) sampai blastula sempurna (l).....107

Gambar 21. Perkembangan embrio ikan napoleon wrasse pada stadia gastrula (m – p), awal neurola (q) dan neurola akhir (u) 108

Gambar 22. Proses pelepasan cangkang (v.1) sampai menetas menjadi larva ikan napoleon wrasse (D1) diperlukan waktu sekitar 6 sampai 8 menit (x.2) 109

Gambar 23. Perkembangan morfologi larva ikan napoleon yang menetas (A) stadia kuning telur, (B) larva umur 19 jam, (C) larva umur 26 jam, (D) larva umur 28 jam dan (E) larva umur 34 jam 110

Gambar 24. Larva ikan napoleon wrasse pada D-4 dan D-5. Sirip dada sudah berfungsi dan gerakan ikan mulai mendekati pakan 111

Gambar 25. Grafik pengaruh cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva ikan napoleon wrasse untuk mendapatkan pakan awal pada hari ke-3 (D-3) 114

Gambar 26. Grafik pengaruh cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse pada D-5.....117

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Pembuatan pellet hormon LHRHa	156
Lampiran 2	Analisis kadar hormon estradiol-17β	159
Lampiran 3	Denah rancangan implantasi hormon LHRHa pada induk ikan napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell) tanggal 21 Juni 2000	162
Lampiran 4	Pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan ikan napoleon wrasse pada bulan September 1999 sampai September 2000	163
Lampiran 5	Kadar estradiol-17β (pg/ml) pada induk betina ikan napoleon wrasse setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg	165
Lampiran 6	Nilai rata-rata diameter oosit ikan napoleon wrasse hasil kanulasi pada hari ke-0, 30, 60 dan 90 setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg	166
Lampiran 7	Kadar hormon testosteron (ng/ml) pada induk jantan ikan napoleon wrasse setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg	167
Lampiran 8	Data jumlah telur awal ikan napoleon wrasse pada masing-masing aquarium dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-0	168
Lampiran 9	Data daya tetas telur (normal) ikan napoleon wrasse dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-1	169
Lampiran 10	Data persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-1	170
Lampiran 11	Data kemampuan larva untuk mendapatkan pakan dengan pengaruh pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol D-3	171
Lampiran 12	Data persentase kemampuan larva untuk mendapatkan pakan awal pada D-3 dengan pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol	172
Lampiran 13	Data sintasan larva pada D-5 ikan napoleon wrasse dengan pengaruh pencahayaan yang berbeda pada X-0, X-1, X-2 dan X-3	173
Lampiran 14	Data sintasan larva pada D-5 (dalam persen) ikan napoleon wrasse dengan pengaruh pencahayaan yang berbeda pada X-0, X-1, X-2 dan X-3	174
Lampiran 15	Uji normalitas Kolmogorov Smirnov	175
Lampiran 16	Uji homogenitas Levene	176
Lampiran 17	Analisis varians kadar hormon estradiol-17β	177

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

Lampiran 18 Uji kecenderungan hormon estradiol-17β 186
Lampiran 19 Analisis varians diameter oosit 192
Lampiran 20 Uji kecenderungan diameter oosit 201
Lampiran 21 Korelasi kadar hormon estradiol-17β dengan diameter oosit 207
Lampiran 22 Analisis varians kadar hormon testosteron 208
Lampiran 23 Uji kecenderungan testosteron 217
Lampiran 24 One way Anova daya letas telur 224
Lampiran 25 Analisis varians kemampuan larva mendapat pakan 227
Lampiran 26 Analisis varians sintasan larva 233
Lampiran 27 Analisis regresi kemampuan larva mendapat pakan dengan sintasannya 240

DAFTAR SINGKATAN

DHA	-	Decosahexaenoic Acid
EPA	-	Eicosapentaenoic Acid
FSH	-	Follicle Stimulating Hormone
GnRH	-	Gonadotropin Releasing Hormone
GnRIF	-	Gonadotropin Releasing Inhibiting Factor
GTH	-	Gonadotropin Hormone
GV	-	Germinal Vesicle
GVBD	-	Germinal Vesicle Breakdown
HUFA	-	High Unsaturated Fatty Acids
LH	-	Luteinizing Hormone
LHRH	-	Luteinizing Hormone Releasing Hormone
LHRHa	-	Luteinizing Hormone Releasing Hormone Analogue
PUFA	-	Poly Unsaturated Fatty Acids
RIA	-	Radioimmunoassay

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

BAB 1
PENDAHULUAN

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

1.1 Latar Belakang Masalah

Napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell) dikenal dengan nama dagang *hump head, sio may, wavylined wrasse, giant green wrasse, hump head maori fish wrasse, blue tooth grouper, double headed parrot fish, giant wrasse* atau *maori wrasse*. Oleh nelayan Indonesia ikan napoleon lebih dikenal sebagai ikan lemak, salome, nori, kerapu alis atau kerapu biru raksasa. Ikan napoleon wrasse merupakan ikan karang yang memiliki nilai ekonomis sangat tinggi terutama di pasar Asia. Untuk ukuran konsumsi yang beratnya 300 g sampai 1500 g per ekor, di Jakarta berharga sekitar Rp. 60.000,00 per kg. Di Tanjung Pinang Rp. 80.000,00 per kg (Slamet *dkk.*, 1993). Di pasar Singapura Rp. 120.000,00 per kg (Lamidi *dkk.*, 1993). Di Hongkong ikan napoleon hidup yang diimpor dari Indonesia sejak bulan Januari sampai dengan Desember 1997 berkisar antara HK$ 346.50 sampai HK$ 742.50 per kg (Ahmad, 1998). Di Cina ikan napoleon hidup per kg sekitar 500 yuan (Phillips and Yuan, 1998). Di Kepulauan Riau, harga napoleon wrasse di karamba jaring apung untuk diekspor berkisar antara US$ 61 sampai US$ 79 per kg (Sugama, 1999).

Ikan napoleon sebagai komoditas ekspor merupakan ikan budidaya yang memiliki nilai jual paling tinggi di antara ikan budidaya yang lain (Yuliansyah *dkk.*, 1993). Usaha budidaya ikan napoleon dalam skala kecil telah dirintis di Kepulauan Riau, Kepulauan Karimun Jawa dan Kepulauan

Seribu yang merupakan penampungan atau pembesaran hasil tangkapan sampai mencapai ukuran konsumsi (Slamet *dkk.*, 1993).

Pada kondisi di alam, ikan napoleon tinggal di gua-gua dalam terumbu karang yang letaknya lebih dalam dan lebih jinak jika dibandingkan dengan ikan karang yang lain. Panjang seluruh tubuhnya dapat mencapai 229 cm dengan berat badan 190,5 kg (Randall *et al.*, 1990). Pertumbuhan yang baik untuk ikan napoleon wrasse adalah suhu optimum 26°C, memerlukan cahaya terang yang cukup dari sinar matahari, makanan kesukaan adalah ikan dan invertebrata (Burgess *et al.*, 1990).

Dari 58 kerabat ikan napoleon, 12 spesies di antaranya terdapat di Indonesia dengan ukuran bervariasi dari yang kecil untuk ikan hias sampai yang besar untuk dikonsumsi (Adisukresno, 1995). Satu di antaranya telah dilindungi oleh pemerintah sejak tahun 1995 berdasarkan SK Menteri Pertanian Nomor: 375/Kpts/IK.250/5/1995 tentang *larangan penangkapan ikan napoleon wrasse* (*Cheilinus undulatus* Ruppell). Selanjutnya pengaturan mengenai ukuran, lokasi dan tata cara penangkapan ikan napoleon wrasse untuk kepentingan: (a) penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan serta pengembangan pembudidayaan, (b) penangkapan oleh nelayan tradisional yang tidak merusak sumberdaya dan lingkungan diatur dengan SK Dirjen Perikanan No. HK.330/DJ.8259/95 tanggal 6 September 1995.

Dewasa ini keberadaan populasi ikan napoleon wrasse di alam menunjukkan gejala penurunan yang tajam, disebabkan oleh berbagai faktor antara lain penangkapan secara ilegal oleh nelayan dengan menggunakan bahan kimia beracun *potasium cyanida* (KCN), rusaknya habitat akibat pencemaran dan meningkatnya kegiatan manusia dalam mengeksploitasi sumberdaya terumbu karang.

Khusus untuk ikan napoleon wrasse, permintaan pasar luar negeri dari Hongkong, Taiwan, RRC dan Jepang terus meningkat sehingga walaupun sudah ada pembatasan penangkapan, masih terjadi pelanggaran di mana-mana.

Terbukanya peluang pasar ikan napoleon wrasse harus segera diimbangi dengan kegiatan budidaya karena stock benih ikan di alam sangat terbatas, bersifat musiman dan sulit ditangkap. Di samping itu untuk menjaga kelestarian ikan napoleon wrasse diperlukan upaya-upaya rehabilitasi dan konservasi dengan maksud untuk menjaga stock populasi di alam dan sebagai sumber plasma nutfah. Agar pemanfaatan sumberdaya ikan dapat berlangsung secara terus menerus dan kelestarian sumber plasma nutfah dapat dipertahankan, maka diperlukan upaya pengelolaan dan pengembangan sumberdaya melalui usaha budidaya dengan teknik reproduksi buatan agar benih dapat diproduksi secara masal dan berkesinambungan pada panti-panti pembenihan.

Ikan napoleon wrasse sangat menguntungkan jika berhasil dibudidayakan secara masal karena selain harga jualnya mahal, secara

fisik memiliki sisik tebal yang mengandung banyak lendir sehingga mudah beradaptasi dengan lingkungan baru, relatif cepat tumbuh serta memiliki daya tahan yang tinggi terhadap serangan parasit dan penyakit (Lamidi *dkk.*, 1993a; Slamet *dkk.*, 1993).

Spesifikasi sumberdaya ikan yang terdapat di perairan karang tropis adalah memiliki keanekaragaman spesies (*species diversity*) yang tinggi namun jumlah populasinya kecil. Ikan napoleon wrasse ini merupakan ikan demersal. Beberapa karakteristik ikan demersal adalah aktivitasnya relatif rendah, gerak ruaya tidak terlalu jauh dan membentuk gerombolan yang tidak terlalu besar. Salah satu upaya untuk menjaga stock populasi ikan napoleon wrasse perlu dilakukan *sea ranching* termasuk penetapan daerah penangkapan, *closing area, closing season* (Eidman, 1997) dan penentuan ukuran ikan yang boleh ditangkap maupun diperdagangkan oleh nelayan serta pengembangan budidaya dengan teknik reproduksi buatan.

Saat ini pembenihan ikan laut yang telah berhasil dilakukan di Indonesia adalah kakap putih/sea bass *(Lates calcarifer)*, bandeng *(Chanos chanos)*, kerapu macan *(Epinephelus fuscoguttatus)*, kerapu lumpur *(Epinephelus tauvina)* dan kerapu bebek/tikus *(Cromileptes altivelis)*. Di negara lain, jenis kerapu yang telah dapat dipijahkan melalui rangsangan hormon maupun alami pada bak terkontrol menurut Purba *dkk.* (1993) adalah *Epinephelus tauvina*, *Epinephelus akaara*, *Epinephelus salmoides* dan *Epinephelus fario*.

Kendala utama usaha budidaya ikan napoleon wrasse adalah benih dari alam yang sangat terbatas dan bersifat musiman. Masalah utama pada usaha pembenihan adalah sulitnya mendapatkan induk matang gonad dari alam dan tingkat kematian yang tinggi pada stadia awal larva. Sebagian besar ikan laut yang dipelihara di dalam karamba jaring apung (KJA) atau bak beton mengalami gangguan fungsi reproduksi. Pada induk betina *vitellogenesis* dan perkembangan oosit tidak berjalan sempurna sedangkan pada induk jantan produksi sperma sedikit dan kualitasnya rendah. Berdasarkan konsep reproduksi buatan, pematangan gonad dapat dipacu dengan penggunaan hormon gonadotropin baik secara implan, oral ataupun suntikan. Untuk menginduksi proses oogenesis, spermatogenesis dan pemijahan pada ikan napoleon wrasse dapat dicoba menggunakan *luteinizing hormone releasing hormone* (LHRH) atau *luteinizing hormone releasing hormone analogue* (LHRHa) dalam bentuk pellet implan.

Secara alamiah, LHRH akan disekresikan oleh hipotalamus bila ada rangsangan dari luar (lingkungan) misalnya suhu, photoperiod, salinitas dan lainnya. LHRH menyebabkan kelenjar hipofisis dapat mensintesis dan mensekresikan *gonadotropic hormone I* (GTH I) yang dilepaskan ke dalam darah. GTH I akan merangsang gonad untuk terjadinya proses vitellogenesis. Dengan adanya umpan balik positif dari GTH I maka GTH II akan disekresikan yang menyebabkan *germinal vesicle* (GV) pada oosit bermigrasi ke bagian tepi sedangkan sel

granulosa akan terangsang untuk mensekresikan *maturation promoting factor* (MPF). Selanjutnya MPF akan merangsang *germinal vesicle* dari oosit berkembang menjadi *germinal vesicle breakdown* (GVBD), diikuti dengan proses vitellogenesis dan pematangan gonad.

Rekayasa reproduksi ikan napoleon wrasse yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pellet implan hormon LHRHa dengan dosis yang berbeda selama 3 bulan dengan selang pemberian masing-masing 30 hari. Implantasi hormon LHRHa pada ikan napoleon wrasse ini baru pertama dilakukan sehingga belum ditemukan dosis maupun waktu implan yang tepat. Untuk mengetahui pola dan frekuensi pemijahan ikan napoleon wrasse, perlu dilakukan pengamatan pemijahan dalam bak terkontrol selama minimal 6 bulan. Pola dan frekuensi pemijahan ini sangat penting dalam menentukan saat implan yang tepat. Bangsa ikan karang yang telah berhasil *didomestikasi*, sebagian besar memijah secara masal mengikuti sistem *lunar*. Untuk menciptakan kondisi seperti di alam dan menjaga kesegaran air, pergantian air dilakukan setiap hari sekitar 300% dengan menggunakan sistem pipa buka tutup (Murdjani, 1996). Selanjutnya, untuk penetasan telur digunakan cahaya lampu neon sedangkan untuk pemeliharaan larva, selain digunakan cahaya lampu neon juga dilakukan pengkayaan rotifer dengan menggunakan *scott's emulsion* dan emulsi kuning telur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka pokok permasalahan dapat dirinci sebagai berikut:

1. Bagaimanakah pola pemijahan ikan napoleon wrasse?
2. Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon estradiol-17β pada induk betina ikan napoleon wrasse?
3. Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse?
4. Bagaimanakah pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon testosteron induk jantan ikan napoleon wrasse?
5. Bagaimanakah pengaruh cahaya terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse?
6. Bagaimanakah pengaruh cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva mendapatkan pakan awal?
7. Bagaimanakah pengaruh cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse ?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Tujuan umum penelitian ini adalah melakukan rekayasa reproduksi pada ikan napoleon wrasse dengan melakukan manipulasi hormonal menggunakan pellet implan hormon LHRHa untuk menstimuli terjadinya pemijahan dan meningkatkan produksi benih sebagai sumberdaya perikanan agar lestari, dapat dikembangbiakkan dan dibudidayakan secara masal.

1.3.2 Tujuan khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengkaji pola pemijahan ikan napoleon wrasse.
2. Mengkaji perbedaaan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon estradiol-17β pada induk betina ikan napoleon wrasse.
3. Mengkaji perbedaan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse.
4. Mengkaji perbedaan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon testosteron induk jantan ikan napoleon wrasse.
5. Mengkaji perbedaan cahaya terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse.

6. Mengkaji perbedaan cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva mendapatkan pakan awal.
7. Mengkaji perbedaan cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat ilmiah

Manfaat dalam bidang ilmu yaitu memperdalam pengetahuan tentang reproduksi dan pola pemijahan ikan napoleon wrasse, dosis implan hormon LHRHa dan saat pemberian yang tepat untuk mengatasi gangguan fungsi reproduksi serta stimuli pemijahan pada induk, pencahayaan optimum saat inkubasi serta bahan pengkayaan rotifer untuk meningkatkan sintasan larva ikan napoleon wrasse.

1.4.2 Manfaat praktis

Dari hasil rekayasa reproduksi terhadap ikan napoleon wrasse ini diharapkan dapat diperoleh petunjuk tentang teknik implantasi hormon untuk stimuli pemijahan dan upaya meningkatkan kualitas telur. Manfaat dalam bidang aplikasi bisnis adalah meningkatkan produksi benih secara masal dalam rangka mensukseskan program pengembangan budidaya laut yang sedang digalakkan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Umum Ikan Napoleon Wrasse

Ikan napoleon wrasse termasuk hewan berdarah dingin. Suhu tubuhnya berubah-ubah mengikuti suhu lingkungan (*poikilotherm*). Habitat yang disukai adalah perairan karang jenis keras yang banyak ditumbuhi *algae*. Bersifat *soliter* atau berpasangan dan multi spesies. Populasinya membentuk suatu struktur komunitas dengan jenis ikan lain pada ekosistem terumbu karang. Tersebar di daerah Indo Pasifik, makanannya berupa berbagai jenis ikan, crustacea, cacing dan avertebrata (Kuiter, 1992). Ukuran tubuh dapat mencapai panjang total 229 cm dengan berat total 190,5 kg (Randall *et al.*, 1990). Bahkan menurut Moyle and Cech Jr. (1988) ukuran tubuh ikan napoleon wrasse dapat mencapai panjang total 3 m. Matang gonad setelah mencapai panjang total 111 cm (Lau and Li, 2000).

Di Indonesia, penyebaran ikan napoleon wrasse terdapat di seluruh perairan karang seperti di Karimunjawa (Jateng), Kepulauan Seribu (Jakarta), Teluk Banten (Jabar), Kepulauan Riau, Nias (Sumut), Pulau Weh (Aceh), Pulau Batu, Pulau Mentawai (Sumbar) dan perairan karang di kawasan Indonesia bagian timur (Lamidi *dkk.*, 1993; Slamet *dkk.*, 1993, Waspada *dkk.*, 1995).

Klasifikasi ikan napoleon wrasse berdasarkan taksonominya menurut Saanin (1984); Moyle and Cech Jr. (1988); Randall *et al.* (1990) dan Kuiter (1992) adalah sebagai berikut:

Phylum	:	Chordata
Sub Phylum	:	Vertebrata
Super Klas	:	Pisces
Klas	:	Osteichthyes
Sub Klas	:	Teleostei
Ordo	:	Percomorphi
Sub Ordo	:	Percoidea
Divisi	:	Labriformes
Famili	:	Labridae
Genus	:	*Cheilinus*
Spesies	:	*Cheilinus undulatus* Ruppell, 1835

Famili Labridae memiliki anggota lebih dari 500 spesies dengan variasi bentuk tubuh dan ukuran yang sangat beragam (Moyle and Cech Jr., 1988). Sebagai anggota famili Labridae, ikan napoleon wrasse memiliki bibir tebal dan lunak. Rahangnya lebar dan kuat. Memiliki gigi taring yang kuat dan tajam, serta sepasang gigi di tenggorokan yang masing-masing menyatu membentuk segitiga (Burgess *et al.*, 1990). Bentuk tubuhnya semi silindris, sirip dorsalnya memanjang, sisiknya *cycloid*, ekornya *rounded*, warna tubuhnya terang dan bersifat *diurnal* (Moyle and Cech Jr., 1988). Pada bagian sisik terdapat garis-garis

vertikal. Pada bagian pasterior bawah dari mata terdapat dua garis hitam yang memanjang. Sirip perut memanjang sampai ke anus (Lau and Li, 2000). Di samping itu, ikan napoleon wrasse bersifat *euryhalin*, yaitu tahan terhadap konsentrasi *osmotis* yang tinggi dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan (Murdjani, 1996).

Dari hasil analisis proksimat diketahui bahwa ikan napoleon mengandung air sebesar 84,77%, abu 0,96%, protein 13,72%, lemak 0,07% dan bahan lain 0,48% (Yuliansyah *dkk.*, 1993). Pada sampel induk, daging ikan napoleon wrasse mengandung air 77,43%; abu 4,88%; lemak kasar 5,45%; serat kasar 2,99% dan protein 61,28% (Winarsih, 2000). Berdasarkan penelitian terhadap hubungan panjang dan berat didapatkan persamaan eksponensial $W = 0{,}02198\ L^{2.903}$ yang berarti bahwa pertumbuhan panjang sedikit lebih cepat dari pertambahan berat. Dari 65 ekor sampel dengan beratnya antara 3 sampai 20 kg menunjukkan semakin besar ukuran induk, frekuensi kemungkinan didapatkannya induk jantan semakin besar. Data tersebut menguatkan dugaan bahwa ikan napoleon bersifat *protogeny hermaphrodite* (Slamet *dkk* , 1998).

Hampir semua ikan *protogeny hermaphrodite* yang ada di alam, memijah pada kedalaman air lebih dari 25 m. Kerapu jenis *Mycteroperca microlepis*, pada musim berpijah, induk matang gonad ditemukan pada kedalaman lebih dari 50 m, *Mycteroperca phenax* pada kedalaman lebih

dari 60 m, sedangkan *Epinephelus morio* ditemukan memijah pada kedalaman 25 sampai 120 m (Coleman *et al.*, 1996)

2.2 Reproduksi Ikan

Reproduksi merupakan mata rantai utama yang menentukan keberhasilan regenerasi suatu spesies untuk menghasilkan keturunan. Untuk mengetahui jenis kelamin ikan secara morfologi tidak mudah karena sifat seksual ikan memiliki tingkat keragaman yang tingg (Winarsih, 2000). Jika satu spesies ikan memiliki sifat morfologi yang dapat dipakai untuk membedakan jantan dan betina maka spesies itu bersifat seksual *dimorfisme*. Jika yang menjadi tanda jantan dan betina itu warna (biasanya ikan jantan memiliki warna yang lebih cerah) maka ikan itu bersifat seksual *dichromatisme*. Sifat dimorfis dan dichromatis ini ada yang sementara, hanya terjadi pada saat atau menjelang musim berpijah dan ada yang bersifat permanen (Moyle and Cech Jr., 1988). Secara umum, ikan yang memiliki organ jantan saja atau betina saja dalam tubuhnya disebut *gonokoris* sedangkan yang memiliki organ jantan dan betina pada satu individu disebut hermaprodit (Purdom, 1993). Jika pada saat matang gonad pertama berfungsi sebagai betina kemudian berubah fungsi menjadi jantan disebut *protogeny hermaphrodite*. Sebaliknya jika matang gonad pertama sebagai jantan kemudian berdeferensiasi menjadi betina disebut *protandry hermaphrodite*. Jika

kerapu bebek (Mayunar, 1995). Jenis biota laut yang telah dan sedang diteliti teknik budidaya serta tingkat pengusahaannya dapat dilihat pada tabel 1. Perbandingan harga ikan napoleon wrasse dengan beberapa ikan ekonomis yang lain dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1 Jenis biota laut yang telah dan sedang diteliti teknik budidayanya serta tingkat pengusahaannya.

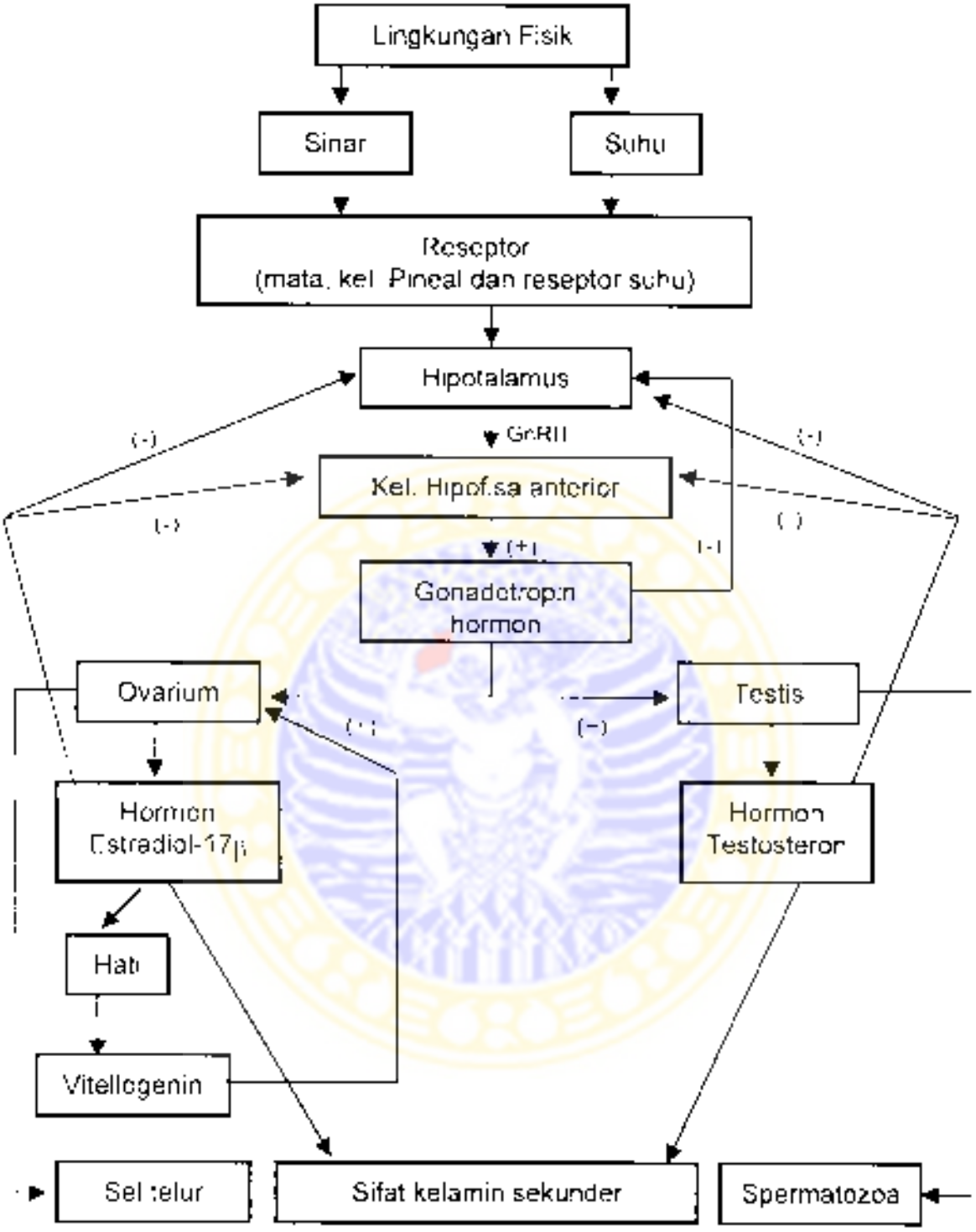
Spesies	Status Teknologinya		Tingkat Pengusahaan
	Pembenihan	Pembesaran	
Rumput laut (*Macroalgae*)			
Gracilaria changii, G. tenuistipitata, G. firma, Graciralia sp.	Uji coba (Alam/A)	Mantap	Komersial
Krustase (*Crustacea*)			
Udang (*Penaeus monodon, P. indicus, P. merguiensis*)	Mantap (Hatcheri/H)	Mantap	Komersial
Kepiting (*Scylla* spp.)	Uji coba (A)	Mantap	Uji coba
Lobster (*Panilurus polyphagus*)	Penelitian	Penelitian	Penelitian
Kekerangan (Molluska)			
Oyster (*Crassostrea* sp.)	Mantap (A)	Mantap	Uji coba
Kerang hijau (*Perna viridis*)	Mantap (A)	Mantap	Uji coba
Kerang mutiara (*Pinctada maxima*)	Mantap (A/H)	Mantap	Komersial
Ikan bersirip (Finfish)			
Bandeng (*Chanos chanos*)	Mantap	Mantap	Komersial
Kakap merah (*Lutjanus* sp.)	Uji coba (A)	Uji coba	Uji coba
Kakap putih (*Lates calcarifer*)	Mantap	Mantap	Uji coba
Kerapu lumpur (*Epinephelus coioides*)	Uji coba (A/H)	Uji coba	Uji coba
Kerapu macan (*E. fuscoguttatus*)	Uji coba (A/H)	Uji coba	Uji coba
Kerapu batik (*E. microdon*)	Uji coba (A)	Uji coba	Uji coba
Kerapu sunu (*Plectrophomus* sp.)	Penelitian	Penelitian	Uji coba
Kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*)	Uji coba (A/H)	Uji coba	Uji coba
Napoleon (*Cheilinus undulatus*)	Penelitian	Penelitian	Uji coba
Beronang (*Siganus* sp.)	Uji coba (A)	Mantap	Uji coba
Lain-lain (Others)			
Teripang (*Holothuria scabra*)	Mantap	Uji coba	Uji coba

Sumber: Sugama (1999).

Tabel 2. Daftar harga ikan laut hidup hasil budidaya di Kepulauan Riau untuk pasar di Singapura dan Hongkong.

Spesies	Harga di KJA (US$/Kg)	Harga di Restoran (US$/Kg)
Kerapu (*Grouper*):		
- Lumpur *(Epinephelus coioides/tauvina)*	14-18	18-21
- Malabar *(E. malabaricus)*	14-17	16-19
- Bebek/Tikus *(Cromileptes altivelis)*	61-86	62-87
- Kerapu sunu *(Plectrophomus leopardus, P. maculatus)*	25-29	36-43
Kakap merah (*Snapper*):		
- Kakap merah *(Lutjanus argentimaculatus)*	6-10	8-12
- Kakap John *(Lutjanus johni)*	6-10	7-11
Kakap putih *(Sea bass)* *(Lates calcarifer)*	7-9	9-11
Napoleon *(Wrase)* *(Cheilinus undulatus)*	61-79	66-93
Beronang *(Rabit fish)*:		
- *Siganus canaliculatus*	6-11	7-12
- *Siganus javus*	7-11	9-12
- *Siganus guttatus*	7-11	9-12
Kue (Jack dan Trevallys):		
- Ekor kuning *(Caranx ignobilis)*	2-3	4-6
- Golden trevally *(Gnathodon speciosus)*	7-11	9-12
- Threadfin trevally (Alectis indicus)	7-11	9-12
Krustasea *(Crustacea)*:		
- Udang windu *(Penaeus monodon)*	14-16	18-21
- Udang putih *(Penaeus merguiensis)*	14-16	18-21
- Kepiting Bakau *(Scylla serrata)*	6-7	9,0-9,5
- Lobster *(Panilurus polyphagus)*	20-24	23-26
Kerang *(Molusca)*:		
- Kerang hijau *(Pema viridis)*	0,2-0,4	0,6-0,7
- Oyster *(Crassostrea gigas)*	1-2	2-3

Sumber: Sugama (1999).



Gambar 1. Alur stimulasi (+) dan inhibitasi (-) lingkungan terhadap reproduksi ikan (Moyle and Cech Jr., 1988).

Tingkah laku reproduksi pada ikan sangat dipengaruhi oleh sifat induk, apakah induk melakukan perlindungan terhadap keturunannya atau tidak? Kegiatan reproduksi dapat dibagi menjadi tiga fase yaitu (1) pra pemijahan yang berkaitan dengan aktifitas mencari makan, ruaya, pembuatan sarang, sekresi feromon yaitu suatu zat yang berfungsi untuk menarik lawan jenis dan gerakan-gerakan rayuan; (2) pemijahan yang ditandai dengan gerakan-gerakan eksotik dengan menggetarkan seluruh bagian tubuh bersamaan dengan pelepasan telur dan spermatozoa; (3) pasca pemijahan yang antara lain berupa penutupan sarang, penjagaan sarang yang berisi telur yang telah dibuahi atau menjauhi daerah pemijahan (Effendie, 1997).

Musim pemijahan ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain tempat di mana ikan itu hidup, spesies dan fase bulan (Tridjoko *dkk.*, 1996). Untuk kerapu macan, puncak musim pemijahan terjadi pada bulan Agustus sampai Nopember (Mayunar *dkk.*, 1991). Sedangkan untuk ikan kakap putih puncak musim pemijahan terjadi bulan Nopember sampai Januari (Slamet *dkk.*, 1995). Pada proses reproduksi buatan untuk beberapa ikan karang seperti ikan napoleon, sering menghadapi hambatan yang berkaitan dengan perkembangan gonad. Hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain: (1) pada ikan betina yang dipelihara di dalam kurungan (jaring apung atau jaring tancap), proses oogenesis sering tidak terjadi secara sempurna. Oosit berkembang sampai tahap vitellogenesis tetapi kemudian dengan cepat mengalami

atresia, akibatnya pematangan oosit dan ovulasi tidak terjadi sehingga tidak mungkin terjadi pemijahan; (2) pada ikan jantan dapat terjadi gangguan proses spermatogenesis sehingga produksi spermatozoa menjadi sangat sedikit dan ini terjadi pada bangsa ikan kakap dan grey mullet (belanak); (3) pada Ikan karang ini dapat terjadi perubahan jenis kelamin terutama pada beberapa ikan hermaprodit; (4) pemijahan yang tidak sinkron pada ikan ini menyebabkan kegagalan fertilisasi dan (5) musim berpijah yang sangat terbatas sehingga kemampuan memproduksi telur dan larva menjadi rendah (Zohar, 1989).

Di alam, ikan napoleon berkembangbiak dengan cara perkawinan dan bertelur diikuti proses fertilisasi oleh sel spermatozoa. Induk betina matang gonad pertama terjadi setelah panjang tubuh mencapai 60 cm dengan berat badan sekitar 5 kg. Sekali bertelur jumlahnya dapat mencapai antara 1000 sampai 3000 butir, bentuk telur bulat dengan diameter 500-600 mikron. Ikan betina mempunyai ukuran relatif lebih kecil dibandingkan ikan jantan (Murdjani, 1996).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Slamet *dkk.* (1998) terhadap 65 ekor ikan napoleon hasil tangkapan nelayan di Pulau Kangean Madura dan Nusa Tenggara dengan berat badan antara 3 kg sampai 20 kg per ekor didapatkan bahwa ovarium ikan betina mulai berkembang setelah mencapai berat 3,8 kg dengan panjang total 56 cm sedangkan matang gonad pertama terjadi setelah mencapai berat 5,5 kg dengan panjang total 64 cm dan diameter oosit lebih besar dari 400 μm.

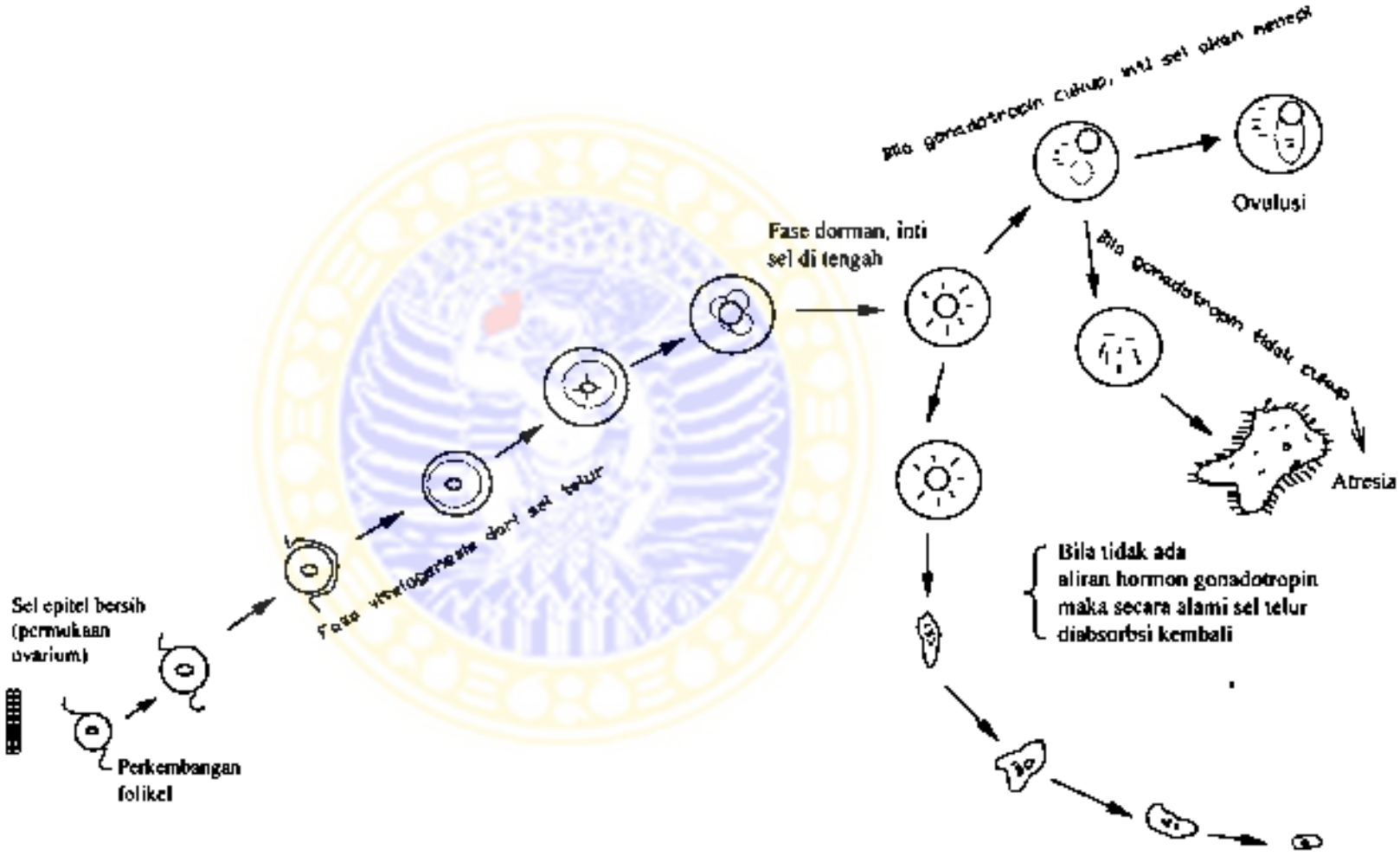
Ikan jantan dewasa terkecil yang ditemukan adalah dengan berat 11 kg dengan panjang total 74 cm. Ikan jantan yang siap memijah setelah mencapai panjang total 98 cm dengan berat badan 16,5 kg. Dari hasil penelitian ini ternyata ikan napoleon dengan berat lebih dari 14 kg dengan panjang total 91 cm semuanya berkelamin jantan.

Sebagaimana halnya dengan ikan-ikan bertulang sojati (*teleostei*), gonad pada awal perkembangannya berasal dari sel-sel kecambah primordial (*primordial germ cell*) yang berada di luar lokasi gonad yang kemudian bermigrasi ke lokasi gonad. Teleostei mempunyai ovarium berbentuk memanjang dan kompak yang pada permukaannya terdiri dari oogonia, oosit dengan sel-sel folikel yang mengelilinginya di samping jaringan penunjang atau stroma, jaringan pembuluh darah dan syaraf (Nagahama, 1983). Perkembangan gonad selanjutnya pada ikan ini secara garis besar dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap pertumbuhan gonad sehingga ikan mencapai tahap dewasa kelamin dan tahap pematangan produk seksual (Siregar, 1989). Pada ovarium ikan terdapat bakal sel telur yang dilindungi suatu jaringan pengikat yang bagian luarnya dilapisi sel *peritoneum* dan bagian dalamnya dilapisi oleh sel *epitelium*. Sebagian dari sel epitelium akan membesar dan berisi inti (nucleus). Sel epitelium ini kelak akan menjadi sel telur. Sebagian dari sel epitelium menjadi pipih dengan inti yang memanjang, kemudian menyelebungi sel telur sebagai lapisan granulosa sedangkan bagian luar terdapat lapisan sel yang berasal dari jaringan pengikat. Fase

perkembangan sel telur menurut Woynarovich and Horvath (1984) ini dapat dilihat pada gambar 2.

Pada permukaan ovarium terdapat oosit dengan berbagai stadia tergantung pada tipe reproduksinya (Nagahama, 1983). Menurut Harder (1975) tipe reproduksi ikan dapat dibedakan dalam tiga kelompok yaitu: a) tipe *sinkroni total* yaitu oosit berkembang pada ovarium pada stadia yang sama. Tipe ini biasanya terdapat pada spesies ikan yang memijah hanya sekali dalam satu tahun; b) tipe *sinkroni kelompok* dengan dua stadia pada ovarium yaitu ada kelompok oosit yang besar dan matang serta ada kelompok oosit yang sangat kecil tanpa kuning telur; dan c) tipe *asinkroni* yaitu terdapat berbagai stadia pertumbuhan oosit di dalam satu ovarium.

Sebagian besar ovarium pada beberapa ikan teleost tidak memiliki jaringan medula sehingga ovarium hanya terdiri dari korteks saja. Tidak adanya medula pada ovarium ini membuka kemungkinan terjadinya kasus *intersex* (Sjafei *dkk.*, 1991). Mengenai terjadinya intersex pada ikan kerapu malabar berumur 10 - 48 bulan, perkembangan pertama ovarium terjadi pada umur 15 bulan dan menjadi matang pada umur 19 bulan sedangkan pemijahan pertama terjadi pada umur 22 bulan dengan berat badan sekitar 3,7 kg. Pada ikan yang jantan, tahapan spermatogenesis terjadi pada umur 34 bulan dengan berat sekitar 6,0 kg (Yashiro *et al.*, 1993).



Gambar 2. Fase perkembangan sel telur pada ikan (Woynarovich and Horvath, 1984).

PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Untuk ikan *red grouper (Epinephelus akaara)* berdasarkan penelitian Tseng dan Ho (1988), induk betina matang gonad terjadi setelah mencapai umur 3 tahun dengan berat 500 gram sampai 700 gram, panjang tubuh berkisar antara 28 cm sampai 32 cm, lubang genital berwama merah muda (pink) dan diameter oosit mencapai 0,25 mm. Induk jantan ukurannya lebih besar berumur lebih dari 4 tahun dengan panjang 39 cm, berat badan 1 kilogram dan sperma dapat dikumpulkan dan diamati setelah dikeluarkan dengan cara *stripping*.

Di dalam usaha pembenihan, keberhasilan pemijahan sangat ditentukan oleh jumlah dan mutu induk, sedangkan mutu telur dan spermatozoa dipengaruhi oleh jenis dan mutu pakan yang diberikan. Untuk induk yang sedang bereproduksi, ransum pakan harus mengandung protein paling rendah 70%. Hal ini harus diperhatikan karena kualitas gonad dipengaruhi oleh jenis dan mutu pakan induk (Cho *et al.*, 1983). Sebelum terjadi pemijahan sebagian besar hasil metabolisme pakan akan dipakai untuk perkembangan gonad. Berat gonad akan bertambah besar sejalan dengan peningkatan diameter telur. Berat gonad maksimum dicapai pada saat ikan akan memijah, kemudian menurun kembali dengan cepat selama pemijahan berlangsung sampai selesai (Effendie, 1978).

Pemilihan kualitas induk yang baik dengan umur dewasa kelamin yang tepat merupakan salah satu kunci keberhasilan pematangan gonad dan pemijahan buatan (Mayunar *dkk.*, 1995). Induk yang diperoleh dari

alam, hasil seleksi yang harus memenuhi persyaratan adalah sehat, tidak mempunyai cacat tubuh, ukurannya seragam dan telah matang gonad. Induk diharapkan dapat mewariskan sifat-sifat khusus yang dikehendaki yaitu: cepat tumbuh, tahan terhadap penyakit, mortalitas rendah, fekunditas tinggi dan mempunyai kemampuan mengkonversi pakan secara efisien (Waspada *dkk*., 1995). Ikan yang dipersiapkan untuk menjadi induk harus mendapatkan pakan yang berkualitas tinggi dalam ransum hariannya, dengan kadar protein yang cukup dengan kandungan asam amino yang lengkap. Koefisien penggunaan pakan ini berbanding lurus dengan konsentrasi oksigen di dalam air (Zonneveld *et al*., 1991).

Kebutuhan asam amino esensial dalam pakan berhubungan erat dengan pola asam amino esensial yang terkandung dalam daging ikan napoleon wrasse. Berdasarkan penelitian Asmanelli dan Lamidi (1994), pakan yang tidak mengandung asam amino tripthopan dapat menghambat pertumbuhan dan dianggap sebagai faktor pembatas terhadap pertumbuhan induk ikan napoleon wrasse.

Untuk ikan kerapu malabar, *Epinephelus malabaricus*, perkembangan akhir ovarium sudah terjadi pada usia 15 bulan, namun induk betina yang baik untuk pemijahan adalah setelah berumur 3 tahun (Yashiro *et al*., 1993). Pada ikan napoleon wrasse, kematangan gonad terjadi setelah mencapai ukuran panjang 60 cm dengan berat badan sekitar 5 kg. Untuk meningkatkan kualitas induk dan memacu pematangan gonad, induk ikan dapat diberi vitamin E (d-α-Tokoferol)

dengan dosis 100 mg per kg bobot induk per minggu. Sedangkan untuk meningkatkan kesehatannya sebaiknya diberi vitamin C dan B komplek dengan dosis 50 mg per kg bobot induk per dua minggu serta campuran beberapa vitamin sebanyak 50 mg per kg bobot induk per bulan (Murdjani, 1996).

Pemijahan buatan dapat dipacu dengan beberapa cara antara lain dengan manipulasi air, implan atau suntikan hormon (Ruangpanit *et al.*, 1993). Implan hormon yang sering digunakan adalah hormon LHRHa yang dapat dipakai untuk mengontrol tahapan pendewasaan oosit, ovulasi pada ikan betina dan spermiasi pada yang jantan serta memacu terjadinya pemijahan (Billard, 1993). Untuk ikan bandeng, pellet hormon LHRHa dosis 100 μg dapat memacu pematangan gonad calon induk jantan lebih cepat dibandingkan dengan dosis 200 μg dan 300 μg. Untuk calon induk betina dosis 200 μg ternyata dapat memacu pematangan gonad secara bertahap dan berlanjut (Priyono *dkk.*, 1993). Implantasi hormon LHRHa pada ikan *protogeny hermaphrodite* dapat menginduksi ovulasi pada induk betina tetapi di sisi lain juga dapat menginduksi terjadinya perubahan kelamin ikan tersebut (*sex reversal*). Dosis hormon LHRHa dalam bentuk *pellet* kolesterol yang diimplantasikan adalah 200 - 250 μg per kg berat badan (Watanabe *et al.*, 1995). LHRH mempunyai waktu paruh yang relatif singkat. Pemberian LHRH dosis rendah 250 μg/kg pada teleost akan meningkatkan sekresi LH dari kelenjar hipofisa anterior sehingga konsentrasi *luteinizing hormone* (LH) dalam

plasma darah meningkat dalam waktu sekitar 10 menit. Namun dengan dosis tinggi yaitu 1 mg per kg berat badan, konsentrasi LH plasma darah dapat mencapai 25 menit (Peter, 1983). Menurut Donaldson *et al.*, (1982), penggunaan LHRHa dapat mempercepat terjadinya ovulasi pada ikan coho salmon jika dikombinasi dengan penyuntikan *salmon gonadotropin* (SG-G100) dengan dosis 100 μg per kg berat badan.

Untuk ikan kerapu macan, penggunaan implan *pellet* hormon LHRHa dapat memberikan pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva lebih baik dibandingkan dengan tanpa implan (Purba *dkk.*, 1995). LHRHa superaktif yang dapat menginduksi pelepasan GTH adalah D-Ala^{6} (Des-Gly^{10}ethylamine-LHRH) terutama pada ikan teleostei (Haylor, 1993). Injeksi LHRHa D-Ala^{6} menyebabkan pecahnya *germinal vesicle breakdown* (GVBD) pada ikan coho salmon dalam 96 jam. Penyuntikan LHRHa menyebabkan peningkatan kadar 17α, 20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17α,20β-DP) dalam waktu kurang dari 24 jam (Kraak *et al.*, 1984). Sedangkan pada ikan milkfish (bandeng), pembenan implan LHRHa dengan dosis 250 μg dapat memacu pematangan gonad dan pemijahan akan terjadi dalam waktu 48 jam setelah implantasi (Tamaru, 1988). Hormon yang digunakan untuk pematangan gonad biasanya disuntikkan secara intramuscular di bawah sirip punggung pertama. Tseng and Ho (1988) menggunakan *Puberogen* untuk pematangan gonad *Epinephelus akaara* dengan dosis 100 IU untuk induk betina dan 50 IU untuk induk jantan. Sedangkan untuk pendewasaan gonad ikan kakap dapat

digunakan HCG dengan dosis 750-1000 IU per kilogram berat badan induk (Slamet *dkk.*, 1995). Hormon HCG identik dengan hormon LH yang berperan dalam pematangan sel telur, sedangkan Puberogen merupakan hormon sintetis yang komposisinya terdiri dari 63% *follicle stimulating hormone* (FSH) dan 37% Luteinizing Hormone (LH) (Pillay, 1990) yang berfungsi merangsang sintesis dan pelepasan hormon estrogen sehingga memacu pertumbuhan beberapa sel folikel pada induk betina dan sintesis dan pelepasan hormon androgen yang selanjutnya memacu pertumbuhan sel interstitial dan sel *leydig* pada ikan jantan. Di samping itu LH juga dapat mendorong pada proses spermiogenesis pada ikan jantan dan oogenesis pada yang betina serta dapat memacu proses steroidogenesis pada ikan jantan (Sumantadinata, 1988). HCG dan Puberogen sangat efektif untuk memacu proses pemijahan karena diduga HCG dapat berperan pada tahap pematangan akhir sel telur maupun spermatozoa sedangkan Puberogen dapat berperan merangsang proses ovulasi pada yang betina maupun spermiasi pada yang jantan sebelum terjadinya pemijahan (Santoso dan Notominarto, 1991).

Dalam proses pemijahan buatan, sebelum dilakukan stripping, induk jantan maupun betina diadakan anestesi dengan memakai 2-Phenoxyethanol dengan kadar larutan 50 ppm (Ismail, 1993). Dari 19 jenis bahan anestesi yang ada, yang baik adalah 2-Phenoxyethanol yang juga dikenal sebagai *phenyl cellosolve, phenoxethol, ethylene glycol monophenyl ether* atau *β-hydroxyethyl phenyl ether*. Bahan anestesi ini

banyak dipakai untuk ikan salmonid, cod, rainbow trout dan beberapa jenis ikan laut yang lain (Iwama and Ackerman, 1994).

2.3 Hormon Reproduksi

2.3.1 Pengertian hormon

Hormon berasal dari kata Yunani yang berarti membangkitkan aktivitas. Hormon bekerja pada sel yang berdekatan dalam kelenjar (fungsi *parakrin*) seperti halnya pada sel dimana mereka disintesis (fungsi *autokrin*) (Granner, 1992). Turner dan Bagnara (1988) dan Partodihardjo (1992) memberi definisi, bahwa hormon adalah: a) zat organik yang dihasilkan oleh sel-sel khusus dalam jumlah yang sangat sedikit dan dilepaskan pada saat yang tepat dengan kadar yang tetap untuk sel sasaran, bila waktu atau kadarnya tidak tepat maka fungsi sel sasaran akan terganggu; b) diedarkan melalui peredaran darah menuju sel sasaran dan bekerja dengan reaksi biokimiawi tertentu melalui dorongan atau hambatan dari kerja enzim; c) merangsang sel tertentu dan berinteraksi dengan reseptor khusus pada sel sasaran, kalau tidak ada respon yang cocok maka hormon tidak dapat beraksi dan akan diubah oleh zat anti hormon (*otofarmakologik*) dalam cairan tubuh; d) satu hormon dapat mempengaruhi beberapa sel sasaran yang berlainan, tetapi dapat pula pada satu organ bekerja lebih dari satu hormon seperti ovarium dan testis, e) satu hormon dapat mempengaruhi sistem syaraf atau sebaliknya, syaraf dapat mempengaruhi suatu hormon; f) bekerja

sama dengan syaraf untuk mengatur kegiatan organ tubuh; g) berpengaruh untuk mengaktifkan enzim khusus.

Suatu zat organik yang dapat merangsang sel tetapi tidak dihasilkan oleh sel-sel khusus seperti *glukosa*, *asam lemak* dan CO_2 atau suatu zat organik yang dihasilkan oleh sel khusus seperti *acetylcholin*, *norepinephrin* dan *histamin* tetapi tidak diedarkan melalui peredaran darah dan prostaglandin yang diedarkan melalui peredaran darah tetapi tidak dihasilkan oleh sel-sel khusus maka zat organik tersebut tidak termasuk sebagai hormon (Partodihardjo, 1992). Jadi definisi hormon adalah zat organik yang dihasilkan oleh jaringan atau kelenjar tertentu dalam jumlah yang sangat sedikit dan diangkut melalui peredaran darah menuju sel sasaran untuk merangsang sel atau jaringan tersebut agar berfungsi dengan baik sehingga proses kehidupan dapat berlangsung secara normal.

Selanjutnya, fungsi hormon secara umum adalah mengatur aktivitas tubuh dengan kecepatan yang relatif lambat. Fungsi hormon secara khusus adalah: a) sebagai katalisator pada sistem enzim dalam satu sel dari organ sasaran; b) sebagai pengatur permiabilitas dinding sel untuk memudahkan kerja enzim antar sel; c) sebagai pendorong aktivitas gen tertentu dalam tubuh; dan d) pendorong sintesis protein oleh RNA dalam sitoplasma.

Secara garis besar, kerja hormon dapat dikelompokkan menjadi 4 macam yaitu:

a) mengendalikan tubuh dengan jalan mengatur komposisi kimia dan volumenya;
b) memberikan respons terhadap perubahan lingkungan yang drastis untuk menjaga tubuh dari infeksi, trauma, stress, dehidrasi, rasa lapar dan pendarahan;
c) membantu proses perkembangan dan pertumbuhan tubuh;
d) membantu proses reproduksi dan suplai makanan pada embrio.

Mekanisme kerja hormon pada organ sasaran secara umum mengikuti langkah sebagai berikut: hormon berinteraksi dengan reseptor pada dinding sel, sitoplasma dan inti sel sasaran. Reseptor berfungsi mengenal hormon yang diperlukan oleh sel untuk membentuk kompleks hormon reseptor yang akan mengaktifkan sel. Efektifitas kerja hormon dipengaruhi oleh anti bodi dan reseptor yang ada dalam sel.

Klasifikasi hormon secara umum sulit dilakukan karena pengaruhnya terhadap sel sasaran sangat bervariasi. Ada hormon yang bekerja sama dengan hormon lain seperti hormon FSH dan LH dalam mempengaruhi ovarium atau testis dan ada hormon yang berpengaruh ganda terhadap sel sasaran seperti hormon prolaktin pada korpus luteum dan kelenjar ambing (pada mamalia) (Partodihardjo, 1992). Berdasarkan pengaruhnya, hormon dikelompokkan menjadi 4 yaitu: hormon kinetik, hormon metabolik, hormon morfogenetik dan hormon perilaku.

Berdasarkan struktur kimiawinya, hormon dikelompokkan menjadi 4 macam yaitu : (1) hormon steroid (estrogen, progesteron, testosteron dan

kortiko steroid); (2) hormon peptida (GnRH, oksitosin, vasopresin); (3) hormon protein (LTH atau prolaktin dan GH) dan (4) hormon glikoprotein (LH, FSH, PMSG dan HCG).

Dilihat dari sumbernya, hormon dibagi atas 4 kelompok yaitu: (1) *neurohormon*, yaitu hormon yang dihasilkan oleh sel syaraf pusat (hipotalamus) yang menghasilkan *releasing hormon*, *oksitosin* dan *vasopresin*; (2) *parahormon*, yaitu hormon lokal yang mengatur jaringan atau organ yang sama pada sumbernya, misalnya PGF_2; (3) *fitohormon*, yaitu hormon yang dihasilkan oleh tumbuhan dan (4) feromon (ferohormon) yaitu hormon dari golongan insekta dan invertebrata sebagai daya tarik seksual atau alat tanda bahaya (Turner and Bagnara, 1988).

2.3.2 Hormon reproduksi pada ikan

Selain mengatur perkembangan alat reproduksi, sistem hormon pada ikan juga mempunyai fungsi mengatur perkembangan sifat kelamin sekunder dan tingkah laku reproduksi (Matty, 1985). Pada mamalia, terdapat dua macam hormon reproduksi yang dikeluarkan dari kelenjar hipofisa, yaitu FSH dan LH. Dengan adanya kedua hormon ini dalam darah, ovarium akan merespon dengan memproduksi hormon estrogen dan progesteron (Partodihardjo, 1992). Pada ikan, hormon semacam LH berperan mengatur pematangan gonad dan ovulasi, sedangkan hormon semacam FSH tidak terdapat pada sebagian besar ikan. Ovulasi biasanya terjadi beberapa saat setelah *spawning* (kawin), dan hormon yang

berpengaruh terhadap spawning diatur langsung oleh susunan syaraf pusat (Smith, 1982). Seperti disebutkan oleh Hirose (1991) dalam tabel 3 di bawah ini, hormon yang berperan terhadap reproduksi ikan disintesa oleh kelenjar hipotalamus, hipofisa anterior dan gonad. Ketiga kelenjar endokrin ini merupakan satu poros yang mengatur proses reproduksi. Secara skematis sistem kontrol pada proses reproduksi ikan dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Hormon yang memegang peranan penting dalam mengatur sifat kelamin sekunder adalah hormon estrogen dan progesteron yang dihasilkan oleh ovarium. Hormon steroid ini mempengaruhi perubahan warna tubuh sehingga menjadi daya tarik seksual. Di samping itu dapat juga menyebabkan terjadinya perubahan bentuk pada permukaan tubuh seperti timbulnya semacam jerawat pada bagian atas kepala pada masa pemijahan (Effendie, 1997).

Tabel 3. Hormon yang berperan pada proses reproduksi ikan.

Hormon	Sumber	Efek
I. Hormon protein		
Gonadotropin(GTH)	hipofisa	spermatogenesis, spermiasi, pembentukan yolk, pematangan akhir, ovulasi dan pemijahan
HCG (eksogen)	placenta	spermiasi, ovulasi dan pemijahan
LHRH (LHRHa)	hipotalamus	pembentukan yolk dan ovulasi
II. Hormon steroid		
Estradiol-17β	ovarium	pembentukan yolk
Antiestrogen	-	pembentukan yolk dan ovulasi
17α-20β-diOHprog	ovarium	pematangan akhir
III. Hormon lain		
Prostaglandin (eksogen)	ovarium atau salurannya	ovulasi dan pemijahan
Dopamin antagonis	-	efek dopamin terhadap sekresi GnRH dan ovulasi

Sumber : Hirose (1991)

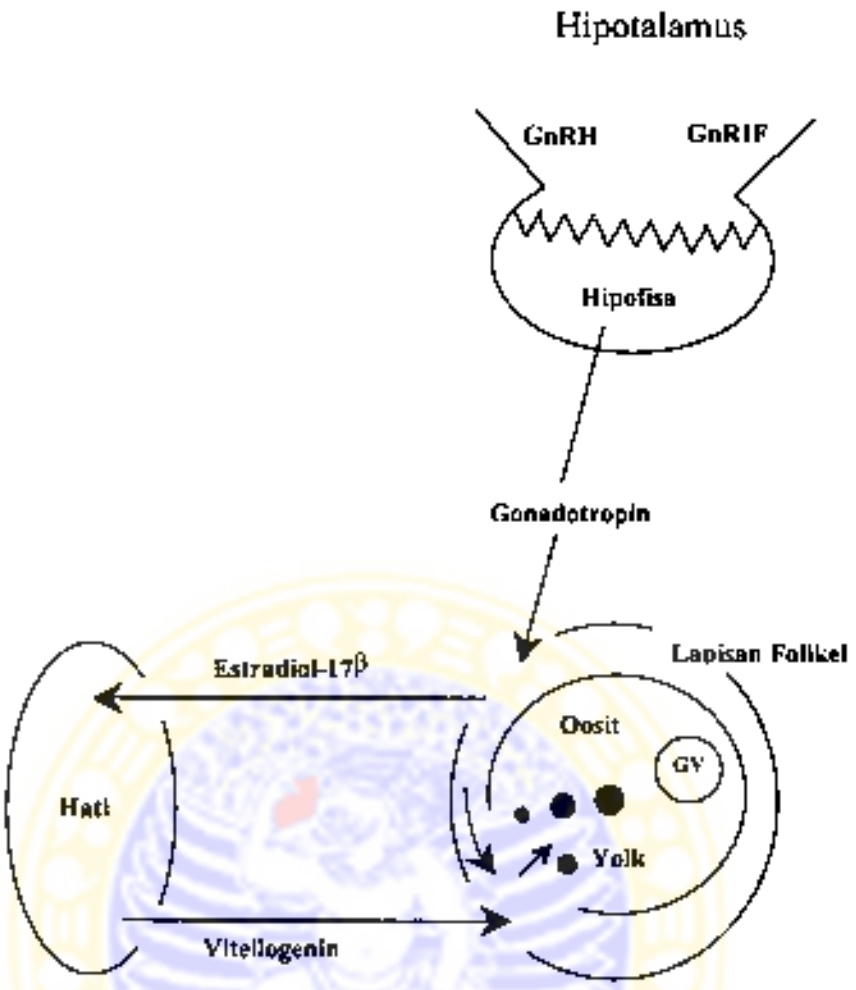
Banyak ikan yang hidup di air laut bersifat *hermaphrodite*, pada saat matang gonad pertama kali bersifat sebagai jantan kemudian berubah fungsi menjadi betina atau sebaliknya. Dalam hal ini hormon steroid mempunyai peranan dalam perubahan seksual ini (Shapiro, 1994).

Ada tiga kelompok hormon steroid kelamin (sex steroid) yang penting dalam proses reproduksi, yaitu: (1) progestogen atau progesteron yang merupakan *precursors* hormon steroid lain. Hormon ini memegang peranan penting pada proses pendewasaan oosit; (2) estrogen atau estradiol-17β yang banyak berperan pada perkembangan saluran reproduksi ikan betina, perkembangan sel oosit atau *vitellogenesis*; (3) androgen atau testosteron yang berperan penting pada perkembangan sistem reproduksi dan tingkah laku pada ikan jantan (Yashiro *et al.*, 1993).

Pematangan oosit pada goldfish *Carassius auratus* dapat direkayasa dengan penyuntikan *human chorionic gonadotropin* (HCG) atau dengan hormon 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17α,20β-DP) (Yamashita dan Nagahama, 1995). Sedangkan pada ikan salmonid, aktifitas hormon 17α,20β-DP berpengaruh terhadap tahapan pendewasaan oosit dan fraksi sub seluler dari perkembangan oosit. Hal ini tidak berbeda dengan spesies ikan yang lain (Weisbart *et al.*, 1994). Pemberian suntikan HCG, LHRHa atau kombinasi HCG dan 17α,20β-DP dapat menginduksi pemijahan ikan di luar musim berpijah (Malison *et al.*, 1998). Sedangkan vitellogenin pada ikan salmonid menurut Norberg and Haux (1985) yang dikutip oleh Tyler (1991) merupakan kompleks

glikolipofosfoprotein yang berisi lipid sekitar 20% terutama *phospholipid* dengan *triglycerids* dan cholesterol. Asam amino yang terdapat dalam vitellogenin beberapa ikan salmonid adalah serine (Tyler, 1991).

Proses oogenesis pada teleost terdapat dua fase, yaitu pertumbuhan oosit (*vitellogenesis*) dan pematangan oosit. Vitellogenesis merupakan aspek penting pertumbuhan oosit yang meliputi rangkaian proses: (1) adanya sirkulasi estrogen (estradiol-17β) dalam darah menggertak hati untuk mensintesa dan mensekresikan *vitellogenin* yang merupakan *precursor yolk protein*; (2) vitellogenin diedarkan menuju lapisan permukaan oosit yang sedang tumbuh; (3) secara selektif vitellogenin akan ditangkap oleh reseptor dalam *endocytosis* dan (4) terjadi translokasi sitoplasma membentuk badan kuning telur bersamaan dengan pembelahan *proteolytic* dari vitellogenin menjadi sub unit polipeptida protein kuning telur, lipovitellin dan phosvitin. Adanya vitellogenin menunjukkan terjadinya akumulasi polipeptida kuning telur di dalam oosit. Selama pertumbuhan oosit, terjadi peningkatan indek gonad (GS I) 1% sampai 20% atau lebih (Tyler, Sumpter and Campbell, 1991). Proses vitellogenesis dan pematangan telur juga berkaitan erat dengan parameter lingkungan, terutama suhu air dan photoperiod (Sullivan *et al.*, 1991). Untuk menganalisa karakteristik protein kuning telur pada oosit dapat digunakan teknik *gel electrophoretic* dan *chromatography* (Selman and Wallace, 1989).

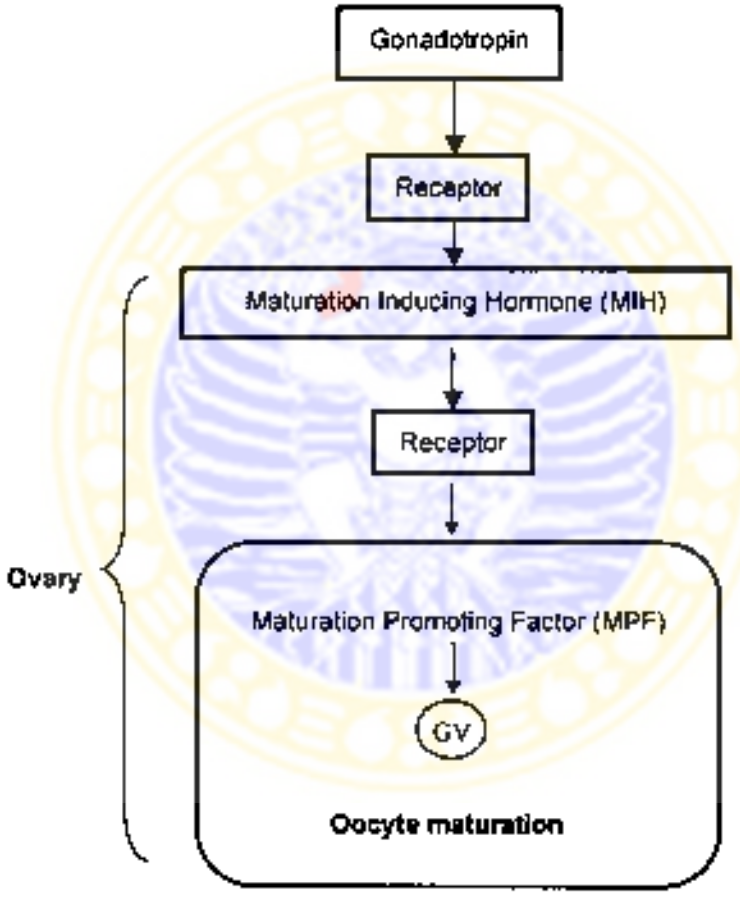


Gambar 3. Pengaturan hormonal selama proses vitellogenesis pada ikan teleostei (Cerda *et al.*, 1996).

Vitellogenin adalah glikolipofosfoprotein yang merupakan penyusun utama protein kuning telur pada hewan-hewan ovipar (Tyler *et al.*, 1991) dan memberikan kontribusi 80-90% dari berat kering protein kuning telur pada ikan teleost. Vitellogenin terikat dalam darah dan dibawa dari hati ke ovarium yang kemudian diikat oleh reseptor oosit. Selanjutnya secara enzimatis, vitellogenin diubah ke dalam bentuk protein kuning telur yaitu *lipovitellin* dan *phosvitin* (Soyano, 1998). Produksi vitellogenin dan deposisi kuning telur merupakan faktor penting dalam proses

pembentukan oosit dan sangat berperan dalam menentukan perkembangan embrio serta kelangsungan hidup larva pada ikan (Mommsen and Walsh, 1988).

Menurut Nagahama (1983) peranan gonadotropin terhadap perkembangan oosit dapat digambarkan secara skematis seperti pada gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Pengaturan hormonal pada tahap pematangan oosit (Nagahama, 1983).

Proses oogenesis pada ikan dikontrol oleh hormon gonadotropin (GTH), terdiri dari GTH I yang mengontrol proses vitellogenesis sedangkan GTH II mengatur pematangan oosit. Dalam proses vitellogenesis, GTH I menggertak biosintesa estradiol-17β. Hormon ini akan menginduksi hati untuk mensintesa dan mensekresikan *vitellogenin* (Kagawa, 1994).

Pematangan oosit dikontrol oleh serangkaian kerja dari tiga mediator utama. Mediator primer oleh GTH yang disekresi oleh kelenjar hipofisa. GTH akan menggertak sel-sel folikel yang membungkus oosit untuk mensintesa dan mensekresikan mediator sekunder, yaitu *maturation-inducing hormone* (MIH). MIH bekerja pada permukaan oosit untuk menggertak pembentukan dan mengaktifkan mediator tersier, yaitu *maturation promoting factor* (MPF) di dalam sitoplasma oosit. MPF akan memicu gejala-gejala terjadinya pematangan oosit seperti terjadinya perusakan *germinal vesicle*, kondensasi kromosom dan pembentukan gelendong-gelendong kromosom pada intinya (Nagahama, 1983).

Ada dua macam hormon gonadotropin yaitu GTH I dan GTH II yang telah dapat disintesa dari kelenjar hipofisa dan dipisahkan antara kedua hormon tersebut. Konsentrasi GTH I dan GTH II berubah sesuai dengan tahapan perkembangan proses reproduksi. Sel-sel hipofisa penghasil GTH I jumlahnya meningkat selama proses vitellogenesis dan spermatogenesis, sedangkan sel-sel penghasil GTH II jumlahnya meningkat pada saat menjelang *spawning* (berpijah) (Moberg *et al.*,

1995). Tahap akhir pematangan gonad dan ovulasi disebabkan oleh peningkatan GTH II secara mendadak (puncak GTH II). Puncak GTH II menyebabkan pembentukan hormon steroid secara biologis dikonversi dari estradiol-17β menjadi 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one. Akibat adanya hormon 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one yang baru terbentuk akan merangsang tahap akhir kematangan gonad dan disusul terjadinya ovulasi (Aida, 1996).

Bila sel telur yang akan diovulasikan tertahan pada rongga peritoneal (*peritoneal cavity*), telur tersebut akan mengalami perkembangan terlalu masak sehingga terjadi penurunan kualitas secara progresif (Formation *et al.*, 1993). Setelah terjadinya ovulasi pada ikan amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus*, akan diikuti oleh sekresi progesteron dan derivatnya. Pada ikan golongan *Gasterosteus aculeatus*, sekresi progesteron akan menggertak sekresi cairan ovarium (*ovarian fluid*) sehingga telur yang terlalu masak akan mengalami degradasi (Lam, 1995). Menurut Khoo (1975) yang dikutip Hardjamulia (1987) telur yang mengalami degradasi sebelum terjadi ovulasi akan diabsorbsi kembali oleh jaringan ovarium, kemudian kuning telur difagositosis oleh sel granulosa yang mengalami hipertrofi. Setelah proses fagositosis berakhir, sel granulosa hancur dan terbentuk massa seluler yang tidak teratur disertai adanya pigmen tertentu berwarna kuning.

2.3.3 Peranan estradiol-17β dalam proses vitellogenesis

Estradiol-17β adalah estrogen utama pada ikan yang berfungsi memacu sintesa GnRH. Kadar estradiol-17β yang tinggi di dalam darah akan merupakan umpan balik yang positif terhadap hipotalamus. Adanya estradiol-17β dalam darah menimbulkan rangsangan pada hipotalamus dalam memacu produksi Gonadotropin Releasing Hormone (GnRH). Selanjutnya GnRH yang dihasilkan akan merangsang hipofisa dalam memproduksi Gonadotropin (GTH). Hormon ini akan memacu biosintesa estradiol-17β pada lapisan sel granulosa dari folikel pada ovarium. Namun jika GTH telah cukup untuk pematangan gonad maka rangsangan yang diberikan estradiol-17β terhadap hipotalamus akan memacu produksi Gonadotropin Releasing Inhibiting Factor (GnRIF) yang berperan menghambat hipofisa dalam memproduksi GTH. Siklus ini terus berjalan di dalam tubuh ikan selama proses vitellogenesis (Cerda *et al.*, 1996).

Proses pembentukan hormon steroid (*steroidogenesis*) di dalam ovarium ikan dimulai dari pemecahan kolesterol menjadi pregnanolon. Pregnanolon kemudian diubah menjadi progesteron. Proses perubahan pregnanolon dibantu oleh enzim 3β-hydroxysteroid dehydrogenase (3β-HSD). Selanjutnya progesteron akan diubah menjadi 17β-hydroxyprogesteron dengan bantuan enzim 17β-hydroxylase. Selama berlangsungnya vitellogenesis, 17β-hydroxyprogesteron diubah menjadi androstendion. Proses ini dibantu oleh enzim C.17-C.20 lase. Androstendion selanjutnya diubah menjadi testosteron. Sintesis

PANITIA UJIAN DOKTOR TERBUKA, Tanggal 26 Maret 2002

Prof. Laba, Prof. Rika, Prof. Retno, Prof. Moetmainah, Prof. Juliati
Prof Hartojo, Dr. Rustidja, Prof. Ichsan, Prof. Mustahdi, Prof. Soemadi

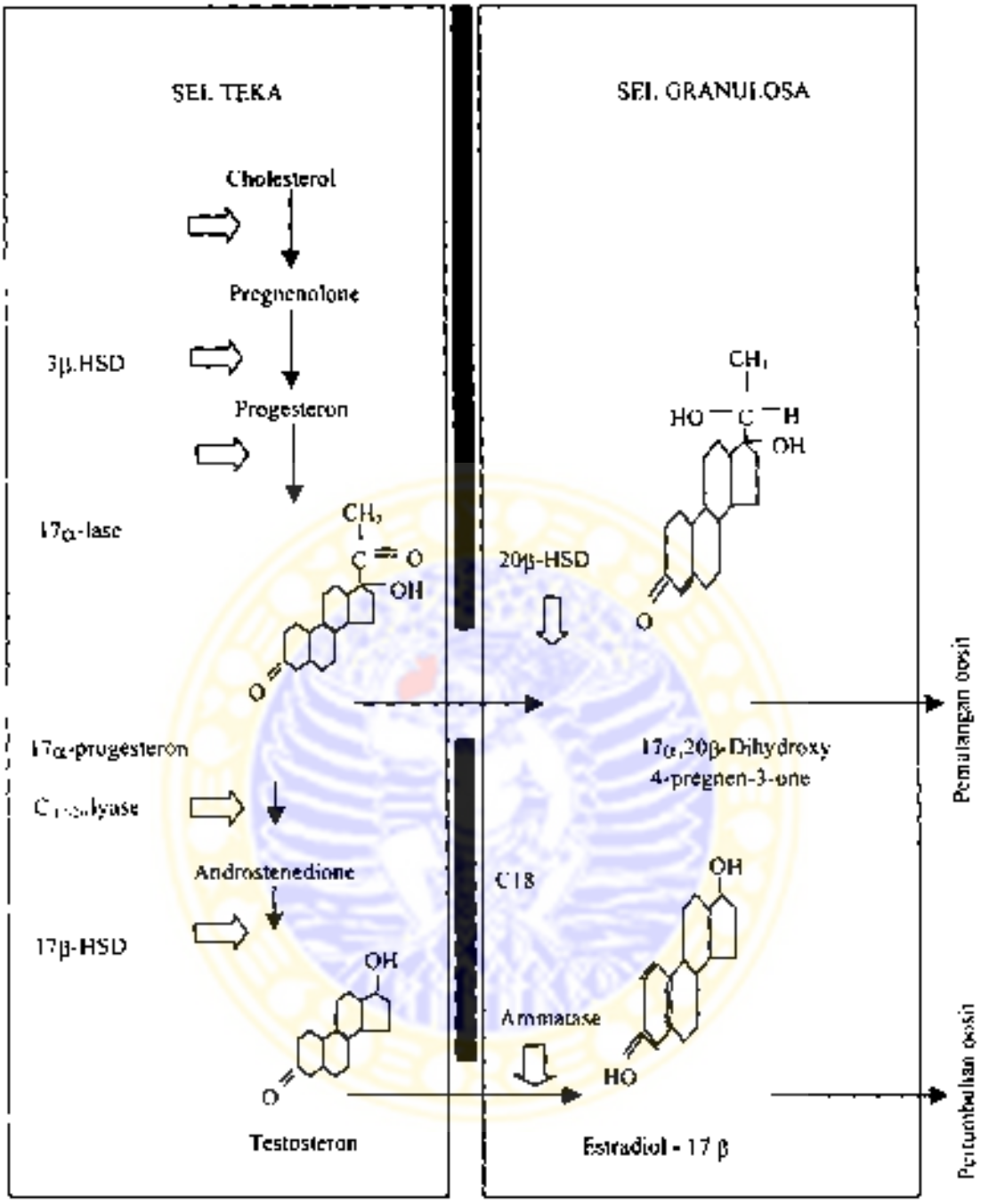
Ikan napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell)
(A) induk jantan ditandai dengan penonjolan di atas kepala.
(B) induk betina kepalanya rata.

Ikan Napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell) (A) betina, berat total 5,35 kg dan (B) jantan, berat total 27,9 kg.

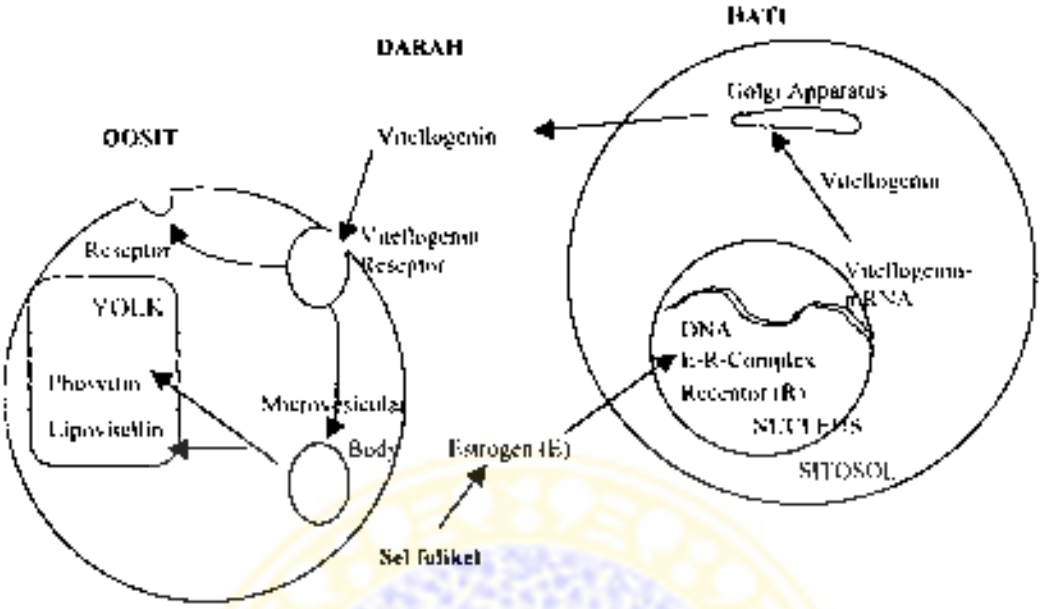
testosteron ini dibantu oleh enzim 17β-hydroxysteroid dehydrogenase (17β-HSD).

Proses perubahan dari kolesterol menjadi testosteron terjadi di dalam lapisan sel teka pada folikel pada ovarium. Kemudian testosteron yang dihasilkan oleh lapisan sel teka ini masuk ke dalam lapisan sel granulosa dari folikel. Di dalam lapisan sel granulosa ini testosteron akan mengalami proses aromatisasi menjadi estradiol-17β dengan bantuan enzim aromatase. Selama berlangsungnya proses vitellogenesis, konsentrasi estradiol-17β di dalam darah ikan sangat tinggi. Pada waktu terjadi pematangan oosit, 17α-hydroxyprogesteron yang dihasilkan oleh lapisan sel teka menyebar ke dalam lapisan sel granulosa pada folikel. Di dalam lapisan sel granulosa ini, 17α-hydroxyprogesteron diubah menjadi 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17α,20β-diOHProg). Proses ini dibantu oleh enzim 20β-hydroxysteroid dehydrogenase (20β-HSD) (Nagahama, 1987; Yaron, 1995).

Menurut Mommsen and Walsh (1988), sintesa vitellogenin di dalam hati terjadi di dalam ribosom dan retikulum endoplasmik yang selanjutnya dimodifikasi, dikemas ke dalam aparatus golgi dan disekresikan ke dalam aliran darah. Dengan adanya stimuli hormon dari kelenjar hipofisa, sel folikel akan melepaskan estradiol-17β ke dalam aliran darah. Estradiol-17β kemudian akan memasuki sel hati dengan cara difusi. Secara skematis umpan balik antara ovari dan hati yang melibatkan estrogen dan vitellogenin dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Produksi estradiol-17β dan 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one oleh folikel vitellogenic dan pasca vitellogenic (Yoshikuni and Nagahama, 1991).



Gambar 6. Sistem umpan balik antara ovari dan hati yang melibatkan estrogen dan vitellogenin (Mommsen and Walsh, 1988).

Vitellogenin yang terkandung di dalam darah terikat pada protein reseptor spesifik yang ada pada membran oosit, kemudian diserap melalui *mikropinositosis* dan dipindahkan ke *mikrovesicular body*. Sebelum penimbunan akhir dalam kuning telur, vitellogenin dipecah menjadi komponen-komponen lipovitelin dan phosvitin (Mommsen and Walsh, 1988)

Komponen utama dari vitellogenin adalah protein, disintesis oleh ribosom bersama endoplasmic retikulum yang terikat pada membran dan disekresikan dari sel hati. Molekul-molekul ini dilipidasi, diglikolisasi dan difosforilasi di dalam membran retikulum endoplasma. Wallace dan Selman (1985) mengatakan bahwa pada ikan kilfi (*Fundulus heteroclitus*)

molekul vitellogenin dengan berat 200 KgDa tidak dapat dilokalisir di dalam oosit. Hal ini menunjukkan adanya proses pemecahan vitellogenin menjadi komponen-komponen yang lebih kecil yang berlangsung secara cepat dan efisien. Menurut Craik and Harvey yang dikutip oleh Mommsen and Walsh (1988), vitellogenin ikan mengandung sejumlah gugus fosfat yang beberapa di antaranya berupa fosfat protein. Fosfat protein ini di dalam oosit yang telah matang diendapkan dalam bentuk *phosvitin*. Pada ikan betina mengandung 20-100 µg fosfor-protein dalam setiap mili plasma darah sedangkan pada ikan jantan hanya mengandung kurang dari 5 µg. Komponen fosfat protein bermuatan tinggi sehingga molekul vitellogenin mempunyai kemampuan yang tinggi untuk mengikat ion. Pada ikan teleostei, vitellogenin secara efisien akan mengikat ion kalsium, magnesium atau besi yang merupakan cara penting dalam memasok mineral bagi oosit yang sedang tumbuh.

Komponen lain dalam vitellogenin ikan adalah lipida yang jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan fosfat. Lipida pada vitellogenin ini akan membentuk bagian lipovitelin kuning telur, yang dapat digolongkan sebagai polar lipid (lipida kutup). Di samping itu, vitellogenin juga mengandung karbohidrat namun belum banyak diketahui jumlah, sifat dan rantai komponennya.

Sel hati ikan dalam suspensi atau dalam kultur primer sangat peka terhadap estrogen. Sel-sel hati yang diisolasi dalam media fisiologis akan mensintesis dan mensekresikan vitellogenin secara invitro. Gambaran

tentang urutan kejadian di hati selama proses vitellogenesis menurut Mommsen and Walsh (1988) dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Urutan kejadian di dalam sel hati selama terjadinya proses vitellogenesis (Mommsen and Walsh, 1988).

1. *Lingkungan inti*
   Pengaktifan gen vitelogenin melalui pengikatan komplek reseptor hormon pada daerah spesifik DNA inti
   Penyalinan dan kemunculan salinan primer dalam lingkungan inti
   Pengolahan salinan primer
   Pemindahan lokasi ke sitoplasma

2. *Retikulum endoplasma*
   Pelengkapan polisoma
   Penerjemahan mRNA vitelogenin
   Pengolahan subunit previtelogenin
   Fosforilasi pada residu serin
   Lipidasi
   Pemindahan lokasi ke retikulum endoplasma halus

3. *Retikulum endoplasma halus*
   Fosforilasi lanjutan pada residu serin
   Pemindahan lokasi ke aparatus Golgi

4. *Aparatus Golgi*
   Glikosilasi
   Mannosa
   N-acetylglucosomine
   N-acetylneuraminic acid
   Lipidasi
   Pengalihan peptida
   Dimerisasi
   Fosforilasi pada residu serin
   Sekresi ke dalam peredaran darah

Secara alami, pada ikan vitellogenik mempunyai laju sintesis protein hati yang lebih tinggi daripada ikan non-vitellogenik. Pemberian estrogen secara invitro dan invivo akan berperan dalam perbanyakan organel sel seperti: retikulum endoplasma, aparatus golgi dan mitokondria. Pengkodean gen untuk struktur-struktur tersebut diaktifkan sehingga terjadi peningkatan aktivitas penerjemahan yang melibatkan mRNA. Perlakuan estrogen pada ikan membantu metabolisme untuk menyediakan sejumlah besar energi yang diperlukan untuk mensintesis protein dan lipida (Bun Ng and Idler, 1983). Perubahan ultrastruktur dan biokimia yang terjadi di sel hati selama proses vitellogenesis dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perubahan ultrastruktur dan biokimia yang terjadi di dalam sel hati selama vitellogenesis.

Penurunan sementara protein reseptor estrogen sitosolik
Perangsangan protein reseptor estrogen inti
Peningkatan indeks hepatosomatik akibat hyperplasia atau hypertrophy
Perbanyakan aparatus golgi
Peningkatan *cisternae* (kantong air selubung inti)
Sintesis ribosom
Pelengkapan polysoma
Peningkatan retikulum endoplasma kasar
Pembengkakan mitokondria
Pemunculan spesies baru mRNA (vitellogenin)
Peningkatan aktifitas sintesis protein
Sintesis vitellogenin
Peningkatan RNA selular
Peningkatan metabolisme lipida
Penambahan out put very low density lipoprotein (VLDL)
Penurunan kandungan glikogen per sel
Peningkatan enzim-enzim metabolik
Peningkatan jumlah DNA hepatik
Peningkatan kadar air hati

Sumber Mommsen and Walsh (1988)

Perlakuan dengan memberikan suntikan estradiol-17β pada ikan dapat menimbulkan dua kemungkinan. Kemungkinan pertama pada ikan yang mempunyai timbunan lipida di dalam hati seperti ikan cod, peningkatan kadar estradiol-17β menyebabkan mobilisasi cadangan lipida intra hepatik dan meningkatkan output very low density lipoprotein (VLDL) dari dalam hati. Kemungkinan kedua, pada ikan yang menimbun lipid di luar hati, seperti ikan salmon, estradiol-17β akan merangsang mobilisasi lipida ekstra hepatik yang selanjutnya diserap ke dalam hati dan menyebabkan peningkatan out put VLDL dari hati. Peningkatan VLDL dalam darah ikan berkorelasi positif dengan proses vitellogenesis.

Efek lain yang ditimbulkan oleh estradiol adalah terjadinya *hypercalcemia* yaitu terjadinya kelebihan kalsium dalam darah. Hal ini disebabkan karena adanya pengikatan kalsium yang dimiliki komponen molekul vitellogenin asli yang terfosforilasi dan bermuatan tinggi. Pada ikan teleostei, pemberian suntikan estradiol meningkatkan kadar glikogen di dalam hati. Sedangkan pada golongan ikan kerapu, perangsangan vitellogenesis dengan suntikan estrogen mampu meningkatkan kadar glikogen dalam hati hepatik secara nyata. Pada ikan salmon, konsentrasi glikogen hati yang maksimum dapat terjadi pada akhir periode migrasi yang selanjutnya akan dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi proses pemijahan (French dikutip oleh Mommsen and Walsh, 1988). Di samping itu, estradiol juga merangsang hati untuk mensintesis sejumlah protein pengikat vitamin yang selanjutnya akan diserap oleh oosit yang sedang

tumbuh. Salah satu protein pengikat vitamin adalah riboflavin yang mengalami deglikolisasi dan defosforilasi serta bertanggung jawab atas pemindahan riboflavin dari hati menuju oosit. Protein pengikat vitamin yang terdapat di dalam oosit berperan dalam memasok vitamin untuk keperluan embrio dan larva ikan pada masa-masa kritis. Protein pengikat vitamin ini juga memiliki fungsi anti mikroba sehingga vitamin yang disimpan di dalam oosit tidak dapat dirusak oleh bakteri.

Selanjutnya, di dalam oosit ikan juga terdapat hormon, terutama tiroksin dan Trico Trirosin (T_3). Hormon ini diserap oleh oosit yang sedang tumbuh bersama-sama dengan vitellogenin yang memiliki daya ikat yang kuat terhadap tiroksin di dalam plasma. Hormon tiroksin dan T_3 mengalami perubahan selama perkembangan tahap awal sehingga kedua hormon tersebut dibutuhkan oleh embrio dan memiliki fungsi fisiologis (Brown, 1987; Kobuke, 1987 dikutip oleh Mommsen and Walsh, 1988).

2.3.4 Luteinizing Hormone Releasing Hormone (LHRH)

LHRH merupakan salah satu hormon yang dihasilkan oleh hipotalamus. Rangkaian asam amino yang memegang peran utama dalam menimbulkan gejala biologik dari inti molekul LHRH terdiri dari 10 sehingga disebut *decapeptide*. Dengan teknik biokimia, rangkaian asam amino dapat dipecah dan disambung kembali sehingga diperoleh bermacam-macam analog LHRH. Pada molekul LHRHa ini asam

aminonya tetap 10 atau berkurang 1 menjadi 9 sehingga dengan demikian potensinya menjadi berbeda-beda (Partodihardjo, 1992).

LHRH pertama kali dapat diisolasi dari hipotalamus babi dan sapi pada tahun 1971 (Schally, 1978 dikutip Donaldson and Hunter, 1983). Rangkaian asam amino LHRH dan LHRHa dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini. Hasil penelitian Clayton dan Shokestcart (1978) yang dikutip oleh Donaldson and Hunter (1983) menunjukkan bahwa aktivitas LHRH sintetis untuk ovulasi pada ikan lebih tinggi jika dibanding dengan LHRH alami. Substitusi pada posisi 6 dengan D-alanine menghasilkan D-Ala^6 LHRH analog yang jika dikombinasikan menjadi seperti gambar (b) yang menyebabkan aktivitas biologinya meningkat menjadi 35-50 kali. Sebaliknya jika Gly pada posisi 6 diganti dengan D-Serine (Bu^t) seperti pada gambar (c) maka aktivitas biologiknya menurun menjadi 27 kali lebih rendah dibandingkan dengan LHRH alami. Fisibilitas penggunaan LHRHa pada ikan-ikan budidaya untuk pertama kali telah diuji di Cina dengan tingkat keberhasilan 78,5% (Donaldson and Hunter, 1983). Penggunaan suntikan LHRHa pada induk ikan betina ternyata dapat meningkatkan produksi telur sedangkan pada induk ikan jantan dapat meningkatkan jumlah spermatozoa (Linhart *et al.*, 2000).

Pada umumnya induksi pematangan gonad pada ikan dilakukan dengan serangkaian penyuntikan hormon yang dilarutkan dalam cairan fisiologis. Larutan ini jika disuntikkan akan menghilang dengan cepat di dalam tubuh dan akan berpindah dalam jumlah tinggi bersama darah

dalam waktu relatif singkat (Crim, 1985 dikutip Crim and Glebe, 1990). Agar konsentrasi hormon dalam darah tetap tinggi biasanya dilakukan dengan penyuntikan berulang. Namun adanya efek negatif akibat penyuntikan berulang dapat menyebabkan ikan menjadi stress bahkan dapat menyebabkan kematian (Lam, 1982).

a) pyroGlu-His-Trp-Ser-Tyr-**Gly**-Leu-Arg-Pro-Gly-NH_2
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

LHRH

b) pyroGlu-His-Trp-Ser-Tyr-**D-Ala**-Leu-Arg-Pro-NHC_2H_5
1 2 3 4 5 6 7 8 9

D-Ala^{6}desGly^{10}-LH-RH(1-9)ethylamide

c) pyroGlu-His-Trp-Ser-Tyr-**D-Ser(Bu^t)**-Leu-Arg-Pro-NHC_2H_5
1 2 3 4 5 6 7 8 9

[D-Ser(Bu^t)^6]desGly^{10}-LH-RH(1-9)ethylamide

Gambar 7: Rangkaian asam amino LHRH dan LHRHa.

LHRH mempunyai waktu paruh yang relatif singkat sehingga dalam pemakaiannya harus dilakukan penyuntikan dosis rendah yang berulang ke dalam peredaran darah ikan agar konsentrasinya tetap tinggi. Untuk mengatasi masalah penyuntikan berulang maka digunakan hormon dalam bentuk pellet implan yang dimaksudkan agar dapat melepaskan sejumlah tertentu "pesan kimia" hormon untuk periode yang panjang. Pellet yang mampu melepaskan hormon sedikit demi sedikit adalah pellet LHRH atau

LHRHa dalam bentuk matrik kolesterol (Kent *et al.*, 1980 dikutip Lee *et al.*, 1986). Pada ikan salmon, injeksi tunggal LHRHa D-Ala^6 dengan dosis 200 µg dapat meningkatkan kadar gonadotropin yang tinggi dalam plasma darah secara terus-menerus selama 96 jam (Van der Kraak *et al.*, 1983 dikutip Donaldson and Hunter, 1983). Selanjutnya, dengan pemberian pellet kolesterol yang mengandung 125 µg LHRHa D-Ala^6, ovulasi dapat terjadi 7 sampai 12 hari setelah implantasi (Donaldson *et al.*, 1981 dikutip Donaldson and Hunter, 1983). Pada ikan Red Sea Bream *Pagrus major*, penggunaan *pellet copolymer* LHRHa 100 µg dosis tunggal dapat memacu pematangan gonad dan pemijahan 18 hari setelah implantasi. Di samping itu, penggunaan pellet copolymer membuat ikan memijah 6 bulan lebih awal sebelum musim *spawning* (Matsuyama *et al.*, 1993).

2.4 Kualitas Telur

Telur dari setiap spesies ikan memiliki bentuk, ukuran, jumlah maupun berat yang bervariasi (Lagler *et al.*, 1977). Ukuran telur ditunjukkan dengan diameter. Diameter terpanjang disebut panjang telur sedangkan diameter terpendek disebut lebar telur (Kamler and Kato, 1983). Telur dikatakan berukuran kecil jika berdiameter kurang atau sama dengan 2 mm dan dikatakan berukuran besar jika berdiameter lebih dari 4 mm (Wootton, 1997). Bila penyebaran diameter telur dalam suatu gonad tidak menyolok antara telur-telur yang muda dengan telur yang matang maka interval pemijahan spesies tersebut pendek, tetapi jika kelompok

telur yang sudah matang menyebar secara menyolok maka interval pemijahannya panjang (De Jong, 1964 dalam Yani, 1994).

Selain kuning telur, bagian terbesar dari sel telur beberapa ikan teleost adalah *zona radiata*. Komposisi zona radiata pada beberapa ikan teleost terdiri dari protein α, β dan γ yang dikenal dengan zr-protein. Berat molekul *zr-protein* ini bersifat spesies spesifik. Sejak vitellogenin yang merupakan protein utama kuning telur disintesa di dalam hati, *hepatocyte* memiliki kemampuan untuk mensintesa zr-protein. Zr-protein ini secara umum hanya ditemukan pada induk ikan yang matang gonad (Oppen *et al*., 1991).

Variasi kualitas telur merupakan faktor pembatas keberhasilan produksi masal larva ikan. Hasil penelitian Kjorsvik *et al.* (1990) menunjukkan fertilitas dan daya tetas telur merupakan kriteria penting yang erat kaitannya dengan kualitas telur. Di samping itu, kualitas telur menentukan kelangsungan hidup pada tahap perkembangan awal larva yang sangat spesifik.

Fertilitas merupakan parameter kualitas telur yang dapat dideteksi secara langsung walaupun daya fertilitas tidak selalu berkorelasi positif dengan kelangsungan hidup dan perkembangan embrio lebih lanjut. Fertilisasi dan aktivasi sel telur merupakan aspek penting perkembangan embrio. Selama proses fertilisasi dan aktivasi, terjadi reaksi *cortical* pada ikan-ikan teleost. Pecahnya *cortical alveoli* diikuti dengan pelepasan *colloids* dari lapisan cortical merupakan awal pembentukan ruang

perivitelline (Ginzburg, 1972). Kualitas telur yang jelek menyebabkan reaksi cortisol tidak berlangsung sempurna karena sesaat setelah fertilisasi membran vitelline akan berubah permiabilitasnya dari permeabilitas tinggi menjadi rendah dalam waktu singkat.

Beberapa karakteristik kualitas telur yang sangat berpengaruh pada proses fertilisasi adalah: sifat fisik dan fisiologi, morfologi, ukuran telur, komposisi kimia dan abrasi kromosom (Kjorsvik *et al.*, 1990). Ukuran besar kecilnya telur berpengaruh terhadap ukuran panjang larva pada saat menetas. Ukuran diameter telur dan larva dapat dilihat pada tabel 6. Ikan yang menyebarkan telur tanpa menjaganya menghasilkan telur yang berukuran kecil sedangkan ikan yang menjaga telurnya menghasilkan telur dengan ukuran yang lebih besar (Balon, 1975).

Tabel 6. Ukuran diameter telur dan panjang larva saat menetas pada beberapa spesies ikan (Sorgeloos, 1993).

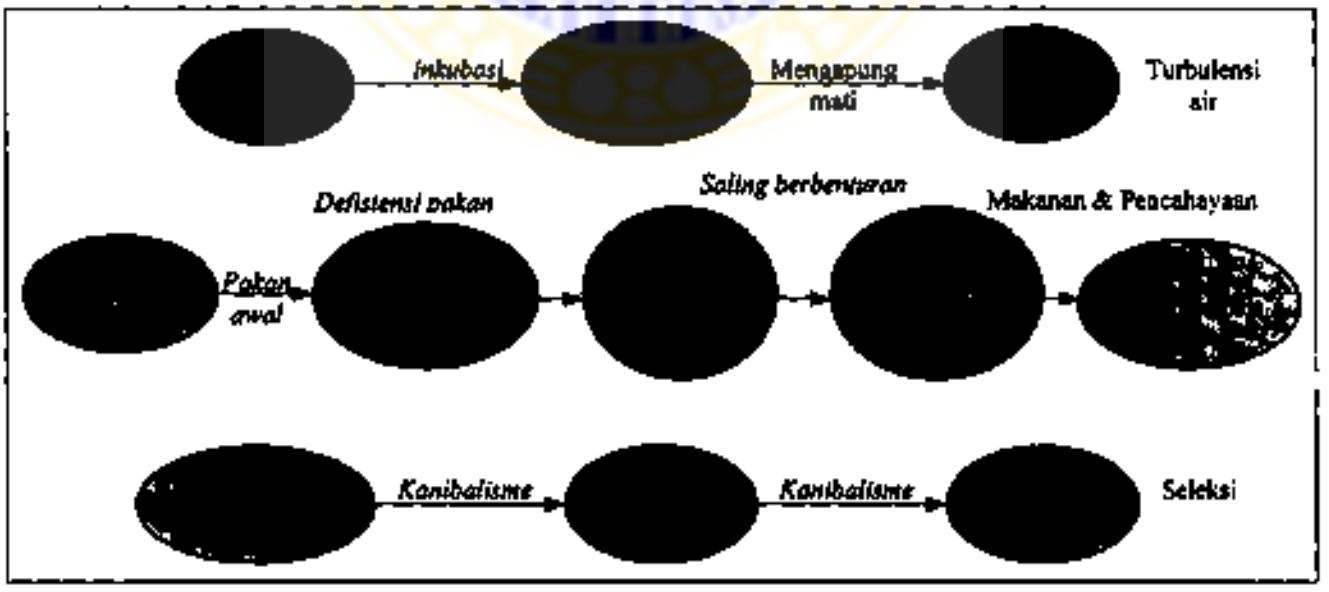
Spesies	Diameter telur (mm)	Panjang larva (mm)
Salmon (*Salmo salar*)	5.00 - 6.00	15.00 - 25.00
Trout (*Salmo gairdneri*)	4.00	12.00 - 20.00
Carp (*Cyprinus carpio*)	0.90 - 1.60	04.80 - 06.20
Bass (*Dicentrarchus labrae*)	1.20 - 1.40	07.00 - 08.00
Bream (*Sparus aurata*)	0.90 - 1.10	03.50 - 04.00
Turbot (*Scophthalmus maximus*)	0.90 - 1.20	02.70 - 03.00
Sole (*Solea solea*)	1.00 - 1.40	03.20 - 03.70
Milkfish (*Chanos chanos*)	1.10 - 1.25	03.20 - 03.40
Grey mullet (*Mugil cephalus*)	0.90 - 1.00	01.40 - 02.40
Grouper (*Epinephelus tauvina*)	0.77 – 0.90	01.40 - 02.40
Bream (*Acanthopagrus cuvieri*)	0.78 – 0.84	01.80 - 02.00
Napoleon wrasse(Cheilinus undulatus Ruppell *	0.59 – 0.68	01.20 - 01.40

*Hasil penelitian

2.5 Perkembangan Larva

Larva ikan yang baru menetas dilengkapi dengan pakan cadangan berupa kuning telur dan butir minyak yang akan terserap habis dalam waktu 1 atau sampai dengan 3 hari. Larva ikan bangsa kerapu bersifat planktonik sehingga harus diberi aerasi yang sangat lemah (Sugama *dkk*., 1998).

Perkembangan larva kerapu secara morfologi menurut Shigeru *et al*., (1998) dapat dibagi dalam 7 tahap yaitu: (1) stadium larva yang masih mempunyai kuning telur dan butir minyak; (2) stadium pemangsaan pakan awal; (3) stadium pengisian udara dalam gelembung renang atau awal berfungsinya gelembung renang; (4) stadium duri panjang pada bagian ventral dan dorsal; (5) stadium berenang bebas; (6) stadium metamorfosis dan (7) stadium juvenil. Pola pertumbuhan larva secara skematis dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Pola pertumbuhan larva (Tridjoko *et al*., 1999).

2.6 Perkembangan Alat Pencernaan

Perkembangan alat pencernaan pada ikan napoleon wrasse sejalan dengan pola pertumbuhan larva. Bila kondisi lingkungan mencapai optimal, perkembangan alat pencernaan akan berjalan secara normal (Affandi *dkk.*, 1992). Sesaat setelah menetas, saluran pencernaan larva hanya berbentuk lurus seperti tabung dari rongga mulut hingga ke anus dengan ukuran diameter tertentu (Stroband and Kroon, 1981). Wahyuningrum (1991) telah mengamati perkembangan anatomi saluran pencernaan pada ikan betutu *Exyeleotris marmorata*. Pada stadia awal larva ikan ini, saluran pencernaannya berupa saluran lurus seperti tabung, kemudian setelah berumur 12 jam akan terbentuk lekukan menyerupai huruf "S". Ketika berumur 2 hari, lekukan bertambah banyak, membentuk lipatan berputar dan pada saat tersebut larva mulai mengambil pakan dari luar. Pada umur 5 hari, lipatan berputar semakin jelas dan membesar setelah 9 hari serta menjadi semakin rumit setelah 14 hari, sedangkan tubuh larva tidak transparan lagi. Dengan bertambahnya umur larva, saluran pencernaan mengalami perkembangan yaitu bertambahnya jumlah dan tingginya *villi*, perbedaan bentuk tubuh dan batas antar segmen makin jelas. Pada umur 21 hari, lambung sudah dapat dibedakan batas-batasnya dari bagian usus dan di antara lambung dan usus terdapat semacam penyempitan.

Berdasarkan hasil pengamatan histologi terhadap larva yang baru menetas, terlihat bahwa struktur sel sepanjang saluran pencernaan

hampir sama. Pada saat tersebut mulut belum terbuka, saluran pencernaan belum berongga, anus masih tertutup dan kuning telur masih lengkap (Wahyuningrum, 1991).

Untuk ikan flounder, *Paralichthys olivaceus*, larva yang baru menetas melayang pasif dan hanya sekali-kali berenang secara mendadak. Volume kuning telur sebagai cadangan makanan akan menyusut dan terserap habis pada hari ke-4 sedangkan gelembung minyak yang terdapat di bagian posterior dalam kuning telur akan habis pada hari ke-5. Menyusutnya volume kuning telur diikuti dengan mulai berfungsinya mulut, sirip dada dan mata (Aslianti, 1997).

2.7 Pakan Larva

Larva ikan ketika menetas dilengkapi dengan kuning telur dan butir minyak yang berada di dalam kuning telur, sebagai pakan cadangan. Sebelum larva mengambil pakan dari luar tubuhnya, nutrisi dan energi untuk tumbuh dan mempertahankan hidup diperoleh dari kuning telur dan butir minyak endogen. Pada awalnya pertumbuhan larva berjalan lambat sampai metamorphosis kemudian mengikuti kurva linier (James *et al.*, 1997). Laju penyerapan kuning telur bersifat species spesifik, dapat ditentukan berdasarkan berkurangnya jumlah kalori, bobot basah atau kering dan volume atau luas daerah permukaan kuning telur (Heming and Buddington (1990).

Untuk kerapu *Epinephelus coioides*, volume kuning telur pada saat menetas 1354 x 10^{-4} mm^3 dan diserap dengan cepat sampai habis pada 91 jam setelah menetas. Volume butir minyak 33,9 x 10^{-4} mm^3 pada saat menetas, dikonsumsi secara perlahan dan baru terserap habis setelah 98 jam. Mulut membuka 54,5 jam setelah menetas dan makan pertama pada 69,5 jam setelah menetas. Ukuran bukaan mulut pada saat makan pertama adalah 0,268 mm (Aguilar *et al.*, 1995).

Pakan memegang peranan penting dalam usaha pembenihan ikan. Jumlah kebutuhan pakan dihitung berdasarkan persentase berat badan yang dipengaruhi oleh jenis dan ukuran ikan, jenis pakan serta lingkungan tempat ikan dipelihara (Lagler *et al.*, 1977). Sesuai dengan tahap kehidupannya, ikan tergantung pada jenis pakan tertentu menurut ukuran tubuhnya. Ikan yang masih dalam stadia larva, jasad pakan hidup seperti plankton merupakan jenis pakan yang paling disukai (Muslahal *dkk.*, 1995).

Fitoplankton dan zooplankton merupakan pakan alami yang cocok sebagai sumber karbohidrat, lemak, protein dan mineral untuk stadia awal larva ikan (Imada, 1983). Untuk larva ikan laut, pakan alami yang umum digunakan adalah beberapa spesies mikro alga, rotifer, copepod dan *Artemia* (Giri, 1998b). Ada tiga kelompok pakan alami yang banyak digunakan pada industri pembenihan ikan laut dan udang, yaitu: (1) berbagai spesies mikro alga (diatoms dan alga hijau yang dominan) dengan ukuran panjang 2 μm sampai 20 μm; (2) rotifer (*Brachionus*

plicatilis) dengan ukuran panjang 50 µm sampai 200 µm dan (3) *Artemia* dengan ukuran panjang 200 µm sampai 500 µm (Sorgeloos, 1993).

Kebutuhan protein dalam ransum pakan larva sangat tinggi, minimal sekitar 40% dari total formulasi pakan yang diberikan. Komposisi pakan untuk kerapu pada beberapa negara Asia adalah: protein kasar 73%, lemak tidak kurang dari 6%, serat 3%, abu tidak lebih dari 16% dan kandungan air 12% (Boonyaratpalin, 1993).

Tingkat kematian yang tinggi pada stadia awal larva disebabkan karena ukuran pakan awal yang kurang sesuai (Hussain and Higuchi, 1980). Masa kritis pada stadia awal larva berhubungan dengan saat pergantian sumber nutrisi dari dalam tubuh (*endogenous*) ke nutrisi dari luar (*exogenous*) (Hunter, 1980; Roger and Westin, 1981). Sumber nutrisi yang pertama kali datang dari luar tubuh adalah plankton bersel tunggal yang berukuran kecil. Jika dalam waktu relatif singkat larva tidak dapat menemukan makanan yang cocok dengan ukuran bukaan mulut akan terjadi kelaparan dan kehabisan tenaga sehingga dapat mengakibatkan kematian (Effendie, 1997).

Brachionus rotundiformis dan *Brachionus plicatilis* dengan panjang lorica 80-140 µm merupakan jenis rotifer yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan awal alami bagi larva ikan, pasca larva udang dan kepiting laut karena memiliki ukuran relatif kecil, lambat dalam berenang, mudah diproduksi, mudah dicerna, kandungan gizinya tinggi serta dapat diperkaya dengan asam lemak dan antibiotik (Koven *et al.*, 1990). Untuk

larva kerapu tikus, pakan pertama berupa rotifer tipe SS (*super small*, panjang lorica 80-140 mikron) diberikan pada hari ke-2 sore atau hari ke-3 pagi sampai hari ke-5 dengan kepadatan 10 individu per ml, lalu diganti dengan rotifer tipe S (*small*, panjang lorica 120-240 mikron) sampai hari ke-25 dengan kepadatan 10-15 individu per ml (Sugama *dkk.*, 1998).

Untuk keberhasilan pembenihan, upaya peningkatan gizi pakan sangat menentukan tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva. Kebutuhan suatu jenis ikan akan asam lemak esensial seimbang dengan asam lemak esensial yang terkandung di dalam tubuhnya. Asam lemak esensial yang sangat diperlukan oleh sebagian besar organisme (laut) adalah *eicosapentaenoic acid* (EPA, 20:5n-3) dan Dekosahexaenoic Acid (DHA 22:6n-3). Struktur EPA dan DHA dapat dilihat pada gambar 9. Komposisi asam lemak pada beberapa zooplankton yang sering dikultur untuk pakan larva dapat dilihat pada tabel 7 (Kanazawa, 1993). Komposisi asam lemak pada beberapa ikan dan udang dapat dilihat pada tabel 8.

Hasil analisis asam lemak yang terdapat pada rotifera yang dikultur dengan *Chlorella sp.* umur 8 hari mempunyai kandungan EPA dan DHA sebesar 3,25% dan 0,85% dari jumlah asam lemak tak jenuh, *hight unsaturated fatty acids* (HUFA) sebanyak 8,25% (Redjeki *dkk.*, 1993); sedangkan rotifera yang dikultur dengan ragi roti kandungan EPA dan DHA hanya 1% dan 0,1% (Watanabe *et al.*, 1984).

Eicosapentaenoic acid
(EPA.20:5n-3)

Decosahexaenoic acid
(DHA.22:6n-3)

Gambar 9. Struktur EPA dan DHA

Tabel 7. Komposisi berbagai asam lemak pada rotifer, *Artemia* dan *Tigriopus*.

Macam Asam lemak (jumlah atom C)	Zooplankton		
	Rotifer (%)	Artemia* (%)	Tigriopus (%)
14:0	2.80	1.44	1.84
16:0	19.59	13.88	17.50
16:1	14.04	4.38	5.95
16:2	0.58	0.74	1.60
18:0	3.38	3.53	5.23
18:1n-9	18.54	27.37	18.80
18:2n-6	4.19	5.82	2.58
18:3n-3	1.01	21.13	1.59
18:4n-3	0.25	2.85	0.46
20:1n-9	8.07	1.93	5.45
20:2n-6	0.11	0.19	0.18
20:3n-3 > 24n-60.	2.09	0.96	1.93
20:5n-3	11.57	5.97	7.50
22:1n-9	3.63	1.00	3.82
22:5n-3	2.47	0.18	1.03
22:6n-3	4.18	3.16	15.99

*Artemia nauplii (Amerika Utara) diperkaya n-3 HUFA dengan minyak cumi.

Di sisi lain, salah satu faktor penyebab kematian larva kerapu adalah terjadinya kekurangan n-3 HUFA (*hight unsaturated fatty acids*) (Dhert *et al.*, 1991). Minyak ikan merupakan sumber asam lemak tidak jenuh berantai panjang (n-3 HUFA) yang mempunyai implikasi penting

untuk nutrisi. Untuk pertumbuhan yang baik, ikan memerlukan beberapa asam lemak esensial tidak jenuh berantai panjang seperti 18:2n-6, 18:3n-3, 20:5n-3 maupun 22:6n-3 (Kompiang, 1999). Pengkayaan rotifer dengan emulsi minyak ikan selama 6 jam mampu meningkatkan kandungan lemak sampai 14,07% dan jika menggunakan emulsi kuning telur selama 3 jam akan meningkatkan kandungan lemak menjadi 17,77% sementara rotifer yang dikultur dengan *chlorella sp.* kandungan lemaknya hanya 9,97% (Pechmanee and Assavaaree, 1993).

Tabel 8. Komposisi berbagai asam lemak pada udang, cumi, ikan lemuru dan ikan tuna.

Asam lemak	Udang	Cumi	Lemuru	Tuna
14:0	2.2	2.3	7.9	4.0
16:0	11.2	26.3	19.0	15.52
16:1	2.3	0.4	7.7	4.4
18:0	1.1	5.8	3.3	4.9
18:1	5.0	3.5	13.0	20.7
18:2n-6	6.1	-	2.6	1.5
18:3n-3	11.8	0.2	1.0	0.9
20:4n-6	12.2	2.8	0.9	0.9
20:5n-3	15.1	14.3	13.0	6.4
22:6n-3	-	38.9	10.7	14.3

Sumber: Kanazawa (1993).

Aktivitas pemangsaan larva pada awal pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh cahaya (Tandler and Mason, 1982). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi aktifitas makan larva ikan laut antara lain adalah cahaya dan lamanya pemberian cahaya. Pemberian cahaya 600 lux pada malam hari dapat meningkatkan kelangsungan hidup larva kerapu macan (Waspada *dkk.*, 1993). Cahaya matahari yang masuk pada

bak larva tidak boleh melebihi 1500 lux sedangkan intensitas cahaya lampu neon di permukaan air pemeliharaan larva berkisar antara 600 lux–1000 lux (Kawahara *dkk*., 2000). Tujuan dari pengaturan cahaya adalah: memperpanjang waktu makan awal larva; mencegah larva mengapung di permukaan air dan mengelompok; serta mengurangi pertumbuhan alga di dalam bak pemeliharaan larva.

BAB 3
KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konseptual Penelitian

Secara alami terjadinya pemijahan merupakan faktor penting yang menentukan keberhasilan proses regenerasi pada suatu spesies ikan untuk menghasilkan keturunan. Untuk mendapatkan keturunan yang berkualitas, calon induk ikan harus memiliki keunggulan sifat, sehat, tidak cacat dan sudah mencapai dewasa kelamin karena hanya dari induk yang unggul akan didapatkan keturunan yang unggul pula. Proses pemijahan dapat terjadi secara alami atau buatan dengan menggunakan rangsangan hormonal.

Reproduksi buatan dan pemeliharaan larva merupakan rangkaian sistem budidaya yang secara garis besar dapat dibagi dalam tiga elemen yaitu managemen induk, penyiapan pakan dan pemeliharaan larva. Managemen induk untuk ikan napoleon wrasse dimulai dari penangkapan induk dari alam dan domestikasi serta pematangan gonad dan pemijahan. Ikan napoleon wrasse betina matang gonad dan siap memijah setelah mencapai bobot tubuh sekitar 5 kg. Keberhasilan pemijahan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang dominan mempengaruhi terjadinya pemijahan adalah tingkat kematangan gonad dan status hormon. Sedangkan faktor eksternal yang dominan adalah suhu, photoperiod dan siklus lunar.

Perkembangan gonad ikan napoleon wrasse secara garis besar dibagi dalam dua tahap perkembangan utama yaitu tahap pertumbuhan gonad sehingga dapat mencapai dewasa kelamin dan tahap pematangan seksual. Dalam rekayasa reproduksi ikan napoleon wrasse, pendewasaan kelamin dan pematangan gonad dapat dipacu melalui manipulasi lingkungan, pakan dan hormonal. Kerja hormon dalam menginduksi pematangan gonad dan pemijahan ikan melalui poros hipotalamus - hipofisa - gonad. Rangsangan eksternal akan diterima oleh Indra dalam tubuh seperti mata, hidung dan kulit kemudian diteruskan ke sistem syaraf pusat (*CNS*) dan selanjutnya ke hypothalamus. Hypothalamus akan melepaskan *gonadotropin releasing hormone* (GnRH). Hormon ini akan menstimuli kelenjar hipofisa untuk mensintesa hormon gonadotropin (GTH) yang selanjutnya akan dilepaskan mengikuti aliran darah menuju ke gonad sebagai organ sasaran.

Pada induk ikan yang sudah mencapai dewasa kelamin, pemberian hormon LHRH akan menggertak hipofisa untuk mensekresikan hormon gonadotropin (GTH). Ada dua macam hormon gonadotropin dari kelenjar hipofisa yang telah dapat disintesa dan dipisahkan yaitu GTH I dan GTH II. Konsentrasi GTH I dan GTH II berubah-ubah sesuai dengan tahapan perkembangan proses reproduksi. Sel-sel penghasil GTH I jumlahnya meningkat selama proses vitellogenesis pada induk ikan betina dan spermatogenesis pada induk ikan jantan, sedangkan sel penghasil GTH II jumlahnya meningkat pada saat pemijahan.

Pada induk betina, hormon yang berperan pada proses *vitellogenesis* adalah estradiol-17β. Hormon estradiol-17β ini dalam darah akan merangsang pembentukan vitellogenin, yang merupakan bentuk awal protein kuning telur di dalam hati. Selanjutnya vitellogenin dikeluarkan ke dalam peredaran darah menuju ke gonad sebagai organ sasaran untuk membentuk protein kuning telur. Tahap akhir pematangan gonad dan ovulasi akan dipacu oleh peningkatan GTH II secara mendadak. Akibatnya terjadi puncak GTH II *(GTH II surge)* dan pembentukan hormon steroid secara biologis dikonversi dari estradiol-17β menjadi 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one, yang akan merangsang terbentuknya GVBD dan ovulasi pada ikan betina.

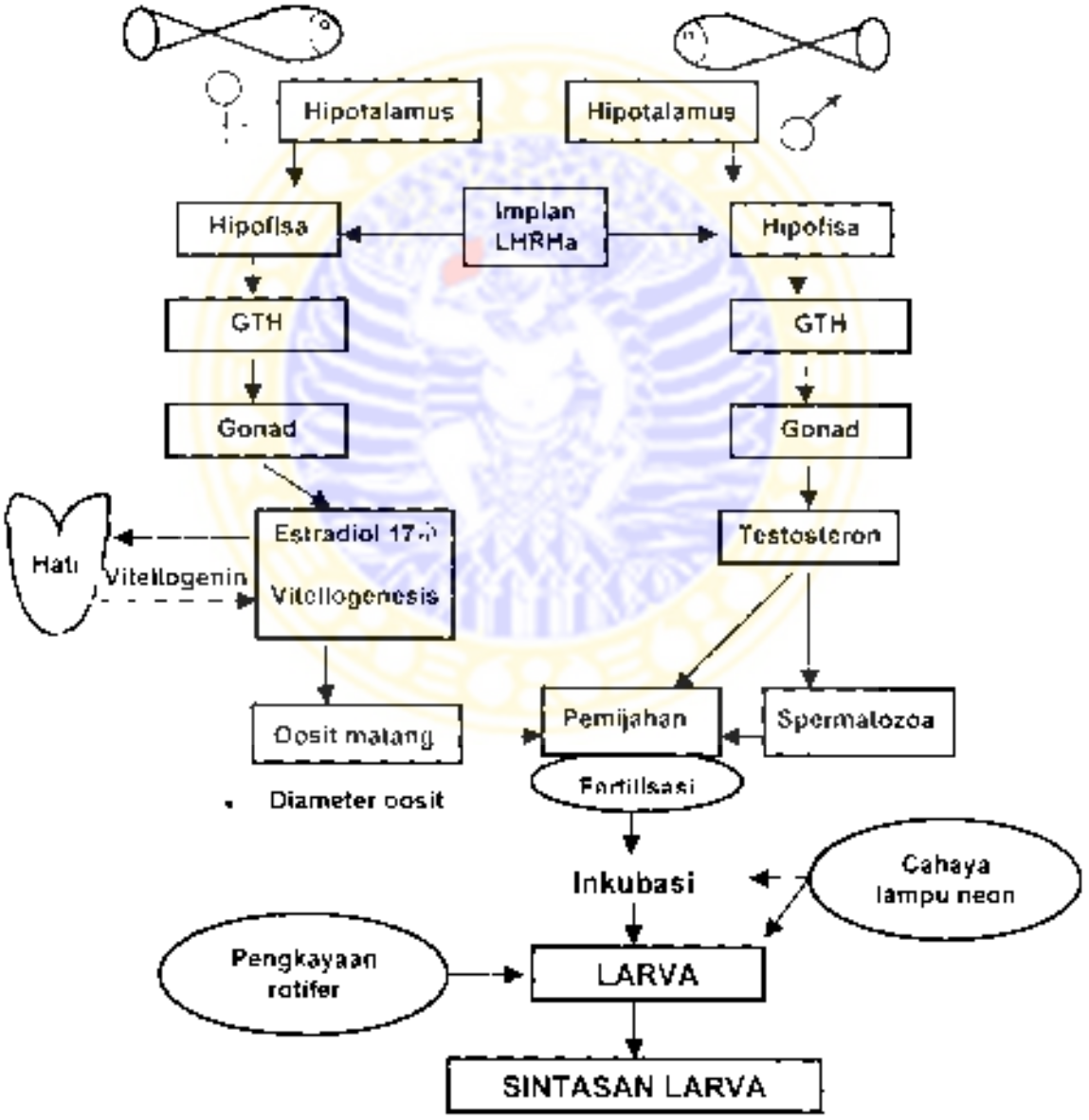
Pemberian implan hormon LHRHa pada ikan napoleon wrasse diduga akan meningkatkan sekresi GTH I dan GTH II yang akan memacu vitellogenesis dan menstimuli terjadinya pemijahan. Hormon LHRHa yang dilepaskan ke dalam darah secara terus-menerus dalam selang waktu tertentu diharapkan memacu sekresi GTH I dan selanjutnya GTH I akan merangsang gonad untuk mensintesa estradiol-17β. Kadar estradiol-17β yang tinggi di dalam darah akan memacu sintesa vitellogenin oleh sel hati. Vitellogenin merupakan bahan dasar pembentukan protein kuning telur. Terjadinya peningkatan sintesa vitellogenin diharapkan dapat meningkatkan kualitas oosit yang dinyatakan dengan bertambahnya ukuran diameter oosit.

Pada induk jantan, hormon utama yang memegang peranan penting pada proses spermatogenesis adalah testosteron dan 11-ketotestosterone. Selama proses pemijahan testosteron akan diubah menjadi 17α,20β-dihydroxy-4-pregnen-3-one yang diduga berperan penting untuk memacu pematangan dan mengaktifkan spermatozoa.

Terjadinya pemijahan dipengaruhi oleh faktor endogen, faktor eksogen dan siklus lunar. Keberhasilan pemijahan merupakan proses penting tahapan reproduksi dan regenerasi spesies ikan untuk menghasilkan telur-telur fertil yang selanjutnya akan berkembang menjadi individu baru. Selama masa inkubasi diperlukan cahaya dengan intensitas tertentu agar embrio dapat berkembang sempurna. Cahaya ini juga diperlukan untuk mengenali pakan pada saat mata larva belum berkembang sempurna. Larva yang baru menetas mendapatkan sumber energi dari nutrisi endogen berupa kuning telur dan butir minyak selama satu atau dua hari setelah menetas dan kemudian baru memerlukan sumber energi dari luar (nutrisi exogen). Bahan pakan alami yang banyak digunakan pada panti pembenihan adalah rotifer. Salah satu jenis rotifer yang banyak dijumpai di perairan Indonesia dan biasa dipergunakan untuk pakan pada pembenihan larva adalah *Brachionus rotundiformis* dan *Brachionus plicatilis*. Sedangkan fitoplankton yang mudah dikultur untuk persediaan pakan rotifer adalah *Chlorella sp.*

Untuk meningkatkan kandungan asam lemak esensial dari pakan, pada media kultur rotifer ditambahkan *scott's emulsion* dan emulsi kuning

telur yang banyak mengandung ecosapentaenoic acids (EPA), 20:5(n-3) dan decosahexaenoic acids (DHA), 22:6(n-3). DHA dan derivatnya terutama *phospholipid* merupakan asam lemak esensial yang penting dalam pembentukan membran sel, sedangkan EPA berperan penting dalam mengatur reaksi terhadap stress dan adaptasi. Kerangka konseptual penelitian ini secara skematis dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 Skema kerangka konseptual penelitian

3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, tinjauan pustaka, kerangka konsep dan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini maka dirumuskan hipotesis:

1. Ada pengaruh positif dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon estradiol-17β induk betina ikan napoleon wrasse.
2. Ada pengaruh positif dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse.
3. Ada pengaruh positif dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon testosteron pada induk jantan ikan napoleon wrasse.
4. Ada pengaruh positif pemberian cahaya lampu neon terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse.
5. Ada pengaruh positif pemberian cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva untuk mendapatkan pakan.
6. Ada pengaruh positif pemberian cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse.

BAB 4
METODE PENELITIAN

4.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara observasional dan eksperimental. Penelitian observasional untuk mengetahui pola pemijahan. Penelitian eksperimental dilakukan dua tahap, yaitu: implantasi hormon LHRHa pada induk ikan napoleon wrasse dan perlakuan pemberian cahaya dan pengkayaan rotifer pada telur dan larva ikan napoleon wrasse. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap.

I. Pengaruh dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa terhadap kadar hormon estradiol-17β pada induk betina, diameter oosit dan testosteron pada induk jantan.

Percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Percobaan Faktorial 4x4 (Steel dan Torrie, 1993) sehingga terdapat 16 perlakuan kombinasi. Faktor pertama adalah 4 dosis implan hormon LHRHa yang berbeda yaitu: 0 μg (kontrol), 100 μg, 200 μg dan 300 μg per ekor. Faktor kedua adalah waktu pemberian implan yaitu pada hari ke-0 (kontrol), 30, 60 dan 90. Variabel yang diamati adalah: (1) Kadar hormon estradiol-17β pada induk betina, (2) Diameter oosit, (3) Kadar hormon testosteron pada induk jantan

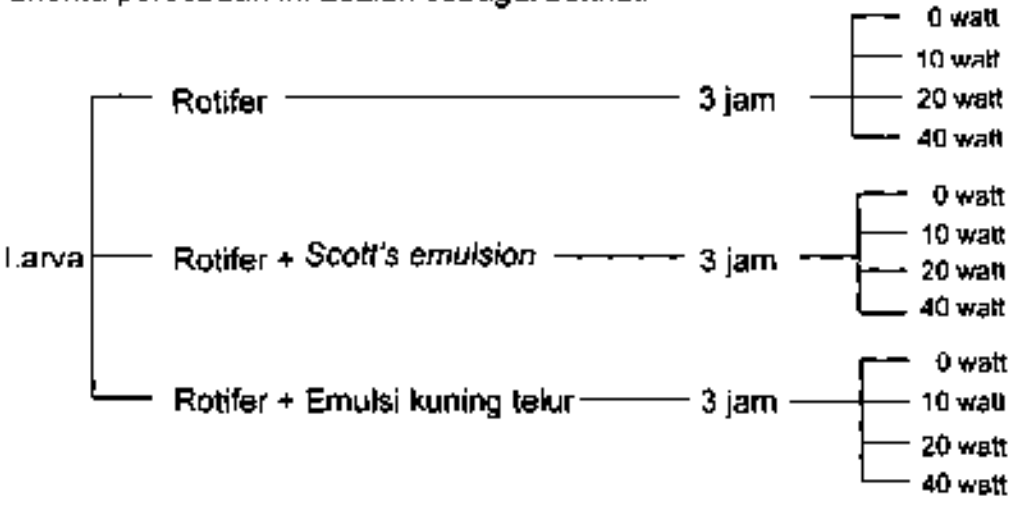
II. Pengaruh pemberian cahaya dan pengkayaan rotifer.

Pengaruh pemberian cahaya terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse diteliti dengan menggunakan lampu neon pada

aquarium inkubasi dengan 3 kali ulangan. Selanjutnya, pengaruh pemberian cahaya dan pengkayaan rotifer terhadap kemampuan larva untuk mendapatkan pakan dan sintasannya diteliti dengan menggunakan percobaan faktorial 4 x 3 (Steel dan Torrie, 1993).

Cahaya lampu neon yang digunakan adalah lampu TL-Philips 10 watt, 20 watt, 40 watt dan tanpa cahaya sebagai kontrol. Bahan pengkayaan rotifer yang digunakan adalah *scott's emulsion* dan emulsi kuning telur. Emulsi kuning telur dibuat dengan cara mencampurkan 5 g minyak ikan dengan 2 g kuning telur ayam kemudian ditambah aquades 100 ml dan dikocok dengan memakai blender selama 3 menit (Watanabe *et al.*, 1983). Baik *scott's emulsion* maupun emulsi kuning telur dicampurkan kedalam media kultur dari larva. Dosis yang digunakan masing-masing 50 ml per liter. Lama waktu perendaman masing-masing 3 jam. Variabel yang diamati adalah: (1) daya tetas telur dan perkembangan morfologi embrio selama inkubasi sampai menetas menjadi larva; (2) kemampuan larva untuk mendapatkan pakan pada hari ke-3 (D3); (3) sintasan larva pada hari ke-5 (D5).

Skema percobaan ini adalah sebagai berikut:



4.2 Populasi, Sampel dan Besar Sampel

Pada penelitian I, yang dimaksud populasi adalah ikan napoleon wrasse matang gonad. Sampel ikan diambil dari Laut Sumbawa kemudian ditampung dan diadaptasi di dalam satu bak beton bentuk bulat dengan kapasitas 300 ton di Loka Budidaya Air Payau Situbondo. Besar sampel terdiri dari 28 ekor, dengan perbandingan 8 ekor induk jantan dengan bobot 14 – 29 kg per ekor dan 20 ekor induk betina dengan bobot 5,35 – 11,6 kg per ekor.

Pada penelitian II, yang dimaksud dengan populasi adalah telur dan larva ikan napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell). Pengambilan sampel dilakukan secara random. Sampel telur diperoleh dari hasil pemijahan masal yang telah terkumpul dalam *egg collector*. Selanjutnya masing-masing sampel telur diinkubasi dalam aquarium kaca dengan kapasitas 50 liter air laut dan diberi aerasi. Pada tiap aquarium diisi sampel telur sebanyak kurang lebih 900 butir untuk selanjutnya diukur daya tetas, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan dan sintasannya.

Pada hari ke-2, larva diberi pakan rotifer yang telah diperkaya dengan kepadatan 10 individu per milliliter. Cahaya lampu neon yang diberikan sama seperti saat inkubasi yaitu 10 watt, 20 watt, 40 watt dan tanpa cahaya sebagai kontrol.

4.3 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional Variabel

4.3.1 Variabel penelitian

Penelitian I.

Variabel bebas : implan hormon LHRHa

Variabel tergantung : kadar hormon E-2 dalam plasma darah induk betina

diameter oosit

kadar hormon testosteron pada induk jantan

Variabel kendali : kualitas air bak pemijahan

Kadar oksigen dalam air

Penelitian II

Variabel bebas : cahaya tambahan

rotifer

scott's emulsion

emulsi kuning telur

Variabel tergantung : daya tetas telur

kemampuan larva untuk mendapatkan pakan awal

sintasan larva

Variabel kendali : ukuran rotifer

kualitas air media pemeliharaan larva

4.3.2 Definisi operasional variabel

1. Implantasi hormon LHRHa: pembuatan implan hormon LHRHa dengan cara mencampurkan serbuk LHRHa de Gly^{10} (D-Ala) 5 mg dari Sigma Chemical Company dengan serbuk cholesterol (Cholestarin Krist Vein,

C_2-H_{60}, Art.3670) sebanyak 190 mg kemudian ditambah dengan 6 tetes cocoa butter yang sudah mencair dan diaduk sampai homogen untuk selanjutnya dicetak dalam cetakan pellet. Dari satu resep akan didapatkan 15 butir pellet implan LHRHa masing-masing dengan ukuran diameter 2,3 mm dan panjang 3 mm. Pellet tersebut kemudian diimplantasi di bawah sirip punggung untuk memacu pematangan gonad dengan dosis 100 µg, 200 µg dan 300 µg per ekor induk. Pembuatan pellet implan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Produksi telur adalah jumlah telur yang tertampung dalam *egg collector*. Telur dihitung dengan metode sub-sampling. Pengambilan sampel telur dilakukan secara vertikal dengan menggunakan pipa PVC dengan diameter 35 mm dan panjang 150 cm sebanyak 10 kali pada tempat yang berbeda. Volume air dan jumlah larva yang terambil dihitung untuk menduga jumlah total dalam *egg collector*.
3. Daya tetas telur (DT) adalah jumlah telur yang menetas menjadi larva (normal). Ketika larva berumur 1 hari, penyebarannya di dalam aquarium merata. Untuk menduga jumlah larva yang menetas dihitung dengan metode sub-sampling.
4. Kualitas induk adalah kualitas induk ikan napoleon wrasse secara morfologi yang dapat dilihat : sehat, tidak cacat, sisik merata, dewasa kelamin dan matang gonad.
5. Pakan rotifer adalah rotifer tipe SS dan tipe S jenis *Brachionus rotundiformis* yang dikultur dalam tangki bervolume 500 liter secara bertahap kemudian diberi pakan *Chlorella sp.* hasil kultur masal.

6 Bahan pengkaya rotifer yang digunakan adalah *scott's emulsion* dan emulsi kuning telur ayam.

7. Cahaya tambahan adalah cahaya yang berasal dan lampu TL-Philips 10 watt, 20 watt, 40 watt dan tanpa cahaya (dinding aquarium ditutup warna hitam) sebagai kontrol.

8. Kemampuan larva mendapatkan pakan awal dihitung berdasarkan jumlah larva yang berhasil makan pada hari ke-3.

9 Sintasan larva (SL) adalah kelangsungan hidup larva ikan napoleon wrasse setelah menetas pada hari ke-5 (D5) dengan rumus :

$$SL = \frac{\Sigma \text{ larva hidup}}{\Sigma \text{ larva menetas}} \times 100\%$$

4.4 Bahan Penelitian

4.4.1 Pemeliharaan induk ikan napoleon wrasse

Pemeliharaan induk ikan napoleon wrasse dilakukan di dalam bak beton ukuran 300 ton air. Bahan yang diperlukan untuk pemeliharaan induk ikan napoleon wrasse adalah pakan segar berupa ikan rucah yang terdiri dari belanak, lemuru, selar, cucut, ekor kuning (tergantung musim) dan cumi-cumi. Pemberian pakan dilakukan secara *ad libitum* pada pagi hari dan sore hari.

4.4.2 Perlakuan implantasi dan analisa hormon steroid

Hewan percobaan yang diperlukan untuk implantasi hormon adalah 28 ekor induk ikan napoleon wrasse. Hormon LHRHa yang dipakai adalah LHRH des $Gly^{10}(D\text{-}Ala^{6})$ buatan sigma chemical company dan bubuk kolesterol (5 Cholesten-3β-ol), *cocoa butter*, alcohol 50%, *2-phenoxyethanol* dan betadine.

Untuk analisa hormon steroid dipakai Kit estradiol-17β dan kit testosteron produksi DPC (Diagnostic Product Corporation) Los Angeles dengan kode TKE21.

4.4.3 Inkubasi, penetasan dan pemeliharaan larva

Bahan yang diperlukan untuk inkubasi dan penetasan adalah telur tertu hasil pemijahan masal. Untuk pemeliharaan larva diperlukan, emulsi minyak ikan (*scott's emulsion*), emulsi kuning telur, rotifer dan minyak cumi.

4.4.4 Perkembangan telur dan larva

Untuk mengamati perkembangan telur dan larva dipergunakan telur hasil canulasi dan telur hasil pemijahan masal serta larva yang baru menetas sampai berusia 5 hari (D1-D5).

4.5 Alat Penelitian

4.5.1 Penampungan dan aklimatisasi induk

Alat yang diperlukan untuk penampungan dan aklimatisasi induk ikan napoleon wrasse adalah bak beton bulat dengan kapasitas air 300 m^3 dan bak beton segitiga dengan kapasitas sekitar 6000 liter (5845,5 liter) pipa-pipa aerasi gantung model *air water lift* (AWL), pipa buka tutup saluran air dan jaring penutup. Untuk analisis kualitas air diperlukan salinometer, thermometer dan pH meter, masing-masing untuk mengukur salinasi, suhu dan pH air.

4.5.2 Implan hormon dan analisa steroid

Alat yang diperlukan untuk implan hormon adalah bak bulat dari *fiberglass* dengan kapasitas 1000 liter, timbangan, jaring, meteran, alat implan dari mika (*implanter*) yang dilengkapi dengan cetakan pellet, spuit ukuran 2,5 ml, jarum punkti 9 cm, thermos. Alat yang diperlukan untuk analisis hormon steroid adalah tabung reaksi, sentrifuse, pipet apendrof, refrigerator (-20 ^{0}C), gamma counter, detektor radiasi.

4.5.3 Koleksi telur penetasan

Alat yang diperlukan untuk koleksi telur adalah bak berbentuk segitiga dengan kapasitas sekitar 6000 liter, *egg collector*, gelas ukur, pipa PVC dengan diameter 35 mm, bak plastik dengan kapasitas 50 liter dan alat hitung. Untuk penetasan diperlukan aquarium sebanyak 36 unit,

masing-masing dengan kapasitas 50 liter yang dilengkapi dengan pipa-pipa aerasi.

4.5.4 Analisis perkembangan telur dan larva

Alat yang diperlukan untuk analisis perkembangan telur dan larva adalah: canula 0,6; tabung tutup 1,3; mikroskop yang dilengkapi dengan micrometer dan camera dengan film dan bak kultur pakan. Sumber cahaya untuk perlakuan pemberian cahaya adalah lampu TL-Philips 10 watt, 20 watt dan 40 watt.

4.6 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Loka Budidaya Air Payau Situbondo dan Loka Penelitian Perikanan Pantai Gondol Bali. Penentuan kadar hormon estradiol-17β dan testosteron dilakukan di Laboratorium Ilmu Kebidanan Veteriner FKH Universitas Airlangga Surabaya. Pengumpulan induk ikan napoleon wrasse dilakukan sejak bulan Januari 1998 sampai Agustus 1999. Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan September 1999 sampai September 2000.

4.7 Prosedur Pengambilan dan Pengumpulan Data

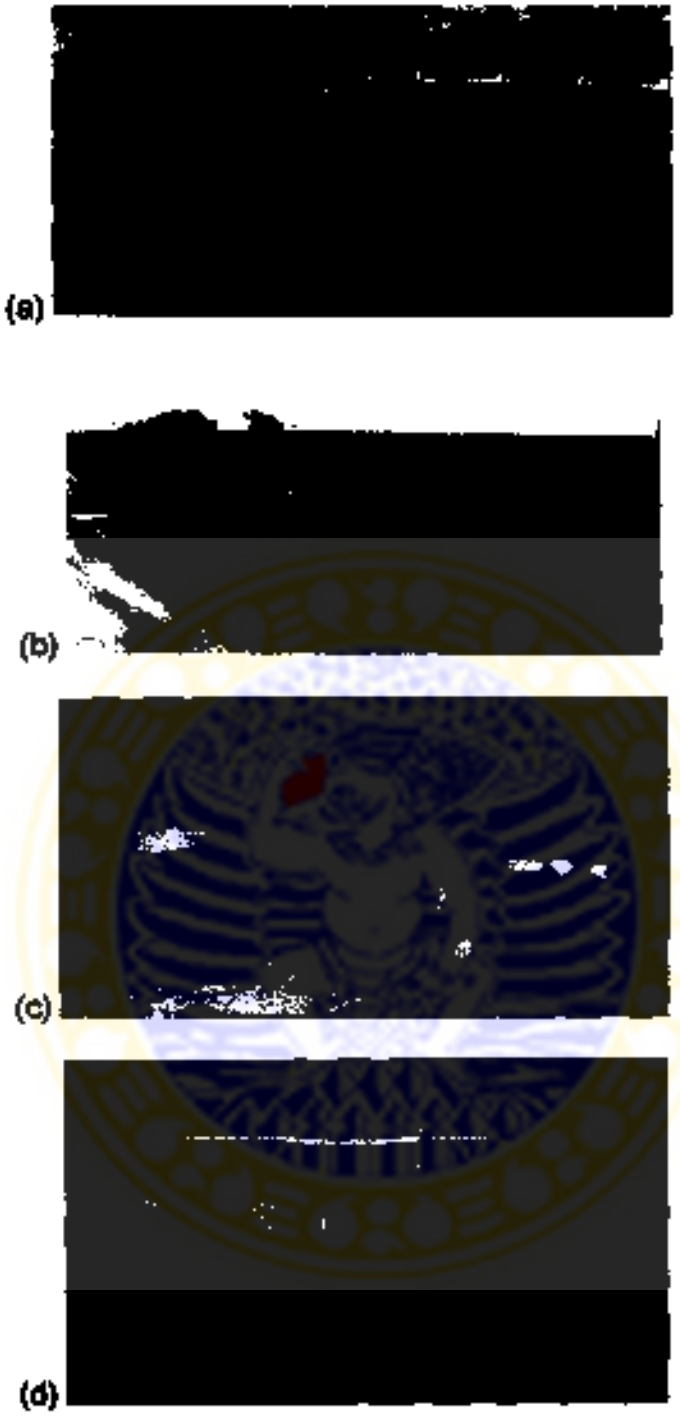
4.7.1 Domestikasi Induk Ikan napoleon wrasse

Pada tahap awal penelitian ini dilakukan koleksi kemudian domestikasi induk ikan napoleon wrasse selama 15 bulan mulai bulan Januari 1998 sampai Maret 1999. Sebanyak 20 ekor induk betina dewasa

dengan berat berkisar antara 5,35 sampai 11,6 kg dipelihara dalam satu bak beton dengan kapasitas 300 m^3.

Pemberian pakan harian dilakukan pada pagi dan sore hari dalam bentuk segar berupa ikan rucah dan cumi-cumi secara *ad libitum*. Untuk merangsang terjadinya pemijahan, seminggu menjelang bulan gelap dilakukan manipulasi air dengan cara menurunkan air bak sampai ketinggian 50 cm di atas sirip punggung dan sirkulasi air sampai 300 %, kemudian pada sore hari baru dilakukan pengisian bak sampai penuh. Manipulasi air bak ini dilakukan satu kali setiap bulan, 6 atau 7 hari menjelang bulan gelap.

Pada bulan September 1998 sampai dengan Maret 1999 pengamatan pemijahan dilakukan satu minggu menjelang bulan gelap dengan cara menempatkan *egg collector* pada bak penampungan telur. Data awal yang dikumpulkan selama 7 bulan ini adalah frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan pada tiap pemijahan.



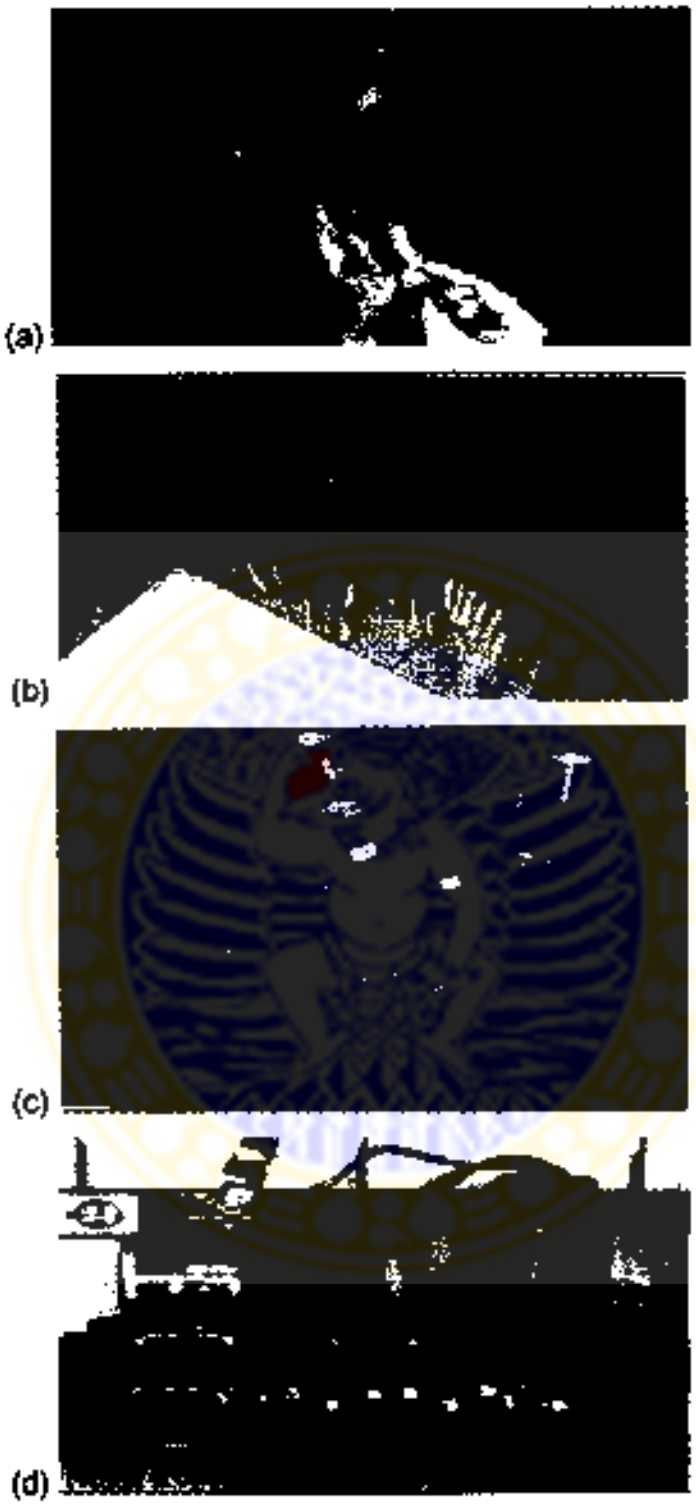
Gambar 11. Kolam induk dan *egg collector* (a) Bak pemeliharaan dan pemijahan induk ikan napoleon wrasse (b) Pompa sirkulasi air (c) Bak segitiga tempat penampungan sementara untuk induk pada saat pemberian perlakuan dan tempat penampungan telur hasil pemijahan massal (d) *egg collector* terbuat dari kain kassa berdiameter 40 µm.

4.7.2 Implantasi hormon

Implantasi pellet hormon LHRHa dilakukan sebanyak tiga kali masing-masing pada bulan April, Mei dan Juni 2000 dengan dosis 100 μg, 200 μg, 300 μg dan 0 μg sebagai kontrol. Metode pembuatan pellet implan hormon selengkapnya dapat dilihat pada lampiran I. Pellet hormon LHRHa ini diimplantasikan di bawah sirip punggung pertama secara *intra muscular*.

Untuk mengetahui respons ikan napoleon terhadap implantasi hormonal dilakukan pengukuran kadar hormon estradiol-17β pada induk betina dan hormon testosteron pada induk jantan. Pengambilan sampel darah dilakukan pada hari ke-7 setelah implan, kemudian serum darah dianalisa dengan menggunakan teknik Radio Immunoassay (RIA). Teknik RIA selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.

Untuk mengambil sampel darah digunakan spuit jarum suntik ukuran 2,5 ml dengan menggunakan jarum spinal. Lokasi pengambilan darah adalah pada pangkal ekor di sepanjang *linea lateralis* pada titik sisik ke-2 sampai ke-6 sampai menembus ruas tulang yang ada di dalamnya. Volume darah yang diambil dari masing-masing induk adalah 1,5 – 2 ml. Selanjutnya jarum suntik diletakkan dalam posisi tegak selama sekitar 1 jam pada suhu kamar, baru kemudian disimpan di dalam lemari es. Serum darah yang ada di permukaan spuit akan terpisah 6 - 7 jam setelah pengambilan. Serum ini kemudian dikeluarkan dan dimasukkan ke dalam tabung bertutup dan disimpan pada suhu –20 °C di dalam freezer sampai saatnya dianalisis lebih lanjut.



Gambar 12. Cara mengambil sampel darah pada induk ikan napoleon wrasse: (a) posisi spet diletakkan pada linea lateralis ke 2 – 6 dari pangkal ekor, (b) sampel darah sesaat setelah pengambilan diletakkan pada suhu kamar selama sekitar 1 jam, (c) sampel darah disimpan dalam termos es selama sekitar 7 jam untuk dipisahkan serumnya, (d) serum yang sudah dipisahkan dan siap disimpan di dalam refrigerator pada suhu –20 ^{0}C.

Untuk mengurangi terjadinya stress pada induk sebelum dilakukan implantasi hormon maupun pengambilan sampel darah, induk diberikan anestesi lokal menggunakan *2-phenoxyethanol* dengan konsentrasi 50–100 ppm dalam air.

4.7.3 Pemeriksaan mikroskopis sel telur

Pengamatan diameter oosit dan sel telur dilakukan di bawah mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer dengan pembesaran 100x dan 400x. Telur diambil dengan menggunakan canula berdiameter 0.6 mm yang dimasukkan ke lubang genital sedalam kurang lebih 4 cm lalu dihisap dan oosit yang diperoleh dimasukkan ke dalam tabung berisi larutan buffer formalin 10% kemudian diamati di bawah mikroskop untuk menentukan diameternya.

4.7.4 Inkubasi, penetasan dan perkembangan larva

Semua telur yang telah tertampung di dalam *egg collector* diambil menggunakan gelas *Beaker* dan dihitung, kemudian dimasukkan ke dalam aquarium, selanjutnya diinkubasi sampai menetas. Selama inkubasi, perkembangan embrio diamati di bawah mikroskop dari waktu ke waktu sampai menjadi larva. Data daya tetas telur (DT) dihitung berdasarkan rumus.

$$DT = \frac{\Sigma \text{ telur menetas (normal)}}{\Sigma \text{ telur sampel}} \times 100\%$$

Perkembangan larva diamati di bawah pengaruh pencahayaan yang berbeda-beda, yaitu : 0 watt (sebagai kontrol), 10 watt, 20 watt dan 40 watt dengan menggunakan lampu TL-Philips. Untuk menjaga adanya gangguan listrik mati, dipersiapkan genset. Tujuan utama lampu ini adalah agar cahaya dalam keadaan stabil. Di samping itu pakan awal yang diberikan berupa rotifer yang telah diperkaya dengan *scott's emulsion* dan emulsi kuning telur. Pengkayaan rotifer ini dimaksudkan untuk meningkatkan sintasan larva. Data sintasan larva (SL) dihitung berdasarkan rumus:

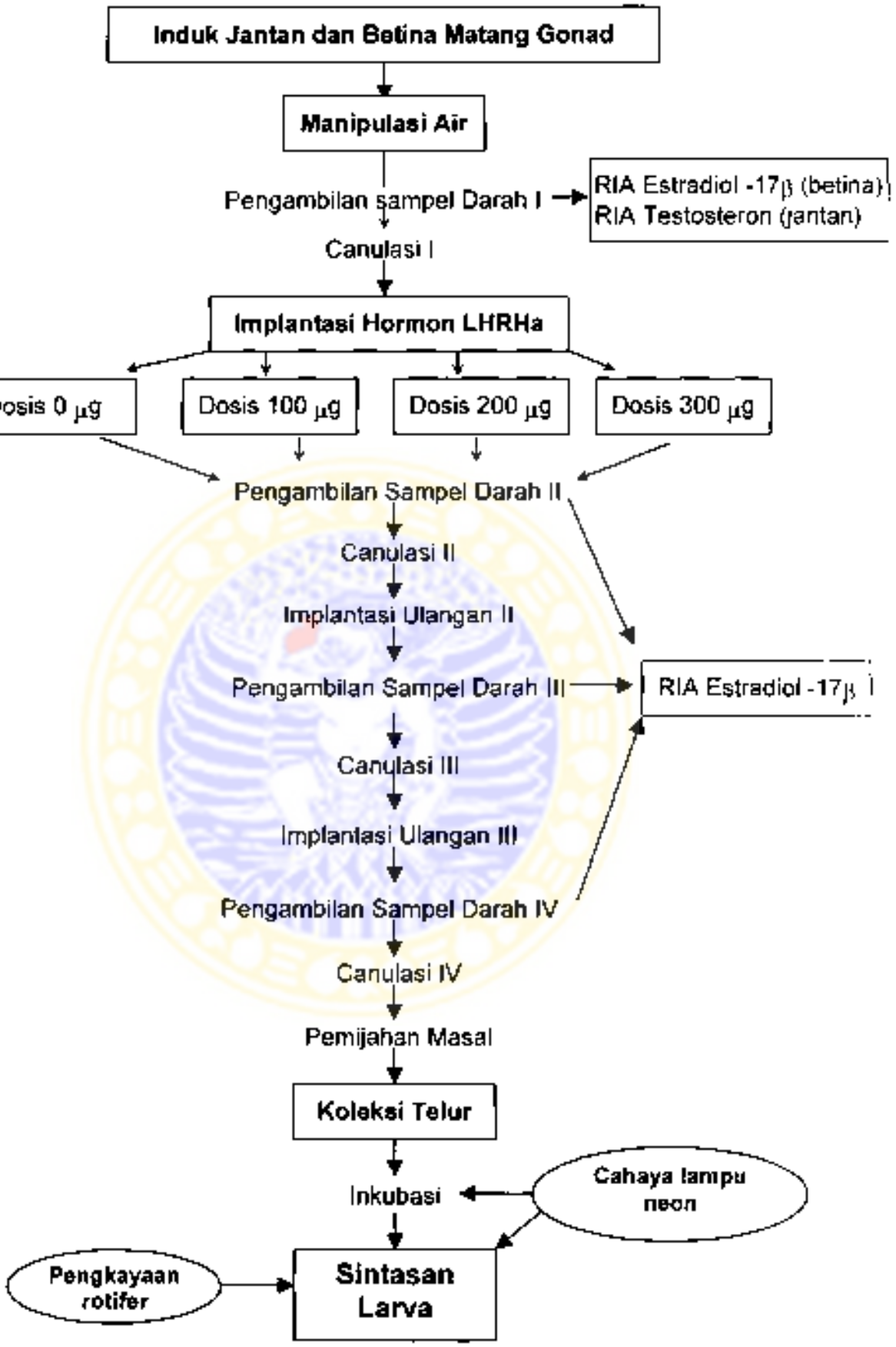
$$SL = \frac{\Sigma \text{ larva hidup}}{\Sigma \text{ larva menetas}} \times 100\%$$

4.8 Analisis Data

Analisis data penelitian ini menggunakan beberapa uji statistik. Untuk mengetahui sebaran data, dilakukan uji normalitas *Kolmogorov Smirnov*. Kemudian uji homogenitas dilakukan dengan *Levene Test*.

Pengaruh implantasi hormon LHRHa terhadap kadar estradiol-17β dan diameter oosit pada induk betina serta kadar testosteron pada induk jantan dilakukan analisis Varian dua jalur (*Two Way Anova*). Jika terdapat perbedaan antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Untuk mengetahui kecenderungan peningkatan kadar estradiol-17β, pertambahan diameter oosit dan kadar testosteron sebagai akibat perlakuan dosis dan waktu pemberian implan dilakukan uji kecenderungan (*Analisis Trend*). Untuk mengetahui korelasi antara kadar estradiol-17β dengan diameter oosit digunakan Uji Korelasi Pearson.

Untuk mengetahui daya tetas telur digunakan analisis varians satu jalur (*One Way Anova*), sedangkan kemampuan larva mendapatkan pakan awal dan sintasannya dilakukan analisis varians dua jalur. Untuk mengetahui pengaruh kemampuan larva mendapatkan pakan awal terhadap sintasannya digunakan Uji Regresi Linier. Pengerjaan semua analisis statistik ini menggunakan paket program SPSS.



Gambar 13. Kerangka operasional penelitian.

BAB 5
HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Pada tahap awal penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap frekuensi pemijahan ikan napoleon wrasse dan jumlah telur yang dihasilkan. Data yang diperoleh dipergunakan sebagai asumsi penentuan waktu pemberian implan hormon LHRHa, pengambilan sampel oosit dan sampel darah pada penelitian tahap I. Selanjutnya pada penelitian tahap II, ditekankan pada pasca pemijahan, yaitu: daya tetas telur, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan dan sintasannya.

Beberapa pengujian statistik parametrik menghendaki pemenuhan prasyarat pengujian untuk validitas hasil analisis. Prasyarat tersebut berupa *normalitas distribusi* dan kesamaan varians antar kelompok (*homogenitas*). Pengujian normalitas distribusi dan homogenitas untuk variabel-variabel yang dianalisis berupa: kadar estradiol-17β, diameter oosit, kadar hormon testosteron, persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse, kemampuan larva mendapat pakan awal dan sintasan larva ikan napoleon wrasse. Hasil uji normalitas data dapat dilihat pada tabel 9 di bawah ini.

Uji normalitas dengan menggunakan statistik Kolmogorov Smirnov diinterpretasikan sebagai berikut: bila nilai statistik Kolmogorov Smirnov mempunyai probabilitas kurang dari α ($\alpha < 0,05$) maka data yang diuji berdistribusi tidak normal. Sebaliknya bila nilainya mempunyai probabilitas lebih besar dari α ($\alpha > 0,05$) maka data yang diuji berdistribusi normal.

Tabel 9. Hasil uji normalitas.

Variabel	Statistik uji	Nilai	Sig
Kadar estradiol-17 β	Kolmogorov Smirnov	1,759	0,064
Diameter Oosit	Kolmogorov Smirnov	1,064	0,207
Hormon testosteron	Kolmogorov Smirnov	0,986	0,285
Daya tetas telur	Kolmogorov Smirnov	0,523	0,948
Kemampuan larva mendapat pakan	Kolmogorov Smirnov	1,116	0,165
Sintasan larva	Kolmogorov Smirnov	1,526	0,079

Hasil pengujian pada tabel 9 dapat dilihat bahwa probabilitas untuk semua nilai statistik dari data yang diuji lebih besar dari α (α > 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang akan dianalisis berdistribusi normal (lampiran 15). Untuk uji homogenitas, hasilnya dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji homogenitas varians.

Variabel	Statistik uji	Nilai	Sig
Kadar estradiol-17 β	Levene	3,400	0,088
Diameter Oosit	Levene	2,154	0,100
Hormon testosteron	Levene	2,680	0,101
Daya tetas telur	Levene	2,226	0,116
Kemampuan larva dapat pakan	Levene	3,200	0,096
Sintasan larva	Levene	2,337	0,111

Pengujian homogenitas varians menggunakan Uji Levene diinterpretasikan sebagai berikut: bila nilai statistik Levene mempunyai probabilitas kurang dari α ($\alpha < 0,05$) maka data yang diuji heterogen dalam kelompok (varians tidak homogen) dan sebaliknya jika nilai statistik Levene mempunyai probabilitas lebih besar dari α ($\alpha > 0,05$) maka data yang diuji memiliki varians homogen.

Hasil pengujian pada tabel 10 dapat dilihat bahwa probabilitas untuk semua nilai statistik dari data yang diuji lebih besar dari α ($\alpha > 0,05$), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa data yang akan dianalisis memiliki varians yang sama atau homogen (lampiran 16).

5.1 Frekuensi Pemijahan dan Jumlah Telur

Frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan dari 28 ekor induk ikan napoleon wrasse dengan perbandingan 20 betina dan 8 jantan yang ditempatkan di dalam satu bak pemijahan bentuk bundar dengan kapasitas 300 m^3 sejak bulan September 1999 sampai dengan bulan September 2000 dapat dilihat pada lampiran 4. Berdasarkan pengamatan selama 12 bulan dapat diketahui bahwa induk ikan napoleon wrasse dapat melakukan pemijahan setiap bulan, terutama pada hari gelap yaitu 3 hari menjelang bulan gelap sampai 10 hari sesudahnya. Fluktuasi frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan pada setiap bulan dapat dilihat pada gambar 14.

Dari gambar 14 tampak bahwa frekuensi pemijahan tertinggi terjadi pada bulan April, sedangkan pada bulan Januari terjadi kegagalan pemijahan. Hal ini diduga diakibatkan oleh cuaca yang buruk dan adanya hujan terus-menerus disertai angin kencang yang menyebabkan air laut menjadi keruh dan suhu tidak tetap. Di samping itu, hujan lebat yang terjadi pada saat bulan gelap menyebabkan terjadi penurunan suhu perairan sampai di bawah 22°C dan kadar garam turun sampai di bawah 25 ppm. Diduga penurunan suhu dan kadar garam ini merupakan faktor utama yang menyebabkan induk ikan napoleon wrasse gagal memijah. Suhu optimum untuk kehidupan ikan napoleon wrasse adalah 26°C (Randall *et al.*,1990), sedangkan kadar garam optimal untuk bangsa ikan karang berkisar antara 27–34 ppm .

Berdasarkan data diskriptif selama satu tahun dapat dilihat adanya suatu kecenderungan bahwa semakin tinggi frekuensi pemijahan induk ikan napoleon wrasse menghasilkan jumlah telur yang relatif rendah. Hal ini tampak nyata pada bulan April 2000, frekuensi pemijahan terjadi sebanyak 13 kali namun jumlah telur yang dihasilkan sedikit yaitu sekitar 46.153 ± 49.648 butir. Pada bulan Mei 2000 frekuensi pemijahan sebanyak 9 kali dan jumlah telur yang dihasilkan naik menjadi 57.111 ± 60.688 butir. Selanjutnya pada bulan Juni 2000 frekuensi pemijahan menurun hanya 4 kali namun jumlah telur yang dihasilkan naik menjadi 183.500 ± 54.366 butir. Kemudian pada bulan Juli 2000, frekuensi pemijahan sebanyak 3 kali dan telur yang dihasilkan sedikit lebih rendah

dibandingkan bulan sebelumnya yaitu 179.333 ± 35.795 butir.

Satu temuan yang menarik terjadi pada bulan Maret 2000 dan Juli 2000, frekuensi pemijahan sama yaitu sebanyak 3 kali namun jumlah telur yang dihasilkan sangat berbeda. Pada bulan Maret 2000, jumlah telur yang dihasilkan relatif rendah yaitu 55.000 ± 27.388. Sebaliknya pada bulan Juli 2000 jumlah telur yang dihasilkan relatif banyak yaitu 179.333 ± 35.795 butir. Kondisi ini diduga berkaitan dengan positif dari implan hormon LHRHa yang diberikan pada bulan April, Mei dan Juni 2000.

5.2 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Kadar Hormon Estradiol–17β

Kadar hormon estradiol-17β dalam serum darah induk betina ikan napoleon wrasse akibat perlakuan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11 Rata-rata kadar hormon estradiol-17β (pg/ml) pada induk betina ikan napoleon wrasse

Dosis implan	Kadar hormon estradiol-17β (pg/ml) pada waktu pemberian hari ke				Rata- rata kadar hormon E_2	BNT 5%
	0	30	60	90		
0μg	148	98,2	192	728	291,550[a]	301,955
100μg	180	168	414	1300	516,500[b]	
200μg	164	784	1376	2036	1090,00[c]	
300μg	188	1460	2180	4200	2007,00[d]	
Rata-rata kadar hormon E_2	171[a]	627[b]	1040[c]	2066[d]		
BNT 5 %	337,44					

Keterangan: Tanda huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$).

Pada kontrol kadar hormon estradiol-17β di dalam darah induk betina ikan napoleon wrasse sebelum pemberian implan adalah 148 pg/ml, namun 30 hari sesudah implan pertama, kadar hormon estradiol-17β ini mengalami penurunan menjadi 98,2 pg/ml. Peningkatan kadar hormon estradiol-17β ini baru tampak setelah pemberian implan yang kedua yaitu pada hari ke-60 naik secara nyata ($p<0,05$) menjadi 192,00 ± 58,05 pg/ml dan pada hari ke-90 naik lagi ($p<0,05$) menjadi 728,00 ± 109,18 pg/ml. Hal ini menunjukkan bahwa pellet kolesterol yang tidak mengandung LHRHa mampu memberikan positif terhadap peningkatan kadar hormon estradiol-17β setelah hari ke-60.

Pada dosis 100 µg hasil pengukuran kadar hormon estradiol-17β, pada tahap awal adalah 180 pg/ml, namun 30 hari setelah implantasi turun menjadi 168 pg/ml. Kejadian ini mirip dengan kelompok kontrol. Selanjutnya setelah implantasi kedua dan ketiga kadar hormon estradiol-17β mengalami kenaikan menjadi 414 pg/ml pada hari ke-60 dan naik lagi menjadi 1300 pg/ml pada hari ke-90.

Implantasi hormon LHRHa dengan dosis 200 µg per ekor induk yang diberikan sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari dapat meningkatkan secara nyata ($p<0,05$) kadar hormon estradiol-17β rata-rata dari 164 pg/ml menjadi 784 pg/ml pada hari ke-30, lalu naik menjadi 1376 pg/ml pada hari ke-60 dan menjadi 2036 pg/ml pada hari ke-90. Rata-rata kenaikan kadar hormon estradiol-17β ini jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol maupun

Hasil analisis ragam (lampiran 17) menunjukkan bahwa perlakuan dosis implan hormon LHRHa, waktu pemberian serta interaksi antara dosis implan hormon LHRHa dan waktu pemberian memberikan pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap kadar hormon estradiol-17β induk betina ikan napoleon wrasse. Uji lanjut analisis sidik ragam untuk variasi dosis implan hormon LHRHa menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar hormon estradiol-17β induk betina ikan napoleon wrasse.

Dari pengukuran kadar hormon estradiol-17β sebagai respon dari perlakuan dosis implantasi dan waktu, didapatkan ada kecenderungan peningkatan dalam perlakuan dosis maupun waktu.

Hasil analisis trend dengan menggunakan kurva estimasi untuk setiap perlakuan dosis dan waktu, didapatkan bahwa perlakuan dosis yang meningkat memberikan kecenderungan eksponensial untuk peningkatan kadar hormon estradiol-17β (lampiran 18) dengan bentuk persamaan eksponensial sebagai berikut:

$$Y = b_0 + e^{b1x}$$

Dari hasil uji trend untuk perlakuan dosis implantasi dan waktu pengamatan didapatkan koefisien untuk masing-masing persamaan adalah sebagai berikut:

Perlakuan	b_0	b_1	Sig	R^2
Dosis Implan	339.885	0.5727	0.000	0.957
Waktu Implan	100.238	0.9998	0.000	0.833

Hasil ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan bahwa kadar hormon estradiol-17β dapat mencapai maksimum untuk dosis tertentu dan waktu implantasi tertentu yang dapat dihitung berdasarkan fungsi eksponensial di atas. Hasil pengukuran didapatkan bahwa rata-rata kadar hormon estradiol-17β paling tinggi ada pada perlakuan dosis implan LHRHa 300 μg dan pengamatan hari ke-90 sesudah implantasi.

5.3. Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Diameter Oosit

Diameter oosit yang diambil dengan cara kanulasi dan diperiksa dengan mikroskop optik dengan pembesaran 100 kali dan 200 kali dari masing-masing induk setelah diberi implan hormon LHRHa dengan dosis 0 μg sebagai kelompok kontrol dan dosis 100 μg, 200 μg, 300 μg sebagai kelompok perlakuan dan dilakukan pada saat pemberian implantasi hari ke-0, ke-30, ke-60 dan ke-90 setelah implantasi selengkapnya dapat dilihat pada tabel 10.

Hasil analisis statistik memperlihatkan bahwa dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa berpengaruh secara nyata ($p<0,05$) terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse. Implantasi hormon LHRHa dengan dosis 300 μg per ekor pada perlakuan ini memberikan hasil diameter oosit paling tinggi dibanding dengan perlakuan yang lain.

Pada kontrol, rata-rata diameter oosit mengalami kenaikan dengan meningkatnya dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRH. Ukuran rata-rata diameter oosit sebelum implan adalah 258 µm, namun setelah 30 hari kemudian terjadi sedikit penurunan menjadi 256 µm, walaupun penurunan ukuran diameter oosit ini tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Selanjutnya pada hari ke-60, diameter oosit secara nyata ($p<0,05$) meningkat menjadi 272 µm dan naik lagi menjadi 304 µm pada hari ke-90.

Tabel 12. Rata-rata diameter oosit (µm) ikan napoleon wrasse.

Dosis implan	Diameter oosit (µm) pada saat implan hari ke				Rata- rata diameter oosit	BNT 5%
	0	30	60	90		
0 µg	258	256	312	304	263,522[a]	10,003
100 µg	268	292	310	334	282,022[b]	
200 µg	266	312	356	396	313,522[c]	
300 µg	258	304	386	448	330,022[d]	
Rata-rata diameter oosit	262,5[a]	291[b]	341[c]	370,5[d]		
BNT 5 %	26,158					

Keterangan: Tanda huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$).

Pada dosis 100 µg, hari ke-30 mampu meningkatkan ukuran rata-rata diameter oosit ikan napoleon wrasse dari 268 µm menjadi 292 µm. Selanjutnya pada hari ke-60 naik menjadi 310 µm dan pada hari ke-90 naik lagi menjadi 334 µm ($p<0,05$).

Pada dosis 200 μg, ukuran diameter oosit naik secara nyata. Pada hari ke-30 sesudah implantasi, ukuran diameter oosit naik sekitar 46 μm, yaitu dari 266 μm pada hari ke-0 naik menjadi 312 μm pada hari ke-30. Setelah waktu pemberian implantasi ke-2 dan ke-3, peningkatan diameter oosit ini semakin nyata, yaitu menjadi 356 μm pada hari ke-60 dan 396,00 μm pada hari ke-90.

Pada dosis 300 μg, ukuran diameter oosit rata-rata sebelum perlakuan adalah 258,00 ± 50,20 μm, namun setelah diberi implan, diameter oosit naik menjadi 304,00 ± 51,28 μm. Kemudian setelah pemberian implantasi ke-2 dengan dosis LHRHa yang sama, diameter oosit naik lagi menjadi 386 μm pada hari ke-60 dan terus naik lagi menjadi 448 μm pada hari ke-90.

Hasil analisis sidik ragam (lampiran 19) menunjukkan bahwa perlakuan dosis implan hormon LHRHa, waktu pemberian serta interaksi antara dosis implan hormon LHRHa dan waktu pemberian menghasilkan pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap diameter oosit ikan napoleon wrasse.

Pada perlakuan dosis implan hormon LHRHa dan waktu pemberian untuk induk betina ikan napoleon wrasse didapatkan bahwa diameter oosit tertinggi ada pada dosis implan hormon LHRHa 300 μg dan waktu pemberian hari ke-90 sesudah implan.

Hal ini merupakan indikasi bahwa hormon LHRHa dapat memacu proses vitellogenesis dan meningkatkan diameter oosit secara nyata.

Perbedaan pertumbuhan diameter oosit dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 16 dan 17.

Dari pengukuran diameter oosit sebagai respon dari perlakuan dosis implantasi dan waktu pemberian, didapatkan ada kecenderungan peningkatan dalam perlakuan dosis maupun waktu. Hasil analisis trend dengan menggunakan kurva estimasi untuk setiap perlakuan dosis dan waktu, didapatkan bahwa perlakuan dosis yang meningkat memberikan kecenderungan eksponensial untuk pertambahan diameter oosit (lampiran 20) dengan bentuk persamaan eksponensial sebagai berikut:

$$Y = b_0 + e^{b_1 x}$$

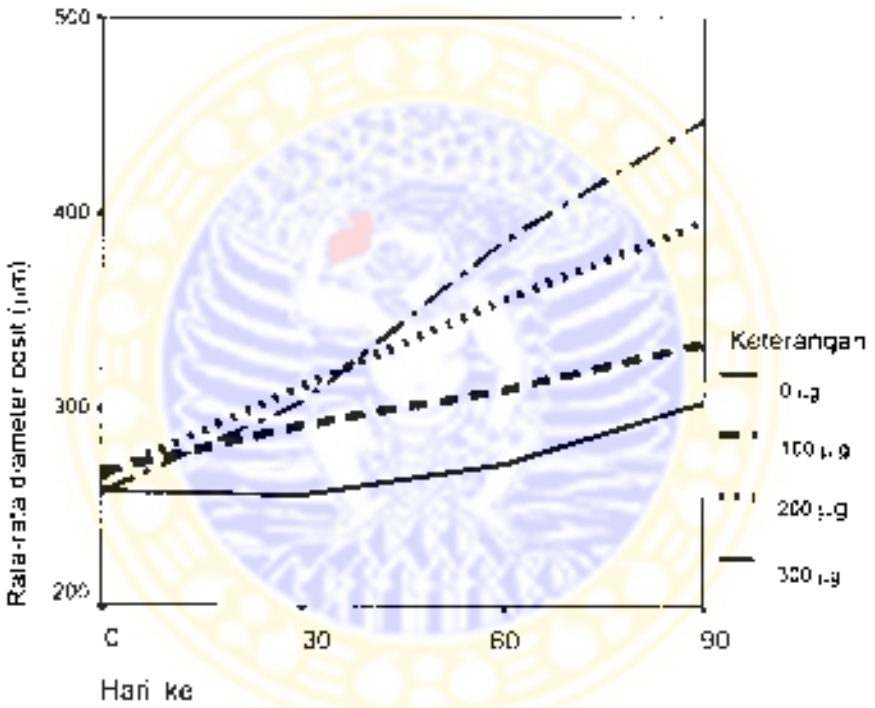
Dari hasil uji trend untuk perlakuan dosis implantasi dan waktu pengamatan didapatkan koefisien untuk masing-masing persamaan adalah sebagai berikut:

Perlakuan	b_0	b_1	Sig	R^2
Dosis implan	259.497	0.1357	0.000	0.668
Waktu implan	234.238	0.1347	0.000	0.799

Hasil ini menunjukkan bahwa ada kemungkinan bahwa diameter oosit dapat mencapai maksimum untuk dosis tertentu dan waktu implantasi tertentu yang dapat dihitung berdasarkan fungsi eksponensial di atas. Penelitian ini tidak berupaya untuk menentukan model pertumbuhan diameter oosit, namun dari hasil pengukuran didapatkan

bahwa rata-rata diameter oosit paling tinggi ada pada perlakuan dosis implan LHRHa 300 μg dan waktu pemberian hari ke-90

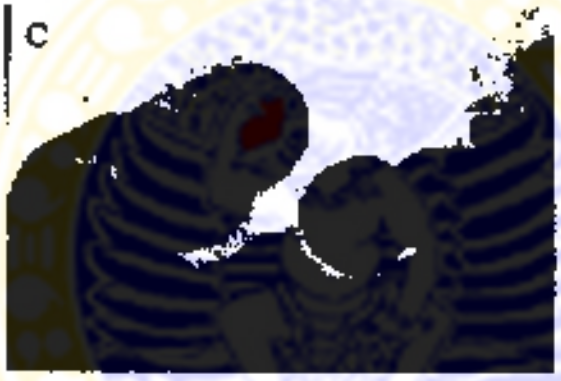
Berdasarkan uji korelasi Pearson (lampiran 21) didapatkan bahwa ada hubungan *linier positif* penambahan ukuran diameter oosit dengan kadar hormon estradiol-17β di dalam darah induk betina ikan napoleon wrasse dengan koefisien korelasi r_{xy} = 0,835 dan probabilitas p = 0,000.



Gambar 16 Grafik nilai rata-rata diameter oosit yang diperoleh dengan cara kanulasi setelah pemberian implan hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg pada hari ke-0, 30, 60 dan ke-90.

Diameter oosit 258 µm – 268 µm. Sebagian besar oosit belum berkembang.

Diameter oosit 256 µm – 304 µm. Beberapa oosit mulai tampak inti sel.



Diameter oosit 310 µm - 386 µm. Beberapa oosit berbentuk bulat.

Diameter oosit 304 µm – 448 µm. Oosit bentuk bulat lebih banyak.

Gambar 17. Gambaran oosit ikan napoleon wrasse hasil kanulasi pada masing-masing perlakuan dosis implan hormon LHRHa yang berbeda (A) 0 µg, (B) 100 µg, (C) 200 µg dan (D) 300 µg per ekor.

5.4 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa Terhadap Kadar Hormon Testosteron

Kadar hormon testosteron dalam serum darah induk jantan ikan napoleon wrasse setelah implantasi hormon LHRHa dosis 0 µg, 100 µg, 200 µg dan 300 µg pada pengukuran hari ke-0, 30, 60 dan ke-90 dapat dilihat pada tabel 13 berikut ini.

Tabel 13. Rata-rata kadar hormon testosteron (ng/ml) induk jantan ikan napoleon wrasse.

Dosis implan	Kadar hormon testosteron pada hari ke				Rata- rata kadar hormon testosteron	BNT 5%
	0	30	60	90		
0 µg	39,5	22,5	34,0	36,5	33,125[a]	77,256
100 µg	38,5	26,5	34,0	41,0	35,000[a]	
200 µg	52,0	64,5	69,0	70,0	63,875[b]	
300 µg	52,0	66,0	79,0	93,25	72,562[c]	
Rata-rata kadar hormon testosteron	45,5[a]	44,875[a]	54[b]	60,187[c]		
BNT 5 %	10,319					

Keterangan. Tanda huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$).

Pada kontrol, kadar hormon testosteron relatif rendah, yaitu hanya sekitar 39,50 ± 0,71 ng/ml pada hari ke-0, dan setelah diimplantasi dengan pellet kolesterol justru turun kadarnya menjadi 22,50 ± 14,85 ng/ml pada hari ke-30. Selanjutnya, setelah implantasi hari ke-60, kadar hormon testosteron naik menjadi 34,00 ± 8,49 ng/ml dan naik lagi menjadi

36,50 ± 4,95 ng/ml pada hari ke-90.

Hampir sama dengan kontrol, pada dosis 100 μg, rata-rata kadar hormon testosteron sebelum implantasi adalah 38,50 ± 2,12 ng/ml, kemudian setelah implantasi pertama dengan dosis 100 μg, kadar hormon testosteron justru turun menjadi 26,50 ± 6,36 ng/ml. Sedangkan pada waktu pemberian hari ke-60 kadar hormon testosteron naik menjadi 34,00 ± 8,49 ng/ml dan naik lagi menjadi 41,00 ± 1,41 ng/ml pada hari ke-90.

Pada dosis 200 μg, rata-rata kadar hormon testosteron sebelum implantasi hormon LHRHa adalah 52,00 ± 5,66 ng/ml, lalu naik menjadi 64,50 ± 4,95 ng/ml setelah implantasi hari ke-30. Selanjutnya kadar hormon testosteron ini naik lagi setelah implantasi hari ke-60 dan ke-90, yaitu sebesar 69,00 ± 1,41 ng/ml pada hari ke-60 dan naik lagi menjadi 70,00 ± 0,00 ng/ml pada hari ke-90.

Pada dosis 300 μg, kadar hormon testosteron pada induk jantan ikan napoleon wrasse rata-rata meningkat dari 52,00 ± 5,66 ng/ml menjadi 66,00 ± 5,66 ng/ml pada hari ke-30, lalu naik menjadi 79,00 ± 1,41 ng/ml pada hari ke-60 dan naik lagi menjadi 93,25 ± 10,25 ng/ml pada hari ke-90. Untuk lebih jelasnya, pengaruh implantasi hormon LHRHa pada ikan napoleon wrasse jantan terhadap kadar hormon testosteron ini dapat dilihat pada gambar 18.

5.5 Pengaruh Pemberian Cahaya Terhadap Daya Tetas Telur

Daya tetas telur ikan napoleon wrasse cukup tinggi, yaitu di atas 75%. Pengukuran daya tetas telur ini dilakukan mulai 12 jam setelah fertilisasi karena telur ikan napoleon wrasse akan menetas sekitar 10 sampai 12 jam setelah fertilisasi pada suhu perairan 28^{0}C. Data selengkapnya tentang daya tetas telur ini dapat dilihat pada lampiran 10. Telur ikan napoleon wrasse yang fertil bersifat mengapung, berbentuk bulat, diameternya 540–600 µm dan memiliki sebuah butir minyak. Rata-rata daya tetas telur ikan napoleon wrasse ini dapat dilihat pada tabel 14.

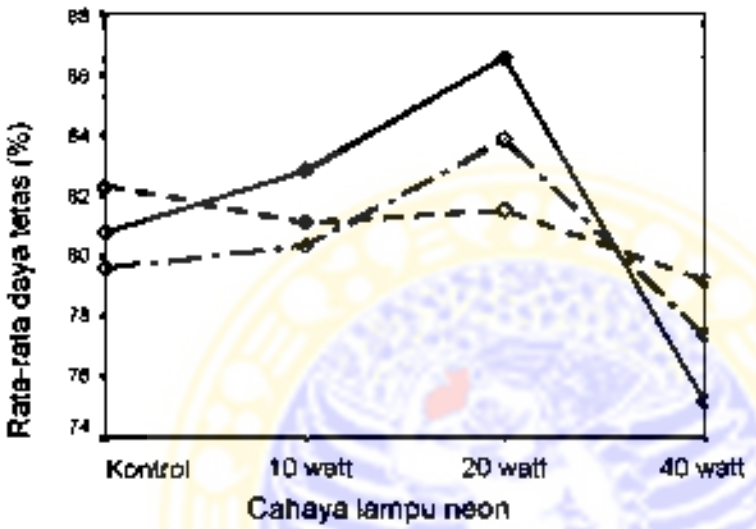
Tabel 14. Rata-rata persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse.

Perlakuan Cahaya	Persentase Daya Tetas		
	N	Rata-rata (%)	s-baku
Tanpa cahaya	18	80	2
Cahaya 10 watt	18	79	5
Cahaya 20 watt	18	83	3
Cahaya 40 watt	18	76	3

Data dibulatkan

Rata-rata persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse tanpa pemberian cahaya adalah 79,6263 ± 2,2966. Hal ini tidak berbeda dengan cahaya 10 watt yaitu 79,1299 ± 4,5718. Rata-rata persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse tertinggi pada percobaan ini adalah 82,6119 ± 2,6997 yaitu dengan perlakuan cahaya 20 watt, sedangkan pada cahaya 40 watt menghasilkan daya tetas lebih rendah yaitu 75,5327 ± 3,4020.

Perbandingan daya tetas pada masing-masing perlakuan cahaya yang berbeda dapat dilihat pada gambar 19. Dari gambar ini tampak bahwa cahaya 20 watt menghasilkan daya tetas telur terlinggi jika dibandingkan dengan tiga perlakuan yang lain.



Gambar 19. Grafik pengaruh cahaya lampu neon terhadap daya tetas telur ikan napoleon wrasse.

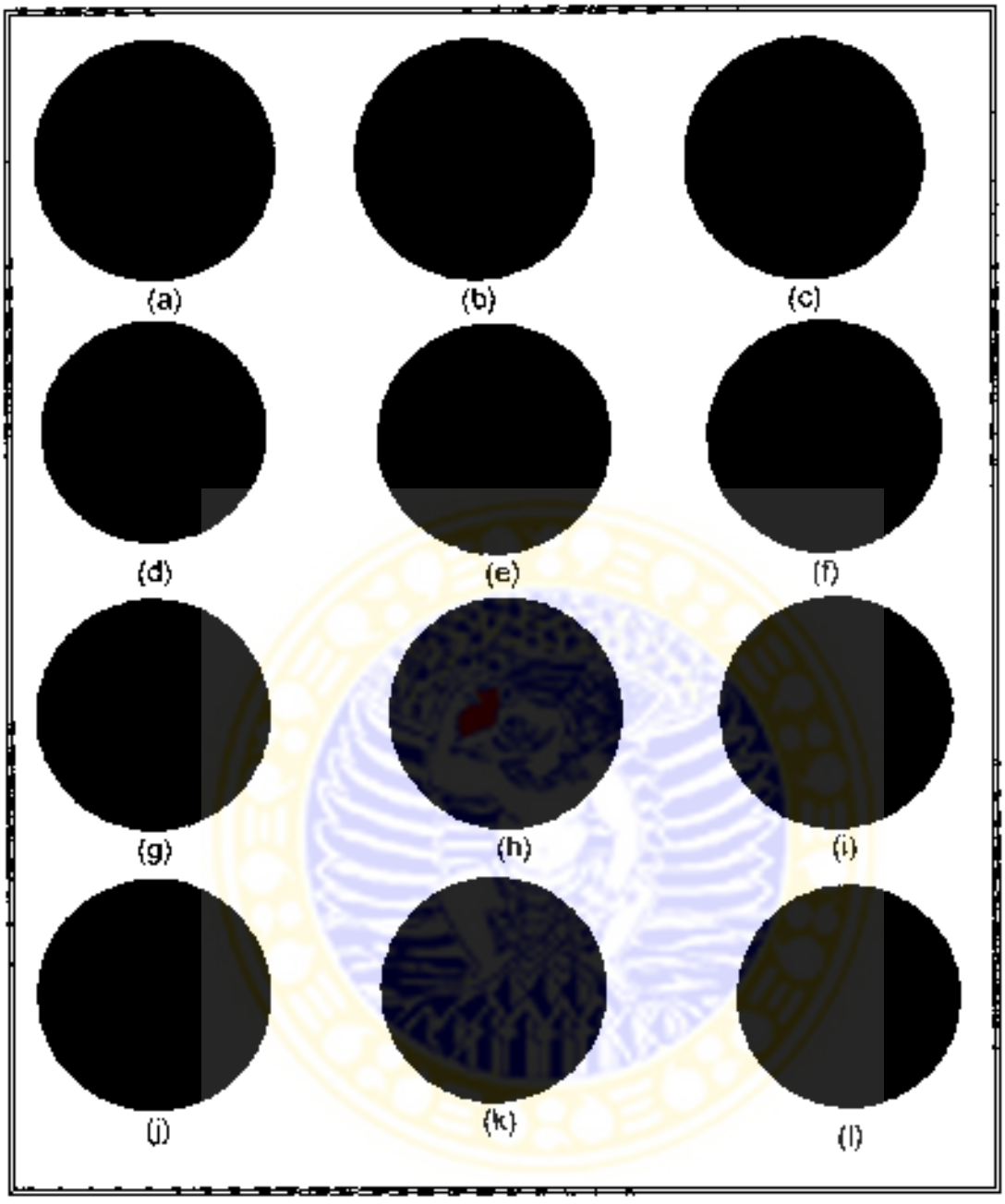
Tabel 15 Analisis varians untuk daya tetas telur ikan napoleon wrasse.

Sumber Variasi	df	JK	KT	F	Sig
Antar kelompok	3	415,700	138,567	12,307	0,000
Dalam kelompok	68	765,632	11,259		
Total	71	1181.33			

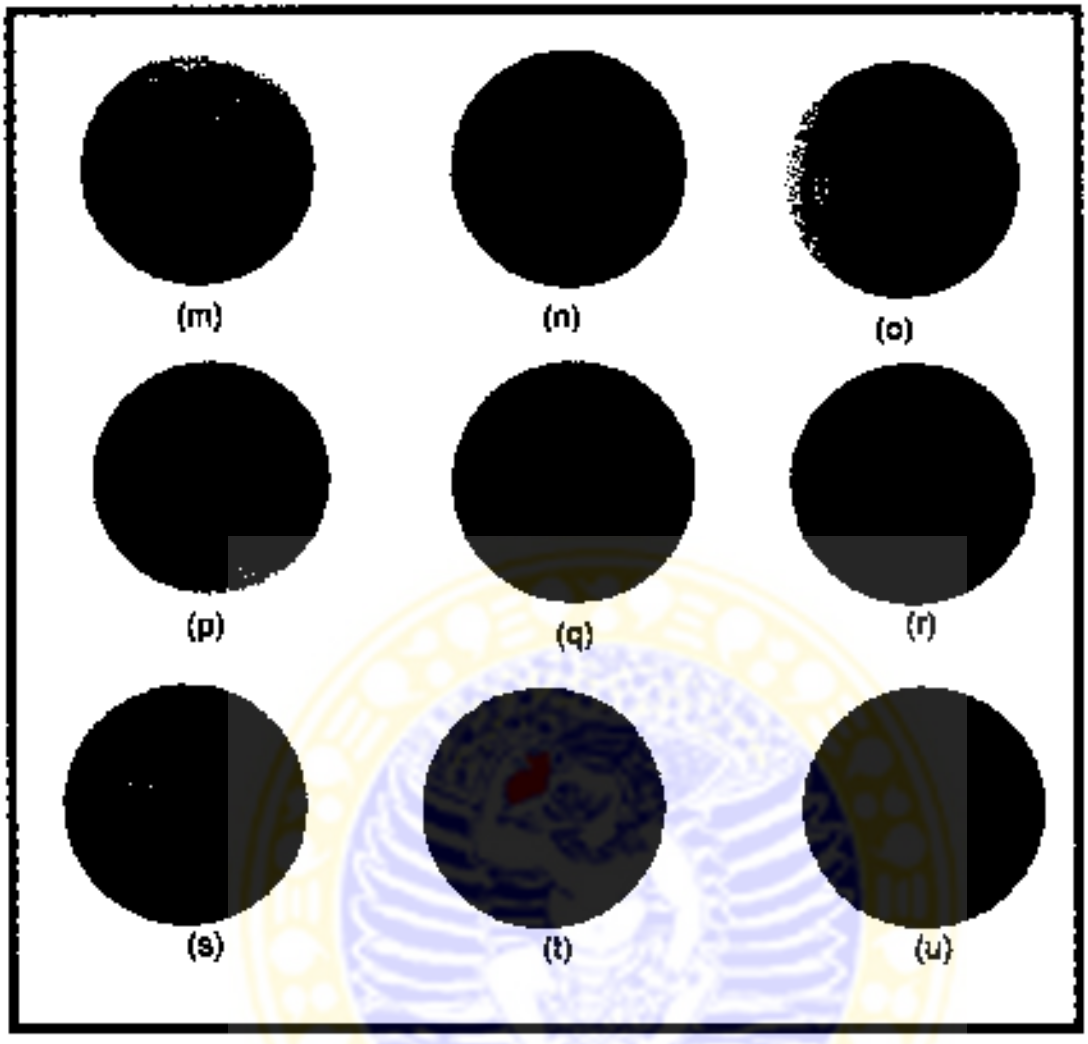
Hasil analisis varians pada tabel 15 menunjukkan bahwa ada perbedaan persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse sebagai akibat variasi perlakuan cahaya dengan nilai F = 12,307 dan p = 0,0000.

Hasil uji lanjut analisis varians dengan BNT menunjukkan bahwa perlakuan tanpa cahaya memberikan hasil yang signifikan dengan cahaya 20 watt dan 40 watt. Sedangkan perlakuan cahaya 10 watt memberikan hasil yang tidak signifikan dengan kontrol.

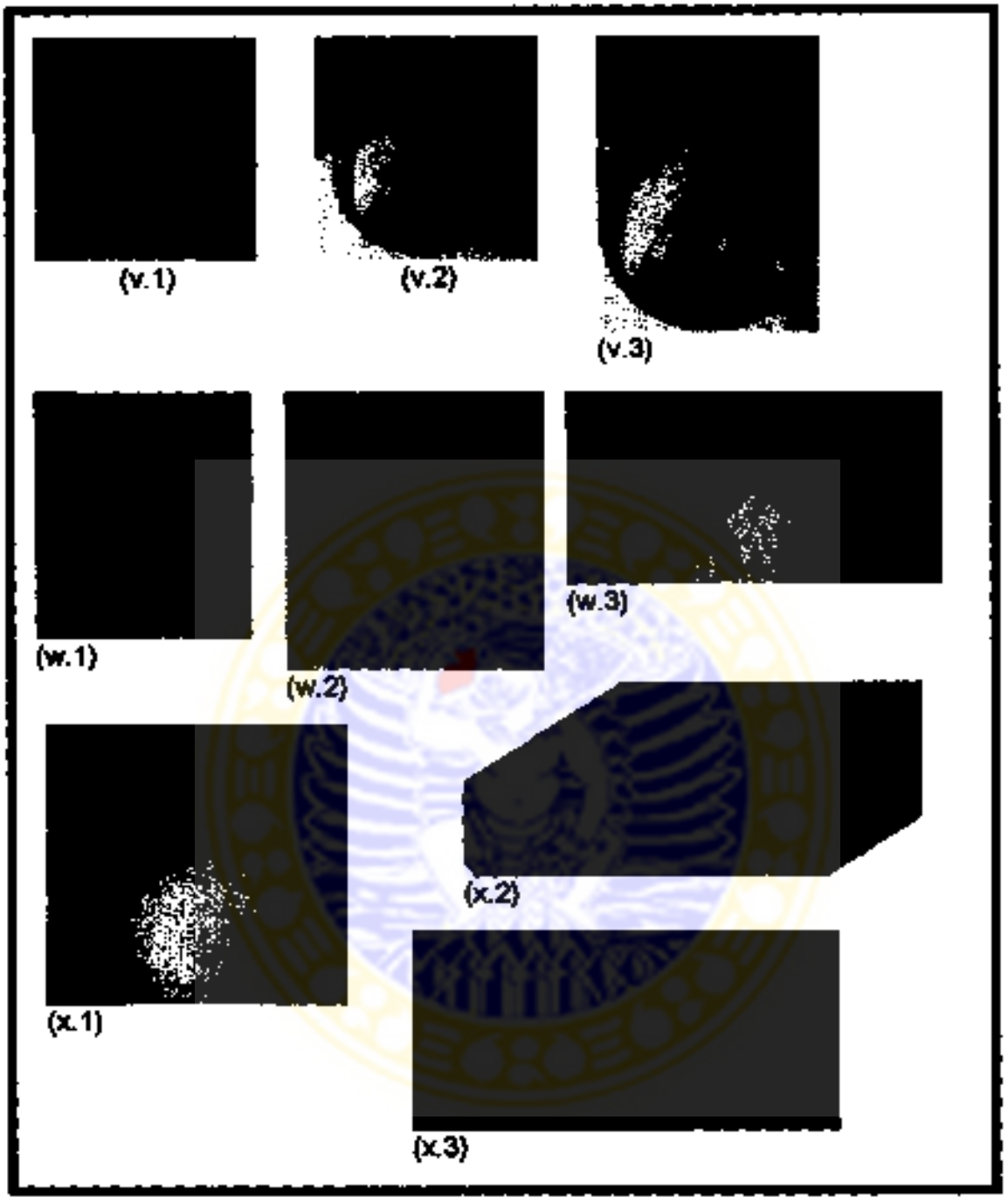
Pada penelitian ini juga diamati tingkat perkembangan embrio dan larva setelah menetas. Hasil pengamatan ini dapat dilihat pada gambar 20, 21, 22, 23 dan 24. Pengamatan perkembangan embrio dilakukan sekitar 60 menit setelah terjadinya pemijahan masal dan telur yang terambil sudah membelah menjadi 16 sel atau lebih. Untuk mendapatkan telur 1 sel relatif sulit karena awal aktivitas pemijahan terjadi saat permukaan air masih rendah, ditandai dengan keluarnya buih putih berbau *anyir yang khas*. Perkembangan embrio ini diamati sejak telur diangkat dari kolam pemijahan lalu ditempatkan pada aquarium inkubasi sampai menetas dan perkembangan larva sampai berumur 5 hari (D-5).



Gambar 20. Telur ikan napoleon wrasse yang fertil bersifat mengapung, berbentuk bulat dengan diameter 540 µm – 620 µm dan memiliki sebuah butir minyak. Perkembangan sel telur ikan napoleon wrasse. (a). 16 sel, (b). morula. (c) – (i) blastula awal sampai blastula sempurna, (j) - (l) gastrula awal



Gambar 21. Perkembangan embrio ikan napoleon wrasse pada stadia: (m – p) gastrula akhir, (q – u) neurola awal sampai neurola akhir.



Gambar 22. Proses pelepasan cangkang (v.1 – w.3) sampai menetas menjadi larva ikan napoleon wrasse diperlukan waktu sekitar 6 sampai 8 menit (x.2). Larva baru menetas dilihat dari samping (x.2), dilihat dari atas (x.3).

Kuning telur masih utuh dan butir minyak terletak pada ujung anterior Panjang total 900 µm – 1200 µm

(A) D-0 Baru menetas

Kuning telur banyak terserap. lekukan mulut di ujung anterior mulai tampak

(B) D-1

Kuning telur hampir habis, mulut mulai terbuka.

(C) D-2

Ukuran butir minyak menyusut

(D) 28 jam

Butir minyak masih ada, beberapa larva mulai makan.

(E) 34 jam

Gambar 23. Perkembangan morfologi larva ikan napoleon wrasse yang menetas: (A) stadia kuning telur, (B) larva umur 19 jam, (C) larva umur 26 jam, (D) larva umur 28 jam dan (E) larva umur 34 jam.

Butir minyak hampir habis. pergerakan naik turun mulai tampak.

(F.1) D-4 dilihat dari samping

(F.2) D-4 dilihat dari atas

Butir minyak terserap habis, gerakan larva mulai ke samping.

(G) D-5

Gambar 24. Larva ikan napoleon wrasse pada D-4 dan D-5. Sirip dada sudah berfungsi dan gerakan ikan mulai mendekati pakan.

5.6 Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Kemampuan Larva Mendapatkan Pakan Awal

Kemampuan larva ikan napoleon wrasse untuk mendapatkan pakan awal pada D-3 relatif rendah seperti pada tabel 16.

Tabel 16. Kemampuan larva (%) ikan napoleon wrasse mendapatkan pakan awal pada D-3).

Jenis pakan	Kemampuan larva ikan mendapatkan pakan pada lampu neon				Rata- rata Σ larva yang makan	BNT 5%
	0watt	10watt	20watt	30watt		
P-1	4	7	8	4	6*	17,381
P-2	5	10	10	5	7[b]	
P-3	5	9	11	4	7[b]	
Rata-rata Σ larva yang makan	5[a]	9[b]	10[b]	4[a]		
BNT 5 %	103.023					

*) Data dibulatkan

Keterangan:
a. P-1 = rotifer
P-2 = rotifer + *scott's emulsion*
P-3 = rotifer + emulsi kuning telur
b. Tanda huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$).

Kemampuan larva ikan napoleon wrasse untuk mendapatkan pakan awal sangat rendah. Pada kelompok kontrol, tanpa cahaya, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan rotifer hanya 4%. Hal ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan pemberian pakan rotifer yang telah diperkaya dengan *scott's emulsion* yaitu 5 ± 1 %. Rotifer yang diperkaya dengan emulsi kuning telur 5 %.

Rendahnya kemampuan larva untuk mendapatkan pakan awal ini merupakan masa kritis pertama yang sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidupnya. Pakan endogen yang berupa kuning telur dan butir minyak akan terserap habis sekitar 29 jam setelah menetas. Jika gagal mendapatkan pakan eksogen pada masa ini maka larva akan mati. Berbeda dengan larva bandeng dan kakap yang memiliki kuning telur relatif besar sehingga memiliki cukup waktu untuk membentuk dan melengkapi organ pencernaan. Pada masa kritis ini larva tidak akan mencari pakan karena belum memiliki kemampuan untuk bergerak dan hanya makan kalau ada pakan yang masuk ke mulutnya. Hal ini merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya kematian masal karena mulut baru terbuka pada saat kuning telur terserap habis.

Pada pemberian cahaya 10 watt, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan rotifer sedikit lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol yaitu sekitar 7 ± 1 %. Kemudian pada perlakuan P-2, kemampuan makan meningkat menjadi 10 ± 1 % sedangkan pada perlakuan P-3 sebesar 9 ± 2 %.

Pada pemberian cahaya 20 watt, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan awal lebih tinggi dibanding dengan 0, 10 dan 40 watt. Pada perlakuan P-1, kemampuan larva untuk mendapatkan pakan berkisar antara 8 ± 1 % sedangkan pada perlakuan P-2 berkisar antara 10 ± 1 % dan pada P-3 berkisar antara 11 ± 1 %.

Hasil analisis sidik ragam (lampiran 25) menunjukkan bahwa pemberian cahaya lampu neon, pengkayaan rotifer dan interaksi antara cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer memberikan pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap kemampuan larva ikan napoleon wrasse untuk mendapatkan pakan awal.

5.7. Pengaruh Pemberian Cahaya dan Jenis Pakan Terhadap Sintasan Larva

Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada D-5 sebagai hasil dari perlakuan pemberian cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer dapat dilihat pada tabel 17.

Tabel 17. Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada D-5.

Jenis Pakan	Sintasan Larva (%) dengan lampu neon [1]				Rata- rata sintasan pada D-5	BNT 5%
	0 watt	10 watt	20 watt	40 watt		
P-1	3	6	5	3	4[a]	12,799
P-2	3	8	7	3	5[b]	
P-3	3	8	9	3	6[b]	
Rata-rata sintasan pada D-5	3[a]	7[b]	7[b]	3[a]		
BNT 5 %	84,233					

[1] Data dibulatkan.

Keterangan: a. P-1 = rotifer
P-2 = rotifer + scott's emulsion
P-3 = rotifer + emulsi kuning telur
b. Tanda huruf yang berbeda pada kolom dan baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($p<0,05$).

Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada hari ke-5 (D-5) sangat rendah, hanya berkisar antara 3 ± 1 % sampai 9 ± 1 %. Dari data sintasan larva pada D-5 dapat diketahui bahwa larva ikan napoleon wrasse berukuran paling kecil jika dibandingkan dengan kerapu bebek ataupun bandeng. Larva ikan bandeng pada D-5 sudah bisa aktif bergerak mencari makan, sedangkan larva ikan napoleon wrasse gerakannya masih lamban. Larva ikan napoleon wrasse pada D-5 memiliki panjang total sekitar 1,9 mm sampai 2,1 mm dan sirip dada mulai berfungsi untuk bergerak maju. Data sintasan larva ini dapat dilihat pada lampiran 14.

Pada kelompok kontrol tanpa cahaya, sintasan larva yang diberi pakan rotifer paling rendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain yaitu hanya berkisar antara 3 ± 1 % sedangkan yang diberi pakan rotifer diperkaya dengan *scott's emulsion* meningkat menjadi 3 ± 2 % dan yang diperkaya dengan emulsi kuning telur 3 ± 1 %.

Pada cahaya 10 watt sintasan larva tertinggi berkisar antara 8 ± 1 % yaitu yang diberi pakan rotifer diperkaya *scott's emulsion* sedangkan pada cahaya tambahan 20 watt sintasan larva tertinggi sebesar 9 ± 1 % yaitu yang diberi pakan rotifer diperkaya emulsi kuning telur. Perbedaan pengaruh cahaya lampu neon dan pengkayaan rotifer terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse dapat dilihat pada gambar 26.

BAB 6
PEMBAHASAN

6.1 Frekuensi Pemijahan Dan Jumlah Telur

Induk ikan napoleon wrasse dalam penelitian ini dapat memijah setiap bulan namun frekuensi pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan sangat fluktuatif. Berdasarkan pengamatan selama satu tahun, sejak bulan September 1999 sampai dengan September 2000, ikan napoleon wrasse melakukan pemijahan pada sekitar bulan gelap. Selama ini induk ikan napoleon wrasse akan memijah jika manipulasi air dilakukan secara rutin dan pergantian air dilakukan setiap hari. Manipulasi air ini dimaksudkan untuk meniru terjadinya gelombang pada habitat terumbu karang.

Di alam, induk ikan napoleon wrasse banyak ditemukan pada daerah terumbu karang yang masih bagus perkembangannya. Pada umumnya terumbu karang ini lebih berkembang pada daerah yang mengalami gelombang besar (Nybakken, 1988). Dari fenomena tersebut dapat diasumsikan bahwa dengan adanya gelombang besar akan memberikan sumber air yang segar dan sekaligus memberikan oksigen sehingga merangsang terjadinya pemijahan. Di sisi lain, pemijahan ini sering tidak menghasilkan telur yang fertil. Fertilitas telur ini antara lain dipengaruhi oleh kesesuaian perbandingan jumlah induk jantan dan betina serta kualitas telur dan sperma yang dihasilkan. Hal ini diduga berkaitan dengan pola pemijahan masal dan sistem harem. Induk ikan napoleon

wrasse yang paling berkuasa biasanya akan menggiring 5 atau 6 ekor induk betina untuk bercumbu dan saling mengejar (*foreplay*), sementara induk yang lain dipinggirkan. Jika ada induk jantan lain yang mengganggu dan masuk dalam kumpulan induk betina yang ada dalam arena percumbuan maka akan terjadi perkelahian sampai salah satu induk jantan dikalahkan. Pada puncak pemijahan, induk-induk yang ada di luar arena akan ikut bergerombol lalu terjadi pemijahan masal yang diakhiri dengan sama-sama melepaskan telur dan sperma.

Pada bulan September 1999 sampai dengan Maret 2000, induk ikan napoleon wrasse melakukan pemijahan pada sore hari menjelang matahari terbenam dan telur-telur fertil pada stadia satu sel didapat pada sekitar pukul 18.00 waktu setempat. Masa inkubasi ini dipengaruhi oleh suhu dan telur akan menetas sekitar 12–14 jam kemudian. Selanjutnya, selama musim kemarau, saat-saat memijah dan bertelur ini ada kecenderungan bergeser semakin siang. Pada bulan April 2000, telur pada stadia satu sel ditemukan sekitar pukul 16.00 WIB waktu setempat. Hal ini berlangsung terus sampai bulan Agustus 2000.

Pada bulan September 2000, induk-induk ikan napoleon wrasse menampakkan gejala pemijahan lebih dini, sekitar pukul 08.00 WIB. Percumbuan langsung terjadi pada saat air bak surut tinggal seperempat bagian dan sekitar pukul 09.30 sudah tersebar bau anyir yang khas. Telur pada stadia 1 sel dapat diambil sekitar pukul 09.45 WIB. Proses pemijahan ini berlangsung relatif lama. Telur-telur hasil pemijahan masal

ini akan tertampung dalam penampung telur (*egg collector*) setelah air bak pemijahan penuh, yaitu sekitar pukul 17.00 WIB. Semakin cepat telur-telur ini dipindahkan ke dalam bak inkubasi akan semakin bagus daya tetasnya karena kondisi air pada bak inkubasi dan pembenihan relatif lebih stabil.

Dari data diskriptif dapat dilihat suatu kecenderungan bahwa semakin tinggi frekuensi pemijahan maka jumlah telur yang dihasilkan relatif sedikit. Kondisi ini relatif stabil pada bulan September sampai dengan Desember 1999. Pada bulan-bulan tersebut frekuensi pemijahan berkisar antara 4 sampai 8 kali dan jumlah telur yang dihasilkan relatif tinggi berkisar antara 162.600 ± 108.215 butir sampai dengan yang tertinggi adalah 231.250 ± 128.086 butir.

Pada bulan April 2000, awal yang ditunjukkan oleh induk ikan napoleon wrasse setelah pemberian implantasi hormon LHRHa adalah peningkatan frekuensi pemijahan sampai 13 kali. Hal ini belum pernah terjadi sebelumnya. Di sisi lain, peningkatan frekuensi pemijahan ini tidak diikuti dengan peningkatan jumlah telur yang dihasilkan. Jumlah telur yang dihasilkan pada bulan April 2000 termasuk rendah yaitu 46.153 ± 49.648 butir.

Respon positif implantasi hormon LHRHa ini terhadap jumlah telur yang dihasilkan baru terlihat pada bulan Juni 2000. Kemudian pada bulan Juli 2000 jika dibandingkan dengan bulan Maret 2000 terjadi perbedaan jumlah telur yang sangat menyolok dari hasil frekuensi pemijahan yang

sama yaitu 3 kali. Pada bulan Maret 2000 dilakukan pengambilan sampel darah awal sebelum implantasi pada hari ke-0 (sebagai kontrol). Telur yang dihasilkan pada bulan tersebut hanya 55.000 ± 27.838 butir sedangkan pada bulan Juli 2000 (sesudah implantasi) jumlah telur yang dihasilkan relatif tinggi yaitu 179.333 ± 35.795 butir.

6.2. Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Kadar Hormon Estradiol-17β

Dari hasil penelitian ini dapat dibuktikan bahwa implantasi hormon LHRHa dapat meningkatkan kadar hormon estradiol-17β dalam serum darah induk betina ikan napoleon wrasse. Hormon estradiol-17β adalah hormon steroid utama pada ikan betina yang berfungsi memacu hipotalamus untuk mensintesa GnRH. GnRH yang dihasilkan akan bekerja untuk memacu kelenjar hipofisa dalam memproduksi GTH. GTH yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisa dilepaskan ke dalam aliran darah menuju ke gonad sebagai target organ (Cerda *et al.*, 1996).

GTH berperan penting dalam mengatur vitellogenesis, pematangan oosit, ovulasi dan pemijahan pada induk betina serta mengatur spermatogenesis dan spermiasi pada induk jantan (Hirose, 1991). Selanjutnya estradiol-17β akan disekresikan ke dalam aliran darah dan diangkut menuju ke hati sebagai organ sasaran. Adanya hormon estradiol-17β di dalam hati secara spesifik akan merangsang proses vitellogenesis. Hormon estradiol-17β memasuki sel hati dengan cara difusi dan terikat

ADLN Perpustakaan Universitas Airlangga

pada protein reseptor yang berbentuk sitosolid spesifik 5-S

Selanjutnya kompleks estrogen reseptor mengalami transformasi dari bentuk terikat non DNA menjadi bentuk yang secara aktif pindah lokasi ke inti sel. Selama pindah lokasi dari sitosol ke inti, reseptor yang ditempati estrogen (kompleks estrogen reseptor) berubah dari 5-S menjadi 4-S dan mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap kromatin, melekat pada sisi-sisi spesifik DNA dan obyek-obyek lain yang akan mengaktifkan gen vitellogenin (Mommsen and Walsh, 1988).

Pada ikan ada 2 kemungkinan yang disebabkan oleh perlakuan estradiol, yaitu: (1) untuk ikan yang menimbun lipida di dalam hati seperti ikan cod dan blenny, estradiol akan menyebabkan mobilisasi cadangan lipida intra hepatik dan kemudian meningkatkan output VLDL dari hati dan (2) pada ikan yang menggunakan tempat di luar hati dalam menimbun lipida, seperti ikan salmon, estradiol-17β pertama akan merangsang mobilisasi lipida ekstra hepatik yang selanjutnya menyerap ke dalam hati sehingga menyebabkan peningkatan output VLDL dari hati.

Selama berlangsungnya vitellogenesis, konsentrasi estradiol-17β di dalam darah ikan sangat tinggi (Nagahama, 1983; Yaron, 1995). Dalam penelitian ini kadar estradiol-17β dapat mencapai 4200 pg/ml pada dosis 300 μg LHRHa, pada hari ke-90 setelah implantasi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa implantasi hormon LHRHa dapat memberikan respon positif terhadap peningkatan kadar hormon estradiol-17β di dalam serum darah induk ikan napoleon wrasse. Makin tinggi dosis LHRHa dan

MILIK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

makin lama waktu pemberian makin tinggi kadar estradiol-17β yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Lam (1995) bahwa hormon LHRHa sangat efektif untuk menginduksi pelepasan GTH pada ikan. Di samping itu, Peter (1982) juga menyatakan bahwa hormon LHRHa tidak hanya memacu sekresi GTH tetapi dalam dosis tinggi juga dapat menginduksi ovulasi pada ikan-ikan teleostei. Hormon LHRHa dalam bentuk pellet kolesterol terbukti dapat memacu pematangan gonad dan pemijahan pada ikan bandeng *Chanos-chanos* Forskal, belanak *Mugil chepalus*, ekor kuning dan ayu *Plecoglossus altivelis* (Hirose, 1991).

Penggunaan hormon LHRHa dalam bentuk pellet kolesterol yang diimplantasikan secara intra muscular di bawah sirip dorsal dimaksudkan untuk memacu pertumbuhan dan pematangan gonad serta meningkatkan penyediaan induk (Crim *et al.*, 1983). Penyediaan induk ikan napoleon wrasse matang gonad mengalami banyak kesulitan karena pada sebagian besar ikan yang dipelihara dalam karamba jaring apung mengalami gangguan fungsi reproduksi. Pada induk betina, oosit tidak berkembang sempurna karena proses vitellogenesis terhambat. Pada induk jantan volume sperma sangat sedikit dan kualitasnya rendah. Kondisi ini menyebabkan rendahnya daya fertilitas. Fertilisasi atau pembuahan adalah penggabungan antara inti spermatozoa dengan inti sel telur sehingga membentuk zigot, yang kemudian mengalami pembelahan menjadi embrio dan berkembang terus sampai menetas menjadi larva (Lagler *et al.*, 1977; Sumantadinata, 1988). Jika daya fertilitasnya rendah

maka kesempatan mendapatkan larva sangat kecil.

Pellet hormon LHRHa dengan dosis 100 µg sangat efektif untuk memacu vitellogenesis pada ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* (Tridjoko *dkk.*, 1999). Pellet hormon LHRHa dapat digunakan secara tunggal atau dikombinasikan dengan hormon-hormon lain seperti HCG, salmon gonadotropin (SG-100), ekstrak kelenjar hipofisa dari ikan salmon (SPH), L-thyroxin sodium (T4), methyltestosteron, estradiol-17β dan Durandron Forte. Hormon LHRHa dalam bentuk pellet kolesterol dengan dosis 200 µg yang dikombinasikan dengan kapsul methyltestosteron 250 µg dapat memacu pematangan gonad dan pemijahan ikan bandeng satu bulan lebih awal sebelum musim berpijah (Lee, 1986). Pellet hormon LHRHa dalam bentuk *copolimer* dengan dosis 100 µg per kg berat badan dapat menginduksi pematangan gonad dan pemijahan ikan sea bream *Pagrus major* 6 bulan lebih awal sebelum musim berpijah (Masuyama *et al.*, 1993).

Dalam penelitian ini, pellet hormon LHRHa digunakan secara tunggal dengan 3 kali ulangan, masing-masing dengan selang pemberian 30 hari. Sampel induk ikan napoleon wrasse yang diberi perlakuan sudah pernah melakukan pemijahan spontan berulang kali sehingga implantasi hormon LHRHa ini lebih ditujukan untuk memacu pematangan oosit dan meningkatkan diameter telur.

6.3 Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Diameter Oosit

Oosit dari setiap spesies ikan memiliki bentuk, ukuran, jumlah dan berat yang bervariasi (Lagler *et al.*, 1977). Menurut Kamler dan Kato (1983) ukuran telur ditunjukkan dengan ukuran diameter telur. Diameter terpanjang disebut panjang telur sedangkan diameter terpendek disebut lebar telur. Telur dikatakan berukuran kecil jika diameternya kurang atau sama dengan 2 mm (Wootton, 1979). Diameter oosit ikan napoleon wrasse dalam penelitian ini yang paling besar adalah 448 µm. Perlakuan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa dalam penelitian ini memberikan pengaruh positif terhadap kenaikan diameter oosit. Hal ini menunjukkan bahwa pelepasan hormon LHRHa di dalam darah menstimuli kelenjar hipofisa untuk mensekresikan GTH.

GTH akan mengikuti aliran darah menuju ke gonad *(ovarium)* sebagai target organ dan merangsang sel-sel folikel untuk mensekresikan hormon estradiol-17β ke dalam darah. Hormon estradiol-17β yang selalu tinggi kadarnya dalam darah akan mempengaruhi sel hati untuk mensintesa vitellogenin. Sintesa vitellogenin di dalam hati ini terjadi pada retikulum endoplasma yang selanjutnya akan dimodifikasi dan dikemas di dalam aparatus golgi lalu disekresikan ke dalam aliran darah. Dengan adanya stimuli GTH dari kelenjar hipofisa, sel folikel akan melepaskan hormon estradiol-17β ke dalam aliran darah. Hormon estradiol-17β ini akan memasuki sel hati dengan cara difusi (Mommsen and Walsh, 1988).

Komponen utama dari vitellogenin adalah protein. Selanjutnya molekul-molekul protein ini akan mengalami serangkaian proses glikolisasi, lipidasi dan fosforilasi di dalam membran retikulum endoplasma sehingga Tyler *et al.*, 1991 mendefinisikan vitellogenin sebagai *glycolipophospoprotein*. Adanya vitellogenin di dalam darah menunjukkan terjadinya akumulasi polipeptida kuning telur di dalam oosit. Vitellogenin yang ada di dalam darah akan dibawa ke ovarium lalu diikat oleh reseptor oosit. Selanjutnya secara enzimatis vitellogenin ini diubah ke dalam bentuk protein kuning telur yaitu *lipovitellin* dan *phosvitin* (Soyano, 1998). Selama perkembangan oosit akan terjadi peningkatan indek gonad sekitar 1% sampai 20% (Tyler *et al.*, 1991). Dengan demikian jelas bahwa kenaikan kadar hormon estradiol-17β di dalam darah berkorelasi positif dengan kenaikan diameter oosit.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa implantasi hormon LHRHa dapat meningkatkan diameter oosit ikan napoleon wrasse. Hasil uji statistik menunjukkan terdapat korelasi positif antara dosis implan hormon LHRHa dengan peningkatan kadar hormon estradiol-17β dan diameter oosit. Pada sebagian besar ikan teleost, hormon estradiol-17β adalah steroid utama yang diperlukan selama berlangsungnya vitellogenesis dan perkembangan oosit (Yashiro *et al.*, 1993). Hormon estradiol-17β berperan penting dalam menginduksi sel-sel hati untuk mensintesis vitellogenin, yang merupakan protein utama pembentuk kuning telur (*egg yolk*).

Ukuran diameter oosit dan diameter telur ini sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan kelangsungan hidup (sintasan) larva (Blaxter, 1988). Semakin besar ukuran diameter telur maka semakin besar cadangan makanan yang tersimpan di dalam kuning telur (*egg yolk*) sehingga larva memiliki cadangan energi lebih banyak untuk pembentukan organ (*organogenesis*). Di samping itu, ukuran *egg yolk* berpengaruh terhadap waktu pergantian dari pakan endogen ke pakan eksogen.

Berdasarkan dinamika perkembangan oosit, Selman and Wallace (1989) mengklasifikasikan pola perkembangan ovarium pada ikan teleost atas tiga tipe yaitu: (1) sinkronisme total, semua oosit dalam ovarium dibentuk pada waktu bersamaan, tumbuh bersama-sama melalui tahapan-tahapan perkembangan dan tidak ditemukan adanya oosit pada tingkat perkembangan yang berbeda; (2) sinkronisme kelompok, ditemukan minimal dua populasi oosit yang berbeda pada tingkat perkembangan yang berbeda dan (3) asinkronisme, terdapat oosit pada berbagai tingkat perkembangan yang berbeda. Pola perkembangan ovarium ikan napoleon wrasse berdasarkan pengamatan dalam penelitian ini bersifat asinkroni karena hasil kanulasi oosit dan histologi gonad ditemukan oosit pada berbagai tingkat perkembangan yang berbeda. Oosit ini berada di dalam ovarium sampai matang dan dilepaskan pada saat terjadi pemijahan.

Pematangan oosit ini dikendalikan oleh tiga mediator utama, yaitu: hormon gonadotropin (GTH) yang disekresikan oleh kelenjar hipofisa, *maturation inducing hormone* (MIH) yang disekresikan oleh sel-sel folikel

di sekitar oosit dan *maturation promoting factor* (MPF) yang ada di dalam sitoplasma oosit. MPF memacu pecahnya *germinal vesicle* (GVBD), *kondensasi kromosom* dan ovulasi (Yamashita and Naganama, 1995).

6.4. Pengaruh Dosis dan Waktu Pemberian Implan Hormon LHRHa terhadap Kadar Hormon Testosteron

Implantasi hormon LHRHa dengan dosis 300 µg per ekor dapat meningkatkan kadar hormon testosteron dalam serum darah ikan napoleon wrasse. Hormon testosteron berperan penting dalam proses spermatogenesis dan tingkah laku seksual induk jantan. Pada induk jantan ikan napoleon wrasse yang dipelihara di dalam karamba jaring apung atau bak beton sering mengalami gangguan fungsi reproduksi sehingga jumlah sperma yang dihasilkan relatif sedikit. Di alam, ikan napoleon wrasse jantan matang gonad setelah berat tubuhnya mencapai lebih dari 12 kg per ekor. Induk jantan ikan napoleon wrasse memiliki tonjolan di kepala bersifat permanen yang makin lama makin bertambah besar sesuai dengan pertambahan usia. Pada saat terjadi pemijahan masal, induk jantan paling besar akan menggiring beberapa induk betina lalu membentuk satu arena dengan gerakan berputar, sementara pejantan lain yang lebih kecil dipinggirkan.

Kadar hormon testosteron meningkat menjelang musim berpijah, terjadi *dikromatisme*, warna tubuh berubah menjadi hijau biru menyolok. Hal ini menimbulkan daya tarik terhadap induk betina. Perlakuan dosis dan waktu pemberian implan hormon LHRHa dalam penelitian ini dapat

meningkatkan kadar hormon testosteron pada induk jantan ikan napoleon wrasse, meningkatkan volume sperma dan fertilitas. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah telur fertil hasil pemijahan masal.

6.5 Pengaruh Pemberian Cahaya Lampu Neon Terhadap Daya Tetas Telur

Daya tetas telur ikan napoleon wrasse cukup tinggi, rata-rata di atas 75 %. Hal ini merupakan indikasi bahwa tingkat kematangan gonad pada induk jantan baik sehingga sebagian besar telur dapat dibuahi. Di samping itu kondisi ini juga merupakan indikator yang bagus dari perbandingan jumlah induk jantan dan betina.

Telur ikan napoleon wrasse akan menetas dalam waktu 10 sampai 14 jam setelah fertilisasi. Karena ukuran telur yang relatif sangat kecil, 540 sampai 600 µm maka pengambilan telur dari *egg collector* dan penanganan lebih lanjut sampai ditempatkan ke dalam aquarium inkubasi harus cermat, untuk menghindari terjadinya *shock* yang dapat menyebabkan embrio gagal berkembang.

Perkembangan telur fertil hasil pemijahan masal ini sampai menetas menjadi larva berjalan normal. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa sebagian besar telur yang tidak menetas disebabkan pertumbuhan embrio terhenti pada stadia neurola. Hal ini merupakan fenomena umum yang terjadi pada sebagian besar telur-telur ikan yang hidup di laut termasuk ikan napoleon wrasse ini. Kematian embrio yang gagal berkembang ini bisa terjadi karena kualitas telur rendah, kekurangan

oksigen atau terjadi *shock* pada saat pemindahan dari penampungan telur ke aquarium inkubasi.

Perkembangan embrio merupakan fase penting yang sangat menentukan apakah sel telur dapat menetas dengan sempurna atau tidak. Jika embrio mengalami kegagalan dalam perkembangannya, maka pertumbuhan sel akan terhenti dan akhirnya mati. Berdasarkan gambar 20, 21 dan 22 tampak bahwa walaupun telur ikan napoleon wrasse berukuran sangat kecil namun perkembangan embrio berjalan sempurna dan daya tetasnya relatif tinggi, yaitu di atas 75%.

Telur ikan napoleon wrasse berukuran sangat kecil, berkisar antara 540-600 μm. Ukuran panjang total larva yang baru menetas berkisar antara 900-1200 μm. Egg yolk dan butir minyak akan terserap habis dalam waktu sekitar 25-29 jam setelah menetas. Ukuran larva yang sangat kecil ini merupakan kendala utama dalam *rearing* sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk menemukan pakan awal yang cocok. Pakan awal ini harus berukuran kecil, sekitar 40 μm namun memiliki kandungan gizi lengkap dan energi yang tinggi sehingga mencukupi kebutuhan untuk perkembangan awal dan meningkatkan sintasannya. Untuk menjaga kelangsungan hidup larva yang baru menetas diperlukan lingkungan yang stabil terutama suhu, turbulensi, salinitas dan cahaya untuk memudahkan larva mendapatkan pakan awal. Sebagian besar larva ikan laut yang dipelihara pada suhu 26^{0}C sampai 28^{0}C mulai makan pada hari ketiga setelah menetas (Watanabe, 2000).

6.6 Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Kemampuan Larva Mendapatkan Pakan Awal

Pakan endogen yang berupa kuning telur dan butir minyak akan terserap habis dalam waktu sekitar 29 jam setelah menetas dan larva harus mendapatkan pakan awal dari luar sebagai sumber energi untuk kenidupannya. Ketika kuning telur sudah terserap habis, mulut baru mulai terbuka, namun larva belum memiliki kemampuan untuk bergerak mendekati makanan sehingga hanya makan apa yang kebetulan masuk ke mulutnya. Kesempatan mendapatkan pakan awal merupakan masa kritis pertama bagi kehidupan larva (Kumagai, 1997). Kegagalan pakan awal ini merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya kematian masal. Hal ini juga terjadi pada ikan herring *Clupea harrengus* dimana pada saat kuning telur terserap habis 94% larva mati. Kematian masal yang terjadi pada saat pergantian pakan ini merupakan masa kritis yang sangat sulit dikendalikan karena organ belum berkembang sempurna dan secara fisiologis belum banyak diketahui.

Istilah masa kritis pada perkembangan awal larva ikan ini menurut May (1973), pertama kali dipakai oleh ahli budidaya dari Perancis, yaitu Fabre-Domerque dan Bietrix pada tahun 1897 untuk menunjukkan kematian masal yang terjadi pada saat kuning telur terserap habis. Hal ini terjadi pada sebagian besar larva ikan laut. Selanjutnya May (1973) mengatakan bahwa penyebab utama kematian masal larva adalah kegagalan pakan awal dan arus yang menyebabkan larva terseret ke daerah yang tidak memungkinkan untuk berkembang lebih lanjut atau

terjadinya ombak yang menyebabkan *upwelling*. Menurut Pinus (1973) beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perkembangan awal larva adalah: salinitas, gelombang laut, intensitas cahaya, oksigen terlarut, suhu dan ketersediaan pakan.

Kebanyakan ikan laut mempunyai larva dengan ukuran yang sangat kecil, kuning telur hanya cukup untuk satu sampai dua hari, dengan saluran pencernaan yang masih sangat sederhana. Kondisi ini memerlukan tersedianya pakan dengan ukuran kecil baik berupa fitoplankton maupun zooplankton yang dapat memenuhi kebutuhan nutrien secara lengkap untuk pertumbuhan larva ikan lebih lanjut (Giri, 1998b). Dari beberapa penelitian ditemukan bahwa ikan laut membutuhkan asam lemak tak jenuh rantai panjang seperti 20:5n-3 dan 22:6n-3 sebagai asam lemak esensialnya (Watanabe *et al.*,1984). Berbeda dengan ikan air tawar, kebanyakan larva ikan laut hanya mempunyai kemampuan yang sangat terbatas untuk mensintesa n-3 HUFA dari n-3 rantai *carbon* yang lebih pendek (Kanazawa, 1975 yang dikutip oleh Giri, 1998a). Selanjutnya dikatakan bahwa kebutuhan n-3 HUFA meningkat pada stadia awal perkembangan larva karena banyak yang digunakan untuk pembentukan membran. Kekurangan n-3 HUFA mengakibatkan tingkat kematian yang tinggi dan pertumbuhan yang lambat serta tidak sempurnanya fungsi gelembung renang pada larva.

Dalam penelitian ini dapat dibuktikan bahwa pengkayaan rotifer dengan *scott's emulsion* maupun emulsi kuning telur berbeda nyata

dengan larva yang diberi pakan rotifer saja pada kontrol ($p<0,05$). Sebaliknya pengaruh rotifer yang diperkaya dengan *scott's emulsion* tidak berbeda nyata dengan rotifer yang diperkaya dengan emulsi kuning telur ($p>0,05$). Namun data empiris menunjukkan bahwa rotifer yang diperkaya dengan *scott's emulsion* memiliki kecenderungan lebih pasif jika dibandingkan dengan rotifer yang diperkaya dengan emulsi kuning telur. Di samping itu, pemberian cahaya 20 watt meningkatkan kemampuan larva mendapatkan pakan awal. Hal ini berbeda dengan cahaya 40 watt. yang menghasilkan tingkat kemampuan mendapatkan pakan lebih rendah.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian cahaya, pengkayaan rotifer dan interaksi antara cahaya dan pengkayaan rotifer memberikan pengaruh positif yang signifikan terhadap kemampuan larva ikan napoleon wrasse mendapatkan pakan awal ($p<0,05$). Selanjutnya, hasil analisis regresi kemampuan mendapatkan pakan awal dengan sintasan larva diperoleh nilai r^2 = 0,946. Hal in mengandung arti bahwa 94,6% sintasan larva ikan napoleon wrasse dipengaruhi oleh kemampuan mendapatkan pakan awal pada hari ke-3.

Keberhasilan mendapatkan pakan awal ini sangat berpengaruh terhadap peningkatan produksi benih (Okumura, 1997). Manajemen pemberian pakan yang tepat waktu, ukuran dan kandungan nutrisi yang sesuai merupakan salah satu upaya mencegah kematian masal larva ikan napoleon wrasse. Di samping itu agar larva dapat menangkap pakan maka aerasi diatur sedemikian rupa, merata di dasar aquarium.

6.7 Pengaruh Pemberian Cahaya dan Pengkayaan Rotifer Terhadap Sintasan Larva

Dalam pemeliharaan larva, salah satu penyebab tingginya tingkat kematian dipengaruhi oleh kegagalan dan keterlambatan larva untuk memulai aktivitas makan dan rendahnya daya pemangsaan larva (Kohno *et al*, 1990). Salah satu faktor yang berhubungan dengan aktivitas pemangsaan larva ikan laut adalah cahaya (Tandler and Mason, 1982). Selanjutnya juga dikatakan bahwa pada umumnya aktivitas makan larva ikan laut sangat tergantung pada cahaya. Pemberian manipulasi cahaya dengan intensitas yang berbeda pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan sintasan larva ikan napoleon wrasse.

Menurut Blaxter (1969), aktivitas pemangsaan sangat dipengaruhi oleh kekuatan menjelajah (*searching power*) dari larva, kemampuan larva untuk menangkap dan kelimpahan plankton. Searching power oleh Blaxter didefinisikan sebagai jarak yang dapat dijelajah oleh larva per hari dalam mencari makan apabila intensitas cahayanya cukup dan selanjutnya dalam aplikasi dinyatakan dalam volume pencarian pakan per hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan cahaya 20 watt menghasilkan sintasan larva ikan napoleon wrasse paling tinggi jika dibandingkan dengan kontrol, 10 watt maupun 40 watt. Hal ini merupakan indikasi bahwa fungsi indra penglihatan dalam aktivitas pemangsaan larva ikan napoleon wrasse dipengaruhi oleh tingkat intensitas cahaya tertentu. Menurut Hunter (1980), larva ikan laut bersifat *vision feeding*, artinya aktivitas pencarian dan pemangsaan pakan ditentukan oleh daya lihat.

Tingkat keberhasilan pemangsaan larva pada saat memulai aktivitas makan ini umumnya rendah, terutama pada saat awal terjadinya pergantian pakan endogen ke pakan eksogen. Lebih lanjut Kohno *et al.* (1990) mengatakan bahwa rendahnya tingkat pemangsaan awal ini menyebabkan tingginya tingkat kematian larva pada fase awal kehidupannya. Organ penglihatan larva yang belum berkembang sempurna memiliki jarak penglihatan maksimum yang relatif pendek, hal ini dibatasi oleh ukuran mata yang baru berkembang memberikan ketajaman dan kekontrasan daya lihat yang rendah (Blaxter, 1980). Dengan demikian diduga bahwa larva ikan napoleon wrasse yang berukuran relatif kecil mempunyai jarak penglihatan yang sangat pendek. Pada kondisi tanpa cahaya, volume pencarian pakan dari larva belum mampu untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhannya secara optimal sehingga sintasannya rendah. Dengan demikian dapat diasumsikan bahwa kematian masal pada masa ini disebabkan oleh kegagalan pakan awal sehingga larva kehabisan energi dan akhirnya mati.

Larva ikan napoleon wrasse ini berbeda dengan larva kerapu maupun bandeng dan kakap karena ukurannya sangat kecil dan kuning telurnya relatif sangat sedikit. Ketika mulut larva mulai terbuka, seluruh isi kuning telur sudah terserap habis sehingga larva tidak mendapat waktu yang cukup untuk mendapatkan pakan. Kesempatan untuk mendapatkan pakan awal ini merupakan hal yang sangat kritis bagi kehidupan larva karena larva tidak akan mencari pakan tetapi hanya makan kalau dijumpai

pakan. Untuk mengatasi kendala tersebut maka pakan larva harus diberikan dalam jumlah cukup, berukuran cukup kecil dan tidak begitu aktif pergerakannya sehingga mudah ditangkap oleh larva yang masih pasif pergerakannya.

Pakan larva ikan laut pada tahap awal pertumbuhannya biasanya berupa fitoplankton dan zooplankton yang sesuai. Selama ini pakan alami yang digunakan pada pembenihan ikan dapat dikelompokan ke dalam 3 grup, yaitu : mikroalga, rotifer dan artemia. Pemilihan jenis pakan ini lebih banyak didasarkan pada potensi kultur masalnya, ukuran sel dan kecemaannya. Di sisi lain, informasi tentang pakan alami ini masih sangat terbatas. Nilai nutrisi pakan alami sangat bervariasi, tidak saja antar spesies tetapi juga bervariasi menurut kondisi dan sistem budidayanya (Giri, 1998b). Pengkayaan pakan yang dilakukan dalam penelitian ini dimaksudkan untuk meningkatkan asupan asam lemak agar pertumbuhan larva ikan napoleon wrasse optimum. Sedangkan penggunaan rotifer sebagai pakan alami karena memiliki ukuran dengan berbagai tingkat sesuai dengan umur (50 μm sampai 240 μm) dan saat ini rotifer merupakan salah satu kunci penting untuk keberhasilan pembenihan ikan.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian cahaya, pengkayaan rotifer serta interaksi antara cahaya dan pengkayaan rotifer memberikan pengaruh yang signifikan ($p<0,05$) terhadap sintasan larva ikan napoleon wrasse. Sintasan larva tertinggi diperoleh dari aquarium pemeliharaan dengan perlakuan cahaya 20 watt

dan pakan artemia yang diperkaya dengan emulsi kuning telur.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kegagalan pakan awal dan kematian masal pada fase post-larva dapat ditanggulangi dengan pemberian lampu neon 20 watt di atas masing-masing aquarium pemeliharaan serta pemberian pakan berupa rotifer yang telah diperkaya dengan emulsi kuning telur. Untuk mencegah agar larva tidak bergerombol dan saling menempel, kecepatan aerasi diatur sedemikian rupa dan pada air pemeliharaan larva ditambahkan minyak cumi sekitar 0,5 ml per liter.

BAB 7
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Induk ikan napoleon wrasse dapat memijah sepanjang tahun, namun frekuensi dan jumlah telur yang dihasilkan bervariasi.
2. Kadar hormon estradiol-17β dalam serum darah induk betina ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 μg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari.
3. Diameter oosit ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 μg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari.
4. Kadar hormon testosteron dalam serum darah induk jantan ikan napoleon wrasse meningkat pada perlakuan implantasi hormon LHRHa dosis 300 μg sebanyak tiga kali masing-masing dengan selang pemberian 30 hari.
5. Daya tetas telur ikan napoleon wrasse meningkat pada pencahayaan lampu neon 20 watt.
6. Kemampuan larva ikan napoleon wrasse mendapatkan pakan awal pada hari ke-3 meningkat dengan perlakuan pencahayaan lampu neon 10 watt dan 20 watt serta pengkayaan rotifer dengan emulsi kuning telur.

7. Sintasan larva ikan napoleon wrasse pada hari ke-5 meningkat dengan perlakuan pencahayaan lampu neon 10 watt dan 20 watt serta pengkayaan rotifer dengan emulsi kuning telur.

Berdasarkan kesimpulan tersebut maka seluruh hipotesis yang diajukan dapat diterima. Perspektif teoritik berdasarkan temuan disertasi ini adalah bahwa terjadinya gangguan fungsi reproduksi pada induk ikan napoleon wrasse yang dipelihara di dalam karamba jaring apung (KJA) atau bak beton dapat ditanggulangi dengan implantasi hormon LHRHa dosis 300 μg/ekor. Implan hormon ini diberikan sebanyak 3 kali dengan selang pemberian 30 hari secara berturut-turut. Intensitas pencahayaan optimum untuk inkubasi telur adalah 20 watt. Pengkayaan rotifer dengan menggunakan *scott's emulsion* dan emulsi kuning telur sebagai pakan dapat meningkatkan sintasan larva ikan napoleon wrasse. Dengan demikian secara teknis prospek pengembangan budidaya laut semakin terbuka sesuai dengan arah kebijakan pembangunan yang berkelanjutan dan lestari. Potensi pengembangan budidaya ikan napoleon wrasse ini diharapkan menjadi lahan usaha baru yang dapat meningkatkan pendapatan masyarakat nelayan sekaligus menjadi sumber devisa bagi negara.

7.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Implantasi hormon LHRHa pada induk ikan napoleon wrasse sebaiknya diberikan sebanyak tiga kali ulangan masing-masing dengan dosis 300 μg per ekor.
2. Cahaya optimum untuk inkubasi telur dan pemeliharaan larva ikan napoleon wrasse adalah 20 watt.
3. Untuk menunjang keberhasilan pemeliharaan larva ikan napoleon wrasse, penggunaan rotifer sebagai pakan alami sebaiknya diperkaya dengan emulsi kuning telur.

DAFTAR PUSTAKA

Adisukresno, S., 1995. Juklak Pembinaan Dan Pengolahan Ikan Napoleon Wrasse. Direktur Bina Sumber Hayati, Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta, hal.1-24.

Affandi, R.; Sjafei, D.S.; Rahardjo, M.F. dan Sulistiono, 1992. Fisiologi Ikan, PAU Ilmu Hayat, IPB, Bogor, hal.86-91.

Aguilar, R.O.; Kohno, H.; Ohno, A.; Moteki, M. and Taki, Y., 1995. Development of Grouper, *Epinephelus coioides* Larvae During Change Over of Energy Sources, J. of Tokyo University of Fisheries, Vol 82(1). p.103-108.

Ahmad, T., 1998. Status of Research on Grouper in Indonesia. In: Proceedings Aquaculture Research Workshop, Rimmer, M.A.; William, K.C. and Phillips, M.J. (editor), Bangkok, p.42-49.

Aida, K., 1996. Reproduksi Ikan Diatur oleh Hormon, Newsletter, Lolitkanta-Gondol, hal.1-2.

Aslianti, T., 1997. Perkembangan Morfologi Ikan Flounder, *Paralichthys olivaceus* Pada Fase Awal Pemeliharaan. Dalam Prosiding Simposium Perikanan Indonesia II, Ujung Pandang, hal.224-230.

Asmanelli dan Lamidi, 1994. Pengaruh Perbedaan Kadar Protein Terhadap Pertumbuhan Ikan Lemak, *Cheilinus undulatus*, Jurnal Penelitian Budidaya Pantai 10(5):51-59.

Balon, E.K., 1975. Terminology of Interval Fish Development, J. Fish. Res. Board. Can 32, p.1663-1670.

Billard, R., 1993. Hormonal Control of Gametogenesis. *In*: Recent Advances in Aquaculture IV, Muir, J.F. and Roberts, R.J. (Editor), Blacwell Scientific Publications, Oxford, London, p.13-24.

Blaxter, J.H.S. 1969. Development: Egg and Larvae. *In*. Hoar, W.S. and Randall (edt.). Fish Physiology Vol. III. Reproduction and Growth, Biolumenescence, Pigments and Poisons. Academic Press New York and London, p.177-252.

Boonyaratpalin, M., 1993. Nutritional Requirements of Grouper *Epinephelus*, Feed Quality Control and Development Division, National Inland Fisheries Institute, Bangkok. *In*: The Proceeding of Grouper Culture, NICA, Songkhla, Thailand, p.50-55.

Bun Ng, T.B. and Idler, D.R., 1983. Yolk Formation and Differentiation in Teleostei Fishes. *In*: Hoar, W.S.; Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (Editor), Fish Physiology IX a. Academic Press, New York, p.373-404.

Burgess, W.E.; Axelrod, H.R. and Hunziker III, R.E., 1990. Atlas of Marine Aquarium Fishes, Second Edition, p.431-433.

Cerda, J.; Calman, B.G.; Lefleur Jr., G.J. and Limesand, S., 1996. Pattern of Vitellogenesis and Follicle Maturation Competence During the Ovarian Follicular Cycle of *Fundulus heteroclitus*, General and Compatarive Endocrinology 102, p.24-35.

Cho, C.Y.; Cowey, C.B. and Watanabe, T., 1983. Finfish Nutrition in Asia, Methodological Approaches to Research and Development. NUFFIC/UNIBRAW/LUW/FISH, Fisheries Project, Singapore, p.58-68.

Cholik, F.; Azwar, Z.J.; Priyono, A.; Sumiarsa, G.; Bodraeni dan Irianti, S.N., 1990. Teknologi Pembenihan Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskall), Sub Balai Penelitian Budidaya Pantai, Gondol, Bali.

Coleman, F.C.; Koenig, C.C. and Collins, L.A., 1996. Reproductive Styles of Shallow-Water Groupers (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations, Environmental Biology of Fishes Vol. 47 p.129-141.

Crim, L.W. and Glebe, B.D., 1990. Reproduction. *In*: Methods for Fish Biology. Schreek C.B. and Peter B.M. (Editor), American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA, p.529-553.

Dhert, P.; Lavens, P.; Chao, T.M.; Chou, R. and Sorgeloos, P., 1991. Effect of Dietary Essential Fatty Acids on Egg Quality and Larviculture Success of the Greasy Grouper (*Epinephelus tauvina*, F.): Preliminary Result. *In*: Lavens, P.; Sorgeloos, P: Jaspers, E. and Olivier, F. (Editor), Short Communication & Abstract, Fish & Crustacean Larviculture Symposium. August 27-30, 1991, Gent, Belgium, p.58-62.

Donaldson, E.M.; Hunter, G.A.; Kraak, G.U.D. and Dye, H.M., 1982. Application of LH-RH Analogues to the Induced Final Maturation and Ovulation of Coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *In*: Proceedings of the International Symposium on Reproductive Physiology of Fish, Richter, C.J.J. and Goos, H.J.T. (Compilers), Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wagenigen, p.177-180.

Donaldson, E.M. and Hunter, G.A., 1983. Induced Final Maturation, Ovulation and Spermation in cultured Fish. *In*: Fish Physiology Vol. IXB. Hoar, W.S.; Randall, D.J. (Editor). Academic Press. Inc. London, p.351-403.

Effendie, M.I., 1978. Biologi Perikanan Bagian I, Study Natural History, IPB, Bogor, hal.9-18.

Effendie,. M.I., 1997. Biologi Perikanan, Awal Daur Hidup dan Perkembangan Larva, Pustaka Nusatama, Yogyakarta, hal.48-72.

Eidman, M., 1997. Paradigma Baru Pengembangan Perikanan Pantai, Orasi Ilmiah, Fak. Perikanan IPB, Bogor, hal.23-42.

Formation, M.J.; Hori, R. and Lam, T.J., 1993. Overripening of Ovulated Eggs in Goldfish I. Morfological Changes, Aquaculture (114) 155-168.

Ginzburg, A.S., 1972. Fertilization in Fishes and The Problem of Polyspermy. Israel Program for Scientific Translation, Jerusalem, p.72-86., 99-116.

Giri, N.A., 1998a. Aspek Nutrisi Dalam Menunjang Pembenihan Ikan Kerapu. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai, Loka Penelitian Perikanan Pantai Gondol, Bali, hal.44-51.

Giri, N.A., 1998b. Nilai Nutrisi Pakan Alami Untuk Pembenihan Ikan Laut, Training Course on Fish Seal Production, Lolitkarta - JICA, Gondol, hal. 87 – 97.

Granner, D.K., 1992. Sifat Sistem Hormon Aksi Hormon, Hormon Hipofisa dan Hipotalamus. Dalam: Biokimia Edisi 20, Harper's Review of Biochemistry, Mayes, P.A.; Granner, D.K.; Rodwell, V. and Martin, JR.D.W. (Editor) EGC, Jakarta, hal.552-588.

Harder, W., 1975. Anatomy of Fishes. E. Schweizerbart'sche Verlogsbuchhandlung, Strurgart, 236pp.

Hardjamulia, A., 1987. Beberapa Aspek Pengaruh Penundaan dan Frekuensi Pemijahan terhadap Potensi Produk Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). Disertasi, PPS. IPB. Bogor.

Haylor, G.S., 1993. Aspects of The Biology and Culture of The African Catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) with Particular Reference to Developing African Countries. *In*: Recent Advances in Aquaculture IV, Muir, J.F. and Roberts, R.J. (Editor), Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, p.233-294.

Heming, T.A. and Buddington, R.K.. 1990. Yolk Absorption in Embryonic and Larval Fishes. *In*: Fish Physiology Vol. XI The Physiology of Developing fish Part A, Eggs and Larvae, Hoar, W.S. and Randall, D.J. (Editor).

Hirose, K., 1991. Induced Maturation and Spawning of Fish. National Research Institute Aquaculture, Nensie, Jepang, p.1-21.

Hunter, J.R., 1980. The Feeding Behavior and Ecology of Marine Fish Larval. *In*: Fish Behavior and Its Use in The Capture and Culture of Fishes, Bardach, J.E., Magnuson, J.J., May, R.C and Reinhart, M (Editor), ICLARM, Manila, Philipines, p.287-330.

Hussain, N. and Higuchi, M., 1980. Larval Rearing and Development of The Brown Spoted Grouper, *Epinephelus tauvina Forskal*, Aquaculture, (19):339-350.

Imada, O., 1983. Feeding and Environmental Condition. *In*: The Rotifer, B. *plicatilis*. Biology and Mass Culture, Kosheisa-Keisaku. Tokyo. p.129-155.

Ismail, A., 1993. The Artificial Propagation of The Siganid (*Siganus guttatus*) for Fry Production. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (5):76-90.

Iwama, G.K. and Ackerman, P.A., 1994. Anaesthetics. *In*: Biochemistry and Molecular Biology of Fishes Vol. 3. Analytical Techniques. Hochachka, P.W. and Mommsen, T.P. (Editor), Elseveir, Amsterdam, p.1-15.

James. C.M., Al-Thobaiti, S.A.; Rasem, B.M. and Carlos, M.H., 1997. Breeding and Larval Rearing of The Camouflage Grouper *Epinephelus polyphekadion* (Bleeker) in The Hypersaline Waters of The Red Sea Coast of Saudi Arabia, Aquaculture Research (28) p.671-681

Kagawa, H., 1994. Oogenesis. *In*: Biochemistry and Molecular Biology of Fishes Vol. 3. Analytical Techniques. Hochachka, P.W. and Mommsen, T.P. (Editor), Elsevier, Amsterdam, p.291-304.

Kamler, E. and Kato, T., 1983. Efficiency of Yolk Utilization by *Salmo gairneri* in Relation to Incubation Temperature and Egg Size. Pol. Arch. Hidrobio;. Vol. 30, p.271-306.

Kanazawa, A., 1993. Importance of DHA In Organisms. Prosiding Puslitbangkan (18), Jakarta, hal.62-70.

Kawahara, S.; Setiadi, E.; Ismi, S.; Tridjoko dan Sugama, K., 2000. Kunci Keberhasilan Produksi Masal Juvenil Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*), Lolitkanta dan *JICA*, Gondol, Bali, hal.1-15.

Kjorsvik, A.; Jensen, A.M. and Holmefjard, I., 1990. Egg Quality in Fishes. *In*: Marine Biology, Blaxter, J.H.S. and Southward, A.J. (Editor), Academic Press, Harcourt Brace Javanovich Publishers, London, p.71-113.

Kohno, H.; Diani, S.; Sunyoto, P.; Slamet, B. and Imanto, P.T. 1990. Early Development Associates Changeover of Nutrient Sourcer in the Grouper, *E. fuscoguttatus*, Bull. Penel. Perikanan. Special Edition No.1 p.51-64.

Kompiang, I.P., 1999. Pakan Ikan Laut, Makalah dalam Seminar dan Pameran Pengembangan Budidaya Laut di Indonesia dalam Mendukung Protekan 2003, Litbang Pertanian, Jakarta, 19 hal.

Koven, W.M.; Tandler, A.; Kissil, G.W.; Saklan, D.; Friezlander, U. and Harel, M., 1990. The Effect of Dietary (n-3) Polyunsaturated Fatty Acid on Growth, Survival and Swim Bladder Development in *Sparus aurata* larvae. Aquaculture (91), p.131-134.

Kraak, G.V.D.; Dye, H.M. and Donaldson, E.M., 1984. Effects of LH-RH and Des-Gly^{10}[D-Ala^{6}] LH-RH-Ethylamide on Plasma Sex Steroid Profiles in Adult Female coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). Academic Press Inc. Culumbia. General and Comparative Endocrinology Vol. 55 p.145-152.

Kuiter, R.H., 1992. Tropical reef-Fishes of The Western Pacific, Indonesia and Adjacent Waters, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, p.145-152.

Kumagai, S., 1997. Kendala-kendala dalam Perbenihan Ikan Kerapu, Newsletter 2. Lolitkanta Gondol – JICA, Bali, hal.1-3.

Lagler, K.F.; Bardach, J.E.; Miller, R.R. and Passino, D.R.M., 1977. Ichtyology. John Wiley and Son Inc. New York, p.251-267.

Lam, T.J., 1995. Possible Roles of Hormones in The Control of Egg Overripening and Embryonic and Larval Development in Fish. *In*: Proc. of The Intern. Symp. on Biotech Applic in Aquaculture, Kuo, C.M.; Jen, L.W., and Pung, P.H. (Editor), Asian Fisheries Soc. in Assoc. with Institute of Fish Science, National Taiwan Univ. and Institute of Zoology, Academia Sinica, ROC, p.29-39.

Lamidi; Asmenelli; Andreas, I.P. dan Muchari, 1993a. Pengaruh Pemberian Jenis Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Ikan Lemak *Cheilinus undulatus*, Prosiding Rapat Teknis Ilmiah Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Balitbang Deptan, Maros.(10):129-132.

Lamidi; Muchari; Sipahutar, D. dan Yuliansah, H., 1993b. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Pertumbuhan Ikan Lemak *Cheilinus undulatus* dalam Karamba Jaring Apung di Kepulauan Riau, Penelitian Perikanan Budidaya Pantai(9).1. hal:117-124.

Lau, P.P.F and Li, L.W.H., 2000. Identification Guide to Fishes in The Live Seafood Trade of The Asia Pacific Region, HKSAR, WWF, Hongkong, p.102-103.

Lee, C.S.; Tamaru, C.S. and Kelley, C.D., 1986. Technique for Making Chronic Release LHRHa and 17α-methyltestosterone pellets for Intramuscular Implantation in Fishes. Aquaculture 59, p.161-168.

Lee, C.S., 1986. Reproduction. In: Aquaculture of Milkfish (Chanos-chanos); Lee, S.C.; Gordon, M.S. and Watanabe, W.O (Editor), The Oceanic Institute, Makapuv Point, Waimanalo, Hawaii, p.57-80.

Linhart, O.; Mims, S.D.; Gomelsky, B.; Hiott, A.E.; Shelton, W.L.; Cosson, J. and Rodina, M., 2000. Spermiation of Paddlefish (*Polyodon spathula*) Offer Hormonal Injection. *In*: sible Aquaculture in The New Millenium, Flos, R and Creswell, L.(Editor). European Aquaculture Sociсty, Spc. Publ (28), Belgium, p.403.

Malison, J.A.; Procarione, L.S.; Kayes, T.B.;Hansen, J.F. and Held, J.A., 1998. Induction of Out-of-Season Spawning in Walleye (*Stizostedion vitreum*), Aquaculture 163, p.151-161.

Masuyama, M.; Hamada, M.; Alianti, T.; Kashiwagi, M.; Iwai, T.; Okuzawa, K.; Tanaka, H. and Kagawa, H., 1993. Development of LHRHa Copolymer Pellet Polymerized by Ultraviolet and the Application for Maturation in Red Sea Bream *Pagrus major* during the Non-Spawning Season. Nippon Suisan Gakkaishi 59(8). p.1361-1369.

Matty, A.J., 1985. Fish Endocrinology, Timer Press, Portland, USA. p.138-173.

May, R. C. 1973. Larval Mortality in Marine Fishes and The Critical Period Concept. *In*: The Early Life History of Fish. Blaxter,J.H.S. (Editor). The Proc at an Intern Sym Held at The Dunstaffnoge Marine Research Laboratory of The Scottish Marine Biological Association at Oban, Scotland, p.3-19.

Mayunar, 1995a. Pemijahan Alami Ikan Kerapu Macan, *Epinephelus fuscoguttatus* Dalam Bak Terkontrol Dengan Berbagai Perbandingan Pakan Ikan Rucah dan Cumi-cumi. Prosiding Seminar Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Bojonegara, Serang, hal.84-89.

Mayunar, Purba, R.; Waspada dan Slamet, B., 1995b. Applikasi Pellet Hormon LHRHa Dalam Pematangan Gonad dan Pemijahan Ikan Kerapu Macan, *Epinephelus fuscoguttatus*, Prosiding Seminar Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Balitbang Deptan, Bojonegara, Serang,(01):79-83.

Moberg, G.P.; Watson, J.G.; Doroshov, S.; Papkoff, H. and Pavlick, Jr., R.J., 1995, Physiology Evidence for Two Sturgeon Gonadotrophins in *Acipenser transmontanus*, Aquaculture (135), p.27-39.

Mommsen, T.P. and Walsh, P.J., 1988, Vitellogenesis and Oocyte Assembly. *In*: Fish Physiology Vol. XI A., Hoar, W.S. and Randall, D.J. (Editor), Academic Press, Inc., London, p.347-406.

Moyle, P.B. and Cech, JR., J.J., 1988. Fishes, An Introduction to Ichthyology. Second Edt. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, p.105-131.

Murdjani, M., 1996a. Teknik Pematangan Gonad dan Pemijahan Ikan Kerapu (*Epinephelus spp.*) dan Ikan Kerapu Alis/Napoleon (*Cheilinus undulatus*) di Loka Budidaya Air Payau Situbondo. Makalah pada Pertemuan Penelaahan dan Pemantapan Rekayasa Teknologi Perbenihan, Batam, 10 hal.

Murdjani, M., 1999b. Budidaya Ikan Bersirip di Indonesia, Seminar Pengembangan Budidaya Laut di Indonesia, Deptan, Jakarta, hal.1-28.

Mustahal; Murtaningsih, S.; Basyarie, A. dan Sunyoto, P., 1995. Teknologi Pakan Bagi Usaha Perikanan Budidaya, Prosiding Seminar Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Bojonegara, Serang, hal.32-43.

Nagahama, Y., 1983. The Fuctional Morphology of Teleost Gonads. *In*: Fish Physiology Vol. IX A, Hoar, W.S.; Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (Editor), Academic Press, New York, p.233-275.

Okumura, S., 1997. Seed Production of Groupers in Japan. Proc. Second Int. Seminar on Fisheries Sci., in Tropical Area, Tokyo, p.97-102.

Oppen Berntsen, D.O.; Jensen, E.G. and Walther, B., 1991. Origin of Teleostean Eggshell ZR-protein and Their Significance During Oogenesis: in Vitro Liver Synthesis of Eggshell Protein Induced by Estradiol-17β. *In*: Proc. Fish. Scott, A.P.; Sumpter, J.P.; Kime, D.E. and Rolfe, M.S. (Editor), University of East Anglia, Norwich, p.306-308.

Partodihardjo, S., 1992. Ilmu Reproduksi Hewan, Edisi III Mutiara Sumber Widya, Jakarta, hal.75-67.

Pechmanee, T. and Assavaaree, M., 1993. Nutritional Value of Rotifer, *Brachionus plicatilis*, Fed with Emulsified Oils Rich in omega3-HUFA. *In*: Grouper Culture, The Proceeding of Grouper Culture, Songkla, Thailand, p.63-67.

Peter, R. E., 1982a. Neuroendocrine Control of Reproduction in Teleots. Journal Fish Aquaculture Sci.39. Canada, p: 48-55.

Peter, R.E., 1983b. The Brian and Neurohormone in Teleost Reproduction. *In*: Fish Physiology Vol. IX A, Hoar, W.S.; Randall, D.J. and Donaldson, E.M. (Editor), Academic Press, Inc. London, p 97-136.

Phillips, M. and Yuan, Y.M., 1998. Summary Report on a Recent Survey of Marine Fish Aquaculture and Live Fish Markets in China. *In*: Proceeding Grouper Aquaculture Research Workshop, Rimmer, M.A.; William, K.C. and Phillips, M.J. (Editor), Bangkok, p.38.

Pillay, T.V.R., 1990. Aquaculture, Principles and Practices, Fishing News Books, University Press, Cambridge, p.398-424

Pinus, G.N.,1973. Some Factor Influencing Early Survival and Abundance of Clupeonella in The Sea of A20v. *In*: The Early life History of Fish, Blaxter, J.H.S. (Editor). The Proceeding at an International Symposium Held at The Dunstaffnoge Marine Research Laboratory of The Scottish Marine Biological Association at Oban, Scholar, p.81-86.

Priyono, A.; Sumiarsa, G. dan Azwar, Z.I., 1993. Pengaruh Implantasi Pellet Hormon LHRHa terhadap Pematangan Gonad Calon Induk Bandeng, *Chanos-chanos* Forskal. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (9).1. hal.43-49.

Purba, R.; Waspada dan Mayunar, 1995. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Kerapu Macan, *Epinephelus fuscoguttatus* dari Induk yang Diimplantasi Pellet Hormon LHRHa, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Sub Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai Bojonegara, Serang, hal.90-94.

Purdom, C.E., 1993. Genetics and Fish Breeding, Chapman & Hall, London, p.13-24.

Randall, J.E.; Allen, G.R. and Steene, R.C., 1990. Fishes of The Great Barrier Reef and Coral Sea, Crawford House Press, Bathurst NSW, Australia, p.294-341.

Redjeki, S.; Purba, R. dan Imanto, P.T., 1993. Pengkayaan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Kakap Putih (*Lates calcarifer*), Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (9):5, hal.65-75.

Roger, B.A. and Westin, D.T., 1981. Laboratory Studies on Effect of Temperature and Delayed Initial Feeding on Development of Stripted Bass Larval, Trans. Am. Fish. Soc., (110):100-110.

Ruangpanit, N.; Boonliptanon, P. and Kongkumnerd, J., 1993. Progress in The Propagation and Larval Rearing of The Grouper, *Epinephelus malabaricus*. The proceeding of Grouper Culture, NICA, Department of Fisheries, Songkhla, Thailand, p.32-44.

Saanin, H., 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan, Binacipta, Jakarta, hal.24-38 dan 377.

Santoso, H. dan Notominarto, 1991. Pemijahan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer* Bloch) dengan Metode Rangsangan Hormonal, Buletin Budidaya Laut (2), BBL Lampung, hal.13-22.

Selman, K. and Wallace, R.A., 1989. Cellular Aspect of Oocyte Growth in Teleosts. Zoological Science Vol. 6. Zoological Society of Japan, p. 211-231.

Shapiro, D.Y., 1994. Sex Change in Fishes - How and Why ?. *In*: The Differences Between The Sexes, Short, RV. And Balaban, E. (Editor), Cambridge University Press, NY. p.105-130.

Shigeru, K.; Hirokazu, M.; Hutapea, J.H.; Aslianti, T.; Wardoyo; Ismi, S.; Setiawati, K.M.; Makatutu, D. and Rusdi, I., 1998. Morphological and Behavior Development in Larval Humpback Grouper, *Cromileptes altivelis*, Seminar Teknologi Perikanan Pantai, Lolithanta, JICA, Denpasar, p.38-45.

Siregar, S., 1989. Kemungkinan Pembudidayaan Ikan Kepiek (*Puntius schwanefeldi* Blkr.) dari Sungai Kampar. Riau. Disertasi, PPS. IPB, Bogor.

Sjafei, D.S., Raharjo. M.F.; Affandi, R.; Brojo, M. dan Sulistiono, 1991. Fisiologi Ikan II. Reproduksi Ikan, IPB, Bogor, hal. 26-29.

Slamet, B.; Mayunar; Diani, S.; Ismanto, P.T.; Supriatna, A., 1993. Pengamatan pada Perkembangan Kematangan Induk Ikan Lemak, *Cheilinus undulatus* Yang Diberi Pakan Ikan Tembang dan Cumi-cumi Dengan Perbandingan Yang Berbeda dan Rangsangan Hormonal, Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (9):5, hal.91-98.

Slamet, A.; Ismail; Widjatmiko dan Basyari, A., 1995. Teknik Budidaya Ikan Kakap Putih *Lates calcarifer*, Prosiding Seminar Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Bojonegara, Serang, hal.11-21.

Slamet; Persapto dan Tridjoko, 1998. Pengamatan Hubungan Panjang Bobot, Kebiasaan Makan dan Aspek Biologi Reproduksi Ikan Napoleon, *Cheilinus undulatus*. Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai, Loka Penelitian Perikanan Pantai, Gondol, Bali. hal 119-123.

Smith, L.S., 1982. Reproduction, Introduction to Fish Physiologi, T.F.H Publication, Inc. Netune, England, p.256-280.

Sorgeloos, P., 1993. Live Feeds and Their Substitutions Products for Larvae Nutrition of Fish, Shrimp and Prawn. 3rd International Course on Fish Larvae Nutrition, Wageningen, Netherland, p.177-207.

Soyano. K, 1998. Vitellogenin of Fish, Newsletter, GRSCF and JICA, Multi Species Hatchery Project, Gondol, Bali, p.1-2.

Stacey. N.E., 1984. Control of Timing of Ovulation by Exogenous and Endogenous Factors, *In*: Fish Reproduction, Strategis and Tactics. Potts. G.W. and Wootton R.J. (Editor), Academic Press, London, p.207-222.

Steell, R.G.D. dan Torrie, J.H., 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal.168-176 dan 403-450.

Stroband, H.W.J. and Kroon, A.G., 1981. The Development of The Stomach in *Clarias lazera* and Intense Absorption of Protein Macromolecules. Cell. Tiss. Res., (215):397-415.

Sugama, K.; Wardoyo; Rohaniwan, D. dan Matsuda, H., 1998. Teknologi Pembenihan Ikan Kerapu Tikus, *Cromileptes altivelis*, Prosiding Seminar Teknologi Perikanan Pantai. Bali, hal.80-88.

Sugama, K., 1999. Inventarisasi dan Identifikasi Teknologi Budidaya Laut dan Pantai yang Telah Dikuasai Untuk Diseminasi. Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Diseminasi Teknologi Budidaya Laut & Pantai, Jakarta, hal.61-72.

Sullivan, C.V.; Tao, Y.; Hodson, R.G.; Hara, A.; Bennett, R.D. and Woods III, L.C., 1991. Vitellogenin and Vitellogenesis in Striped Bass (*Morone saxatilis*) Broodstock, *In*: Proc. Of the Fourth International Symposium on The Reproduction Physiology of Fish. Scott, A.P.; Sumpter J.P.; Kime D.E. and Rolfe M.S. (Editor), University of East Anglia, Norwich, p.315-317.

Sumantadinata, K. 1988. Aplikasi Bioteknologi Dalam Pembenihan Ikan, Seminar Nasional Pembenihan Ikan dan Udang, Bandung, 5-6 Juli, hal. 1-26.

Tamaru, C.S., 1998. Studies on The Use of Chronic and Acute LHRHa Treatments on Controlling Maturation and Spawning in The Milkfish (*Chanos chanos* Forskal), Thesis. University of Tokyo, Japan, p.65-92.

Tandler, A. and Mason, C. 1982. Light and Food Density Effects on Growth and Survival of Larvae Gilthead Seabream (*Sparus aurata* Lin.). J. World Mariculture Sco. 14. p.103-109.

Trijoko, Slamet, B.; Makatutu, D. dan Sugama, K., 1996. Pengamatan Pemijahan dan Perkembangan Telur Ikan Kerapu Bebek *Cromileptes altivelis* Pada Bak Secara Terkontrol, Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia (II):2, hal.55-62.

Tseng, W.Y. and Ho, S.K., 1988. Grouper Culture, Chien Cheng Publisher, Kaoshiung, Hongkong, p.51-93.

Turner, C.D. dan Bagnara, J.T., 1988. Endokrinologi Umum, Edisi V., Airlangga University Press, Surabaya, hal.37-10.

Tyler. C.R.; Sumpter, J.P. and Campbell, P.M., 1991. Uptake of Vitellogenin into Oocytes During Early Vitellogenic Development in The Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum), J. of Fish Biology Vol. 38, p.681-689.

Tyler, C., 1991. Vitellogenin in Salmonid. *In*: Proc. Of the fourth International Symposium on the Reproductive Physiology if Fish, Scott, A.P.; Sumpter, J.; Kime, D.E. and Rolfe, M.S. (Editor), University of East Anglia, Norwich, p.295-299.

Wahyuningrum, R.D., 1991. Perkembangan Larva Ikan Betutu *Exyeleotris marmorata* (Blkr) Yang Dipelihara di Kolam dan di Tangki. Thesis, IPB, Bogor, hal.32-53.

Wallace, R.A. and Selman, K., 1985. Major Change During Vitellogenesis and Maturation of *Fundulus* Oocytes. Dev. Biol 110, p.492-498.

Waspada; Purba. R. dan Diani, S., 1993a. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Larva Ikan Kerapu Macan (*Epiphonelus fuscogultatus* Bloch) Pada Pemberian Intensitas Cahaya Yang Berbeda Selama Malam Hari. Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (9).5, hal.1-11.

Waspada; Purba, R.; Mayunar dan Dharmadi, 1995b. Teknologi Budidaya Ikan Kerapu. Prosiding Seminar Penelitian Budidaya Perikanan Pantai, Bojonegara. Serang, hal.1-10.

Watanabe, T.; Izquierdo, M.S.; Takeuchi, T.; Satoh, S. and Kitajima, C., 1984. Comparison Between Eicosapentaenoic and Decosahexaenoic Acids in Terms of Essential Fatty Acid Efficiency in Larvae Red Seabream, Nippon Suisan Gakkaishi, p 205-219.

Watanabe, W.O; Ellis, E.P.; Head, W.D.; Kelly, C.D.; Morriwake, A.; Lee. C.S. and Beinfarg, P.K., 1995. Progress in Controlled Breeding of Nassau Grouper (*Epinephelus striatus*) Broodstock by Hormone Induction, Aquaculture (138): p.205-219.

Watanabe, W. O., 2000. Experimental Studies on Induced Spawning and Larval and Juvenile Culture of Nassav Grouper (*Epinephelus striatus*) in The Bahamas. Aqua 2000, World Aquaculture Sci. 28. Belgium, p.748.

Weisbart, M.; Chakraborti, P.K.; Chakraborti, A., Huntley, F.M.; Maneckjee, A. and McLeese, J.M., 1994. Steroid Receptors in Fish: Membrane and Intracellular Preparations. *In*: Analytical Techniques. Hochachka P.W. and Mommsen T.P. (Editor). Elsevier, New York. p.457-468.

Winarsih, W.H., 2000. Introduction of Napoleon Wrasse *Cheilinus undulatus* Ruppell Using Water Manipulation, Symposium Abstract Book, JSPS on ISFS, Bogor, p.175.

Wootton, R.J. 1997. Energy Cost of Egg Production and Environmental of Fecundity in Teleostei Fishes, In : P.J. Miller (ed). Fish Phenology : Anabolic Adaptiviness in Teleost. The Zoological Society of London Academic Press, London.

Woynarovich, E. and Horvath, L., 1984. The Artificial Propagation of Warm Water Fin Fishes. A Manual For Extension, Fish. Tech. Pop, 201, p.1-183.

Yamashita, M. and Nagahama, Y., 1995. Molecular Mechanisms of The Formation and Activation of Maturation-Promoting Factor (MPF) During Fish Oocyte Maturation. *In*: Proceeding of The International Symposium on Biotechnology Applications in Aquaculture, Kuo, C.M.; Wu, J.L. and Hwang, P.P. (Editor), asian Fisheries Society in Association with Institute of Fisheries Science, National Taiwan Institute of Zoology, Academia Sinica, ROC, p.1-15.

Yani, A., 1994. Pola Reproduksi Ikan Bentulu (*Barbichthys leavis* C.V., Cyprinidae, Ostariophysi) di Sungai Indragiri, Riau. Tesis Magister Sains. PPS-IPB, Bogor, 150 hal. (tidak diterbitkan).

Yaron , Z. Z., 1995. Endocrine Control of Gametogenesis and Spawing Induction in the Carp. Aquaculture Vol. 129, p.49-73.

Yashiro, R.H.; Kongkumnerd, J.; Vatanakul, V. and Ruangpanit, N., 1993. Histological Changes in Gonad of Grouper, *Epinephelus malabaricus* NICA, Kaongsang. In: The Proceeding of Grouper Culture, Songkhla, Thiland, p.16-26.

Yoshikuni, M. and Nagahama, Y., 1991. Endocrine Regulation in Gametogenesis in Fish. Fish Physiol. Biochem. 11. p.15-24.

Yuliansyah, H.; Sipahutar, D.; Lamidi dan Muchari, 1993. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lemak, *Cheilinus undulatus* dalam Karamba Jaring Apung dan Karamba Jaring Tancap, Jurnal Penelitian Budidaya Pantai (9).4. hal.59-64.

Zohar, J., 1989. Fish Reproduction: Its Physiology & Artificial Manipulation. *In*: Fish Culture in Warm Water Systems: Problem and Trends. Shilo, M. and Sarig S. (Editor). CRC Press. Inc. Boca Raton, Florida. p.65-119.

Zonneveld, N.; Huisman, E.A. dan Boon, J.H., 1991. Prinsip-prinsip Budidaya Ikan, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, hal.71-144.

Lampiran 1

Pembuatan pellet hormon LHRHa

Bahan:

1. LHRH des $Gly^{10}(D\text{-}Ala^{6})$ Produksi Sigma Chemical Company Po.Box 14508. ST Louis, Mo 63178.
2. Cholesterol ($C_{27}H_{46}O$) Cholesterin Krist Vein, Art.3670
3. Cocoa butter
4. Alkohol 50%.

Alat:

1. Lempengan plastik ukuran 40x60x5 mm
2. Bor 3/32 inchi dan 9/64 inchi
3. Alat pemanas untuk mencairkan cocoa butter
4. Beaker glass 50 ml
5. Test tube
6. Timbangan mettler
7. Kertas timbang
8. Spatula
9. Pipet vol.1ml
10. Cawan pengaduk (mortal)
11. Incubator
12. Paku tumpul 3/32 inchi

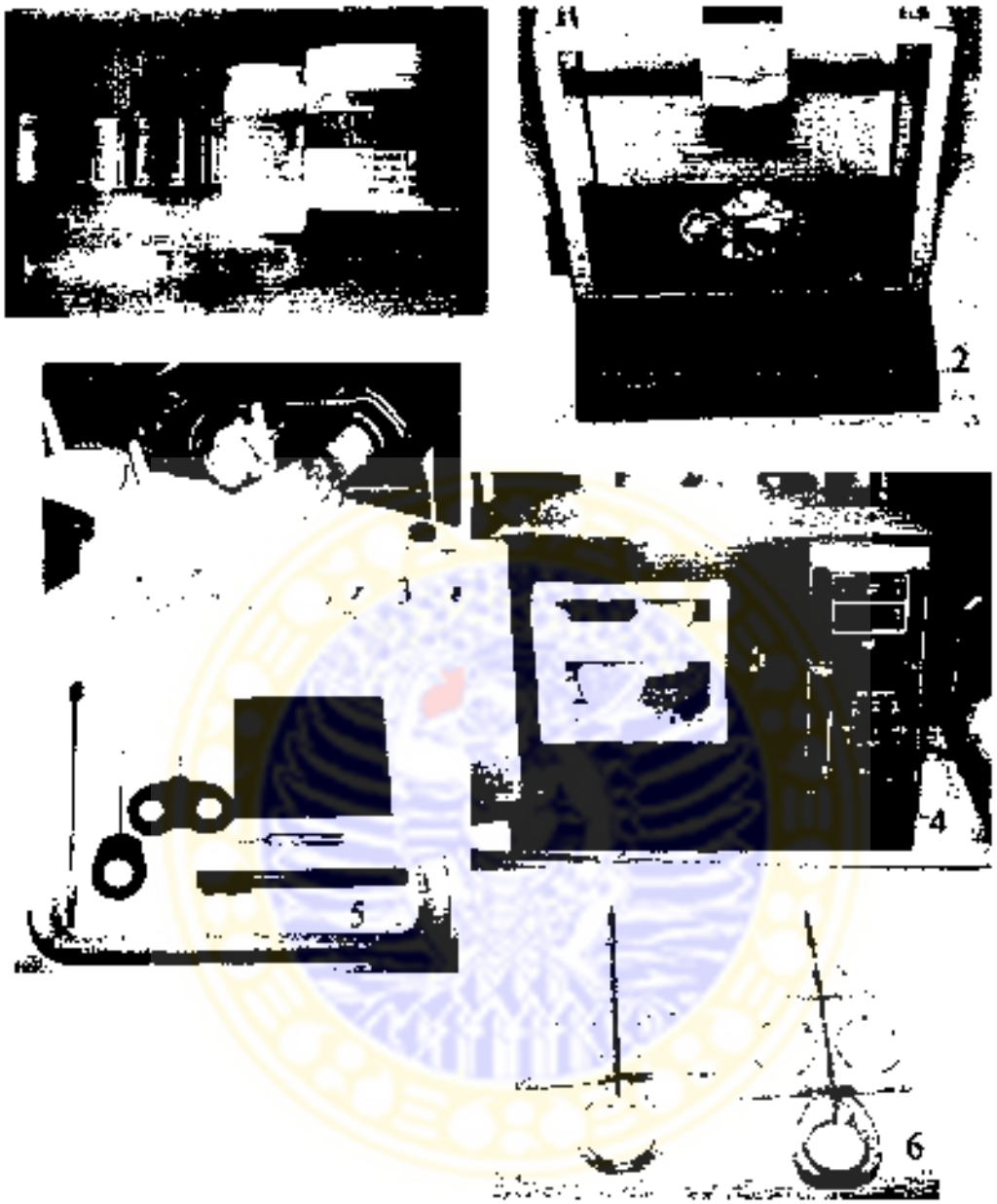
Prosedur pembuatan

A. Cetakan pellet

1. Plastik lempeng dilubangi dengan ukuran 3/32 Inchi.
2. Bagian lubang teratas dibesarkan sedikit dengan bor 9/64 inchi untuk memudahkan masuknya hormon.
3. Paku 3/32 inchi dipotong dibagian lancip kemudian diratakan.

B. Pellet hormon LHRHa (Cholik *et al.*,1990)

1. Mengambil 6 tetes cocoa butter dalam test tube, dimasukkan dalam beaker glass 50 ml yang berisi air lalu dipanaskan dengan alat pemanas.
2. Mengambil 190 mg cholesterol powder lalu dimasukkan ke dalam mortal.
3. Dengan pipet ependrof, diambil 0,5 ml larutan alkohol 50% dimasukkan ke dalam 1 mg LHRHa sigma, lalu diaduk sampai homogen.
4. Mengambil 0,2 ml larutan no.3, dimasukkan ke dalam mortal yang berisi kolesterol lalu dilumatkan sampai rata.
5. Diinkubasi selama satu jam atau lebih pada suhu 37 °C.
6. Dengan menggunakan spatula, bahan dikerok dan dikumpulkan menjadi satu lalu ditambah satu tetes cocoa butter dan diaduk sampai homogen.
7. Didiamkan selama 24 jam dalam refrigerator.
8. Dicetak dengan alat yang sudah dipersiapkan dan dipres dengan paku tumpul sampai padat.
9. Dari satu resep diperoleh 8 - 9 butir pellet dengan ukuran diameter 2,3 mm, panjang ± 3 mm.
10. Dalam satu butir pellet mempunyai kandungan LHRHa sekitar 20 mg.



Gambar proses pembuatan pellet hormon: (1) bahan dasar pembuatan pellet hormon terdiri dari LHRHa, bubuk kolesterol, *cocoa butter* dan alkohol; (2) timbangan analitik, (3) pencampuran bahan pellet, (4) bahan dimasukkan ke dalam incubator pada suhu 37 ^{0}C selama 90 menit; kemudian disimpan dalam refrigerator selama 24 jam baru kemudian dicetak (5) dan (6) cetakan pellet hormon dan implanter

Lampiran 2

Analisis kadar hormon estradiol-17β

Kadar hormon estradiol-17β dianalisa dengan menggunakan teknik RIA. Kit hormon yang dipergunakan diperoleh dari DPC (Diagnotic Product Coorporation) 5700 West 96th stree, Los angeles. CA 90045 dengan kode TKE21 (100 tabung). Kit ini terdiri dari tabung polypropylen tanpa coated antibodi, tabung polypropylen coated antibodi, larutan ^{125}I-estradiol dan intradiol (0, 20, 50,150, 500, 1800 dan 3600 pg estradiol/ml).

Prosedur kerja:

1. Disiapkan 4 tabung polypropylen untuk total count dan NSB (Non Specific Binding).
2. Disiapkan 20 tabung polypropylen coated antibodi untuk standart (kalibrator).
3. Disiapkan tabung yang sama dengan no.2 untuk contoh yang akan dianalisa.
4. Pipet kalibrator A untuk NSB dan tabung A, kemudian untuk tabung B-6 (kalibrator 20–3600 pg/ml).
5. Diambil 100 ml serum dan dipindahkan ke dalam tabung polypropylen coated antibodi, lalu ditambahkan 1 ml ^{125}I-estradiol ke dalam masing-masing tabung, kemudian dicentrifuge dengan vortex otomatis sampai homogen.
6. Bentuk total count, disiapkan I ml ^{125}I-estradiol ke dalam tabung T.

7. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu kamar selama 3 jam, kemudian seluruh cairan dibuang (kecuali tabung T) terus dikeringkan selama beberapa menit dengan cara membalikkan tabung di atas kertas tissue.
8. Endapan radioaktif ^{125}I di dalam tabung ditera dengan menggunakan gamma counter dan diperoleh data total count, NSB dan standart. Semakin tinggi angka yang ditunjukkan oleh gamma counter berarti semakin rendah kadar hormon dalam darah dan sebaliknya.
9. Berdasarkan data tersebut kemudian dibuat grafik nilai tera per menit dengan nilai standart menggunakan kertas grafik semi log.
10. Nilai estradiol sample ditentukan berdasarkan grafik standar.

Lampiran 3

Denah rancangan implantasi hormon LHRHa pada induk ikan napoleon wrasse (*Cheilinus undulatus* Ruppell), tanggal 21 Juni 2000.

No. Induk	Berat (kg)	Panjang total (cm)	Dosis implan (µg)
1	6,00	72,5	0
5	5,35	69,4	0
9	5,40	68,4	0
13	8,00	77,1	0
17	11,60	89,2	0
2	6,20	72,4	100
6	6,50	70,1	100
10	10,00	84,5	100
14	6,50	77,8	100
18	8,00	78,2	100
3	6,50	72,2	200
7	5,50	70,4	200
11	5,50	66,5	200
15	7,00	73,4	200
19	9,00	82,0	200
4	6,50	74,2	300
8	5,50	71,4	300
12	8,00	78,2	300
16	9,50	84,2	300
20	10,00	85,6	300

Lampiran 4

Pemijahan dan jumlah telur yang dihasilkan ikan napoleon wrasse pada bulan September 1999 sampai September 2000.

Tanggal Bertelur	Jumlah Telur
10-9-99	300000
11-9-99	200000
12-9-99	50000
14-9-99	204000
15-9-99	240000
16-9-99	20000
17-9-99	244000
24-9-99	42800
8-10-99	100000
10-10-99	250000
12-10-99	400000
14-10-99	175000
6-11-99	300000
7-11-99	250000
9-11-99	150000
11-11-99	100000
14-11-99	75000
14-12-99	100000
16-12-99	250000
18-12-99	400000
19-12-99	125000
Januari	0
20-2-00	10000
21-2-00	20000

Tanggal Bertelur	Jumlah Telur
22-2-00	13000
23-2-00	13000
24-2-00	26000
25-2-00	23000
26-2-00	57000
27-2-00	21000
12-3-00	80000
15-3-00	60000
16-3-00	25000
1-4-00	40000
2-4-00	30000
3-4-00	30000
4-4-00	20000
5-4-00	24000
6-4-00	88000
7-4-00	40000
8-4-00	24000
9-4-00	24000
10-4-00	20000
11-4-00	20000
12-4-00	40000
30-4-00	200000
2-5-00	16000
5-5-00	4000
6-5-00	72000

Tanggal Bertelur	Jumlah Telur
8-5-00	88000
9-5-00	42000
11-5-00	24000
12-5-00	12000
15-5-00	56000
30-5-00	200000
3-6-00	184000
7-6-00	200000
14-6-00	240000
18-6-00	110000
3-7-00	210000
4-7-00	140000
5-7-00	188000
2-8-00	176000
3-8-00	156000
4-8-00	162000
5-8-00	151000
8-8-00	160000
4-9-00	135000
5-9-00	132000
6-9-00	77000
7-9-00	400000
9-9-00	116000
11-9-00	80000

Lanjutan

Frekuensi pemijahan ikan napoleon wrasse dan jumlah telur yang dihasilkan ($\bar{x}$ ± SD) pada bulan September 1999 sampai dengan September 2000.

Bulan	Frekuensi pemijahan (kali/bulan)	Jumlah telur ($\bar{x}$ ± SD)
September	8	162600 ±108215
Oktober	4	231250 ± 28086
Nopember	5	175000 ± 96824
Desember	4	218750 ±137500
Januari	-	-
Pebruari	8	22875 ± 14865
Maret	3	55000 ± 27838
April @	13	46153 ± 49648
Mei	9	57111 ± 60688
Juni	4	83500 ± 54366
Juli	3	179333 ± 35795
Agustus	5	161000 ± 9380
September	6	156666 ±121792

Keterangan : @ saat pemberian implan

Lampiran 5

Kadar estradiol-17β (pg/ml) pada induk betina ikan napoleon wrasse setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 μg, 100 μg, 200 μg dan 300 μg.

Dosis Implan	Kadar hormon estradiol-17β (pg/ml) pada			
	H - 0	H -1	H - 2	H - 3
X – 0	220	80	240	820
	100	40	130	660
	80	221	190	600
	100	40	140	700
	240	110	260	860
Rata-rata	148	98,2	192	728
SD	75,63	74,71	58,05	109,16
X – 1	100	150	340	1100
	180	170	450	1200
	200	170	470	1500
	120	165	390	1100
	300	185	420	1600
Rata-rata	180	168	414	1300
SD	78,74	12,55	51,28	234,52
X – 2	100	800	1380	1900
	80	700	1200	1980
	300	720	1300	1900
	240	900	1600	2400
	100	800	1400	2000
Rata-rata	164	784	1376	2036
SD	99,40	79,25	147,92	208,52
X – 3	100	1200	1800	3800
	240	1400	2100	4200
	300	1800	2800	5000
	200	1600	2200	4200
	100	1300	2000	3800
Rata-rata	188	1460	2180	4200
SD	87,86	240,83	376,83	489,90

Keterangan

X-0 Dosis implan hormon LHRHa 0 μg
X-1 Dosis implan hormon LHRHa 100 μg
X-2 Dosis implan hormon LHRHa 200 μg
X-3 Dosis implan hormon LHRHa 300 μg
H-0 Kadar hormon estradiol-17β sebelum implantasi
H-1 Kadar hormon estradiol-17β pada hari ke-30
H-2 Kadar hormon estradiol-17β pada hari ke-60
H-3 Kadar hormon estradiol-17β pada hari ke-90

Lampiran 6

Nilai rata-rata diameter oosit ikan napoleon wrasse hasil kanulasi pada hari ke-0, 30, 60 dan 90 setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 µg, 100 µg, 200 µg dan 300 µg.

Dosis implan hormon LHRHa	Diameter oosit hasil kanulasi pada			
	H - 0	H - 1	H - 2	H - 3
X – 0	300	300	320	350
	200	200	250	280
	250	260	260	240
	240	220	220	300
	300	300	310	350
Rata-rata	258	256	272	304
SD	42,66	45,61	42,07	47,22
X – 1	220	240	250	280
	270	300	310	330
	300	300	320	350
	250	270	290	310
	300	350	380	400
Rata-rata	268	292	310	334
SD	34,21	40,87	47,43	45,06
X – 2	250	300	360	400
	220	280	340	380
	260	300	350	380
	300	340	370	420
	300	340	360	400
Rata-rata	266	312	356	396
SD	34,35	26,83	11,40	16,73
X – 3	200	240	320	400
	300	350	420	480
	320	360	450	500
	240	300	400	460
	230	270	340	400
Rata-rata	258	304	386	448
SD	50,20	51,28	54,59	46,04

Keterangan

X-0 : Dosis implan hormon LHRHa 0 µg
X-1 : Dosis implan hormon LHRHa 100 µg
X-2 : Dosis implan hormon LHRHa 200 µg
X-3 : Dosis implan hormon LHRHa 300 µg
H-0 : Diameter oosit sebelum implantasi
H-1 : Diameter oosit pada hari ke-30
H-2 : Diameter oosit pada hari ke-60
H-3 : Diameter oosit pada hari ke-90

Lampiran 7

Kadar hormon testosteron (ng/ml) pada induk jantan ikan napoleon wrasse setelah implantasi hormon LHRHa dengan dosis 0 µg, 100 µg, 200 µg dan 300 µg.

Dosis implan hormon LHRHa	Kadar hormon testosteron pada			
	H - 0	H - 1	H – 2	H - 3
X – 0	40	33	40	40
	39	12	28	33
Rata-rata	39,5	22,5	34	36,5
SD	0,71	14,85	8,49	4,95
X – 1	37	22	28	40
	40	31	40	42
Rata-rata	36,5	26,5	34	41
SD	2.12	6,36	8,49	1.41
X – 2	48	61	68	70
	56	68	70	70
Rata-rata	52	64.5	69	70
SD	5,66	4,95	1,41	0,00
X – 3	48	62	78	86
	56	70	80	100,5
Rata-rata	52	66	79	93,25
SD	5,66	5,66	1,41	10,25

Keterangan

X-0 : Dosis implan hormon LHRHa 0 µg
X-1 : Dosis implan hormon LHRHa 100 µg
X-2 : Dosis implan hormon LHRHa 200 µg
X-3 : Dosis implan hormon LHRHa 300 µg
H-0 : Kadar hormon testosteron sebelum implantasi
H-1 : Kadar hormon testosteron pada hari ke-30
H-2 : Kadar hormon testosteron pada hari ke-60
H-3 : Kadar hormon testosteron pada hari ke-90

Lampiran B

Data jumlah telur awal ikan napoleon wrasse pada masing-masing aquarium dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-0.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-0		
	A	B	C
X – 0	840	900	880
	920	920	900
	900	940	900
	880	800	940
	880	900	880
	940	840	960
Rata-rata	893,33	883,33	910,00
SD	35,02	52,79	32,86
X – 1	900	880	860
	940	940	900
	920	940	900
	900	960	900
	980	900	920
	940	900	900
Rata-rata	930,00	920,00	896,67
SD	30,33	30,98	19,66
X – 2	900	860	900
	900	900	860
	940	880	900
	980	900	920
	980	920	840
	900	880	880
Rata-rata	930,00	906,67	883,33
SD	35,21	30,11	29,44
X – 3	900	940	960
	920	880	900
	880	920	960
	860	900	940
	920	900	880
	940	940	920
Rata-rata	903,33	913,33	926,67
SD	29,44	24,22	32,66

Keterangan:
A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur

Lampiran 9

Data daya tetas telur (normal) ikan napoleon wrasse dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-1.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-1		
	A	B	C
X – 0	679	709	700
	731	716	702
	704	753	763
	731	654	779
	722	706	755
	762	677	774
Rata-rata	721,5	702,5	745,5
SD	28,05	34,03	35,48
X – 1	775	726	733
	776	749	709
	719	780	745
	858	769	733
	724	686	732
	760	724	708
Rata-rata	768,67	739,00	726,67
SD	50,22	34,30	14,87
X – 2	785	835	719
	790	764	718
	820	736	733
	824	728	762
	836	759	658
	774	740	730
Rata-rata	804,67	760,33	720,00
SD	24,78	39,09	34,30
X – 3	686	742	764
	680	676	689
	682	680	760
	644	685	742
	657	729	764
	725	726	680
Rata-rata	679	706,33	733,17
SD	27,87	29,13	38,67

Keterangan :

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X-0 = Tanpa pencahayaan tambahan
X-1 = Intensitas pencahayaan 10 watt
X-2 = Intensitas pencahayaan 20 watt
X-3 = Intensitas pencahayaan 40 watt

Lampiran 10

Data persentase daya tetas telur ikan napoleon wrasse dengan intensitas pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-1.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-1		
	A	B	C
X – 0	80,83	78,76	79,55
	79,46	77,83	78,00
	78,22	80,11	84,78
	83,07	81,75	82,87
	82,05	76,44	85,80
	81,06	80,60	80,63
Rata-rata	80,78	79,58	81,94
SD	1,74	1,48	3,06
X – 1	86,11	82,50	85,23
	82,55	79,68	78,78
	78,15	82,98	82,78
	95,33	80,10	81,44
	73,88	76,22	79,57
	80,85	80,44	78,67
Rata-rata	82,81	80,32	81,08
SD	7,39	2,41	2,60
X – 2	87,22	86,98	79,89
	87,78	84,89	83,49
	87,23	83,64	81,44
	85,83	80,89	82,83
	85,20	82,50	78,33
	86,00	84,09	82,95
Rata-rata	86,55	83,83	81,49
SD	1,01	2,08	2,02
X – 3	76,22	78,94	79,58
	73,91	76,82	76,56
	77,50	73,91	79,17
	74,88	76,11	78,94
	71,41	81,00	86,82
	77,13	77,23	73,91
Rata-rata	75,18	77,34	79,16
SD	2,29	2,43	4,32

Keterangan

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X-0 = Tanpa pencahayaan tambahan
X-1 = Intensitas pencahayaan 10 watt
X-2 = Intensitas pencahayaan 20 watt
X-3 = Intensitas pencahayaan 40 watt

Lampiran 11

Data kemampuan larva untuk mendapatkan pakan dengan pengaruh pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol pada D-3.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-3		
	A	B	C
X – 0	28	41	38
	29	47	36
	28	25	39
	24	28	36
	32	32	41
	29	34	41
Rata-rata	28,00	34,50	38,50
SD	2,76	8,22	2,26
X – 1	40	78	54
	54	84	72
	61	78	89
	60	72	63
	67	68	67
	47	56	69
Rata-rata	54,83	72,67	69,00
SD	9,95	9,85	11,61
X – 2	58	66	79
	66	74	80
	64	82	73
	54	80	77
	66	75	77
	68	74	81
Rata-rata	62,67	75,17	77,83
SD	5,47	5,60	2,86
X – 3	29	25	17
	26	29	27
	39	37	23
	30	35	26
	28	38	49
	23	47	44
Rata-rata	28,83	34,83	31,00
SD	5,56	7,55	12,60

Keterangan :

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X – 0 = Intensitas cahaya 0 watt
X – 1 = Intensitas cahaya 10 watt
X – 2 = Intensitas cahaya 20 watt
X – 3 = Intensitas cahaya 40 watt

Lampiran 12

Data persentase kemampuan larva untuk mendapatkan pakan awal pada D-3 dengan pencahayaan lampu neon 10 watt, 20 watt, 40 watt dan 0 watt sebagai kontrol.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-3		
	A	B	C
X – 0	3,83	5,78	5,43
	3,97	6,56	5,13
	3,98	3,32	5,11
	3,28	4,28	4,62
	4,43	4,53	5,43
	3,61	5,02	5,30
Rata-rata	3,88	4,92	5,17
SD	0,37	1,15	0,30
X – 1	5,16	10,74	7,37
	6,96	11,21	10,16
	8,48	10,00	11,95
	6,99	9,36	8,59
	9,25	9,91	9,15
	6,18	7,73	9,75
Rata-rata	7,17	9,83	9,49
SD	1,49	1,22	1,55
X – 2	7,39	7,90	10,99
	8,35	9,69	11,14
	7,80	11,14	9,96
	6,55	10,99	10,10
	8,14	9,88	11,70
	8,53	10,00	11,10
Rata-rata	7,80	9,93	10,83
SD	0,73	1,16	0,67
X – 3	4,23	3,37	2,23
	3,82	4,29	3,92
	5,72	5,44	3,03
	4,66	5,11	3,50
	3,96	4,94	6,41
	3,17	6,47	6,47
Rata-rata	4,26	4,94	4,26
SD	0,87	1,05	1,78

Keterangan :

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X – 0 = Intensitas cahaya 0 watt
X – 1 = Intensitas cahaya 10 watt
X – 2 = Intensitas cahaya 20 watt
X – 3 = Intensitas cahaya 40 watt

Lampiran 13

Data sintasan larva pada D-5 ikan napoleon wrasse dengan pengaruh pencahayaan yang berbeda pada X – 0, X – 1, X – 2 dan X – 3.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-5		
	A	B	C
X – 0	15	25	25
	20	40	20
	20	10	20
	10	20	15
	25	15	25
	20	20	30
Rata-rata	18,33	21,67	22,50
SD	5,16	10,33	5,24
X – 1	30	65	40
	45	65	65
	45	70	85
	50	60	45
	60	60	60
	35	50	55
Rata-rata	44,17	61,67	58,33
SD	10,68	6,83	16,02
X – 2	40	50	65
	45	60	70
	40	65	55
	35	60	60
	50	50	65
	45	55	60
Rata-rata	42,50	56,67	62,50
SD	5,24	5,06	5,24
X – 3	20	15	5
	15	20	20
	25	20	15
	20	20	15
	15	25	40
	15	30	25
Rata-rata	18,33	21,67	20,00
SD	4,08	5,16	11,83

Keterangan

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X – 0 = Intensitas cahaya 0 watt
X – 1 = Intensitas cahaya 10 watt
X – 2 = Intensitas cahaya 20 watt
X – 3 = Intensitas cahaya 40 watt

Lampiran 14

Data sintasan larva pada D-5 (dalam persen) ikan napoleon wrasse dengan pengaruh pencahayaan yang berbeda pada X – 0, X – 1, X – 2 dan X – 3.

Intensitas Pencahayaan	Jumlah pada masing-masing aquarium pada D-5		
	A	B	C
X – 0	2,21	3,53	3,57
	2,74	5,59	2,85
	2,84	1,33	2,62
	1,37	3,06	1,93
	3,46	2,12	3,31
	2,62	2,95	3,88
Rata-rata	2,54	3,10	3,03
SD	0,70	1,45	0,71
X – 1	3,87	8,95	5,46
	5,80	8,68	9,17
	6,26	8,97	11,41
	5,83	7,80	6,14
	6,29	8,75	8,20
	4,61	6,91	7,77
Rata-rata	5,77	8,34	8,02
SD	1,52	0,82	2,15
X – 2	5,10	5,99	9,04
	5,70	7,85	9,75
	4,88	8,83	7,50
	4,25	8,24	7,67
	5,99	6,59	9,88
	5,81	7,43	8,22
Rata-rata	5,29	7,49	8,71
SD	0,67	1,06	0,99
X – 3	2,92	2,02	0,65
	2,21	2,96	2,90
	3,67	2,94	1,97
	3,11	2,92	2,02
	2,28	3,43	5,24
	2,07	4,13	3,68
Rata-rata	2,71	3,07	2,74
SD	0,63	0,69	1,59

Keterangan :

A = Pakan rotifer
B = Rotifer + Scott's emulsion
C = Rotifer + emulsi kuning telur
X – 0 = Intensitas cahaya 0 watt
X – 1 = Intensitas cahaya 10 watt
X – 2 = Intensitas cahaya 20 watt
X – 3 = Intensitas cahaya 40 watt

Lampiran 15

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kadar estradiol 17 beta	Diameter ooset	Kadar hormon testosteron
N		80	80	32
Normal Parameters[a,b]	Mean	976.2625	313.7500	51.1406
	Std. Deviation	1096.8339	66.8529	20.6121
Most Extreme Differences	Absolute	.197	.119	.174
	Positive	.178	.119	.174
	Negative	-.197	-.069	-.106
Kolmogorov-Smirnov Z		1.759	1.064	.986
Asymp. Sig. (2-tailed)		.064	.207	.285

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Persentase daya tetas telur	Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)	Sintasan larva pada D-5
N		72	72	72
Normal Parameters[a,b]	Mean	80.8376	6.8715	37.2917
	Std. Deviation	4.0790	2.7151	19.5358
Most Extreme Differences	Absolute	.062	.132	.180
	Positive	.062	.132	.180
	Negative	-.040	-.100	-.114
Kolmogorov-Smirnov Z		.523	1.116	1.526
Asymp. Sig. (2-tailed)		.948	.165	.079

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Page 1

Lampiran 16

Homogeneity of Variances

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Kadar estradiol_17 beta	3.400	3	76	.038
Diameter oosit	2.154	3	76	.100

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Persentase daya tetas telur	2.680	2	69	.101
Kemampuan larva mendapatkan pakan	2.226	2	69	.116
Sintasan larva pada D-5	3.200	2	69	.096

Test of Homogeneity of Variances

Kadar hormon testosteron

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.337	3	28	.111

Page 1

Lampiran 17

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Waktu pengamatan	1.00	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	20
	2.00	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	20
	3.00	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	20
	4.00	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	20
Dosis Implan	1.00	Dosis Implan LHRHa 0 ug	20
	2.00	Dosis Implan LHRHa 100 ug	20
	3.00	Dosis Implan LHRHa 200 ug	20
	4.00	Dosis Implan LHRHa 300 ug	20

Page 1

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	92560116.686[a]	15	6170674.579	159.218	.000
Intercept	76247077.513	1	76247077.513	1967.353	.000
FAKTORA	39234047.537	3	13078015.846	337.443	.000
FAKTORB	35111375.537	3	11703791.846	301.985	.000
FAKTORA * FAKTORB	18214695.613	9	2023855.068	52.220	.000
Error	2480394.800	64	38756.169		
Total	171267591.0	80			
Corrected Total	95040513.486	79			

a. R Squared = .974 (Adjusted R Squared = .968)

Estimated Marginal Means

1. Waktu pengamatan

Estimates

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

Waktu pengamatan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	171.000	44.021	83.059	258.941
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	627.550	44.021	539.609	715.491
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	1040.500	44.021	952.559	1128.441
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	2066.000	44.021	1978.059	2153.941

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	456.550*	62.254	.000
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	-889.500*	62.254	.000
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	-1895.000*	62.254	.000
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	-456.550*	62.254	.000
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	-412.950*	62.254	.000
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	-1438.450*	62.254	.000
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	889.500*	62.254	.000
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	412.950*	62.254	.000
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	-1025.500*	62.254	.000
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	1895.000*	62.254	.000
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	1438.450*	62.254	.000
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	1025.500*	62.254	.000

Based on estimated marginal means

Page 4

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	-580.918	-332.182
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-993.868	-745.132
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-2019.368	-1770.632
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	332.182	580.918
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-537.318	-288.582
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-1562.818	-1314.082
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	745.132	993.868
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	288.582	537.318
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-1149.868	-901.132
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	1770.632	2019.368
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	1314.082	1562.818
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	901.132	1149.868

Based on estimated marginal means

* The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Page 5

Univariate Tests

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	39234048	3	13078015.846	337.443	.000
Error	2460394.8	64	38756.169		

The F tests the effect of Waktu pengamatan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Dosis Implan

Estimates

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 ug	291.550	44.021	203.609	379.491
Dosis Implan LHRHa 100 ug	516.500	44.021	428.559	604.441
Dosis Implan LHRHa 200 ug	1090.000	44.021	1002.059	1177.941
Dosis Implan LHRHa 300 ug	2007.000	44.021	1919.059	2094.941

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

(I) Dosis Implan	(J) Dosis Implan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 ug	Dosis Implan LHRHa 100 ug	-349.318	-100.582
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-922.818	-674.082
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-1839.818	-1591.082
Dosis Implan LHRHa 100 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	100.582	349.318
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-697.868	-449.132
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-1614.868	-1366.132
Dosis Implan LHRHa 200 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	674.082	922.818
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	449.132	697.868
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-1041.368	-792.632
Dosis Implan LHRHa 300 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	1591.082	1839.818
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	1366.132	1614.868
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	792.632	1041.368

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	35111376	3	11703791.846	301.985	.000
Error	2480394.8	64	38756.169		

The F tests the effect of Dosis Implan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. Waktu pengamatan * Dosis Implan

Dependent Variable: Kadar estradiol_17 beta

Waktu pengamatan	Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	148.000	88.041	-27.882	323.882
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	184.000	88.041	8.118	359.882
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	164.000	88.041	-11.882	339.882
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	188.000	88.041	12.118	363.882
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	98.200	88.041	-77.682	274.082
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	168.000	88.041	-7.882	343.882
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	784.000	88.041	608.118	959.882
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	1460.000	88.041	1284.118	1635.882
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	192.000	88.041	16.118	367.882
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	414.000	88.041	238.118	589.882
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	1376.000	88.041	1200.118	1551.882
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	2180.000	88.041	2004.118	2355.882
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	728.000	88.041	552.118	903.882
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	1300.000	88.041	1124.118	1475.882
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	2036.000	88.041	1860.118	2211.882
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	4200.000	88.041	4024.118	4375.882

Page 9

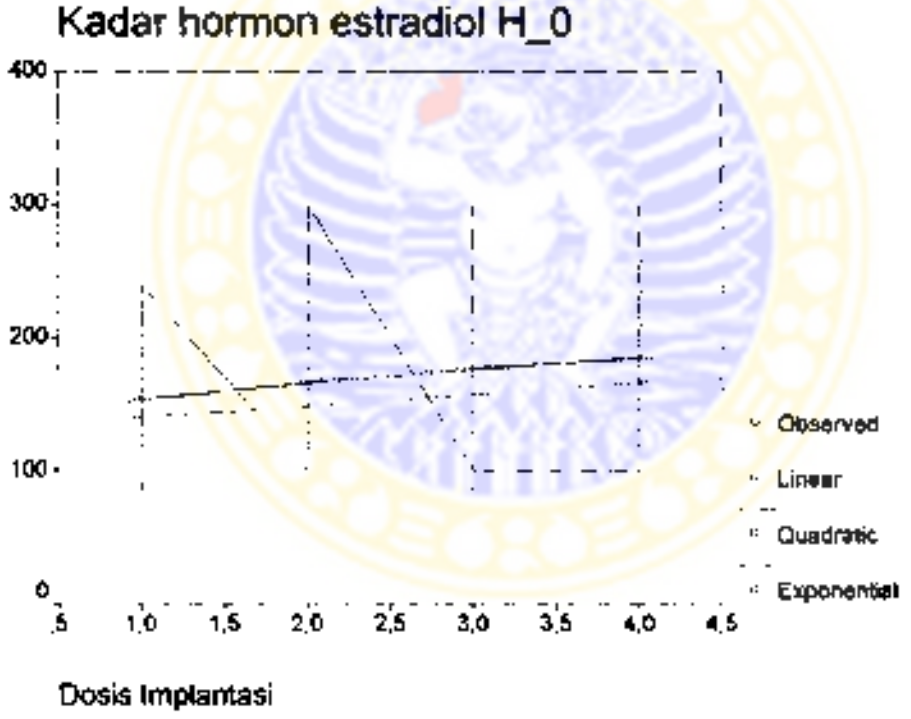
Lampiran 18

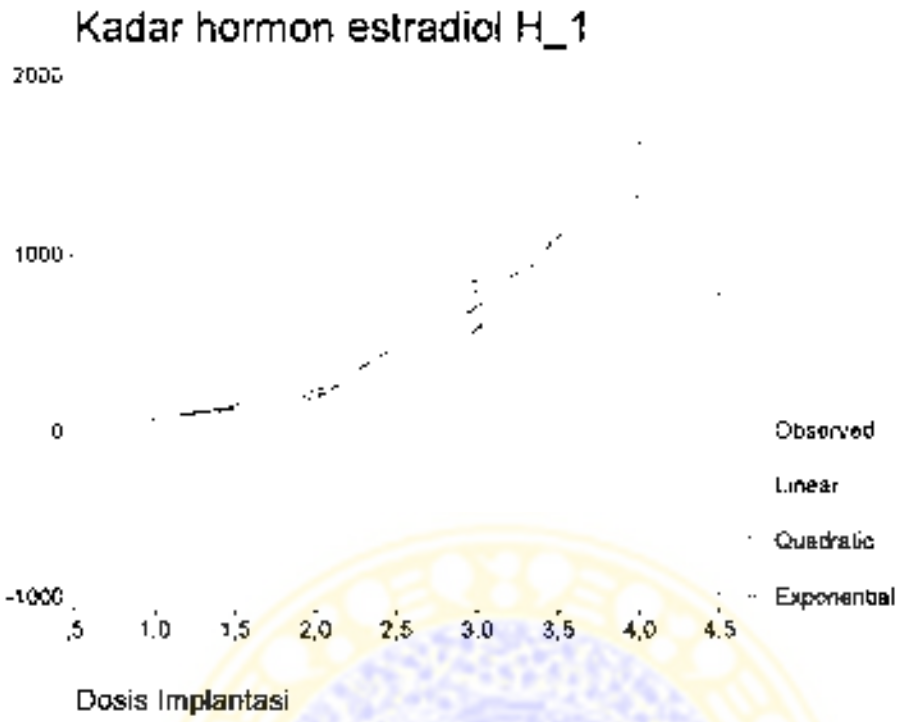
Curve Fit

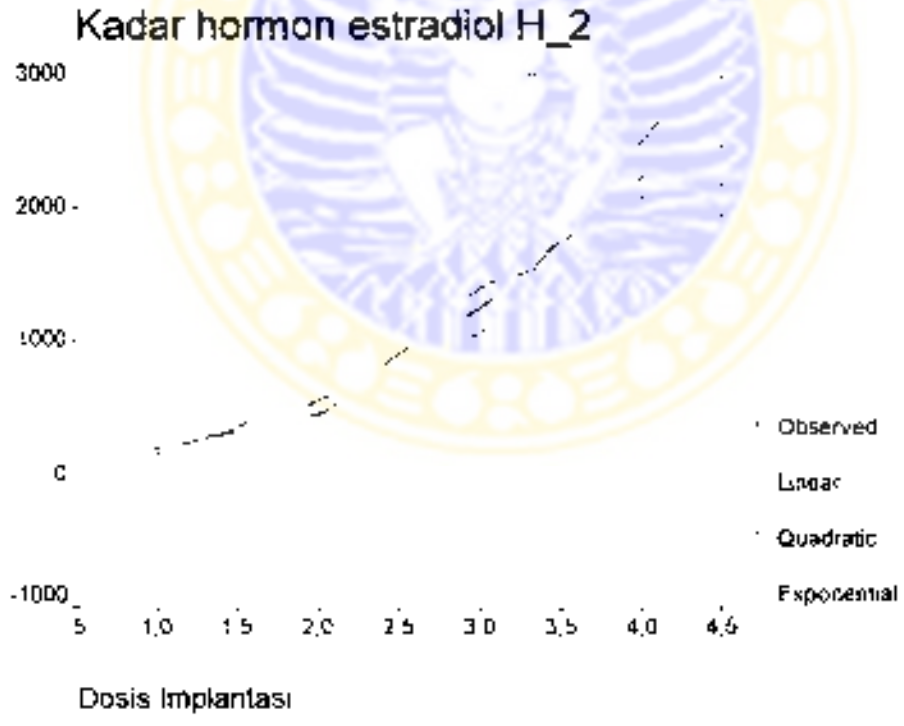
MODEL: MOD_5.

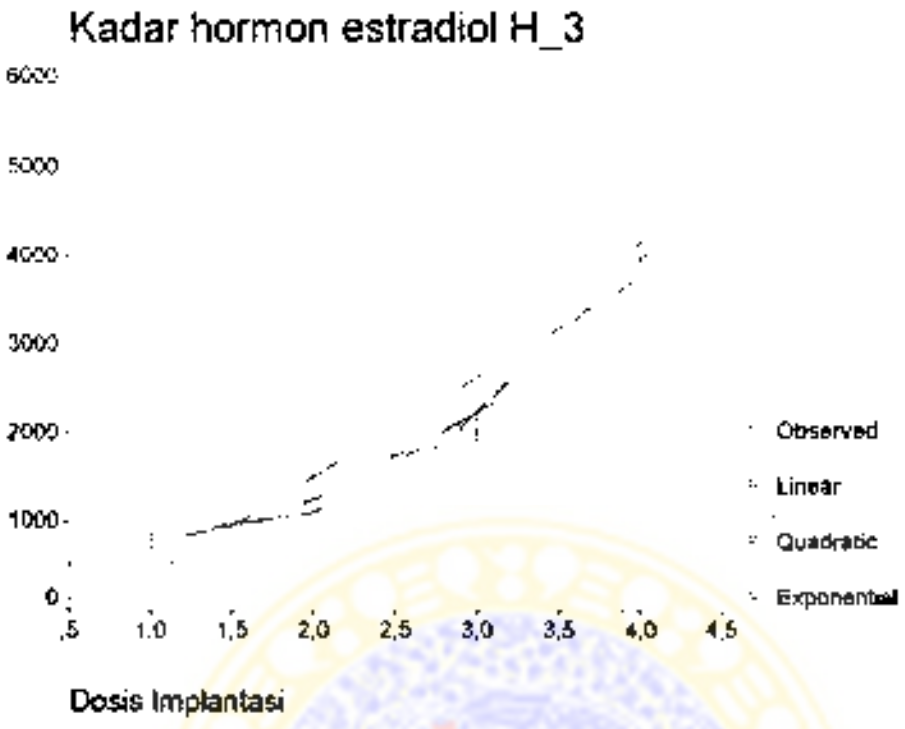
Independent: DOSIS

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2
ESTRA_1	LIN	,022	18	,41	,532	144,000	10,4000	
ESTRA_1	QUA	,023	17	,20	,823	134,000	20,4000	-2,0000
ESTRA_1	EXP	,019	18	,34	,567	131,999	,0574	
ESTRA_2	LIN	,874	18	124,56	,000	-547,80	470,140	
ESTRA_2	QUA	,946	17	149,99	,000	209,950	-287,61	151,550
ESTRA_2	EXP	,897	18	156,67	,000	26,9711	1,0250	
ESTRA_3	LIN	,902	18	165,47	,000	-691,00	692,600	
ESTRA_3	QUA	,934	17	119,77	,000	36,5000	-34,900	145,500
ESTRA_3	EXP	,944	18	304,39	,000	80,7425	,8572	
ESTRA_4	LIN	,862	18	112,63	,000	-722,00	1115,20	
ESTRA_4	QUA	,950	17	161,69	,000	1268,00	-874,80	398,000
ESTRA_4	EXP	,957	18	402,31	,000	399,885	,5727	




Kadar hormon estradiol H_1
2000
1000
0
-1000
,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Dosis Implantasi
Observed
Linear
Quadratic
Exponential


Kadar hormon estradiol H_2
3000
2000
1000
0
-1000
,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Dosis Implantasi
Observed
Linear
Quadratic
Exponential

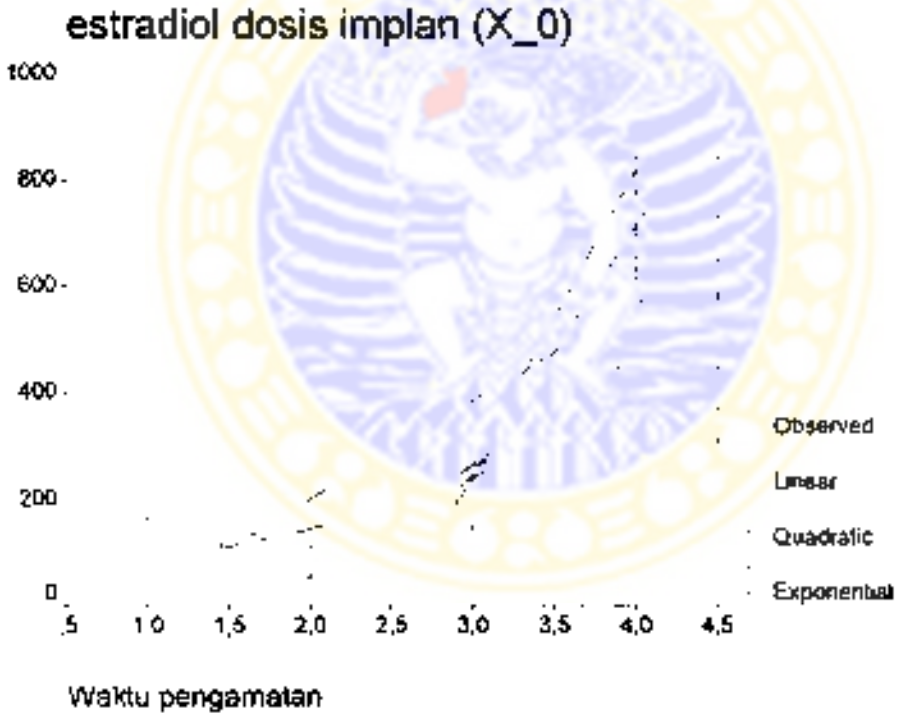

Kadar hormon estradiol H_3
5000
4000
3000
2000
1000
0
,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Observed
Linear
Quadratic
Exponential
Dosis Implantasi

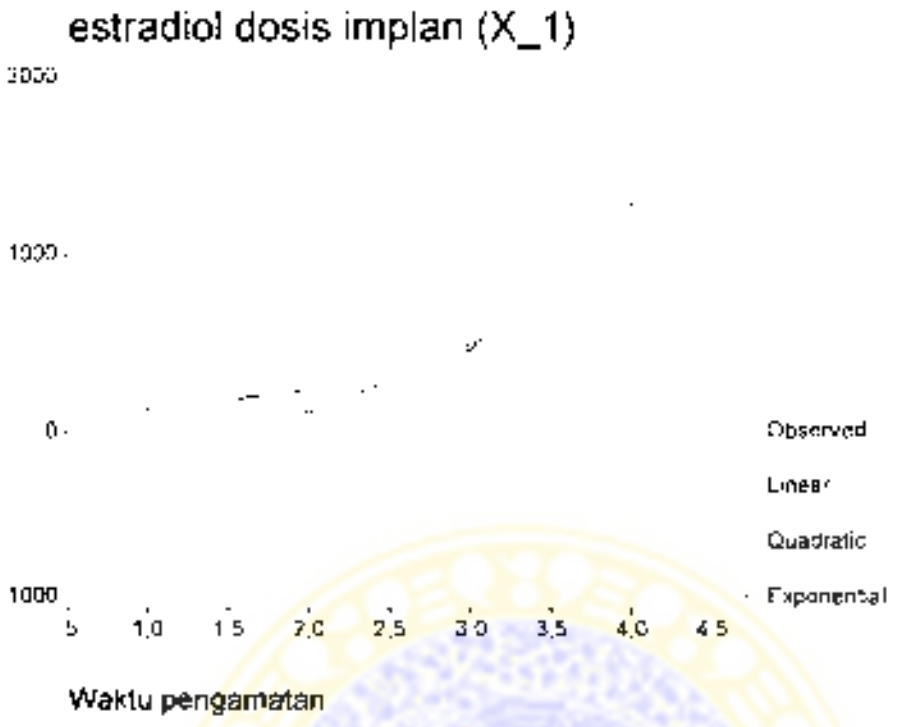
Curve Fit Estradiol-17β

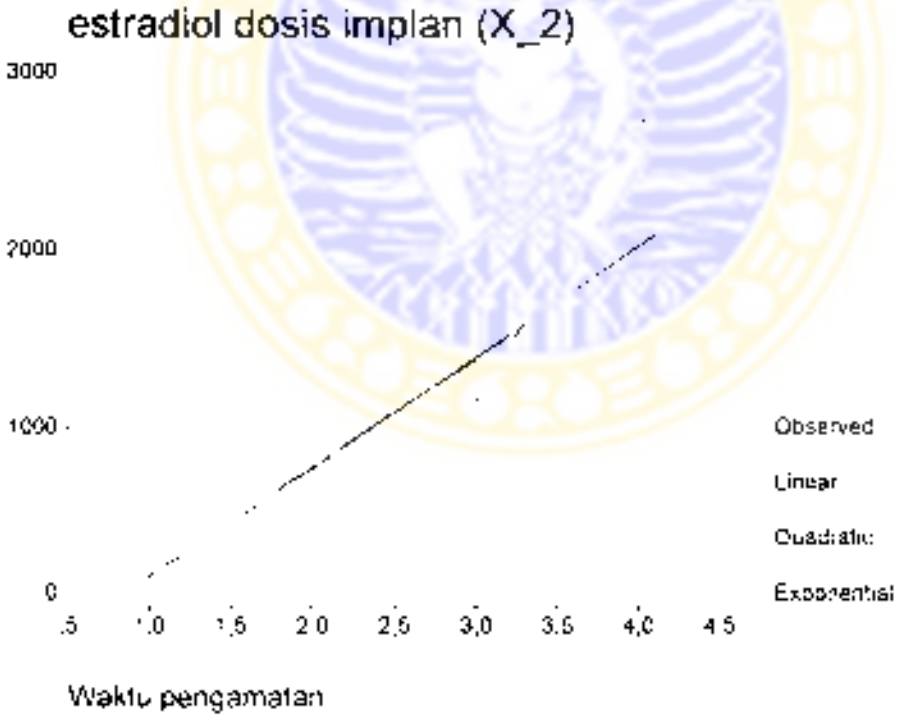
MODEL: MOD_1.

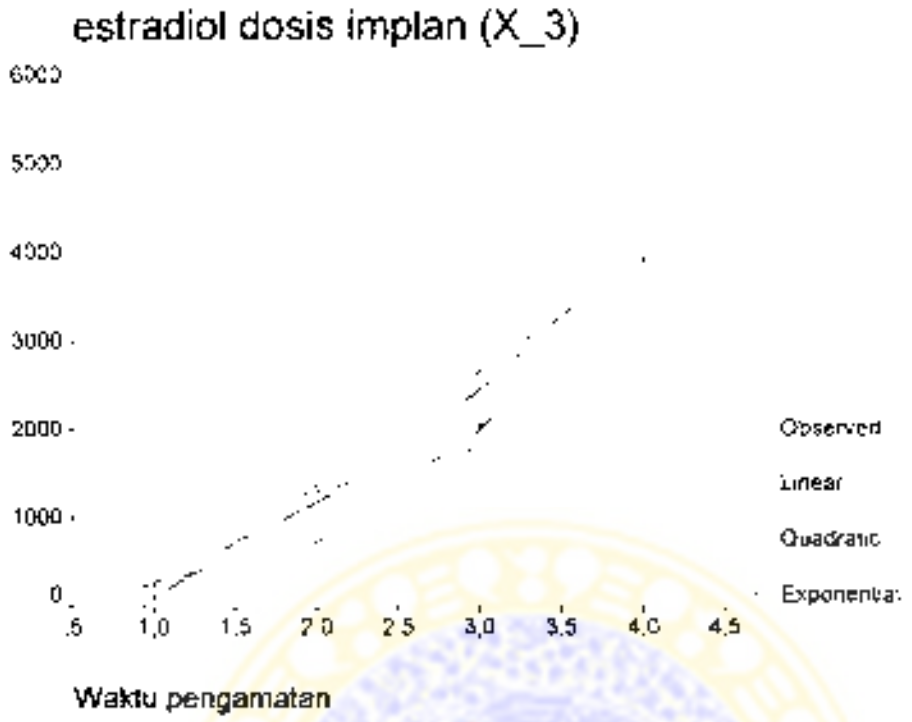
Independent: WAKTU

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sig.F	b0	b1	b2
IMPLAN_1	LIN	,691	16	37,14	,000	-166,90	183,380	
IMPLAN_1	QUA	,909	17	83,88	,000	565,350	-548,87	146,450
IMPLAN_1	EXP	,516	18	19,15	,000	44,1910	,5917	
IMPLAN_2	LIN	,714	18	45,00	,000	-386,00	360,600	
IMPLAN_2	QUA	,938	17	173,79	,000	736,500	-761,90	224,500
IMPLAN_2	EXP	,821	16	82,68	,000	60,3203	,7037	
IMPLAN_3	LIN	,967	18	524,92	,000	-462,00	620,800	
IMPLAN_3	QUA	,967	17	249,44	,000	-412,00	570,800	10,0000
IMPLAN_3	EXP	,823	18	83,67	,000	88,0701	,8540	
IMPLAN_4	LIN	,924	18	218,72	,000	-1182,0	1275,60	
IMPLAN_4	QUA	,940	17	132,81	,000	-247,00	340,600	167,000
IMPLAN_4	EXP	,833	18	89,73	,000	100,238	,9998	




estradiol dosis implan (X_1)
3000
1000
0
1000
Observed
Linear
Quadratic
Exponential
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Waktu pengamatan


estradiol dosis implan (X_2)
3000
2000
1000
0
Observed
Linear
Quadratic
Exponential
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Waktu pengamatan


estradiol dosis implan (X_3)
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
.5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Waktu pengamatan
Observed
Linear
Quadratic
Exponential

Lampiran 19

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Waktu pengamatan	1.00	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	20
	2.00	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	20
	3.00	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	20
	4.00	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	20
Dosis implan	1.00	Dosis implan LHRHa 0 ug	20
	2.00	Dosis implan LHRHa 100 ug	20
	3.00	Dosis implan LHRHa 200 ug	20
	4.00	Dosis implan LHRHa 300 ug	20

Page 1

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Diameter oosit

Waktu pengamatan	Dosis Implan	Mean	Std. Deviation	N
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	258.0000	42.6615	5
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	268.0000	34.2053	5
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	266.0000	34.3511	5
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	258.0000	50.1996	5
	Total	262.5000	37.8188	20
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post impl_1)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	256.0000	45.6070	5
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	292.0000	40.8656	5
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	312.0000	26.8328	5
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	304.0000	51.2835	5
	Total	291.0000	44.4735	20
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_2)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	272.0000	42.0714	5
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	310.0000	47.4342	5
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	356.0000	11.4018	5
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	386.0000	54.5894	5
	Total	331.0000	59.1074	20
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post impl_3)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	304.0000	47.2229	5
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	334.0000	45.0555	5
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	396.0000	16.7332	5
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	448.0000	46.0435	5
	Total	370.5000	68.3239	20
Total	Dosis Implan LHRHa 0 ug	272.5000	45.2915	20
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	301.0000	45.9863	20
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	332.5000	54.4711	20
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	349.0000	88.3712	20
	Total	313.7500	66.8529	80

Page 2

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Diameter oosit

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	242755.000[a]	15	16183.667	9.389	.000
Intercept	7875125.000	1	7875125.000	4568.600	.000
FAKTORA	133245.000	3	44415.000	25.766	.000
FAKTORB	69165.000	3	23055.000	13.375	.000
FAKTORA * FAKTORB	40345.000	9	4482.778	2.601	.013
Error	110320.000	64	1723.750		
Total	8228200.000	80			
Corrected Total	353075.000	79			

a. R Squared = .688 (Adjusted R Squared = .614)

Estimated Marginal Means

1. Waktu pengamatan

Estimates

Dependent Variable: Diameter oosit

Waktu pengamatan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	262.500	9.284	243.954	281.046
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	291.000	9.284	272.454	309.546
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	331.000	9.284	312.454	349.546
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	370.500	9.284	351.954	389.046

Page 3

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Diameter post

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	-28.500*	13.129	.034
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-68.500*	13.129	.000
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-108.000*	13.129	.000
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	28.500*	13.129	.034
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-40.000*	13.129	.003
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-79.500*	13.129	.000
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	68.500*	13.129	.000
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	40.000*	13.129	.003
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-39.500*	13.129	.004
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	108.000*	13.129	.000
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	79.500*	13.129	.000
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	39.500*	13.129	.004

Based on estimated marginal means

Page 4

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Diameter cosil

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	-54.729	-2.271
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-94.729	-42.271
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-134.229	-81.771
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	2.271	54.729
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	-66.229	-13.771
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-105.729	-53.271
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	42.271	94.729
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	13.771	66.229
	H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	-65.729	-13.271
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	81.771	134.229
	H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	53.271	105.729
	H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	13.271	65.729

Based on estimated marginal means

* The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Page 1

Univariate Tests

Dependent Variable: Diameter oosit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	133245.00	3	44415.000	25.766	.000
Error	110320.00	64	1723.750		

The F tests the effect of Waktu pengamatan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Dosis Implan

Estimates

Dependent Variable: Diameter oosit

Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 ug	272.500	9.284	253.954	291.046
Dosis implan LHRHa 100 ug	301.000	9.284	282.454	319.546
Dosis Implan LHRHa 200 ug	332.500	9.284	313.954	351.046
Dosis Implan LHRHa 300 ug	349.000	9.284	330.454	367.546

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Diameter oosit

(I) Dosis Implan	(J) Dosis Implan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Dosis Implan LHRHa 0 ug	Dosis Implan LHRHa 100 ug	-28.500*	13.129	.034
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-60.000*	13.129	.000
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-76.500*	13.129	.000
Dosis Implan LHRHa 100 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	28.500*	13.129	.034
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-31.500*	13.129	.019
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-48.000*	13.129	.001
Dosis Implan LHRHa 200 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	60.000*	13.129	.000
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	31.500*	13.129	.019
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-16.500	13.129	.213
Dosis Implan LHRHa 300 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	76.500*	13.129	.000
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	48.000*	13.129	.001
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	16.500	13.129	.213

Based on estimated marginal means

Page 7

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Diameter oosit

(I) Dosis Implan	(J) Dosis Implan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 ug	Dosis Implan LHRHa 100 ug	-54.729	2.271
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-86.229	-33.771
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-102.729	-50.271
Dosis Implan LHRHa 100 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	2.271	54.729
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-57.729	-5.271
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-74.229	-21.771
Dosis Implan LHRHa 200 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	33.771	86.229
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	5.271	57.729
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	-42.729	9.729
Dosis Implan LHRHa 300 ug	Dosis Implan LHRHa 0 ug	50.271	102.729
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	21.771	74.229
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	-9.729	42.729

Based on estimated marginal means

* The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments)

Univariate Tests

Dependent Variable: Diameter oosit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	69165.000	3	23055.000	13.375	.000
Error	110320.00	64	1723.750		

The F tests the effect of Dosis Implan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

Page 6

3. Waktu pengamatan * Dosis Implan

Dependent Variable: Diameter oosit

Waktu pengamatan	Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon estradiol 17 beta sebelum implantasi)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	258.000	18.567	220.907	295.093
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	268.000	18.567	230.907	305.093
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	266.000	18.567	228.907	303.093
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	258.000	18.567	220.907	295.093
H_2 (Kadar hormon estradiol 17 beta pada h_30 post Impl_1)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	256.000	18.567	218.907	293.093
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	292.000	18.567	254.907	329.093
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	312.000	18.567	274.907	349.093
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	304.000	18.567	266.907	341.093
H_3 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_2)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	272.000	18.567	234.907	309.093
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	310.000	18.567	272.907	347.093
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	356.000	18.567	318.907	393.093
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	386.000	18.567	348.907	423.093
H_4 (Kadar hormon estradiol 17 beta post Impl_3)	Dosis Implan LHRHa 0 ug	304.000	18.567	266.907	341.093
	Dosis Implan LHRHa 100 ug	334.000	18.567	296.907	371.093
	Dosis Implan LHRHa 200 ug	396.000	18.567	358.907	433.093
	Dosis Implan LHRHa 300 ug	448.000	18.567	410.907	485.093

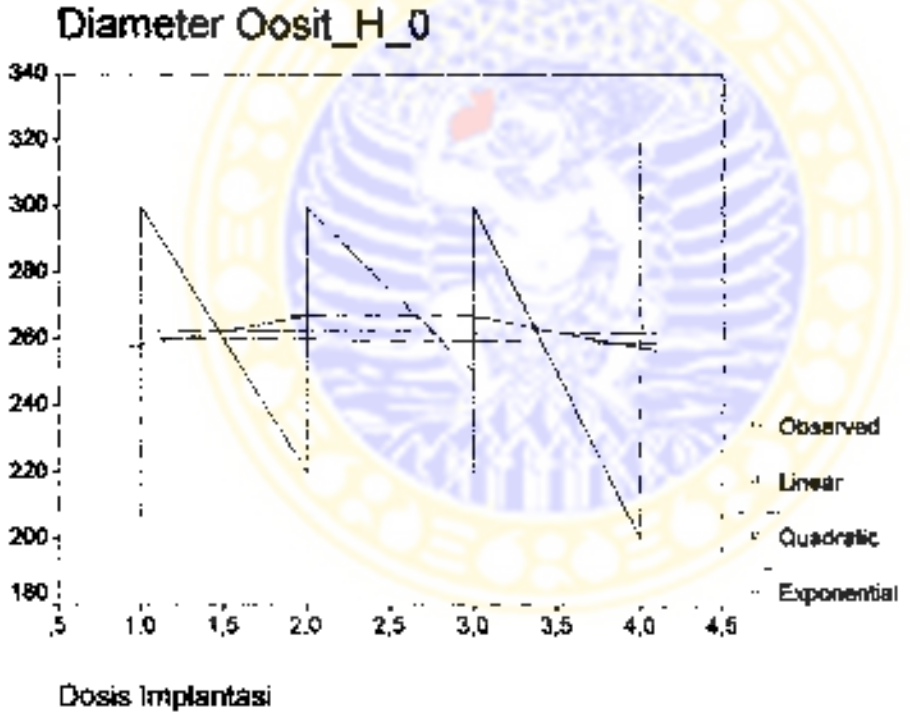
Lampiran 20

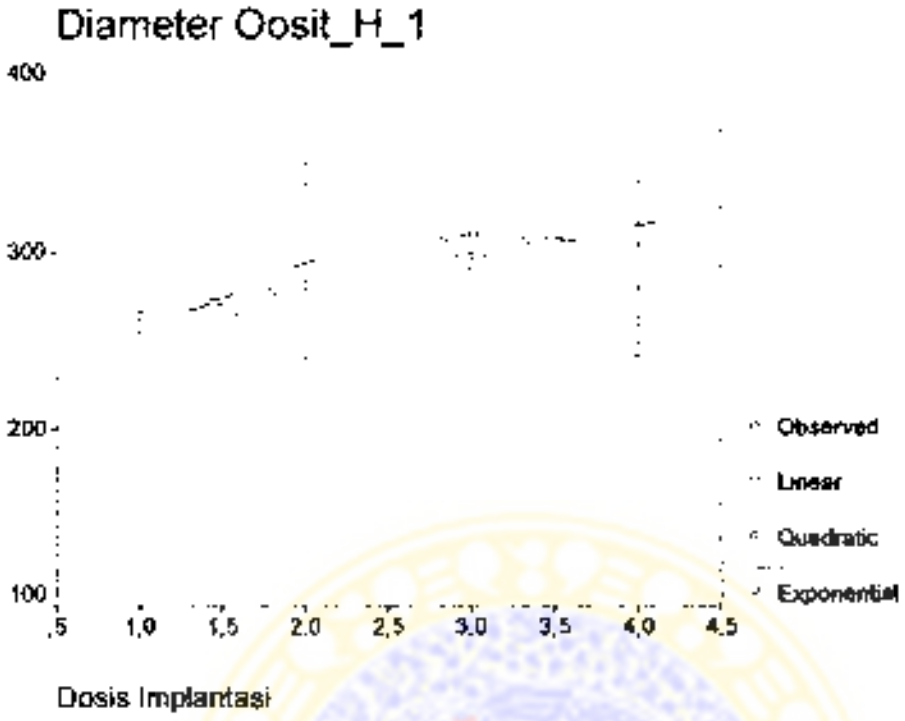
Curve Fit

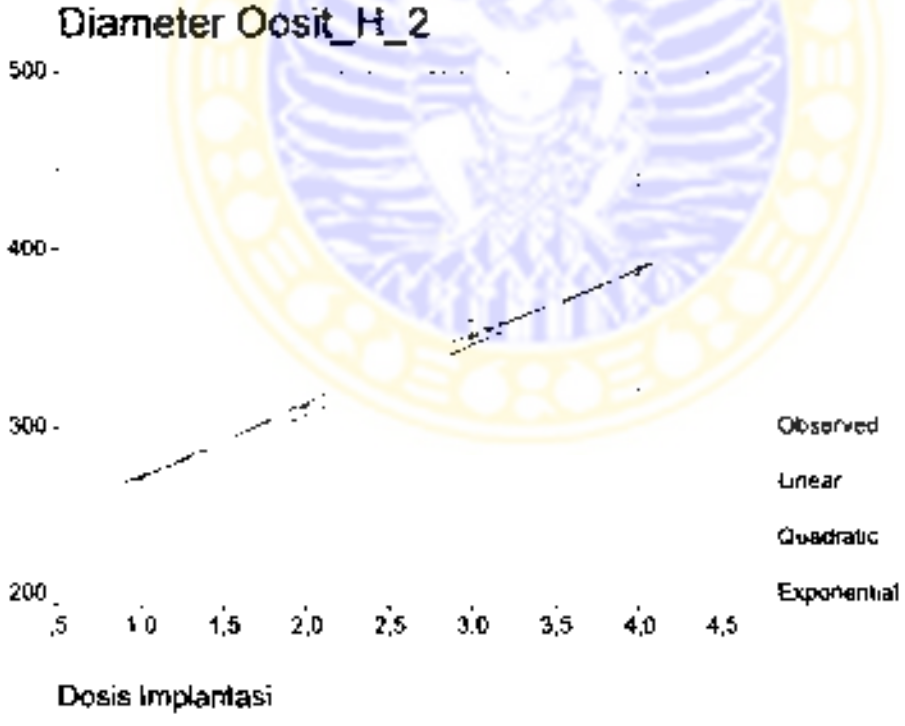
MODEL: MOD_4.

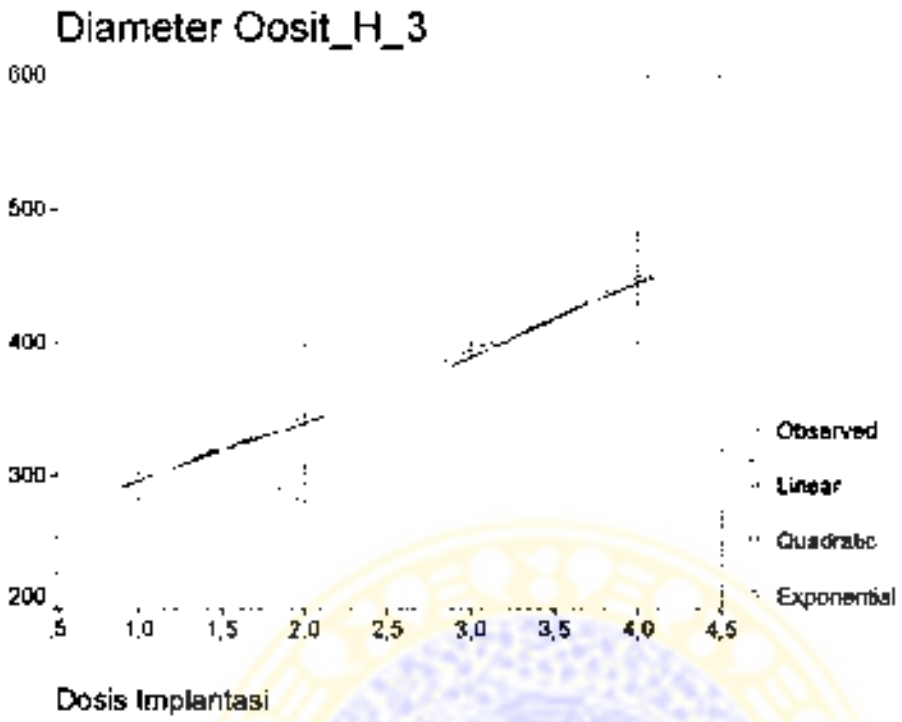
Independent: DOSIS

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2
DIAMET_1	LIN	,000	18	6,6E-04	,980	263,000	-,2000	
DIAMET_1	QUA	,015	17	,13	,880	240,500	22,3000	-4,5000
DIAMET_1	EXP	,000	18	3,9E-03	,951	261,070	-,0019	
DIAMET_2	LIN	,179	18	3,92	,063	250,000	16,4000	
DIAMET_2	QUA	,243	17	2,73	,093	195,000	71,4000	-11,000
DIAMET_2	EXP	,180	18	3,96	,062	248,094	,0591	
DIAMET_3	LIN	,567	18	23,57	,000	234,000	38,8000	
DIAMET_3	QUA	,568	17	11,18	,001	224,000	48,8000	-2,0000
DIAMET_3	EXP	,560	18	22,95	,000	241,278	,1202	
DIAMET_4	LIN	,688	18	39,66	,000	247,000	49,4000	
DIAMET_4	QUA	,695	17	19,34	,000	274,500	21,9000	5,5000
DIAMET_4	EXP	,668	18	36,23	,000	259,497	,1357	




Diameter Oosit_H_1
400
300
200
100
,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Observed
Linear
Quadratic
Exponential
Dosis Implantasi


Diameter Oosit_H_2
500
400
300
200
,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Observed
Linear
Quadratic
Exponential
Dosis Implantasi

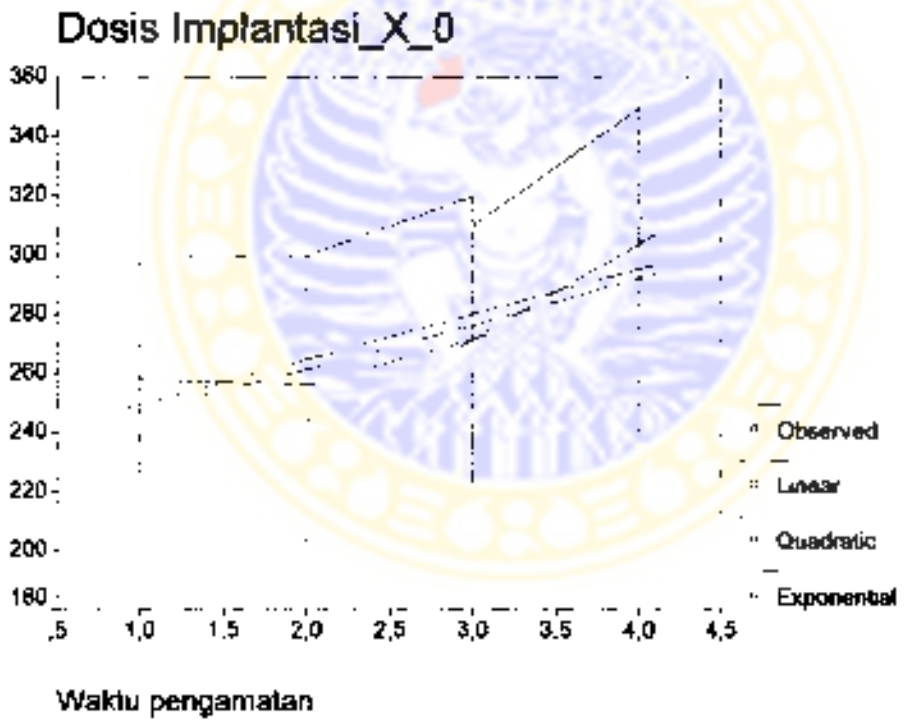

Diameter Oosit_H_3
600
500
400
300
200
.5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
Dosis Implantasi
Observed
Linear
Quadratic
Exponential

Curve Fit Diameter oosit

MODEL: MOD_6.

Independent: WAKTU

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2
IMPLAN_1	LIN	,152	18	3,23	,069	234,000	15,4000	
IMPLAN_1	QUA	,189	17	1,98	,168	276,500	-27,100	8,5000
IMPLAN_1	EXP	,144	18	3,03	,099	235,716	,0560	
IMPLAN_2	LIN	,290	18	7,36	,014	247,000	21,6000	
IMPLAN_2	QUA	,290	17	3,48	,054	247,000	21,6000	-8,E-15
IMPLAN_2	EXP	,292	18	7,42	,014	248,809	,0718	
IMPLAN_3	LIN	,835	18	91,28	,000	224,000	43,4000	
IMPLAN_3	QUA	,836	17	43,35	,000	216,500	50,9000	-1,5000
IMPLAN_3	EXP	,799	18	71,62	,000	234,238	,1347	
IMPLAN_4	LIN	,716	18	45,43	,000	186,000	65,2000	
IMPLAN_4	QUA	,718	17	21,68	,000	206,000	45,2000	4,0000
IMPLAN_4	EXP	,698	18	41,70	,000	208,567	,1930	



Lampiran 21

Correlations

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Kadar estradiol_17 beta	976.2625	1096.8338	80
Diameter oosit	313.7500	66.8529	80

Correlations

		Kadar estradiol_17 beta	Diameter oosit
Kadar estradiol_17 beta	Pearson Correlation	1.000	.832**
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	Sum of Squares and Cross-products	95040513.488	4820271.3
	Covariance	1203044.475	61016.092
	N	80	80
Diameter oosit	Pearson Correlation	.832**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	Sum of Squares and Cross-products	4820271.250	353075.000
	Covariance	61016.092	4469.304
	N	80	80

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Page 1

Lampiran 22

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Waktu pengamatan	1.00	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	8
	2.00	H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post impl_1)	8
	3.00	H_3 (Kadar hormon testosteron post impl_2)	8
	4.00	H_4 (Kadar hormon testosteron post impl_3)	8
Dosis Implan	1.00	Dosis Implan LHRHa 0µg	8
	2.00	Dosis Implan LHRHa 100µg	8
	3.00	Dosis Implan LHRHa 200µg	8
	4.00	Dosis Implan LHRHa 300µg	8

MILIK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA SURABAYA

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Waktu pengamatan	Dosis Implan	Mean	Std. Deviation	N
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	Dosis Implan LHRHa 0µg	39.5000	.7071	2
	Dosis Implan LHRHa 100µg	38.5000	2.1213	2
	Dosis Implan LHRHa 200µg	52.0000	5.6569	2
	Dosis Implan LHRHa 300µg	52.0000	5.6569	2
	Total	45.5000	7.6345	8
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	Dosis Implan LHRHa 0µg	22.5000	14.8492	2
	Dosis Implan LHRHa 100µg	26.5000	6.3640	2
	Dosis Implan LHRHa 200µg	64.5000	4.9497	2
	Dosis Implan LHRHa 300µg	66.0000	5.6569	2
	Total	44.8750	22.8563	8
H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	Dosis Implan LHRHa 0µg	34.0000	8.4853	2
	Dosis Implan LHRHa 100µg	34.0000	8.4853	2
	Dosis Implan LHRHa 200µg	69.0000	1.4142	2
	Dosis Implan LHRHa 300µg	79.0000	1.4142	2
	Total	54.0000	22.1940	8
H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	Dosis Implan LHRHa 0µg	36.5000	4.9497	2
	Dosis Implan LHRHa 100µg	41.0000	1.4142	2
	Dosis Implan LHRHa 200µg	70.0000	.0000	2
	Dosis Implan LHRHa 300µg	93.2500	10.2530	2
	Total	60.1875	24.9828	8
Total	Dosis Implan LHRHa 0µg	33.1250	9.6279	8
	Dosis Implan LHRHa 100µg	35.0000	7.1913	8
	Dosis Implan LHRHa 200µg	63.8750	8.1843	8
	Dosis Implan LHRHa 300µg	72.5625	17.0785	8
	Total	51.1406	20.6121	32

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12504.492[a]	15	833.633	20.023	.000
Intercept	83691.633	1	83691.633	2010.233	.000
FAKTOR_C	1288.773	3	429.591	10.319	.001
FAKTOR_D	9649.148	3	3216.383	77.256	.000
FAKTOR_C * FAKTOR_D	1566.570	9	174.063	4.181	.006
Error	666.125	16	41.633		
Total	96862.250	32			
Corrected Total	13170.617	31			

a. R Squared = .949 (Adjusted R Squared = .902)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
51.141	1.141	48.723	53.559

2. Waktu pengamatan

Estimates

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Waktu pengamatan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	45.500	2.281	40.664	50.336
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	44.875	2.281	40.039	49.711
H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	54.000	2.281	49.164	58.836
H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	60.188	2.281	55.351	65.024

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	.625	3.226	.849
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	-8.500*	3.226	.018
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-14.688*	3.226	.000
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	-.625	3.226	.849
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	-9.125*	3.226	.012
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-15.313*	3.226	.000
H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	8.500*	3.226	.018
	H_2 (Kadar hormon testosteron post Impl_1)	9.125*	3.226	.012
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-6.188	3.226	.073
H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	14.688*	3.226	.000
	H_2 (Kadar hormon testosteron post Impl_1)	15.313*	3.226	.000
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	6.188	3.226	.073

Based on estimated marginal means

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post impl_1)	-6.214	7.464
	H_3 (Kadar hormon testosteron post impl_2)	-15.339	-1.661
	H_4 (Kadar hormon testosteron post impl_3)	-21.527	-7.848
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post impl_1)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	-7.464	6.214
	H_3 (Kadar hormon testosteron post impl_2)	-15.964	-2.286
	H_4 (Kadar hormon testosteron post impl_3)	-22.152	-8.473
H_3 (Kadar hormon testosteron post impl_2)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	1.661	15.339
	H_2 (Kadar hormon testosteron post impl_1)	2.286	15.964
	H_4 (Kadar hormon testosteron post impl_3)	-13.027	.652
H_4 (Kadar hormon testosteron post impl_3)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	7.848	21.527
	H_2 (Kadar hormon testosteron post impl_1)	8.473	22.152
	H_3 (Kadar hormon testosteron post impl_2)	-.652	13.027

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

(I) Waktu pengamatan	(J) Waktu pengamatan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	-6.214	7.464
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	-15.339	-1.661
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-21.527	-7.848
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	-7.464	6.214
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	-15.964	-2.286
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-22.152	-8.473
H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	1.661	15.339
	H_2 (Kadar hormon testosteron post Impl_1)	2.286	15.964
	H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	-13.027	.652
H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	7.848	21.527
	H_2 (Kadar hormon testosteron post Impl_1)	8.473	22.152
	H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	-.652	13.027

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

	Sum of Squares	df	Mean Squares	F	Sig.
Contrast	1288.773	3	429.591	10.319	.001
Error	666.125	16	41.633		

The F tests the effect of Waktu pengamatan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. Dosis Implan

Estimates

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 µg	33.125	2.281	28.289	37.961
Dosis Implan LHRHa 100 µg	35.000	2.281	30.164	39.836
Dosis Implan LHRHa 200 µg	63.875	2.281	59.039	68.711
Dosis Implan LHRHa 300 µg	72.583	2.281	67.726	77.399

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

(I) Dosis Implan	(J) Dosis Implan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Dosis Implan LHRHa 0 µg	Dosis Implan LHRHa 100 µg	-1.875	3.226	.569
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	-30.750*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-39.437*	3.226	.000
Dosis Implan LHRHa 100 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	1.875	3.226	.569
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	-28.875*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-37.563*	3.226	.000
Dosis Implan LHRHa 200 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	30.750*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 100 µg	28.875*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-8.687*	3.226	.016
Dosis Implan LHRHa 300 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	39.437*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 100 µg	37.563*	3.226	.000
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	8.687*	3.226	.016

Based on estimated marginal means

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

(I) Dosis Implan	(J) Dosis Implan	95% Confidence Interval for Difference[a] Lower Bound	Upper Bound
Dosis Implan LHRHa 0 µg	Dosis Implan LHRHa 100 µg	-8.714	4.964
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	-37.589	-23.911
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-46.277	-32.598
Dosis Implan LHRHa 100 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	-4.964	8.714
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	-35.714	-22.036
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-44.402	-30.723
Dosis Implan LHRHa 200 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	23.911	37.589
	Dosis Implan LHRHa 100 µg	22.036	35.714
	Dosis Implan LHRHa 300 µg	-15.527	-1.848
Dosis Implan LHRHa 300 µg	Dosis Implan LHRHa 0 µg	32.598	46.277
	Dosis Implan LHRHa 100 µg	30.723	44.402
	Dosis Implan LHRHa 200 µg	1.848	15.527

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	9649.148	3	3216.383	77.256	.000
Error	666.125	16	41.633		

The F tests the effect of Dosis Implan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

4. Waktu pengamatan * Dosis Implan

Dependent Variable: Kadar hormon testosteron

Waktu pengamatan	Dosis Implan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
H_1 (Kadar hormon testosteron sebelum implantasi)	Dosis Implan LHRHa 0µg	39.500	4.563	29.828	49.172
	Dosis Implan LHRHa 100µg	38.500	4.563	28.828	48.172
	Dosis Implan LHRHa 200µg	52.000	4.562	42.328	61.672
	Dosis Implan LHRHa 300µg	52.000	4.562	42.328	61.672
H_2 (Kadar hormon testosteron pada h_30 post Impl_1)	Dosis Implan LHRHa 0µg	22.500	4.563	12.828	32.172
	Dosis Implan LHRHa 100µg	26.500	4.563	16.828	36.172
	Dosis Implan LHRHa 200µg	64.500	4.562	54.828	74.172
	Dosis Implan LHRHa 300µg	66.000	4.563	56.328	75.672
H_3 (Kadar hormon testosteron post Impl_2)	Dosis Implan LHRHa 0µg	34.000	4.562	24.328	43.672
	Dosis Implan LHRHa 100µg	34.000	4.563	24.328	43.672
	Dosis Implan LHRHa 200µg	69.000	4.562	59.328	78.672
	Dosis Implan LHRHa 300µg	79.000	4.562	69.328	88.672
H_4 (Kadar hormon testosteron post Impl_3)	Dosis Implan LHRHa 0µg	36.500	4.562	26.828	46.172
	Dosis Implan LHRHa 100µg	41.000	4.563	31.328	50.672
	Dosis Implan LHRHa 200µg	70.000	4.562	60.328	79.672
	Dosis Implan LHRHa 300µg	93.250	4.562	83.578	102.922

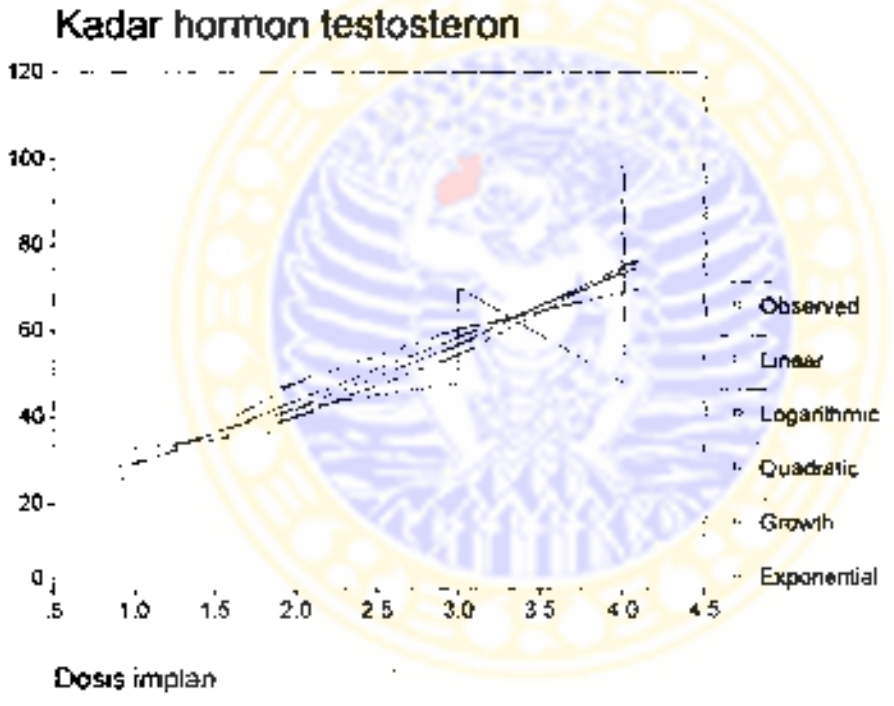
Lampiran 23

Curve Fit

MODEL: MOD_[illegible]

Independent: IMPLAN

Dependent	Mth	rsq	d.f.	F	Sig1	b0	b1	b2
TESTOSTE	LIN	.658	30	57.71	.000	14.3438	14.7187	
TESTOSTE	LOG	.592	30	43.48	.000	27.3249	29.9752	
TESTOSTE	QUA	.665	29	28.78	.000	22.8594	6.2031	1.7031
TESTOSTE	GRO	.601	30	45.15	.000	3.0799	.3066	
TESTOSTE	EXP	.721	30	65.15	.000	21.7553	.3066	

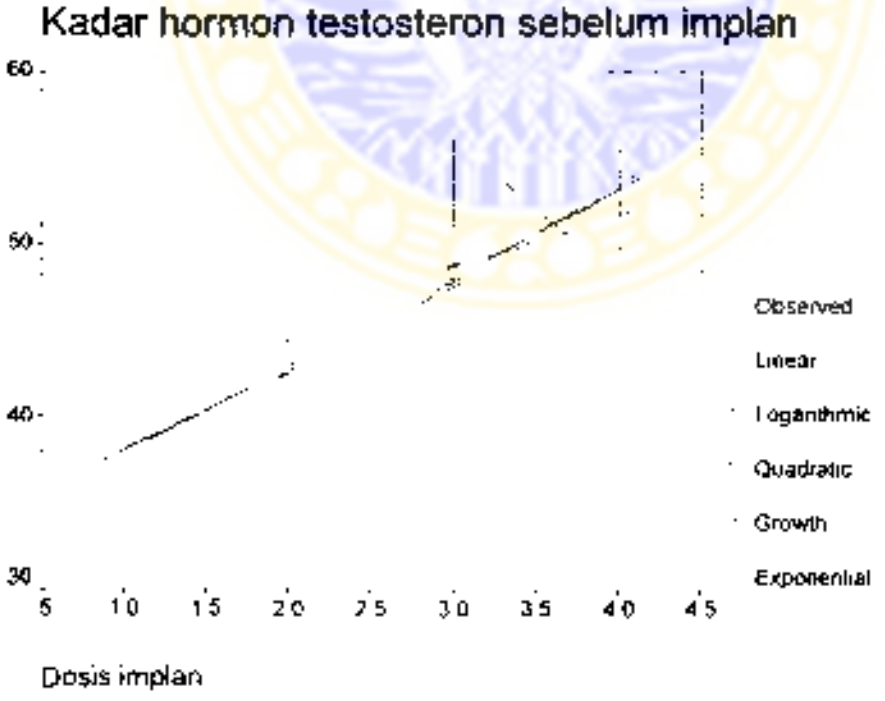


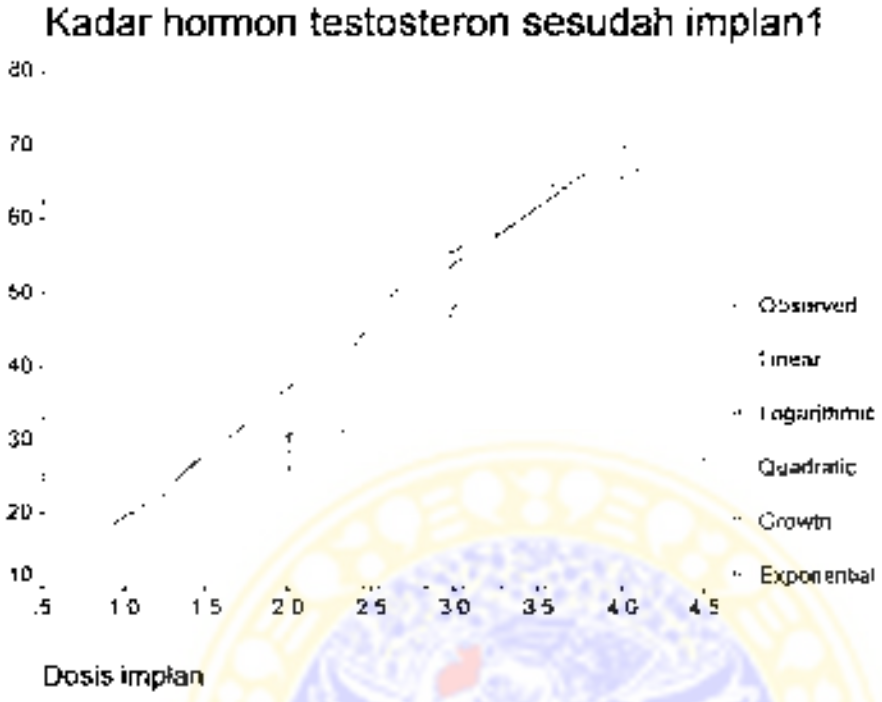
Curve Fit

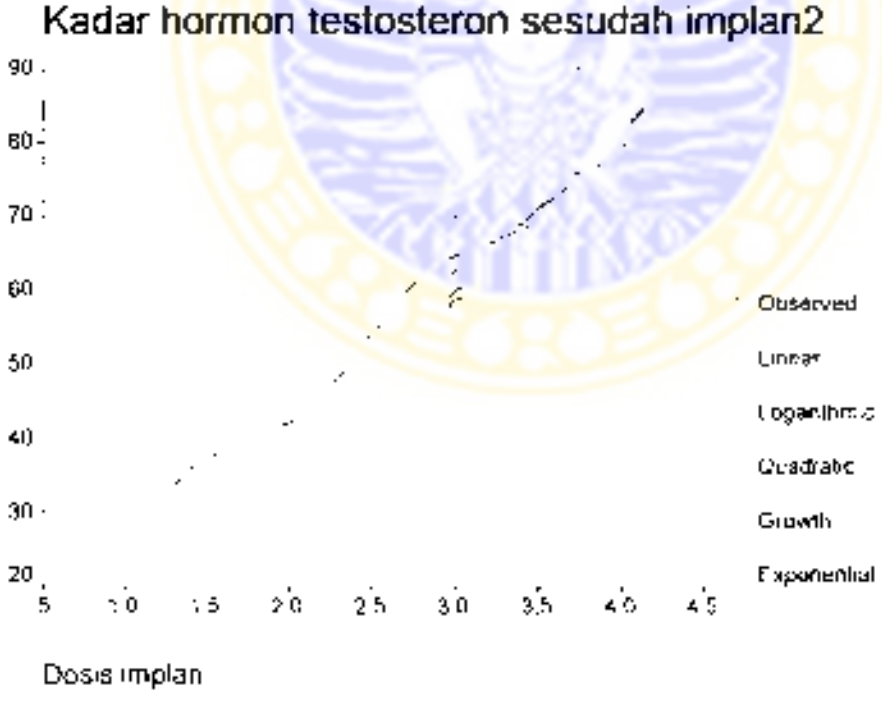
MODEL: MOD_7.

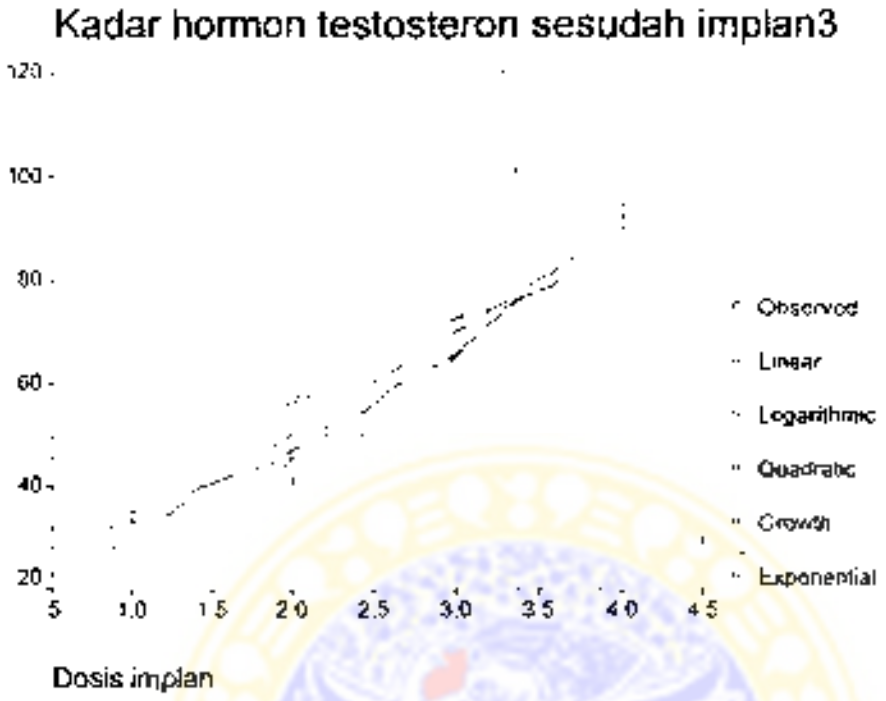
Independent: IMPLAN

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sig1	b0	b1	b2
TESTOS1	LIN	.638	6	10.55	.017	37.7500	5.1000	
TESTOS1	LOG	.577	6	8.19	.029	37.2194	10.4222	
TESTOS1	QUA	.679	5	5.47	.046	34.0625	9.8500	.2500
TESTOS1	GRO	.652	6	11.24	.015	3.5270	.1115	
TESTOS1	EXP	.652	6	11.24	.015	34.0226	.1115	
TESTOS2	LIN	.776	6	20.83	.004	2.7500	16.8500	
TESTOS2	LOG	.733	6	16.44	.007	16.9484	35.1493	
TESTOS2	QUA	.777	5	8.72	.023	-.3750	19.9750	-.6250
TESTOS2	GRO	.705	6	14.37	.009	2.5281	.4494	
TESTOS2	EXP	.705	6	14.37	.009	12.5291	.4494	
TESTOS3	LIN	.838	6	31.06	.001	11.5000	17.0000	
TESTOS3	LOG	.743	6	17.37	.006	26.6857	34.3787	
TESTOS3	QUA	.853	5	14.47	.008	24.0000	4.5000	2.5000
TESTOS3	GRO	.779	6	21.14	.004	3.0811	.3300	
TESTOS3	EXP	.779	6	21.14	.004	21.7830	.3300	
TESTOS4	LIN	.909	6	59.71	.000	10.3750	19.9250	
TESTOS4	LOG	.792	6	22.87	.003	28.4462	39.9506	
TESTOS4	QUA	.949	5	46.45	.001	33.8125	-3.5125	4.6875
TESTOS4	GRO	.926	6	75.40	.000	3.1832	.3354	
TESTOS4	EXP	.926	6	75.40	.000	24.1239	.3354	




Kadar hormon testosteron sesudah implan1
80
70
60
50
40
30
20
10
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential
Dosis implan


Kadar hormon testosteron sesudah implan2
90
80
70
60
50
40
30
20
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential
Dosis implan

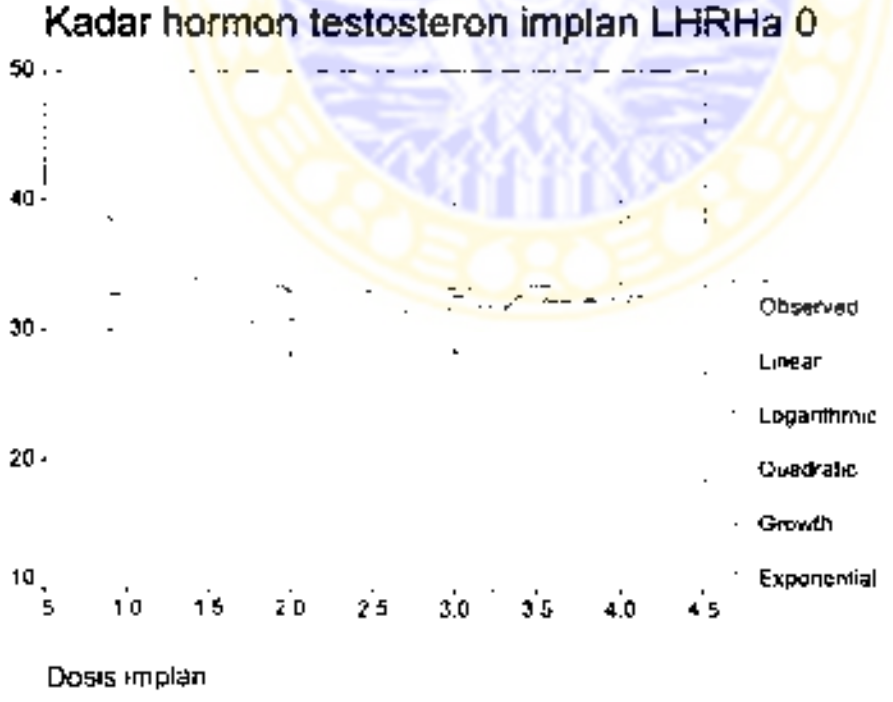

Kadar hormon testosteron sesudah implan3
120
100
80
60
40
20
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Dosis implan
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential

Curve Fit

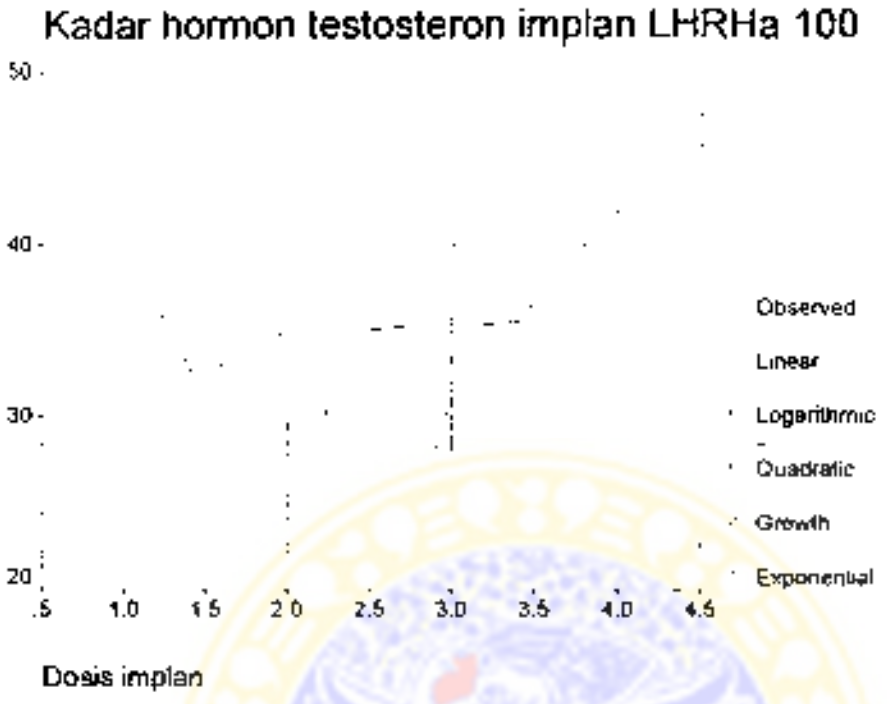
MODEL: MOD_1.

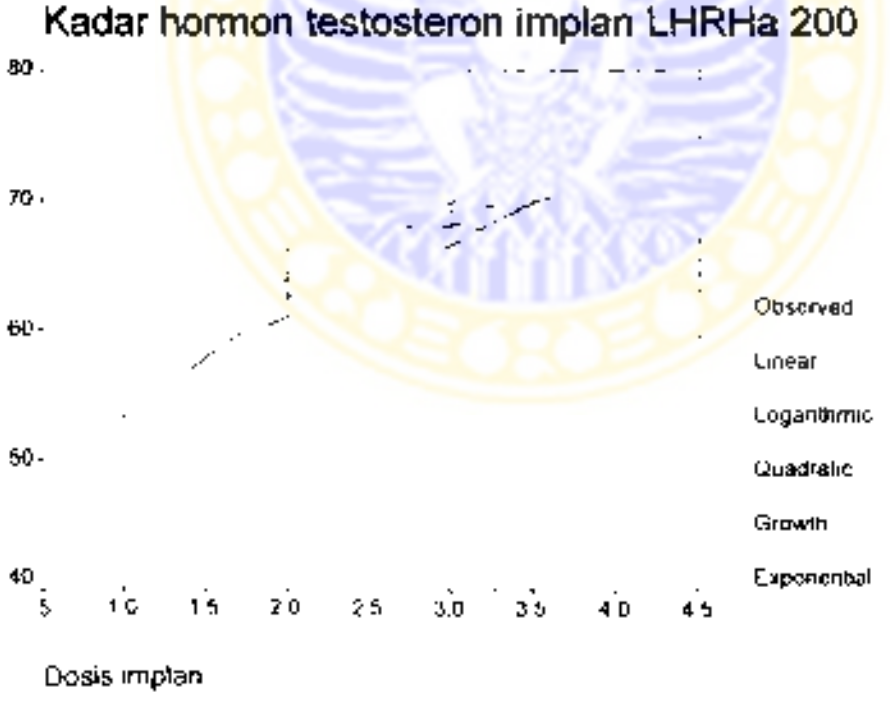
Independent: IMPLAN

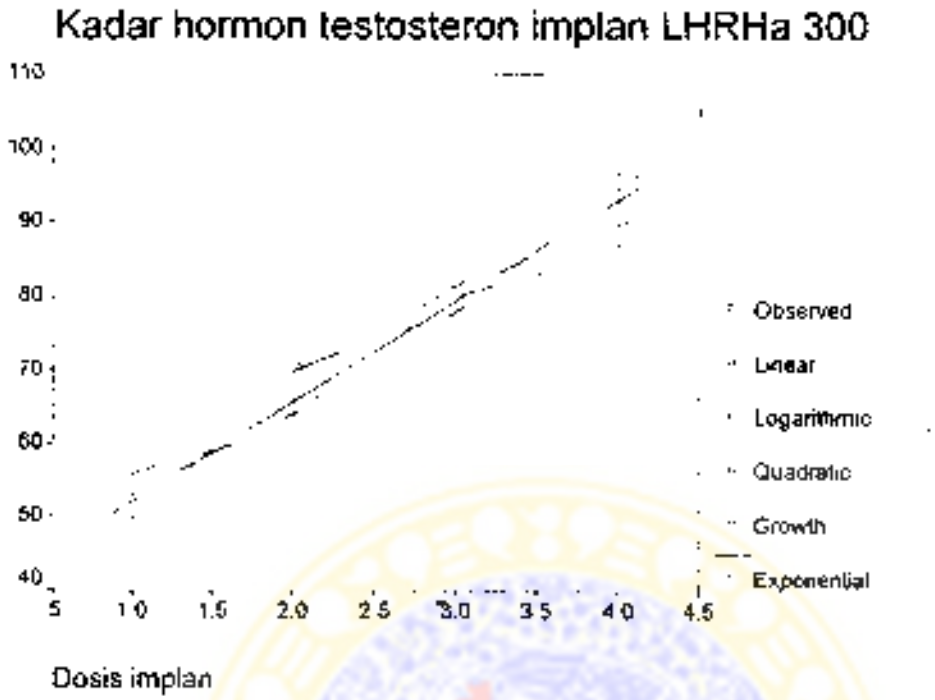
Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	b0	b1	b2
TESTOS1	LIN	.001	6	5.8E-03	.947	32.5000	.2500	
TESTOS1	LOG	.008	6	.05	.829	34.3888	-1.5907	
TESTOS1	QUA	.294	5	1.04	.419	56.6750	-24.125	4.6750
TESTOS1	GRO	.006	6	.04	.853	3.3752	.0269	
TESTOS1	EXP	.006	6	.04	.853	29.2309	.0269	
TESTOS2	LIN	.062	6	.40	.552	31.2500	1.5000	
TESTOS2	LOG	.009	6	.05	.823	34.0273	1.2243	
TESTOS2	QUA	.561	5	3.19	.128	55.0000	-22.250	4.7500
TESTOS2	GRO	.052	6	.33	.586	3.4245	.0438	
TESTOS2	EXP	.052	6	.33	.586	30.7079	.0438	
TESTOS3	LIN	.730	6	16.21	.007	49.2500	5.8500	
TESTOS3	LOG	.833	6	30.02	.002	53.2093	13.4242	
TESTOS3	QUA	.871	5	16.87	.006	34.8750	20.2250	-2.8750
TESTOS3	GRO	.704	6	14.25	.009	3.9066	.0969	
TESTOS3	EXP	.704	6	14.25	.009	49.7308	.0969	
TESTOS4	LIN	.916	6	65.36	.000	38.3750	13.6750	
TESTOS4	LOG	.880	6	43.85	.001	49.6971	28.7791	
TESTOS4	QUA	.916	5	27.24	.002	38.6875	13.3625	.0625
TESTOS4	GRO	.915	6	64.46	.000	3.7761	.1933	
TESTOS4	EXP	.915	6	64.46	.000	43.6436	.1933	



Page 1


Kadar hormon testosteron implan LHRHa 100
50
40
30
20
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential
Dosis implan


Kadar hormon testosteron implan LHRHa 200
80
70
60
50
40
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential
Dosis implan


Kadar hormon testosteron implan LHRHa 300
110
100
90
80
70
60
50
40
.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
Dosis implan
Observed
Linear
Logarithmic
Quadratic
Growth
Exponential

Lampiran 24

Oneway

Descriptives

Persentase daya tetas telur

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
tanpa cahaya tambahan	18	80.7583	2.2966	.5413
intesitas cahaya 10 watt	18	81.4033	4.5718	1.0776
intesitas cahaya 20 watt	18	83.9544	2.6907	.6363
intesitas cahaya 40 watt	18	77.2244	3.4020	.8019
Total	72	80.8376	4.0700	.4807

Descriptives

Persentase daya tetas telur

	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
	Lower Bound	Upper Bound		
tanpa cahaya tambahan	79.6263	81.9104	77.83	85.80
intesitas cahaya 10 watt	79.1299	83.6768	73.88	95.33
intesitas cahaya 20 watt	82.6119	85.2970	78.33	87.78
intesitas cahaya 40 watt	75.5327	78.9162	71.41	86.82
Total	79.8791	81.7962	71.41	95.33

ANOVA

Persentase daya tetas telur

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	415.700	3	138.567	12.307	.000
Within Groups	765.632	68	11.259		
Total	1181.332	71			

Post Hoc Tests

Page 1

Lampiran 25

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Jenis Pakan	1.00	Rotifer	24
	2.00	Rotifer + Scott's emulsion	24
	3.00	Rotifer + emulsi kuning telur	24
Pencahayaan	1.00	Tanpa cahaya	18
	2.00	Cahaya 10 watt	18
	3.00	Cahaya 20 watt	18
	4.00	Cahaya 40 watt	18

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

Jenis Pakan	Pencahayaan	Mean	Std. Deviation	N
Rotifer	Tanpa cahaya	3.8583	.3880	6
	Cahaya 10 watt	7.1700	1.4926	6
	Cahaya 20 watt	7.7933	.7323	6
	Cahaya 40 watt	4.2600	.8677	6
	Total	5.7729	1.9777	24
Rotifer + Scott's emulsion	Tanpa cahaya	4.9150	1.1455	6
	Cahaya 10 watt	9.8250	1.2164	6
	Cahaya 20 watt	9.9333	1.1639	6
	Cahaya 40 watt	4.9367	1.0495	6
	Total	7.4025	2.7465	24
Rotifer + emulsi kuning telur	Tanpa cahaya	5.1700	.3032	6
	Cahaya 10 watt	9.4950	1.5484	6
	Cahaya 20 watt	10.8317	.6695	6
	Cahaya 40 watt	4.2600	1.7795	6
	Total	7.4392	3.0679	24
Total	Tanpa cahaya	4.6511	.8881	18
	Cahaya 10 watt	8.8300	1.8093	18
	Cahaya 20 watt	9.5194	1.5517	18
	Cahaya 40 watt	4.4856	1.2588	18
	Total	6.8715	2.7151	72

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	448.368[a]	11	40.761	32.598	.000
Intercept	3399.688	1	3399.688	2718.858	.000
FAKTOR_A	43.466	2	21.733	17.381	.000
FAKTOR_B	386.463	3	128.821	103.023	.000
FAKTOR_A * FAKTOR_B	18.438	6	3.073	2.458	.034
Error	75.025	60	1.250		
Total	3923.081	72			
Corrected Total	523.393	71			

a. R Squared = .857 (Adjusted R Squared = .830)

Estimated Marginal Means

1. Jenis Pakan

Estimates

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

Jenis Pakan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Rotifer	5.773	.228	5.316	6.229
Rotifer + Scott's emulsion	7.403	.228	6.946	7.859
Rotifer + emulsi kuning telur	7.439	.228	6.983	7.896

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

(I) Jenis Pakan	(J) Jenis Pakan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Rotifer	Rotifer + Scott's emulsion	-1.630*	.323	.000
	Rotifer + emulsi kuning telur	-1.666*	.323	.000
Rotifer + Scott's emulsion	Rotifer	1.630*	.323	.000
	Rotifer + emulsi kuning telur	3.667E-02	.323	.910
Rotifer + emulsi kuning telur	Rotifer	1.666*	.323	.000
	Rotifer + Scott's emulsion	3.667E-02	.323	.910

Based on estimated marginal means

Page 2

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

(I) Jenis Pakan	(J) Jenis Pakan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Rotifer	Rotifer + Scott's emulsion	-2.275	-.984
	Rotifer + emulsi kuning telur	-2.312	-1.021
Rotifer + Scott's emulsion	Rotifer	.984	2.275
	Rotifer + emulsi kuning telur	-.682	.609
Rotifer + emulsi kuning telur	Rotifer	1.021	2.312
	Rotifer + Scott's emulsion	-.609	.682

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	43.466	2	21.733	17.381	.000
Error	75.025	60	1.250		

The F tests the effect of Jenis Pakan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Pencahayaan

Estimates

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

Pencahayaan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Tanpa cahaya	4.651	.264	4.124	5.178
Cahaya 10 watt	8.830	.264	8.303	9.357
Cahaya 20 watt	9.519	.264	8.992	10.047
Cahaya 40 watt	4.486	.264	3.958	5.013

Page 3

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

(I) Pencahayaan	(J) Pencahayaan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Tanpa cahaya	Cahaya 10 watt	-4.179*	.373	.000
	Cahaya 20 watt	-4.868*	.373	.000
	Cahaya 40 watt	.166	.373	.659
Cahaya 10 watt	Tanpa cahaya	4.179*	.373	.000
	Cahaya 20 watt	-.689	.373	.069
	Cahaya 40 watt	4.344*	.373	.000
Cahaya 20 watt	Tanpa cahaya	4.868*	.373	.000
	Cahaya 10 watt	.689	.373	.069
	Cahaya 40 watt	5.034*	.373	.000
Cahaya 40 watt	Tanpa cahaya	-.166	.373	.659
	Cahaya 10 watt	-4.344*	.373	.000
	Cahaya 20 watt	-5.034*	.373	.000

Based on estimated marginal means

Page 4

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

(I) Pencahayaan	(J) Pencahayaan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Tanpa cahaya	Cahaya 10 watt	-4.924	-3.433
	Cahaya 20 watt	-5.614	-4.123
	Cahaya 40 watt	-.580	.911
Cahaya 10 watt	Tanpa cahaya	3.433	4.924
	Cahaya 20 watt	-1.435	5.614E-02
	Cahaya 40 watt	3.599	5.090
Cahaya 20 watt	Tanpa cahaya	4.123	5.614
	Cahaya 10 watt	-5.614E-02	1.435
	Cahaya 40 watt	4.288	5.779
Cahaya 40 watt	Tanpa cahaya	-.911	.580
	Cahaya 10 watt	-5.090	-3.599
	Cahaya 20 watt	-5.779	-4.288

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	386.463	3	128.821	103.023	.000
Error	75.025	60	1.250		

The F tests the effect of Pencahayaan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. Jenis Pakan * Pencahayaan

Dependent Variable: Presentase kemampuan larva dapat pakan (D-3)

Jenis Pakan	Pencahayaan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Rotifer	Tanpa cahaya	3.868	.457	2.955	4.781
	Cahaya 10 watt	7.170	.457	6.257	8.083
	Cahaya 20 watt	7.793	.457	6.880	8.706
	Cahaya 40 watt	4.260	.457	3.347	5.173
Rotifer + Scott's emulsion	Tanpa cahaya	4.915	.457	4.002	5.828
	Cahaya 10 watt	9.825	.457	8.912	10.738
	Cahaya 20 watt	9.933	.457	9.020	10.846
	Cahaya 40 watt	4.937	.457	4.024	5.850
Rotifer + emulsi kuning telur	Tanpa cahaya	5.170	.457	4.257	6.083
	Cahaya 10 watt	9.495	.457	8.582	10.408
	Cahaya 20 watt	10.832	.457	9.919	11.745
	Cahaya 40 watt	4.260	.457	3.347	5.173

Lampiran 26

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Intensitas cahaya	1,00	Intensitas cahaya 0 watt	18
	2,00	Intensitas cahaya 10 watt	18
	3,00	Intensitas cahaya 20 watt	18
	4,00	Intensitas cahaya 40 watt	18
Jenis Pakan	1.00	Rotifer	24
	2.00	Rotifer + Scott's emulsion	24
	3.00	Rotifer + emulsi kuning telur	24

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

Intensitas cahaya	Jenis Pakan	Mean	Std. Deviation	N
Intensitas cahaya 0 watt	Rotifer	2.5400	.7015	6
	Rotifer + Scott's emulsion	3.0967	1.4493	6
	Rotifer + emulsi kuning telur	3.0267	.7075	6
	Total	2.8878	.9872	18
Intensitas cahaya 10 watt	Rotifer	5.7767	1.5199	6
	Rotifer + Scott's emulsion	8.3433	.8233	6
	Rotifer + emulsi kuning telur	8.0250	2.1446	6
	Total	7.3817	1.9009	18
Intensitas cahaya 20 watt	Rotifer	5.2883	.6655	6
	Rotifer + Scott's emulsion	7.4883	1.0537	6
	Rotifer + emulsi kuning telur	8.7100	.9969	6
	Total	7.1622	1.6945	18
Intensitas cahaya 40 watt	Rotifer	2.7100	.6777	6
	Rotifer + Scott's emulsion	3.0667	.6938	6
	Rotifer + emulsi kuning telur	2.7433	1.5899	6
	Total	2.8400	1.0141	18
Total	Rotifer	4.0788	1.7410	24
	Rotifer + Scott's emulsion	5.4988	2.6724	24
	Rotifer + emulsi kuning telur	5.6263	3.1284	24
	Total	5.0679	2.6391	72

Levene's Test of Equality of Error Variances[a]

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

F	df1	df2	Sig
1,419	11	60	,188

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+CAHAYA+PAKAN+CAHAYA * PAKAN

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	411,349[a]	11	37,395	26,983	,000
Intercept	1849,232	1	1849,232	1334,330	,000
CAHAYA	350,211	3	116,737	84,233	,000
PAKAN	35,419	2	17,710	12,779	,000
CAHAYA * PAKAN	25,718	6	4,286	3,093	,010
Error	83,153	60	1,386		
Total	2343,734	72			
Corrected Total	494,502	71			

a. R Squared = ,832 (Adjusted R Squared = ,801)

Estimated Marginal Means

1. Intensitas cahaya

Estimates

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

Intensitas cahaya	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Intensitas cahaya 0 watt	2,888	,277	2,333	3,443
Intensitas cahaya 10 watt	7,382	,277	6,827	7,937
Intensitas cahaya 20 watt	7,162	,277	6,607	7,717
Intensitas cahaya 40 watt	2,840	,277	2,285	3,395

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

(I) Intensitas cahaya	(J) Intensitas cahaya	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Intensitas cahaya 0 watt	Intensitas cahaya 10 watt	-4,494*	,392	,000
	Intensitas cahaya 20 watt	-4,274*	,392	,000
	Intensitas cahaya 40 watt	4,778E-02	,392	,904
Intensitas cahaya 10 watt	Intensitas cahaya 0 watt	4,494*	,392	,000
	Intensitas cahaya 20 watt	,219	,392	,576
	Intensitas cahaya 40 watt	4,542*	,392	,000
Intensitas cahaya 20 watt	Intensitas cahaya 0 watt	4,274*	,392	,000
	Intensitas cahaya 10 watt	-,219	,392	,576
	Intensitas cahaya 40 watt	4,322*	,392	,000
Intensitas cahaya 40 watt	Intensitas cahaya 0 watt	-4,778E-02	,392	,904
	Intensitas cahaya 10 watt	-4,542*	,392	,000
	Intensitas cahaya 20 watt	-4,322*	,392	,000

Based on estimated marginal means

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

(I) Intensitas cahaya	(J) Intensitas cahaya	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Intensitas cahaya 0 watt	Intensitas cahaya 10 watt	-5,279	-3,709
	Intensitas cahaya 20 watt	-5,059	-3,490
	Intensitas cahaya 40 watt	-,737	,833
Intensitas cahaya 10 watt	Intensitas cahaya 0 watt	3,709	5,279
	Intensitas cahaya 20 watt	-,565	1,004
	Intensitas cahaya 40 watt	3,757	5,327
Intensitas cahaya 20 watt	Intensitas cahaya 0 watt	3,490	5,059
	Intensitas cahaya 10 watt	-1,004	,565
	Intensitas cahaya 40 watt	3,537	5,107
Intensitas cahaya 40 watt	Intensitas cahaya 0 watt	-,833	,737
	Intensitas cahaya 10 watt	-5,327	-3,757
	Intensitas cahaya 20 watt	-5,107	-3,537

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	350,211	3	116,737	84,233	,000
Error	83,153	60	1,386		

The F tests the effect of Intensitas cahaya. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

2. Jenis Pakan

Estimates

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

Jenis Pakan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Rotifer	4,079	,240	3,598	4,559
Rotifer + Scott's emulsion	5,499	,240	5,018	5,979
Rotifer + emulsi kuning telur	5,626	,240	5,146	6,107

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

(I) Jenis Pakan	(J) Jenis Pakan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.[a]
Rotifer	Rotifer + Scott's emulsion	-1,420*	,340	,000
	Rotifer + emulsi kuning telur	-1,548*	,340	,000
Rotifer + Scott's emulsion	Rotifer	1,420*	,340	,000
	Rotifer + emulsi kuning telur	-,128	,340	,709
Rotifer + emulsi kuning telur	Rotifer	1,548*	,340	,000
	Rotifer + Scott's emulsion	,128	,340	,709

Based on estimated marginal means

Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

(I) Jenis Pakan	(J) Jenis Pakan	95% Confidence Interval for Difference[a]	
		Lower Bound	Upper Bound
Rotifer	Rotifer + Scott's emulsion	-2,100	-,740
	Rotifer + emulsi kuning telur	-2,227	-,868
Rotifer + Scott's emulsion	Rotifer	,740	2,100
	Rotifer + emulsi kuning telur	-,807	,552
Rotifer + emulsi kuning telur	Rotifer	,868	2,227
	Rotifer + Scott's emulsion	-,552	,807

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

Univariate Tests

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	35,419	2	17,710	12,779	,000
Error	83,153	60	1,386		

The F tests the effect of Jenis Pakan. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. Intensitas cahaya * Jenis Pakan

Dependent Variable: Sintasan larva pada D_5 (%)

Intensitas cahaya	Jenis Pakan	Mean	Std. Error
Intensitas cahaya 0 watt	Rotifer	2,540	,481
	Rotifer + Scott's emulsion	3,097	,481
	Rotifer + emulsi kuning telur	3,027	,481
Intensitas cahaya 10 watt	Rotifer	5,777	,481
	Rotifer + Scott's emulsion	8,343	,481
	Rotifer + emulsi kuning telur	8,025	,481
Intensitas cahaya 20 watt	Rotifer	5,288	,481
	Rotifer + Scott's emulsion	7,488	,481
	Rotifer + emulsi kuning telur	8,710	,481
Intensitas cahaya 40 watt	Rotifer	2,710	,481
	Rotifer + Scott's emulsion	3,067	,481
	Rotifer + emulsi kuning telur	2,743	,481

3. Intensitas cahaya * Jenis Pakan

Dependent Variable: Sintasan larva pada D. 5 (%)

Intensitas cahaya	Jenis Pakan	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
Intensitas cahaya 0 watt	Rotifer	1,579	3,501
	Rotifer + Scott's emulsion	2,135	4,058
	Rotifer + emulsi kuning telur	2,065	3,988
Intensitas cahaya 10 watt	Rotifer	4,815	6,738
	Rotifer + Scott's emulsion	7,382	9,305
	Rotifer + emulsi kuning telur	7,064	8,986
Intensitas cahaya 20 watt	Rotifer	4,327	6,250
	Rotifer + Scott's emulsion	6,527	8,450
	Rotifer + emulsi kuning telur	7,749	9,671
Intensitas cahaya 40 watt	Rotifer	1,749	3,671
	Rotifer + Scott's emulsion	2,105	4,028
	Rotifer + emulsi kuning telur	1,782	3,705

Lampiran 27

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Kemampuan larva mendapatkan pakan[a]		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Sintasan larva pada D-5

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.973[a]	.946	.946	4.5606

a. Predictors: (Constant), Kemampuan larva mendapatkan pakan

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	25640.921	1	25640.921	1232.776	.000[a]
	Residual	1455.954	70	20.799		
	Total	27096.875	71			

a. Predictors: (Constant), Kemampuan larva mendapatkan pakan

b. Dependent Variable: Sintasan larva pada D-5

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-9.711	1.443		-6.732	.000
	Kemampuan larva mendapatkan pakan	.928	.026	.973	35.111	.000

a. Dependent Variable: Sintasan larva pada D-5

Page 1