

**PENGARUH PEMAPARAN LASERPUNKTUR PADA TITIK REPRODUKSI  
TERHADAP PERKEMBANGAN TINGKAT KEMATANGAN GONAD IKAN**

**GURAME (*Osphronemus gouramy*) BETINA**

**SKRIPSI**

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

Oleh :

**ANGGITA DWI SETYO**

**NIM. 115080501111002**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2015**

**PENGARUH PEMAPARAN LASERPUNKTUR PADA TITIK REPRODUKSI  
TERHADAP PERKEMBANGAN TINGKAT KEMATANGAN GONAD IKAN  
GURAME (*Osphronemus gouramy*) BETINA**

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

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

Oleh :

**ANGGITA DWI SETYO  
NIM. 115080501111002**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2015**

SKRISPI

**PENGARUH PEMAPARAN LASERPUNKTUR PADA TITIK REPRODUKSI  
TERHADAP PERKEMBANGAN TINGKAT KEMATANGAN GONAD IKAN  
GURAME (*Osphronemus gouramy*) BETINA**

Oleh :  
**ANGGITA DWI SETYO**  
NIM. 115080501111002

telah dipertahankan didepan penguji  
pada tanggal 29 Juni 2015  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
SK Dekan No. : ( \_\_\_\_\_ )  
Tanggal : ( \_\_\_\_\_ )

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

(Dr. Ir. Agoes Soeprijanto, MS)  
NIP. 19590807 198601 1 001  
Tanggal :

Menyetujui  
Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. M. Fadjar, M.Sc)  
NIP. 19621014 198701 1 001  
Tanggal :

Mengetahui  
Ketua Jurusan

(Dr.Ir.Arning Wilujeng Ekawati,MS)  
NIP. 19620805 198603 2 001  
Tanggal :

## PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan dalam daftar pustaka penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, 19 Juni 2015  
Mahasiswa

Anggita Dwi Setyo  
115080501111002

## RINGKASAN

**Anggita Dwi Setyo.** Pengaruh Pemaparan laserpunktur pada Titik Reproduksi terhadap Perkembangan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Betina. (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS.** dan **Dr. Ir. M. Fadjjar, M.Sc.**)

---

Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) merupakan salah satu ikan air tawar yang dikenal sebagai ikan konsumsi dan cukup banyak peminatnya di Indonesia. Ikan Gurame termasuk jenis ikan yang tahapan perkembangan gonad cukup lama, dan pertumbuhan yang relatif lebih lambat. Sehingga ketersediaan benihpun berjalan tidak kontinyu. Ikan Gurame betina memiliki usia syarat induk yang matang kelamin berumur 2,5 - 7 tahun menyebabkan permintaan sulit terpenuhi. Salah satu cara untuk dapat memenuhi permintaan ini yaitu mempercepat siklus reproduksi menggunakan paparan sinar laser jenis *soft* laser He-Ne (Helium-Neon) berdaya 5 mW.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemaparan sinar laser dan lama waktu pemaparan terbaik bagi perkembangan gonad ikan Gurame betina.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari 2015 sampai Maret 2015. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan terdiri dari 5 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan dimulai dari Kontrol (tanpa pemaparan laserpunktur), A (lama waktu pemaparan 2 detik), B (lama waktu pemaparan 4 detik), C (lama waktu pemaparan 6 detik), dan D (lama waktu pemaparan 8 detik). Pemaparan laserpunktur ini dilakukan setiap 1 minggu sekali dalam waktu 1 bulan. Parameter utama yang diamati adalah Tingkat Kematangan Gonad (TKG), Indeks Kematangan Gonad (IKG), dan Histologi gonad. Sedangkan untuk parameter pendukung yang diamati adalah kualitas air meliputi DO (Oksigen Terlarut), Suhu, dan pH. Selanjutnya dilakukan analisa data dengan uji Sidik ragam, BNT, Polinomial Orthogonal, dan regresi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa TKG ikan Gurame betina memberikan hasil terbaik dimulai dari perlakuan A. Selanjutnya diikuti perlakuan B, C, D dan terakhir perlakuan K. Sedangkan untuk IKG diperoleh hasil tertinggi yaitu perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik) dengan rata-rata IKG 1,320% dan hasil terendah diperoleh perlakuan K (tanpa pemaparan laserpunktur) dengan rata-rata IKG 0,093%. Sehingga didapatkan hasil perhitungan sidik ragam yang menunjukkan bahwa laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina (*O.gouramy*). Pada parameter pendukung kualitas air didapatkan hasil rata-rata yang masih dalam batas optimal untuk pemeliharaan berkisar DO 9,48 mg/L, Suhu 26,33 °C, dan pH 7,75.

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemaparan laserpunktur dapat mempercepat proses kematangan gonad ikan Gurame betina dengan lama pemaparan 2 detik setiap 1 minggu sekali selama 1 bulan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pembuatan laporan skripsi ini tidak luput dari bantuan banyak pihak, untuk

itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan berbagai kemudahan pada penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Ayah, Ibu, Mas Adit Daru Prasetyo, dan Mbak Susan yang tidak bosan-bosannya mendoakan penulis dan telah memberikan dukungan baik moril dan materil kepada penulis.
3. Dr. Ir. Maheno Sri Widodo, MS dan Dr. Ir. M. Fadjar M.Sc sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dalam proses penyelesaian skripsi dari mulai proposal hingga laporan.
4. Dr. Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc sebagai dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis selama menjalankan proses pendidikan S1.
5. Pak Udin dan Mbah Yit yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian di Laboratorium Reproduksi dan Pemuliaan Ikan.
6. Teman-teman tim laser Nurul Rachmadhani, Galuh Retnowulan, Anggi Apriyatiningasih dan Lik Anatus yang sudah bekerja bersama-sama dalam penelitian laser hingga akhir.
7. Suwarno yang selalu memberikan semangat, dukungan serta motivasi.
8. Sahabat yang selalu mendukung saya senang suka duka dan bahagia Dian, Dani, Elinda, Indah.
9. Sahabat WG 25 Naya, Vera, Putri, dan Depri yang paling nyenengin, ngangenin, konyol, dan gila.

10. Ayu Azkiyah, M. Rezki, Tim Pepaya, Tim Sidat, dan Tim Rainbow yang sudah membantu tim laser dalam melaksanakan penelitian.
11. Teman-teman Aquatic Spartan BP 2011 yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mengukir sejarah bersama dalam kehidupan penulis selama menimba ilmu di kampus Universitas Brawijaya.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama penelitian dan pembuatan laporan skripsi ini.

Malang, Juni 2015

Penulis



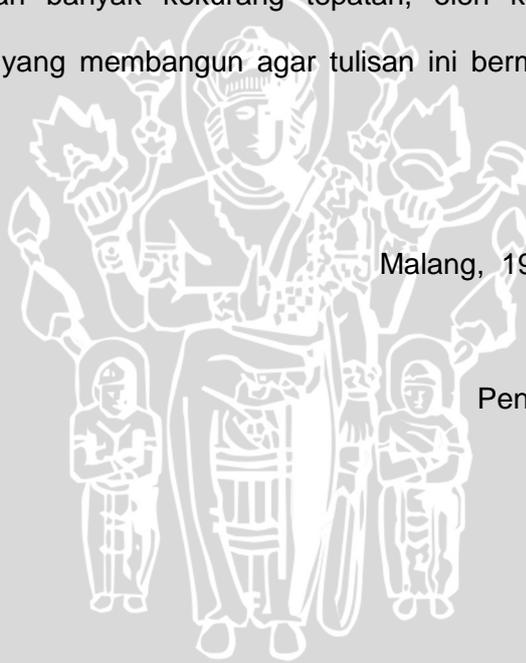
## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan Skripsi yang berjudul Pengaruh Pemaparan Laserpunktur Pada Titik Reproduksi Terhadap Perkembangan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Betina .

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurang tepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 19 Juni 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Kegunaan .....	4
1.6 Tempat dan Waktu .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Ikan Gurame ( <i>Osphronemus gouramy</i> ) .....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	5
2.1.2 Habitat dan Penyebaran .....	6
2.1.3 Kebiasaan Makan .....	7
2.2 Reproduksi .....	7
2.2.1 Tingkat Kematangan Gonad .....	7
2.2.2 Indeks Kematangan Gonad (IKG) .....	8
2.3 Teknologi Laserpunktur .....	9
2.4 Mekanisme Penembakan Laser Terhadap Siklus Reproduksi .....	10
2.5 Mekanisme Penembakan Laser Pada Ikan Betina .....	11
2.6 Kualitas Air .....	12
2.6.1 Suhu .....	12
2.6.2 Derajat Keasaman (pH) .....	13
2.6.3 Oksigen Terlarut (DO) .....	13
<b>III. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>14</b>
3.1 Materi Penelitian .....	14
3.1.1 Alat .....	14
3.1.2 Bahan .....	14
3.2 Metode Penelitian .....	15
3.3 Rancangan Percobaan .....	15
3.4 Prosedur Penelitian .....	18
3.4.1 Persiapan Penelitian .....	18
3.4.2 Induksi Laserpunktur .....	18
3.4.3 Pemeliharaan Induk .....	19
3.4.4 Pengamatan Gonad Secara Morfologi dan Anatomi .....	20

3.4.5 Pembuatan Preparat Histologi .....	20
3.5 Parameter Uji.....	22
3.5.1 Parameter Utama .....	22
a. Tingkat Kematangan Gonad (TKG) .....	22
b. Indeks Kematangan Gonad (IKG).....	23
c. Histologi Gonad .....	23
3.5.2 Parameter Penunjang.....	23
3.6 Analisa Data .....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil dan Pembahasan .....	25
4.4.1 Tingkat Kematangan Gonad .....	25
4.4.2 Indeks Kematangan Gonad .....	30
4.4.3 Histologi Gonad .....	34
4.2 Parameter Kualitas Air .....	35
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>41</b>

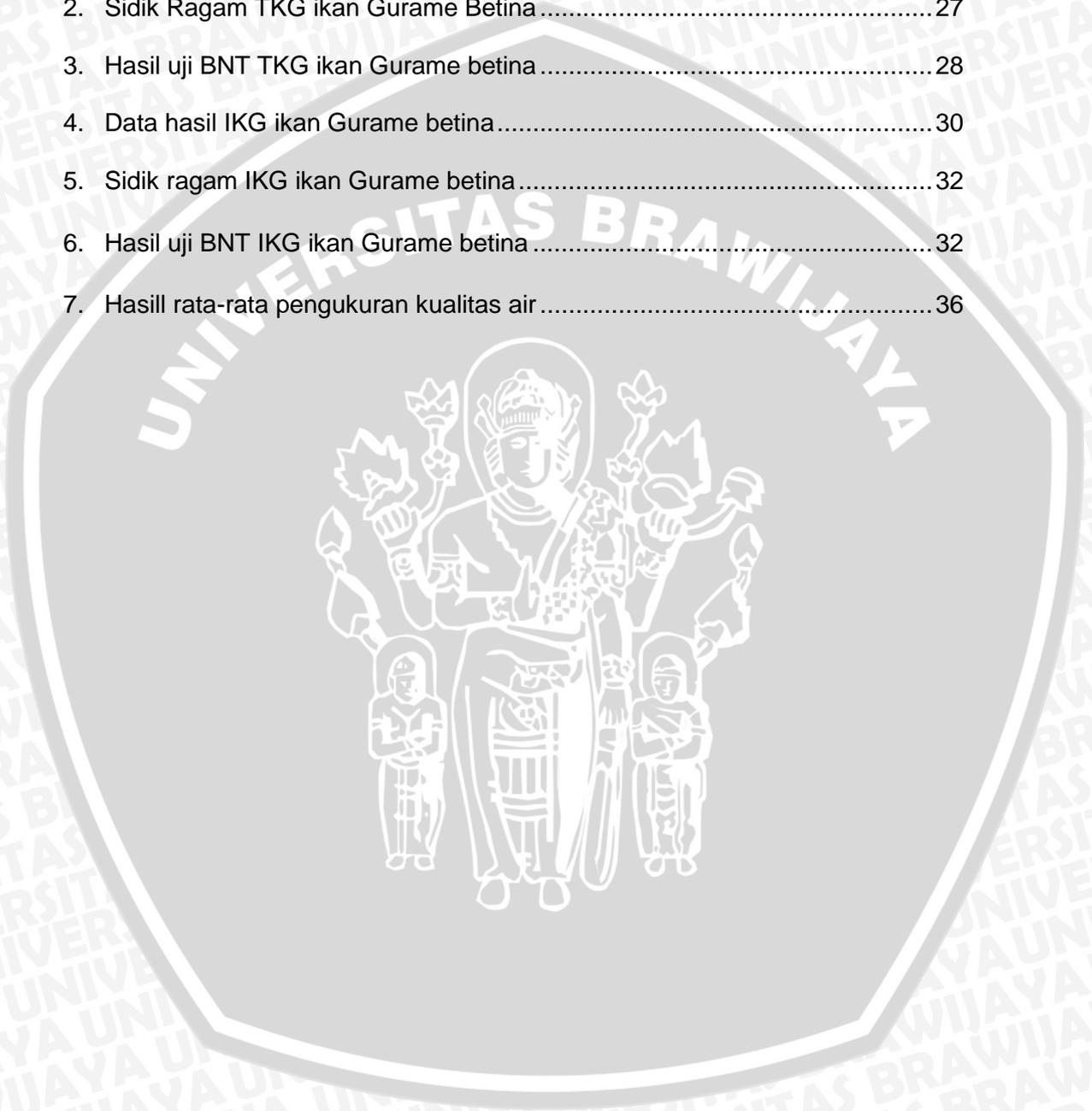


## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Gurame ( <i>Osphronemus gouramy</i> ).....	5
2. Mekanisme penembakan laser .....	10
3. Denah penelitian.....	17
4. Induksi Laserpunktur.....	19
5. Gonad ikan Gurame betina mencapai TKG IV .....	25
6. Grafik batang laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda terhadap TKG ikan Gurame betina .....	26
7. Morfologi gonad (ovarium) ikan Gurame betina yang diberi Perlakuan laserpunktur .....	28
8. Grafik hubungan antara lama pemaparan laserpunktur yang berbeda terhadap TKG ikan Gurame betina .....	29
9. Grafik batang laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda terhadap IKG ikan Gurame betina.....	31
10. Grafik hubungan antara lama pemaparan laserpunktur yang berbeda dengan indeks kematangan gonad ikan Gurame betina.....	33
11. Histologi gonad (ovarium) ikan Gurame betina yang diberi perlakuan Laserpunktur.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Data Hasil TKG ikan Gurame betina saat perlakuan .....	26
2. Sidik Ragam TKG ikan Gurame Betina .....	27
3. Hasil uji BNT TKG ikan Gurame betina .....	28
4. Data hasil IKG ikan Gurame betina .....	30
5. Sidik ragam IKG ikan Gurame betina .....	32
6. Hasil uji BNT IKG ikan Gurame betina .....	32
7. Hasil rata-rata pengukuran kualitas air .....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	41
2. Gambar morfologi, histologi dan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame ( <i>O.gouramy</i> )betina.....	43
3. Uji normalitas Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Ikan Gurame ( <i>O. gouramy</i> ) Betina.....	46
4. Data Hasil perhitungan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame ( <i>O.gouramy</i> ) betina.....	46
5. Data hasil perhitungan Indeks Kematangan Gonad (IKG) ikan Gurame ( <i>O.gouramy</i> ) betina.....	51
6. Uji normalitas IKG Ikan Gurame ( <i>O. gouramy</i> ) Betina.....	52
7. Rancangan hasil perhitungan Indeks Kematangan Gonad (IKG) ikan Gurame ( <i>O.gouramy</i> )betina.....	52



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Budidaya air tawar memiliki nilai ekonomis yang penting di Indonesia. Contoh komoditas ikan yang dibudidayakan pada budidaya air tawar adalah ikan Mas (*Cyprinus carpio*), Tawes (*Puntius javanicus*), Nilem (*Osteochilus hasselti*), Patin siam (*Pangasius hypophthalmus*), Lele (*Clarias sp.*), Bawal (*Colossoma macropomum*), Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Gurame (*Osphronemus gouramy*) (Khairuman dan Amri, 2008).

Ikan Gurame adalah salah satu ikan air tawar yang dikenal sebagai ikan konsumsi dan cukup banyak peminatnya di Indonesia. Menurut Arfah *et al.* (2006), ikan Gurame memiliki citarasa yang gurih dan tekstur dagingnya yang tidak lembek. Hal ini yang menjadikan ikan Gurame sebagai primadona dimasyarakat Indonesia, khususnya di pulau Jawa. Permintaan ikan Gurame terus meningkat dengan pertambahan jumlah penduduk yang semakin bertambah, tetapi hal ini tidak didukung dengan penyediaan benih ikan Gurame. Ikan Gurame termasuk jenis ikan yang tahapan perkembangan gonad cukup lama, dan pertumbuhan yang relatif lebih lambat. Sehingga ketersediaan benihpun berjalan tidak kontinyu.

Reproduksi ikan Gurame betina memiliki usia syarat induk yang telah siap memijah berumur 2,5 - 7 tahun (Cahyono,2000). Dan Rahmawati (2007) menambahkan bahwa, dalam 1 kali pemijahan ikan gurame betina dapat mengeluarkan telur sebanyak 2.000-7.000 butir telur. Sehingga untuk memenuhi permintaan pasar yang tinggi diperlukan budidaya dengan waktu yang singkat dan menghasilkan telur yang berkualitas dalam jumlah cukup banyak.

Salah satu cara untuk memenuhi permintaan pasar akan ikan Gurame yaitu mempercepat siklus reproduksi (kematangan gonad) ikan Gurame betina

dengan menggunakan pemaparan sinar laserpunktur jenis Helium Neon (He-Ne) 4 -10 mW. Menurut Kusuma *et al.* (2008), laser adalah cahaya gelombang pendek yang dapat menimbulkan inhibisi dan biostimulasi pada jaringan biologi. Dan Rustidja (2000) menambahkan bahwa, penembakan laserpunktur dilakukan pada bagian ventral tubuh (*governoer vessel*), yang sangat dekat dengan organ reproduksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pemaparan laserpunktur ini dapat mempengaruhi secara langsung dengan menstimulasi organ target khususnya ovarium.

Pemanfaatan *soft* laser telah diaplikasikan oleh Kusuma (2000) untuk memperpendek siklus reproduksi ikan Nila. Pada kondisi normal ikan Nila bertelur setiap 1-2 bulan sekali dan setelah mendapatkan pemaparan laserpunktur ikan Nila dapat bertelur setiap seminggu sekali.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukannya penelitian untuk mempercepat kematangan gonad ikan Gurame betina dengan cara laserpunktur untuk memperlancar proses reproduksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi adalah permintaan ikan Gurame terus meningkat dengan pertambahan jumlah penduduk yang semakin bertambah, tetapi hal ini tidak didukung dengan penyediaan benih ikan Gurame. Ikan Gurame termasuk jenis ikan yang tahapan perkembangan gonad cukup lama, dan pertumbuhan yang relatif lebih lambat. Sehingga ketersediaan benihpun berjalan tidak kontinyu (Arfah *et al.*, 2006). Salah satu cara menyelesaikan permasalahan ini ialah menggunakan laserpunktur. Penggunaan laserpunktur ini memiliki tujuan untuk mempercepat siklus reproduksi.

Laser adalah cahaya gelombang pendek yang dapat menimbulkan inhibisi dan biostimulasi pada jaringan biologi (Kusuma *et al.*, 2013). Jaringan biologi

seperti meningkatkan daya regenerasi syaraf baik sentral maupun perifer, peningkatan aktivitas seluler, kemampuan produksi hormon dan enzim. Penembakan laser dilakukan pada bagian  $\frac{2}{6}$  ventral tubuh. Penembakan dapat langsung diterima oleh tubuh, dan mempengaruhi perkembangan gonad dimulai dari laser yang ditembakkan pada ikan. Penembakan ikan sangat dipengaruhi oleh lama pemaparan. Lama waktu pemaparan adalah waktu yang diperlukan sejak laser dinyalakan pada daerah ventral tubuh sampai laser tersebut mati secara otomatis (Rustidja,2000).

Metode lama pemaparan laserpunktur ini telah dilakukan pada beberapa penelitian ikan yaitu ikan Nila GIFT Betina, Lele Dumbo (*C. gariepinus*) Jantan dan betina, serta Patin Siam Jantan dan Betina, namun metode ini belum dilakukan kepada ikan Gurame betina yang bertujuan mempercepat perkembangan gonadnya. Rumusan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah:

- Apakah pemaparan sinar laser dapat mempengaruhi perkembangan gonad ikan Gurame betina
- Berapa lama waktu pemaparan laser untuk perkembangan gonad terbaik

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina ini antara lain, yaitu :

- Untuk mengetahui pengaruh pemaparan sinar laser terhadap perkembangan gonad ikan Gurame betina
- Untuk mengetahui lama waktu pemaparan terbaik bagi perkembangan gonad ikan Gurame betina

#### 1.4 Hipotesis

H0 : Pemaparan laserpunktur dengan lama waktu pemaparan yang berbeda tidak mempunyai pengaruh terhadap tingkat kematangan gonad ikan Gurame (*O. gouramy*) betina.

H1 : Pemaparan laserpunktur dengan lama waktu pemaparan yang berbeda mempunyai pengaruh terhadap tingkat kematangan gonad ikan Gurame (*O. gouramy*) betina.

#### 1.5 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh pemaparan laserpunktur dengan lama waktu pemaparan terbaik pada tingkat pematangan gonad ikan Gurame betina, dengan tujuan untuk memperpendek siklus reproduksi. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan atau bahan pertimbangan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terutama di bidang perikanan.

#### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari 2015 sampai Maret 2015.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Gurame ( *O. gouramy* )

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Saanin (1984) dalam Zakaria (2008), Klasifikasi pada ikan Gurame (*O. gouramy*) adalah sebagai berikut yang dapat dilihat pada Gambar 1.:

Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Kelas	: Osteichtyes
Ordo	: Teleostei
Subordo	: Labyrinthici
Famili	: Anabantidae
Genus	: <i>Osphronemus</i>
Spesies	: <i>O. gouramy</i>
Nama Lokal	: Gurameh (Jawa Tengah), Gurame (Jawa Barat), Kalui (Jambi), Kaluih (Sumatera Barat), Kali (Palembang dan Kalimantan)



**Gambar 1.** Ikan Gurame ( *O. gouramy* ) (Dokumentasi Pribadi, 2015)

Ikan Gurame memiliki badan pipih ke samping biasa disebut compressed, dan tubuh dari ikan Gurame ini memiliki sisik yang kuat dengan tepi agak kasar. Sisik-sisiknya berukuran relatif besar dengan tipe ctenoid. Ikan Gurame memiliki bibir yang bawahnya terlihat lebih menonjol dibandingkan bibir atas. Bentuk ikan Gurame dewasa dengan ikan Gurame yang masih muda memiliki perbedaan. Perbedaan ikan Gurame ini terlihat dari ukuran tubuh, warna, bentuk kepala dan dahi (Batara, 2008).

Perbedaan ikan Gurame dapat dibedakan antara jantan dengan betina ketika ikan Gurame memasuki stadia dewasa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cahyono (2000) yang menyatakan bahwa, ikan Gurame jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan bagian-bagian tertentu pada tubuhnya. Ikan Gurame jantan memiliki ciri dahinya tampak menonjol, pada bagian sirip dada berwarna terang keputih-putihan, dan dagunya berwarna kuning. Sedangkan ikan Gurame betina memiliki ciri dahinya tidak menonjol, pada bagian dasar sirip dada berwarna gelap kehitaman-hitaman, dan dagunya berwarna keputih-putihan atau sedikit coklat.

### **2.1.2 Habitat dan Penyebaran**

Habitat ikan Gurame berada pada perairan yang tenang dan tergenang. Contoh dari perairan tenang dan tergenang ialah rawa, situ, dan danau. Kehidupan dari ikan Gurame ini menyukai perairan yang bebas arus. Hal ini terbukti ketika Gurame sangat mudah dipelihara di kolam kolam tergenang. Ikan Gurame dapat dibudidayakan pada dataran rendah atau pada perairan yang paling optimal untuk budidaya. Ikan Gurame dapat dibudidayakan pada ketinggian 50 - 40 m (Aji, 2008).

Penyebaran ikan Gurame tersebar dari perairan Sunda, Malaysia, Srilangka, Philipina, dan Australia (Bugri,2006). Dan Bachtiar (2010) menambahkan, ikan Gurame berasal dari kepulauan Sunda besar, dan

kemudian tersebar ke pulau-pulau lainnya seperti Tondano, Sulawesi Utara, Madura, Filipina. Sedangkan penyebaran ke arah Utara tersebar seperti Sri Langka, India, Cina, dan wilayah Selatan Benua Australia. Di Indonesia Gurame banyak ditemukan di Pulau Sumatra, Jawa, dan Kalimantan.

### 2.1.3 Kebiasaan Makanan

Berdasarkan jenis makanan dan kebiasaan makan ikan Gurame tergolong memiliki stadia golongan makan. Saat stadia larva ikan Gurame termasuk dalam ikan karnivora. Ikan Gurame muda termasuk dalam ikan omnivora. Dan saat stadia dewasa ikan Gurame cenderung herbivora. Contoh pakan ikan Gurame dewasa ialah tumbuhan air dan tumbuhan darat, contohnya kangkung (*Ipomoea reptana*) dan daun Talas (*Colocasia esculenta*) (Aini, 2008).

Menurut Batara (2008) menambahkan bahwa, ikan Gurame saat stadia larva memakan jenis insekta, telur semut, rayap, dll. Ikan Gurame dewasa diberikan pakan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti daun Ketela Pohon (*Manihot utilisima*) atau Singkong, pepaya (*Carica papaya*), dan kangkung, dll. Hal ini menyebabkan pertumbuhan ikan Gurame menjadi lambat, dibandingkan dengan jenis ikan air tawar lainnya. Pertumbuhan ikan Gurame sangat dipengaruhi oleh faktor keturunan (galur), kesehatan, pakan, umur dan lingkungan.

## 2.2 Reproduksi

### 2.2.1 Tingkat Kematangan Gonad

Tingkat kematangan gonad ikan adalah tahapan tertentu kematangan gonad pada ikan dari sebelum dan sesudah memijah. Menurut Diana (2007), tingkat kematangan gonad merupakan serangkaian tahapapan dimulai awal kematangan gonad sampai akhir kematangan gonad (*final maturation*) dari ovum atau sperma. Tujuan dari tingkat kematangan gonad ialah membandingkan

antara ikan yang sudah bereproduksi dengan sebelum bereproduksi. Kematangan gonad berpengaruh dalam ukuran ikan maupun pertumbuhan ikan. Faktor yang mempengaruhi kematangan gonad adalah faktor internal (jenis kelamin, umur, genetik, hormon, spesies) dan faktor eksternal (lingkungan meliputi suhu, lama penyinaran, musim penghujan, dan penyakit; makanan meliputi kualitas dan kuantitas makan). Dalam proses kematangan gonad metabolisme ikan harus optimal karena diperlukan perkembangan gonad pada saat bereproduksi dengan bertambahnya bobot gonad pada ikan betina 10-25% dari berat tubuhnya.

Menurut Cassie *dalam* Effendie (2002), menyatakan bahwa tahapan tingkat kematangan gonad adalah sebagai berikut:

- I. Ovari seperti benang, panjang, sampai kedepan rongga tubuh. Warna jernih. Permukaan licin.
- II. Ukuran ovari lebih besar. Pewarnaan lebih gelap kekuning-kuningan. Telur belum terlihat jelas dengan mata.
- III. Ovari berwarna kuning. Secara morfologi telur mulai kelihatan dengan mata.
- IV. Ovari makin besar, telur berwarna kuning, mudah dipisahkan. Butir minyak tidak tampak, mengisi  $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$  rongga perut, usus terdesak.
- V. Ovari berkerut, dinding tebal, butir telur sisa terdapat didekat pelepasan. Banyak telur seperti pada tingkat II.

### 2.2 2 Indeks Kematangan Gonad (IKG)

IKG kepanjangan dari Indeks Kematangan Gonad yang menunjukkan daftar nilai kisaran kematangan gonad. Menurut Diana (2007), tingkat kematangan gonad dapat diketahui dengan cara mengukur berat gonad (wg) dengan berat tubuh ikan (wt) secara keseluruhan. Indeks pengukuran ini sering disebut sebagai Indeks Kematangan Gonad (IKG). Indeks Kematangan Gonad (IKG)

adalah suatu metode kuantitatif untuk mengetahui tingkat kematangan yang terjadi pada gonad. IKG mempunyai nama lain *Gonado Somatic Index* (GSI). Sedangkan *Gonado Somatic Index* (GSI) adalah persentase perbandingan antara berat gonad (wg) dengan berat tubuh ikan (wt).

Menurut Effendie (1979) dalam Makmur *et al.*(2003), untuk mencari nilai indeks kematangan gonad menggunakan rumus :

$$\text{IKG} = \frac{Bg}{Bt} \times 100 \%$$

Keterangan : IKG : Indeks Kematangan Gonad (%)

Bg : Bobot Gonad (g)

Bt : Bobot ikan (g)

IKG ikan dipengaruhi oleh bobot gonad. Semakin tinggi bobot gonad ikan gabus, maka semakin meningkat tahapan TKG nya. Sedangkan pada tahapan TKG V terjadi penurunan bobot gonad yang drastis, karena telur atau isi gonad sudah dikeluarkan sewaktu pemijahan.

### 2.3 Teknologi Laserpunktur

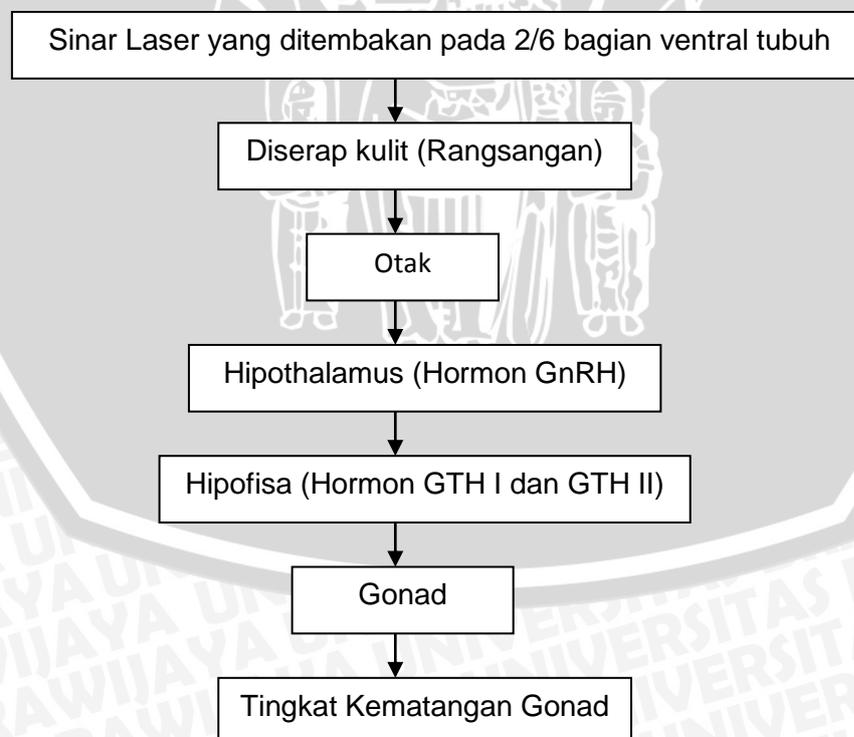
Laser merupakan cahaya gelombang pendek yang dapat menimbulkan inhibisi dan biostimulasi pada jaringan biologi. Laser berdaya rendah (*soft laser*) Helium Neon (He-Ne) 4-10 mW dapat memberikan stimulus biologi. Contoh dari stimulus biologi ini adalah meningkatkan aktivitas seluler, meningkatkan aktivitas enzim, daya regenerasi syaraf (sentral maupun perifer) dan kemampuan produksi hormon. Efek yang ditimbulkan oleh sinar laser adalah *electrobioluminense* (sinar laser mengenai jaringan maka akan merangsang sel secara listrik) ( Kusuma *et al.*, 2013).

Menurut Kusuma *et al.* (2008) Pemanfaatan *soft laser* telah diaplikasikan yang menunjukkan teknologi laser dapat memperpendek siklus reproduksi ikan

nila. Induk ikan nila yang disinari *soft* laser He-Ne dapat bertelur setiap seminggu sekali, sedangkan dalam kondisi normal, ikan nila bertelur tiap 1-2 bulan sekali. Selain ikan nila terdapat juga ikan lele dumbo betina yang telah ditembak dengan *soft* laser pada bagian  $\frac{2}{3}$  *governor vessel* selama 15 detik. Kemudian didapatkan hasil bahwa ikan lele dumbo betina berhasil mempercepat pematangan gonad dan mendapatkan rata-rata tingkat pematangan gonad tertinggi sebesar 13,12.

#### 2.4 Mekanisme Penembakan Laser Terhadap Siklus Reproduksi

Penembakan laser pada titik reproduksi dapat dianalogikan dalam dibidang perikanan sebagai rekayasa reproduksi ikan. Ikan memiliki panca indra seperti halnya kulit, mata dan alat-alat alfactory yang sangat peka terhadap perubahan lingkungan dan kemudian diterima sebagai rangsangan. Mekanisme penembakan laser dapat dilihat pada Gambar 2. :



**Gambar 2.** Mekanisme penembakan laser (Rustidja, 2000)

Berdasarkan gambar diatas sinar laser akan memberikan informasi kepada alat-alat panca indra (diserap permukaan kulit ) yang diterima sebagai rangsangan dan diteruskan ke otak. Selanjutnya otak meneruskan perintah kepada syaraf hipotalamus (terletak dibawah pusat otak). Kemudian hipotalamus ini memproduksi hormon GnRH (*Gonadotropin Releasing Hormone*). Hormon GnRH ini berfungsi untuk memberikan perintah pituitari untuk melepaskan hormon gonadotropin, Hormon GnRH dilepaskan dalam hipofisa. Selanjutnya proses ini masuk dalam aliran hormon gonadotropin melalui darah dari hipofisa ke ovarium atau testis.

Dari hasil penelitian Kusuma *et al.* (2013), menginformasikan bahwa induksi laserpunktur pada titik reproduksi dapat merangsang GnRH. Kemudian dilanjutkan aktifitas seluler yang merangsang neuron GABAergic untuk mensintesis GABA (Gamma - Aminobutyric acid). GABA akan merangsang neuron GnRH pada hipotalamus untuk melepas GnRH. Kemudian GnRH akan meneruskan rangsangan untuk melepaskan hormon gonadotropin (GtH-II) dari hipofisis. Pelepasan GtH-II dari hipofisis, selanjutnya disalurkan dalam pembuluh darah untuk menuju gonad. Peran dari GtH-II sebagai pematangan akhir oosit serta merangsang ovulasi dan pemijahan.

## **2.5 Penembakan Laserpunktur Pada Ikan Betina**

Organ reproduksi ikan betina yang utama adalah ovarium, secara umum ovarium biasa berupa sepasang yang terletak pada rongga tubuh. Perkembangan ovarium terdiri dari oogonia, oosit yang dikelilingi sel-sel folikel, jaringan pembuluh darah, dan jaringan syaraf (Diana,2007).

Induksi laserpunktur soft laser He-Ne (Helium-neon) dilakukan pada titik reproduksi ikan betina tidak jauh berbeda dengan penembakan laserpunktur pada ikan jantan. Jika pada ikan betina hasil akhir yang didapatkan pada

penembakan laserpunktur berperan dalam pematangan akhir oosit serta merangsang ovulasi.

## 2.6 Kualitas Air

Menurut Kordi (2004), air merupakan media yang paling penting untuk kehidupan ikan. Oleh karena itu, kualitas dan kuantitas air sangat menentukan keberhasilan suatu kegiatan budidaya ikan. Apabila kondisi air sudah tidak memenuhi batas toleransi ikan, maka air dapat menjadikan sumber penyakit yang sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan menjadi lebih buruk.

Salah satu hal yang berperan penting dalam keberhasilan budidaya ikan adalah pengelolaan kualitas air. Pengelolaan kualitas air yang baik dapat memberikan pertumbuhan yang baik dan dapat sebagai faktor penunjang keberhasilan reproduksi ikan.

### 2.6.1 Suhu

Ikan merupakan salah satu hewan poikilotherm (suhu tubuhnya akan mengikuti atau sama dengan suhu lingkungan). Metabolisme dan kekebalan tubuh ikan sangat bergantung dari suhu lingkungan. Ikan daerah tropis umumnya tidak terlalu tahan dengan perubahan suhu yang terlalu besar. Suhu optimal didalam air bergantung pada spesies ikan dan berbagai parameter contohnya pertumbuhan, perkembangan, konversi makanan dan ketahanan penyakit (Kordi, 2004). Dan Tatangidatu *et al.* (2013) menambahkan bahwa, Kisaran suhu yang baik untuk menunjang pertumbuhan yang optimal adalah 28°C - 32°C.

Menurut Khairuman dan Amri (2003), ikan Gurame memiliki kisaran suhu sekitar 24,9-28°C. Ikan Gurame termasuk dalam golongan ikan yang peka terhadap suhu rendah. Apabila pada suhu menurun atau suhu lebih rendah maka membuat ikan Gurame tidak akan tumbuh secara produktif.

### 2.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang besar terhadap kehidupan organisme akuatik, sehingga seringkali pH dari suatu perairan dipakai sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya parameter kualitas air sebagai lingkungan hidup. Batas minimum toleransi pH ikan air tawar, pada umumnya memiliki kisaran sebesar 4 - 11. Akan tetapi ikan akan tetap dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH sebesar 6 - 9. Apabila nilai pH air berada pada dibawah kisaran dalam waktu yang agak lama, maka reproduksi dan pertumbuhan ikan akan berkurang (Wicaksono, 2005).

Berdasarkan penelitian Fitriadi *et al.* (2014) mengatakan bahwa, kisaran pH pada penelitian ikan Gurame berkisar antara 7-9. Pada kisaran ini pH masih dalam kondisi baik untuk budidaya ikan Gurame. Dan Khairuman dan Amri (2003) menambahkan bahwa, ikan Gurame mempunyai kisaran toleransi yang luas terhadap pH yaitu antar 5-9.

### 2.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

Kebutuhan oksigen ikan bervariasi tergantung jenis, umur dan kondisi alami. Ikan kecil biasanya mengkonsumsi oksigen yang lebih besar dibandingkan ikan dewasa. Kelarutan oksigen dalam air (DO) dipengaruhi oleh suhu, karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan metabolisme (Wicaksono, 2005).

Menurut Nirmala dan Rasmawan (2010) menyatakan bahwa, kandungan oksigen terlarut (DO) yang terbaik untuk pemeliharaan Gurame memiliki kisaran sebesar 4-7 mg/l. Kadar DO menurun sekitar < 4 mg/l, ikan Gurame tidak mengalami kekurangan oksigen. Hal ini disebabkan karena ikan Gurame memiliki alat pernafasan tambahan yaitu labirin yang berfungsi untuk mengambil oksigen dari udara bebas, ketika dalam media pemeliharaan ikan Gurame kekurangan oksigen.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

##### 3.1.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame (*O. gouramy*) betina dapat dilihat pada Lampiran 1. yang terdiri sebagai berikut :

- Kolam beton ukuran 5 m x 2 m x 0,7 m<sup>3</sup>
- Mikroskop
- Cover glass
- Soft laser He-Ne dengan daya sebesar 5 mW serta panjang gelombang 632,8 nm.
- Pompa air
- Nampan
- Heater
- DO meter
- pH meter
- Sectio set
- Timbangan digital 0,01 gr
- Timbangan Oz
- Preparat gonad
- Kamera
- Sesser
- Serbet
- Wadah sampel gonad

##### 3.1.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame dapat dilihat pada Lampiran 1. yang terdiri sebagai berikut :

- Air tawar
- Induk Ikan Gurame yang berumur 2-2,5 tahun atau 800-1.000 gram
- Pelet pokphan 781-3
- Daun sente, daun pepaya.
- Formalin 10%
- Metylen Blue

- Aseton
- Xylol
- Alkohol 96%
- Eosin
- Parafin Cair
- Hematoxilin-eosin
- Kertas label

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina adalah metode eksperimen. Metode eksperimen adalah metode yang mengadakan kegiatan percobaan untuk melihat suatu hasil atau hubungan kausul antara variabel-variabel yang diselidiki. Tujuan dari eksperimen ini yaitu untuk menemukan hubungan sebab akibat antara variabel-variabel tersebut. Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dilakukan dengan mengadakan manipulasi terhadap objek penelitian serta kontrol (Natzir,1998)

### 3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan tiga kali ulangan. Rancangan acak lengkap adalah rancangan yang digunakan untuk percobaan yang mempunyai media atau tempat percobaan yang seragam atau homogen, kondisi ini hanya dicapai di ruang-ruang terkontrol seperti di laboratorium (Hanafiah, 1991).

Pemaparan laser menggunakan alat Laserpunktur dengan jenis *soft* laser Helium-Neon (He-Ne) dengan spesifikasi daya 5 mW serta panjang gelombang 632,8 nm. Penelitian ini mengacu pada percobaan sebelumnya. Percobaan yang sebelumnya pernah dilakukan oleh Kusuma (2000), dengan judul "Biostimulan

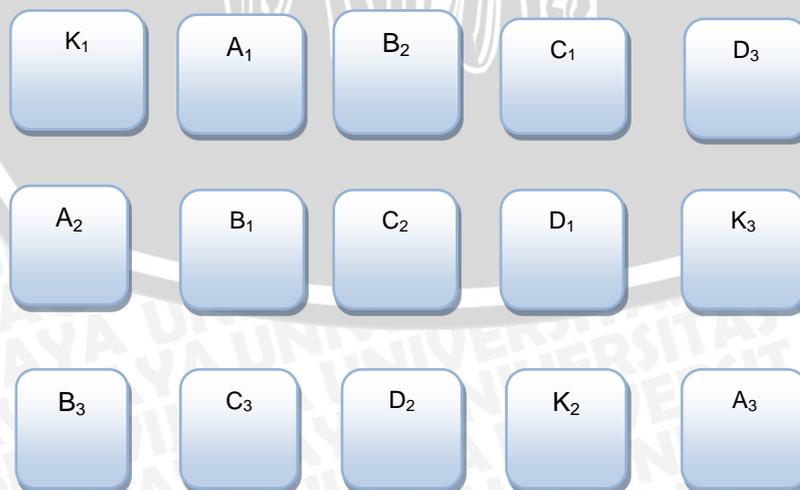
soft laser He-Ne terhadap siklus reproduksi ikan nila". Percobaan ini menggunakan jenis ikan nila varietas GIFT yang belum pernah memijah. Penembakan laser dimulai dari bagian ventral tubuh yang berjarak 2/6 bagian dari lubang reproduksi, dan penembakan dilakukan selama seminggu sekali dengan lama penembakan (0; 2; 4; 6; 8; dan 10 detik) yang dapat memberikan pengaruh optimal terhadap tingkat kematangan gonad dengan ikan siap untuk dipijahkan. Dan ditambahkan oleh Rustidja (2000), penembakan laserpunktur dilakukan pada bagian ventral tubuh (*governoer vessel*), dikarenakan daerah tersebut sangat dekat dengan organ reproduksi. Bagian ventral tubuh merupakan bagian yang banyak ditemui syaraf-syaraf perifer serta sel aktif yang kaya akan pembuluh darah, sehingga pemaparan ini dapat mempengaruhi secara langsung dengan menstimulasi organ target khususnya ovarium.

Menurut Kusuma (2000) menyatakan bahwa, keberhasilan pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi memberikan hasil terhadap siklus reproduksi ikan nila hitam varietas GIFT (*Genetic Improvement Farmer Tilapia*) betina yang baru dengan memijah pertama kali. Pemaparan laserpunktur dengan lama penembakan (0; 2; 4; 6; 8; dan 10 detik) selama seminggu sekali yang dilakukan pada titik reproduksi tepatnya pada 2/6 bagian ventral tubuh (*govenor vessel*). Didapatkan hasil yang terbaik pada ikan nila hitam varietas GIFT dengan lama penembakan selama 6 detik. Lama penembakan selama 6 detik memberikan pengaruh optimal dengan tingkat kematangan gonad masuk dalam TKG IV yaitu ikan siap untuk dipijahkan. Sehingga dalam waktu 30 hari ikan nila dapat berpijah tiga kali, sedangkan normalnya dalam kondisi alami ikan nila bepijah sekali dalam 30 hari. Sehingga perlakuan penelitian ini menggunakan pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi dengan lama waktu pemaparan yang digunakan 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

Adapun rincian perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut :  
 perlakuan A digunakan lama waktu pemaparan selama 2 detik; perlakuan B digunakan 4 detik; perlakuan C selama 6 detik; perlakuan D selama 8 detik dan perlakuan Kontrol (tanpa perlakuan). Penelitian ini dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 1 bulan. Rancangan perlakuan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Adapun rancangan percobaan pada penelitian ini sebagai berikut :

- K (-) : Ikan Gurame betina tanpa perlakuan pemaparan laserpunktur.
- A : Ikan Gurame betina diberi perlakuan lama waktu pemaparan laserpunktur pada bagian 2/6 bagian ventral tubuh selama 2 detik.
- B : Ikan Gurame betina diberi perlakuan lama waktu pemaparan laserpunktur pada bagian 2/6 bagian ventral tubuh selama 4 detik.
- C : Ikan Gurame betina diberi perlakuan lama waktu pemaparan laserpunktur pada bagian 2/6 bagian ventral tubuh selama 6 detik.
- D : Ikan Gurame betina diberi perlakuan lama waktu pemaparan laserpunktur pada bagian 2/6 bagian ventral tubuh selama 8 detik.

Denah penelitian pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina dapat dilihat pada Gambar 3 .



**Gambar 3.** Denah Penelitian

Keterangan :

- K = Kontrol (tanpa perlakuan)
- A = Pemaparan selama 2 detik
- B = Pemaparan selama 4 detik
- C = Pemaparan selama 6 detik
- D = Pemaparan selama 8 detik
- 1, 2, 3 = Ulangan

### 3.3 Prosedur penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian ini meliputi hewan uji, alat uji, dan bahan uji. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian pemaparan laserpunktur ini adalah induk ikan Gurame betina yang belum matang gonad dan akan dilakukan induksi pemaparan laserpunktur. Pemaparan laserpunktur dilakukan pada saat kondisi gonad benar-benar kosong sejumlah 15 ekor terdiri dari 12 ekor untuk perlakuan dan 3 ekor untuk kontrol atau tanpa perlakuan pemaparan laserpunktur. Masing-masing hewan uji dilakukan pengamatan tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad dan pengamatan histologi gonad,.

Bobot tubuh induk Gurame betina memiliki berat antara 800 – 1000 gram/ekor, dan induk Gurame berumur 2 – 2,5 tahun. Ikan Gurame ini berasal dari satu populasi yang diperoleh dari kelompok tani di Pare. Pemeliharaan dilakukan pada kolam beton ukuran 5 m x 2 m x 0,7 m<sup>3</sup> sebanyak 1 kolam. Selanjutnya dilakukan dengan penambahan sekat untuk membedakan setiap perlakuan dan ulangan. Ikan Gurame ini diadaptasikan selama 1 minggu agar dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru, sebelum dilakukannya perlakuan pemaparan laserpunktur.

#### 3.4.2 Induksi Laserpunktur

Induksi laserpunktur menggunakan jenis laser *soft* laser Helium-Neon (He-Ne) yang memiliki spesifikasi daya 5 mW dengan panjang gelombang 632,8 nm.

Pengamatan pemaparan laserpunktur dilakukan dengan menggunakan alat-alat yang terdapat di Laboratorium Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Penelitian pemaparan laserpunktur ini terdiri atas 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Pemaparan laserpunktur dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 1 bulan. Dengan rincian perlakuan yang digunakan sebagai berikut : perlakuan A, perlakuan B, perlakuan C, perlakuan D, dan perlakuan Kontrol.

Pemaparan laserpunktur dilakukan dengan cara menginduksi laserpunktur yang dimulai dari laser ditempelkan pada permukaan kulit ikan tepatnya di daerah  $\frac{2}{6}$  ventral tubuh (*governoer vessel*). Kemudian laser dinyalakan bersamaan dengan lama waktu pemaparan yang sesuai dengan perlakuan. Setelah lama waktu pemaparan selesai laser dimatikan. Pemaparan induksi laserpunktur dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Induksi Pemaparan laserpunktur (Dokumentasi Pribadi, 2015)

### 3.4.3 Pemeliharaan Induk

Pemeliharaan hewan uji / ikan Gurame betina dipelihara selama 1 bulan. Selama masa pemeliharaan, ikan Gurame diberikan pakan antara pelet maupun

daun-daunan dengan pemberian frekuensi hari terhadap pakan yang berbeda untuk menghindari kebosanan dan meningkatkan kesehatan ikan. Pelet yang diberikan adalah jenis Pokphan 781-3. Pemberian dilakukan pada saat pagi dan siang hari dengan frekuensi pemberian secara ad libitum. Pemeliharaan ikan Gurame dilakukan pada kolam beton yang berukuran ukuran 5 m x 2 m x 0,7 m<sup>3</sup> sebanyak 1 kolam dengan diberikan sekat sebanyak 15 sekat. Tujuan dari sekat ini adalah untuk membedakan perlakuan dan ulangan pemaparan laserpunktur dengan lama waktu pemaparan yang berbeda (kontrol; 2; 4; 6; dan 8), perlakuan pemaparan dilakukan setiap 1 minggu sekali selama 1 bulan.

#### **3.4.4 Pengamatan Gonad Secara Morfologi dan Anatomi**

Setelah masa pemeliharaan dari induk ikan Gurame selesai, yang selanjutnya dilakukan adalah pengamatan tingkat kematang gonad dari ikan Gurame betina secara morfologi. Pengamatan gonad secara morfologi ini dapat dilihat secara langsung dengan melihat dari ukuran dan warna gonad dan juga dapat dilihat dengan membandingkan gonad sesudah perlakuan dan perbandingan dengan ikan Gurame yang menjadi kontrol. Hal ini dilakukan agar untuk mengetahui pengaruh yang terjadi akibat pemberian pemaparan laser terhadap organ gonad.

Sedangkan pengamatan gonad secara anatomi dilakukan dengan cara histologi gonad. Histologi gonad ini dapat dilihat secara langsung menggunakan bantuan mikroskop pembesaran 100x yang bertujuan untuk menentukan tahapan perkembangan oogenesis. Tahapan oogenesis dapat dibandingkan dengan ikan Gurame yang diberi perlakuan dan ikan Gurame kontrol.

#### **3.4.5 Pembuatan Preparat Histologi**

Pembuatan histologi gonad merupakan tahapan selanjutnya setelah ikan telah dilaser selama satu bulan. Pada pembuatan preparat histologi gonad ikan

Gurame betina ini bertujuan untuk menentukan kematangan gonad dengan menggunakan metode pewarnaan *hematoxylin-eosin*.

Menurut Mujtahidan (2014), proses tahapan pembuatan preparat mikroanatomi gonad ikan ialah :

#### 1. Pengambilan gonad

Pembedahan hewan uji dilakukan secara hati-hati untuk mengambil gonad. Pada umumnya gonad ikan terletak pada saluran ke dua setelah anus, dekat dengan usus, berada di bawah ginjal dan umumnya sepasang.

#### 2. Fiksasi

Gonad dimasukkan pada botol film yang terisi formalin 10%. Kemudian gonad direndam selama 18-24 jam. Setelah itu gonad diambil menggunakan pinset. Selanjutnya gonad dimasukkan dalam basket untuk dipotong gross dengan ukuran tebal  $\pm 3$  mm, lebar 1 cm, dan panjang 2 cm. Basket sampel gonad diberi kode perlakuan yang ditulis pada kertas label, lalu diletakkan dalam keranjang saring untuk cuci dengan air mengalir selama 15 menit.

#### 3. *Embedding*

Gonad dimasukkan pada acetone selama 1 jam dengan 4x ulangan (dehidrasi). Setelah itu gonad dimasukkan pada xylol selama  $\frac{1}{2}$  jam dengan 4x ulangan (*clearing*). Selanjutnya gonad dimasukkan ke dalam beaker glass yang berisi paraffin cair dengan suhu 55 °C selama 1 jam 3x ulangan (impregnasi) pada inkubator. Kemudian paraffin cair dituangkan kedalam kotakan dan gonad ditanam ke dalamnya lalu didiamkan beberapa menit hingga terbentuk paraffin blok.

#### 4. *Sectioning*

Paraffin blok yang sudah tertanam gonad, kemudian ditempelkan pada alas cekam *microtome rotary* bertujuan untuk membuat irisan gonad dengan ketebalan 4  $\mu$ m dan diletakkan pada balok es selama 15 menit. Selanjutnya

irisan gonad diambil dengan kuas kecil dan dimasukkan pada *waterbath* (30 °C) hingga merentang. Setelah itu irisan gonad (preparat) diambil menggunakan objek glass dan didiamkan selama 24 jam (agar kering dan didapatkan hasil maksimal).

#### 5. *Staining*

Siapkan preparat untuk dimasukkan xylol selama 15 menit 3x ulangan, alcohol 96% selama 15 menit 3x ulangan, dicuci air mengalir selama 15 menit, direndam *hematoxylin* selama 15 menit, dicuci air mengalir selama 15 menit, dicelupkan alkohol asam selama 1 dip, dicuci air mengalir selama 15 menit, direndam kedalam *litium carbonat* selama 2-20 detik, dicuci air mengalir selama 15 menit, direndam dalam eosin selama 10 menit, direndam kedalam alkohol 96% selama 15 menit sebanyak 3x ulangan dan direndam kedalam xylol selama 15 menit sebanyak 3x ulangan.

#### 6. *Mounting*

Setelah melewati beberapa tahapan pembuatan preparat histologi gonad, selanjutnya objek glass ditetesi dengan lem dan ditutup dengan cover glass.

#### 7. *Labeling*

Tahap terakhir yaitu pemberian label preparat, sehingga sampel dapat mudah diamati dan dibedakan.

### 3.5 Parameter Uji

#### 3.5.1 Parameter Utama

##### a. **Tingkat Kematangan Gonad(TKG)**

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini salah satunya adalah Tingkat Kematangan Gonad (TKG). Tingkat kematangan gonad merupakan tahapan tertentu kematangan gonad pada ikan dari sebelum dan sesudah memijah. Menurut Diana (2007), tingkat kematangan gonad merupakan

serangkaian tahapan yang dimulai awal kematangan gonad sampai akhir kematangan gonad (*final maturation*) dari ovum atau sperma. Tujuan dari pengamatan tingkat kematangan gonad ialah membandingkan antara ikan yang sudah berreproduksi dengan sebelum berreproduksi khususnya yang akan diamati pada ikan Gurame betina. Pengamatan tingkat kematangan gonad memiliki morfologi gonad pada ikan betina berupa : bentuk ovarium, besar-kecilnya ovarium, pengisian ovarium dalam rongga tubuh, warna ovarium, dan halus tidaknya ovarium(ada atau tidaknya telur).

### b. Indeks Kematangan Gonad (IKG)

Menurut Effendie (1979) dalam Makmur *et al.*(2003), untuk mencari nilai indeks kematangan gonad menggunakan rumus :

$$\text{IKG} = \frac{Bg}{Bt} \times 100 \%$$

Keterangan : IKG : Indeks Kematangan Gonad (%)  
Bg : Bobot Gonad (g)  
Bt : Bobot ikan (g)

### c. Histologi Gonad

Pengamatan dari histologi gonad dapat memberikan informasi gambaran tentang aktivitas reproduksi ikan. Histologi gonad merupakan gambaran data yang berbentuk potongan melintang gonad ikan dengan pemberian warna agar mempermudah pengamatan dan membedakan tahapan perkembangan gonad secara langsung di bawah mikroskop. Menurut Muntiha (2001), pembuatan preparat histologi gonad agar mempermudah pengamatan diberikan pewarnaan menggunakan Hematoksilin dan Eosin (H&E).

### 3.5.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang dalam penelitian ini adalah kualitas air. Kualitas air yang diuji meliputi suhu, pH, dan DO. Pengamatan kualitas air dilakukan dengan menggunakan alat sebagai berikut yaitu, termometer untuk mengukur suhu, pH

(power of Hidrogen) meter untuk mengukur pH, dan DO (*Disolvent oxygen*) meter untuk mengukur DO. Pengukuran kualitas air dilakukan selama masa pemeliharaan 1 bulan, dengan waktu pengukuran pagi dan siang hari selama waktu pemeliharaan.

### 3.6 Analisa Data

Untuk mengetahui pengaruh pemaparan laserpunktur dengan lama waktu pemaparan yang berbeda terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan Gurame betina, maka penelitian ini menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan ini maka digunakanlah analisis keragaman atau uji F. Apabila nilai F berbeda nyata atau sangat nyata, maka didapatkan hasil untuk membandingkan nilai antar perlakuan yang dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dilakukan untuk menentukan perlakuan yang memberi respon terbaik. Respon terbaik pada taraf atau derajat kepercayaan 5% dan 1%. Tujuan dari rerspon ini didapatkan hasil hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi menggunakan analisa regresi yang memberikan keterangan mengenai pengaruh perlakuan yang terbaik pada respon. Selanjutnya untuk mengetahui bentuk kerja antara perlakuan dengan penentuan penelitian dilakukan uji polinomial orthogonal.

## IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil dan Pembahasan

#### 4.1.1 Tingkat Kematangan Gonad

Tingkat kematangan gonad ikan adalah tahapan tertentu kematangan gonad pada ikan dari sebelum dan sesudah memijah. Tujuan dari tingkat kematangan gonad ialah membandingkan antara ikan yang sudah bereproduksi dengan sebelum bereproduksi (Diana,2007).

Tingkat kematangan gonad merupakan salah satu kondisi gonad ikan Gurame (*O.gouramy*) betina yang dilihat sesuai dengan tahapannya. Gambar gonad dan penentuan tahapan tingkat kematangan gonad dapat dilihat pada Lampiran 2. Salah satu gonad ikan Gurame betina yang sudah mencapai TKG IV dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Gonad ikan Gurame betina mencapai TKG IV (Dokumentasi Pribadi, 2015)

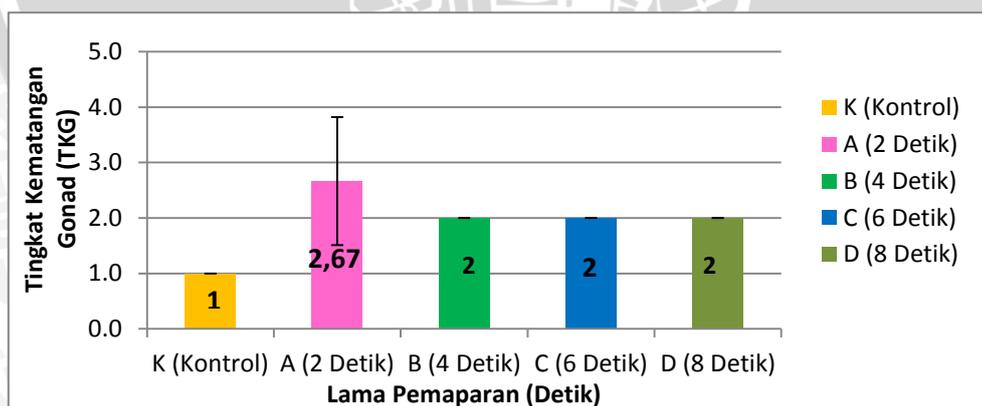
Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame betina (*O. gouramy*) pada penelitian ini menggunakan klasifikasi menurut Cassie dalam Effendie (2002). Sebelum data TKG di olah, terlebih dahulu data di uji normalitas untuk melihat ke

normalan data. Setelah dilakukan uji normalitas diketahui bahwa data yang diperoleh adalah normal dan dapat dilihat pada Lampiran 3. Data hasil IKG ikan Gurame betina dapat dilihat pada tabel 1. sebagai berikut :

**Tabel 1.** Data Hasil Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame betina

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	STDEV
	1	2	3			
K	1	1	1	3	1,00	1,00 ± 0,000
A	2	2	4	8	2,67	2,67 ± 1,155
B	2	2	2	6	2,00	2,00 ± 0,000
C	2	2	2	6	2,00	2,00 ± 0,000
D	2	2	2	6	2,00	2,00 ± 0,000
<b>Total</b>				29		

Pada Tabel 1. didapatkan hasil rata-rata TKG ikan Gurame tertinggi pada perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik) dengan nilai rata-rata TKG sebesar 2,67. Selanjutnya perlakuan B (lama waktu pemaparan 4 detik), C (lama waktu pemaparan 6 detik), dan D (lama waktu pemaparan 8 detik) yang memiliki nilai sama dengan rata-rata TKG 2, dan terendah pada perlakuan K (tanpa pemaparan laserpunktur) dengan nilai rata-rata TKG 1. Grafik batang pemaparan laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda terhadap TKG ikan Gurame betina dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik batang laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda terhadap TKG ikan Gurame betina

Berdasarkan grafik batang di atas dapat diketahui bahwa rata-rata TKG ikan Gurame betina tertinggi pada perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik)

dengan nilai rata-rata TKG sebesar 2,67 dan perlakuan terendah pada perlakuan K (tanpa pemaparan laserpunktur) dengan nilai rata-rata TKG sebesar 1.

Pada tiap-tiap ikan memiliki nilai TKG yang berbeda. Perbedaan ini berasal dari lama pemaparan yang berbeda dan tiap ikan memiliki respon yang berbeda akan rangsangan yang berasal dari luar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kusuma *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa, selain dipengaruhi induksi laserpunktur banyak faktor lain yang mempengaruhi diantaranya adalah faktor fisiologis (aktivitas pelepasan GnRH di hipotalamus) contohnya lamanya waktu penyinaran. Faktor inilah yang menyebabkan TKG ikan memiliki nilai TKG yang berbeda dan sifat laser sendiri ialah cahaya gelombang pendek yang menimbulkan inhibisi dan biostimulasi pada jaringan biologi.

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap TKG ikan Gurame betina. Perhitungan sidik ragam TKG ikan Gurame betina dapat dilihat pada Lampiran 4. dan perolehan hasil sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sidik ragam TKG ikan Gurame betina

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	4,26	1,065	3,99 *	3,480	5,990
Acak	10	2,67	0,267			
Total	14	6,93				

Keterangan : \* Berbeda nyata

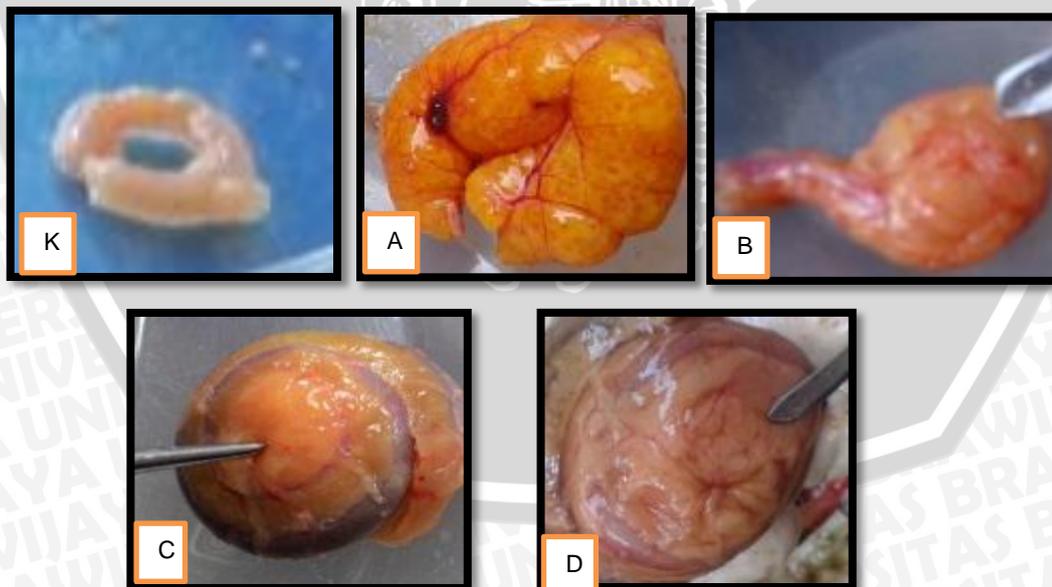
Berdasarkan hasil sidik ragam TKG ikan Gurame Betina menunjukkan bahwa pemaparan laserpunktur didapatkan hasil yang berbeda nyata. Sehingga hasil ini dapat disimpulkan bahwa menerima H1 dan menolak H0. Selanjutnya dilakukanlah uji BNT untuk mengetahui pengaruh masing- masing perlakuan terhadap TKG ikan Gurame betina, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Uji BNT TKG ikan Gurame betina

Perlakuan	Rerata	K	D	C	B	A	Notasi
		1	2	2	2	3	
K	1	-					a
D	2	1*	-				b
C	2	1*	0 <sup>ns</sup>	-			b
B	2	1*	0 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	-		b
A	2,67	1,67**	0,67 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	-	b

Keterangan    <sup>ns</sup> : tidak berbeda nyata  
                   \* : berbeda nyata  
                   \*\* : berbeda sangat nyata

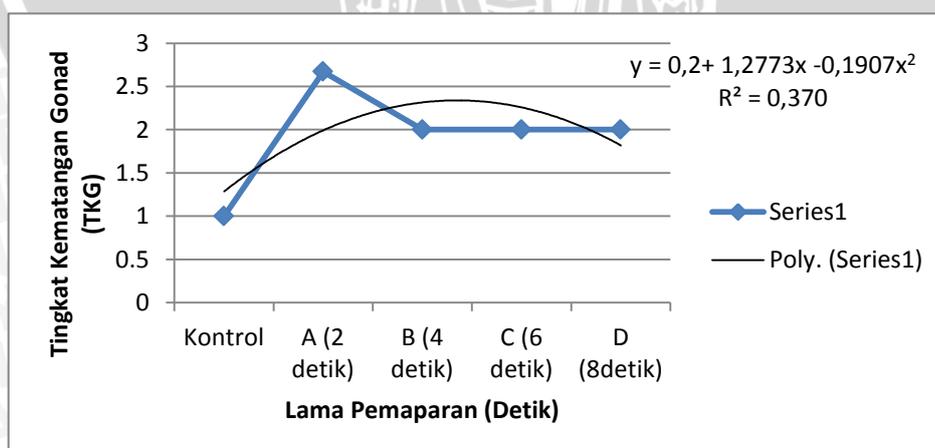
Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan K tidak memberikan nilai yang signifikan antar perlakuan dan diberi notasi a. Perlakuan D dan perlakuan K memberikan pengaruh berbeda nyata sehingga diberi notasi b. Selanjutnya perlakuan C dan perlakuan D tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata sehingga diberi notasi b. Kemudian perlakuan B dan perlakuan D tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata sehingga diberi notasi b. Setelah itu perlakuan A dan perlakuan D tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata sehingga diberi notasi b.



**Gambar 7.** Morfologi gonad (ovarium) ikan Gurame betina yang diberi perlakuan laserpunktur (Dokumentasi Pribadi, 2015)

Pada Gambar 7. diatas dapat dilihat perwakilan gambar morfologi gonad yang diberi perlakuan setiap 1 minggu selama 1 bulan. Pada perlakuan K ulangan 2 (Tanpa pemaparan laserpunktur) memasuki tahapan TKG I yaitu Ovari seperti benang yang kecil, warnanya putih jernih. Perlakuan A ulangan 3 (lama waktu pemaparan 2 detik) sudah mencapai tahapan TKG IV yaitu Ovari makin besar hingga mengisi  $\frac{1}{2} - \frac{2}{3}$  rongga perut, telur berwarna kuning, hingga mudah dipisahkan. Perlakuan B ulangan 2 (lama waktu pemaparan 4 detik), Perlakuan C ulangan 2 (lama waktu pemaparan 6 detik, dan perlakuan D ulangan 3 (lama waktu pemaparan 6 detik) memasuki tahapan TKG II yaitu Ovari membesar, warnanya kekuningan, dan butiran telur belum mulai terlihat dengan mata. Berdasarkan TKG ikan Gurame betina ini memiliki pengaruh berbeda nyata yang menghasilkan perkembangan TKG bila dibandingkan dengan perlakuan Kontrol.

Menurut Kusuma (2000), sinar laser yang berkekuatan 5 mW dengan panjang gelombang 632,8 nm, akan memberikan pengaruh terhadap tingkat kematangan gonad ikan. Pancaran sinar laser yang disinarkan kepermukaan kulit dapat menimbulkan rangsangan. Selanjutnya rangsangan ini akan mengirimkan pesan ke otak (syaraf pusat) dan melepaskan hormon untuk melakukan reproduksi terhadap pematangan gonad.



**Gambar 8.** Grafik hubungan antara lama pemaparan laserpunktur yang berbeda terhadap TKG ikan Gurame betina

Berdasarkan gambar grafik diatas diperoleh data analisis polynomial orthogonal maka dapat diperoleh grafik hubungan antara lama waktu pemaparan laserpunktur yang berbeda dengan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame betina persamaan yang diperoleh regresi kuadratik, yaitu  $y = 0,2 + 1,2773x - 0.1907x^2$  dengan  $R^2 = 0,370$ . Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 3. Koefisien determinasi sebesar 0,370 dapat diartikan bahwa sebesar 37 % pemaparan laserpunktur pada ikan Gurame betina dapat mempercepat Tingkat Kematangan Gonad (TKG).

#### 4.1.2 Indeks Kematangan Gonad

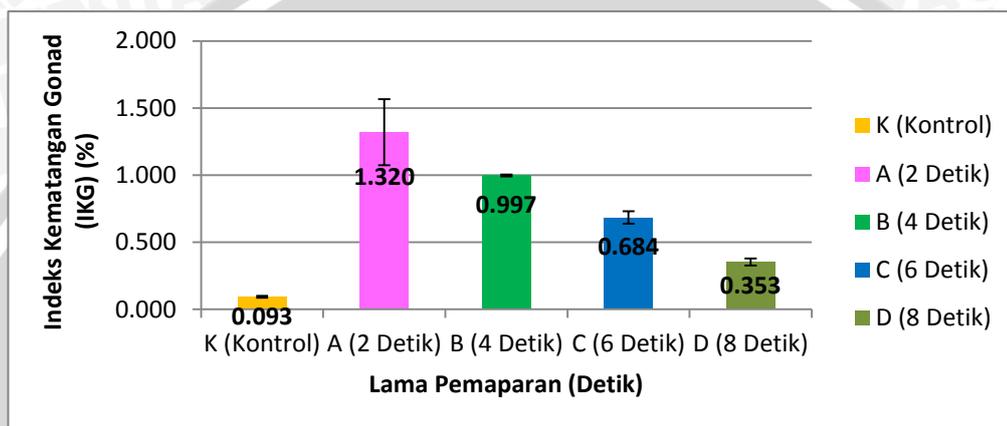
Indeks Kematangan Gonad (IKG) ikan adalah hasil perbandingan nilai berat gonad dengan nilai berat tubuh ikan dalam satuan persen(%). Data perhitungan IKG dapat dilihat pada Lampiran 5. Sebelum data IKG di olah, terlebih dahulu data di uji normalitas untuk melihat ke normalan data. Setelah dilakukan uji normalitas diketahui bahwa data yang diperoleh adalah normal dan dapat dilihat pada Lampiran 6. Data hasil IKG ikan Gurame betina dapat dilihat pada tabel 4. sebagai berikut :

**Tabel 4.** Data hasil Indeks Kematangan Gonad (IKG) ikan Gurame betina (%)

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	STDEV
	1	2	3			
<b>K</b>	0.100	0.085	0.095	0.280	0.093	0.093 ± 0.007
<b>A</b>	1.135	1.223	1.600	3.958	1.320	1.320 ± 0.247
<b>B</b>	1.002	1.001	0.989	2.992	0.997	0.997 ± 0.008
<b>C</b>	0.708	0.630	0.715	2.053	0.684	0.684 ± 0.047
<b>D</b>	0.357	0.376	0.326	1.059	0.353	0.353 ± 0.025
<b>Total</b>				10.342		

Pada Tabel 4. didapatkan hasil rata-rata IKG ikan Gurame Betina tertinggi terletak pada perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik) dengan nilai rata-rata sebesar 1,320%, kemudian diikuti perlakuan B (lama waktu pemaparan 4 detik) dengan nilai rata-rata sebesar 0,997%, perlakuan C (lama waktu pemaparan 6

detik) dengan nilai rata-rata sebesar 0,684%, perlakuan D (lama waktu pemaparan 8 detik) dengan nilai rata-rata sebesar 0,353%, dan perlakuan terendah didapatkan pada perlakuan K (tanpa pemaparan laserpunktur) dengan nilai rata-rata sebesar 0,093%. Grafik batang pemaparan laserpunktur dengan frekuensi pemaparan yang berbeda terhadap IKG ikan Gurame betina dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Grafik batang laserpunktur dengan lama pemaparan yang berbeda terhadap IKG ikan Gurame betina

Berdasarkan grafik batang di atas dapat diketahui bahwa rata-rata IKG ikan Gurame betina tertinggi terletak pada perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik) sebesar 1,320% dan perlakuan terendah pada perlakuan K (tanpa pemaparan laserpunktur) sebesar 0.093%.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Rustidja (2000) bahwa penembakan laserpunktur pada bagian 2/6 ventral tubuh (*governoer vessel*) memberikan pengaruh yang nyata terhadap IKG ikan Gurame betina. Daerah *governoer vessel* meliputi belakang *operculum* yang dimulai dari pertemuan sirip perut kiri dan kanan sampai dengan lubang reproduksi. Pada daerah tersebut banyak terdapat syaraf-syaraf perifer serta sel aktif dan kaya akan pembuluh darah.

Selanjutnya dilakukan perhitungan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap IKG ikan Gurame betina. Perhitungan sidik ragam IKG ikan

Gurame betina dapat dilihat pada Lampiran 7. Sehingga didapatkan perolehan hasil sidik ragam yang dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut

**Tabel 5.** Sidik ragam IKG ikan Gurame betina

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2.88	0.720	55.385 **	3.480	5.990
Acak	10	0.128	0.013			
Total	14	3.009				

Keterangan : \*\* = berbeda sangat nyata

Berdasarkan hasil sidik ragam IKG ikan Gurame betina menunjukkan bahwa pemaparan laserpunktur didapatkan hasil yang berbeda sangat nyata. Selanjutnya dilakukanlah uji BNT untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap IKG ikan Gurame betina, yang dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Uji BNT IKG ikan Gurame betina

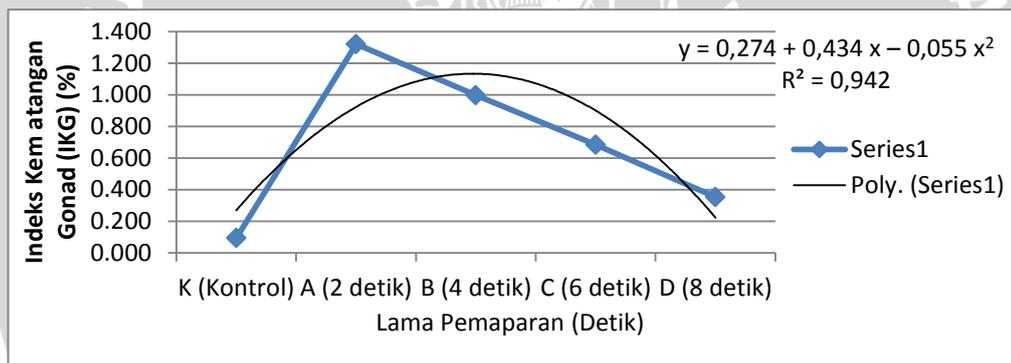
Perlakuan	Rerata	K	D	C	B	A	Notasi
		0.093	0.353	0.684	0.997	1.320	
K	0.093	-					a
D	0.353	0.26 *	-				b
C	0.684	0.591 **	0.331 **	-			c
B	0.997	0.904 **	0.644 **	0.313 **	-		d
A	1.320	1.227 **	0.967 **	0.636 **	0.323 **	-	e

Keterangan : \* = berbeda nyata  
\*\* = berbeda sangat nyata

Pada Tabel 6. menunjukkan bahwa perlakuan K tidak memberikan nilai yang signifikan antar perlakuan dan diberi notasi a. Perlakuan K terhadap perlakuan D memberikan pengaruh berbeda sangat nyata sehingga diberi notasi b. Perlakuan C memberi pengaruh berbeda sangat nyata terhadap perlakuan K dan perlakuan D sehingga diberi notasi c. Pada perlakuan B memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap perlakuan K, perlakuan D dan perlakuan C sehingga diberi notasi d. Pada perlakuan A memberikan pengaruh berbeda sangat nyata

terhadap perlakuan K, perlakuan D, perlakuan C, dan perlakuan B sehingga diberi notasi e. Pemberian notasi pada tiap perlakuan dimaksudkan untuk memberikan penjelasan bahwa pada perlakuan pemberian laserpunktur terdapat perbedaan.

Menurut Rustidja (2000), penembakan laser pada daerah *governoer vassel* dilakukan karena titik tersebut dekat dengan organ reproduksi, selain itu pada daerah tersebut banyak ditemui syaraf-syaraf perifer serta sel aktif dan kaya akan pembuluh darah. Penembakan daerah bertujuan untuk menstimulasi target organ khususnya. Dan Bagas (2011) menambahkan bahwa, induksi laserpunktur merupakan teknik stimulasi pada titik akupunktur dan mempunyai efek stimulator.



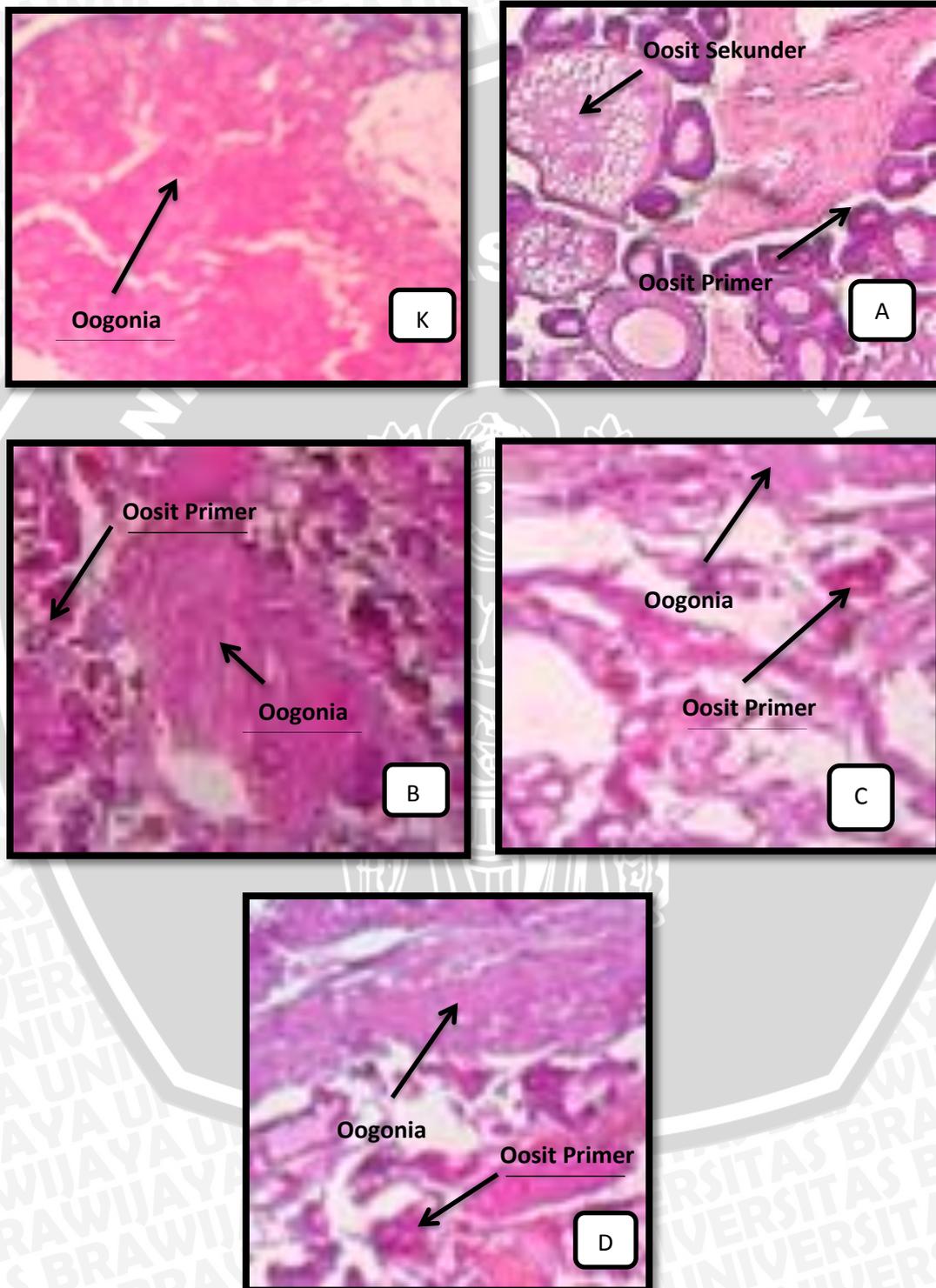
**Gambar 10.** Grafik hubungan antara lama pemaparan laserpunktur yang berbeda terhadap IKG ikan Gurame betina

Berdasarkan gambar grafik diatas diperoleh data analisis polinomial orthogonal maka dengan diperoleh grafik hubungan antara lama waktu pemaparan laserpunktur yang berbeda dengan IKG ikan Gurame betina persamaan yaitu  $0,274+0,434x-0,055 x^2$  dengan  $R^2= 0.942$ . Perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 6. Koefisien determinasi sebesar 0,942 dapat diartikan bahwa sebesar 94,2 % pemaparan laserpunktur pada ikan Gurame betina dapat mempercepat Indeks Kematangan Gonad (IKG).

### 4.1.3 Histologi Gonad

Pengamatan histologi gonad menunjukkan tingkat perkembangan gonad.

Gambar histologi gonad dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Histologi gonad (ovarium) ikan Gurame betina yang diberi perlakuan laserpunktur (Dokumentasi Pribadi, 2015)

Berdasarkan dari hasil pengamatan terhadap preparat histologi dengan perbesaran 100x pada Gambar 9. di atas dapat diketahui anatomi dari perkembangan gonad dengan lebih jelas. Pada perlakuan A (lama waktu pemaparan 2 detik) tahap TKG IV ditandai dengan oosit primer dan oosit sekunder. Pada perlakuan B (lama waktu pemaparan 4 detik), C (lama waktu pemaparan 6 detik), D (lama waktu pemaparan 8 detik) diketahui gonad berada pada TKG II ditandai dengan oogonia dan oosit primer. Sedangkan kontrol (tanpa pemaparan laserpunktur) gonad masih berada TKG I ditandai dengan oogonia.

Perlakuan A (Lama pemaparan 2 detik) memberikan titik yang optimal terhadap perkembangan oosit pada siklus reproduksi sehingga proses vitellogenesis berjalan optimal. Sedangkan pada perlakuan B, C dan D diduga memberikan pengaruh yang kurang sehingga oosit pada siklus reproduksi yang disebabkan kelebihan energi yang tersebut disimpan sebagai lemak. Menurut Rustidja (2000) menyatakan bahwa, lemak yang berlebihan tersebut merupakan salah satu bahan dasar penyusun hormon yang berkaitan dengan reproduksi. Salah satu contohnya yaitu estrogen. Estrogen merupakan senyawa dasar dari terbentuknya proses vitellogenesis yang terjadi di dalam hati.

#### **4.2 Parameter Kualitas Air**

Parameter kualitas air merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan yang akan mempengaruhi proses kelangsungan pemeliharaan ikan. Penunjang parameter kualitas air dalam penelitian ini meliputi pengukuran suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Pengukuran dilaksanakan secara rutin selama masa pemeliharaan setiap pagi hari dan siang hari. Didapatkan hasil rata-rata pengukuran kualitas air yang dilakukan dapat dilihat pada table dibawah ini Tabel 7. ,sebagai berikut:

**Tabel 7.** Hasil rata-rata pengukuran kualitas air

NO	Parameter	Kisaran rata-rata	Kisaran standart
1.	Suhu (°C)	26,33	24,9 – 28 Khairuman dan Amri (2003)
2.	Oksigen terlarut (DO) (mg/L)	9,48	4 – 7 Nirmala dan Rasmawan (2010)
3.	pH	7,75	7 – 9 Fitriadi <i>et al.</i> (2014)

Berdasarkan hasil pengukuran suhu didapatkan rata-rata sekitar 26,33°C. Menurut Khairuman dan Amri (2003), Ikan Gurame memiliki kisaran suhu yang optimal sekitar 24,9-28°C. Sehingga hasil dari pengukuran suhu tersebut masih dalam batas ambang normal untuk pemeliharaan ikan gurame.

Sedangkan untuk hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) didapatkan rata-rata berkisar antar 9,48(mg/L). Menurut Nirmala dan Rasmawan (2010), kandungan oksigen terlarut (DO) yang terbaik untuk pemeliharaan Gurame memiliki kisaran sebesar 4-7 mg/l. Sehingga hasil dari pengukuran DO tersebut melebihi dalam batas normal atau berbanding terbalik, karena saat penelitian berlangsung menggunakan pompa air (aerasi) yang mana kandungan oksigen akan bertambah. Dan Suantika (2001) *dalam* Nursandi *et al.* (2013), mengatakan bahwa aerasi merupakan proses peningkatan kandungan oksigen pada suatu lingkungan air.

Dan untuk hasil pengukuran pH didapatkan rata-rata berkisar 7,75. Menurut Fitriadi *et al.* (2014) mengatakan bahwa, kisaran pH pada penelitian ikan Gurame berkisar antara 7-9. Sehingga hasil dari pengukuran pH tersebut masih dalam batas ambang normal untuk pemeliharaan ikan gurame.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Hasil penelitian ini memberikan pengaruh terhadap perkembangan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame (*Osphrounemus gouramy*) betina terbaik yaitu pada perlakuan A, B, C, D dan terakhir perlakuan K.
- Lama waktu pemaparan laserpunktur yang terbaik didapatkan pada perlakuan A (2 detik) dengan rata-rata nilai Indeks Kematangan Gonad (IKG) sebesar 1,320%. Sehingga didapatkan regresi dengan persamaan kuadratik  $y = 0,274 + 0,434 x - 0,055 x^2$ . Dari persamaan tersebut dapat diambil titik maksimal paling baik dengan lama waktu pemaparan 3,94 detik menghasilkan IKG sebesar 1,124%.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disarankan bahwa :

- Penelitian lebih lanjut tentang pemaparan laserpunktur kepada spesies ikan lainnya.
- Penelitian lebih lanjut tentang penggunaan laserpunktur dengan daya dan panjang gelombang yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Y. 2008. Kinerja pertumbuhan ikan gurame pada media bersalinitas 3 ppt dengan paparan medan listrik. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 59 hlm.
- Aji, P. B. 2008. Pemeliharaan induk ikan gurami (*Ospronemus gouramy*) dengan pemberian pakan tambahan berbeda terhadap jumlah telur di unit pelaksana teknis budidaya air tawar (UPTBAT) Kutisari, Kabupaten Prubalingga – Jawa Tengah. Laporan kerja praktek. Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Jendral Soedirman. Purwokerto. 50 hlm.
- Arfah,H., L. Maftucha, dan O. Carman. 2006. Pemijahan secara buatan pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(2):103-112.
- Bachtiar, Y. 2010. Buku Pintar Budi Daya & Bisnis Gurami. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan. 194 hlm.
- Bagas.C.A dan Aulanni'am. 2011. Studi fertilitas tikus (*rattus norvegicus*) pasca induksi laserpunktur terhadap jumlah sel sertoli dan ekspresi inhibin B. Universitas Brawijaya Malang. 7 hlm
- Batara, R. J. 2008. Deskripsi morfologi cacing nematoda pada saluran pencernaan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) dan ikan kakap merah (*Lutjanus spp.*). Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. IPB. Bogor. 40 hlm.
- Bugri, N. J. 2006. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dn pertumbuhan benih ikan gurame *Osphronemus gouramy* LAC. Ukuran 2 cm. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 42 hlm.
- Cahyono, B. 2000. Budi Daya Ikan Air Tawar. Kanisius. Yogyakarta. 79 hlm.
- Diana, E. 2007. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Wader (*Rasbora argyrotaenia*) Di Sekitar Mata Air Ponggok Klaten Jawa Tengah. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 60 hlm.
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Bogor : Yayasan Pustaka Nusatama. 159 hlm.
- Fitriadi, M. W., F. Basuki, dan R. A. Nugroho. 2014. Pengaruh pemberian *recombinant Growth Hormone* (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan gurame var bastard (*Osphronemus gouramy* Lac, 1801). *Journal Of Aquaculture Management and Technology*. 3(2):78-85.
- Hanafiah, K. A. 1991. Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi.Rajawali. Jakarta. 228 hlm.

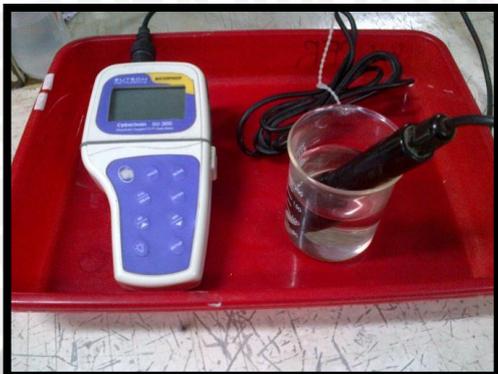
- Handayani, A. E. 2014. Pengaruh pemaparan laserpunktur pada titik reproduksi terhadap perkembangan tingkat kematangan gonad ikan patin siam jantan (*Pangasius hypophthalmus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 62 hlm.
- Khairuman, S.P. dan Amri, K. 2003. Pembenihan & Pembesaran Gurami Secara Intensif. Agromedia Pustaka. Tangerang. 139 hlm.
- \_\_\_\_\_. 2008. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. Agromedia Pustaka. Tangerang. 358 hlm.
- Kordi, M.G.H. 2004. Penanggulangan Hama dan Penyakit. Rineka Cipta dan Penerbit Bina Adiaksara. Jakarta. 190 hlm.
- Kusuma, P. S. W. 2000. Pengaruh Penembakan *soft* laser He-Ne (Helium-Neon) terhadap siklus reproduksi ikan nila. Program pasca sarjana universitas airlangga. Surabaya. 200 hlm.
- \_\_\_\_\_, D. Hariani, A.T. Mukti, dan W.H.Satyantini. 2008. Penyediaan *broodstock* ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) menggunakan teknologi laserpunktur sebagai upaya penyediaan benih skala massal. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. **6(2)**:139-146.
- \_\_\_\_\_, Agung P.W., Marhendra, Aulanni'am, dan Marsoedi. 2013. Mekanisme pelepasan hormon gonadotropin (GtH-II) ikan lele (*Clarias sp*) setelah di induksi laserpunktur pada titik reproduksi. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* .**14(3)**:209-215.
- Makmur, S. M. F. Rahardjo, dan Sutrisno S. 2003. Biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striata* Bloch) di daerah banjiran sungai musi Sumatra Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **3(2)**: 57-62.
- Mujtahidan, T. 2014. Siklus reproduksi ikan wader cakul (*Puntius binotatis*) pada pertengahan musim penghujan tahun 2013/2014. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 56 hlm.
- Muntiha, M. 2001. Teknik pembuatan preparat histopatologi dari jaringan hewan dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin (H&E). *Temu teknis fungsional non penelitian*. 156-163.
- Natzir, M. 1988. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. 212 hlm.
- Nirmala, K. Dan Rasmawan. 2010. Kinerja pertumbuhan ikan gurame (*Osphronemus goramy* Lac.) yang dipelihara pada media bersalinitas dengan paparan medan listrik. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **9(1)**:46-55.
- Rahmawati, M. 2007. Pembenihan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*) di Balai Pengembangan Benih Ikan (BPBI) Singaparna Tasikmalaya, Jawa Barat. Artikel. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 8 hlm.

- Rustidja. 2000. Penggunaan sinar laser untuk mempercepat kematangan gonad ikan nila. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 60 hlm.
- Tatangindatu, F., O. Kalesaran, dan R. Rompas. 2013. Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano desa Paleloan, kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. 1(2): 8-19.
- Wahyuningsih, H dan Barus T. A. 2006. Buku Ajar Iktiologi. Universitas Sumatra Utara. Sumatra Utara. 150 hlm.
- Wicaksono, P. 2005. Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan dan Kelangsungan hidup ikan nilam *Osteochilus hasselti* yang dipelihara dalam keramba jaring apung di waduk cirata dengan pakan perifiton. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 48 hlm.
- Zakaria, R. 2008. Kemunduran mutu ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) pasca panen pada penyimpanan suhu *chilling*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor. 75 hlm.



### LAMPIRAN

#### Lampiran 1. Dokumentasi alat dan bahan yang digunakan dalam Penelitian



DO Meter



pH meter



Timbangan Oz



Timbangan Digital



Alat Bedah (Sectio set)



Kolam

Lanjutan Lampiran 1.



Formalin 10 %



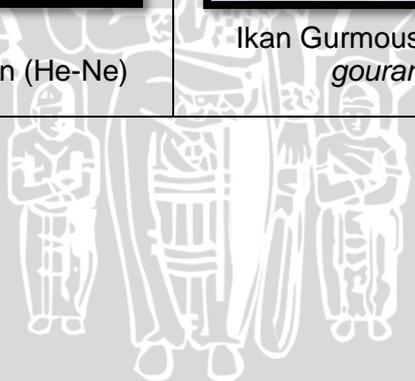
Wadah Sampel Gonaad



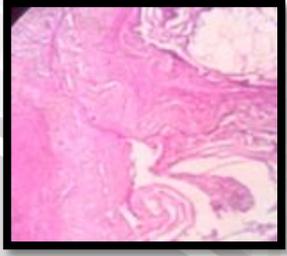
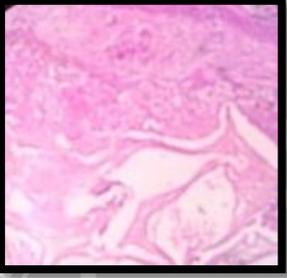
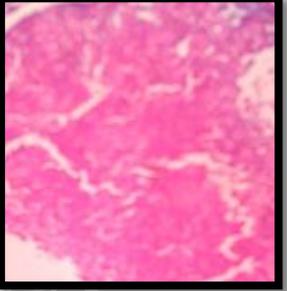
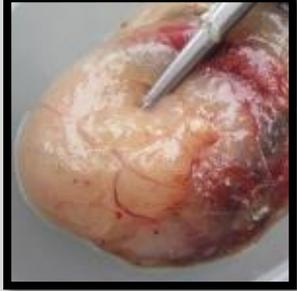
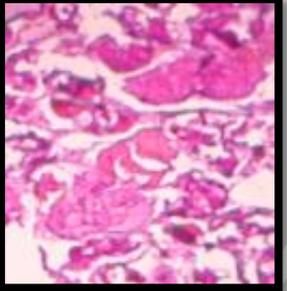
Soft laser Helium – Neon (He-Ne)

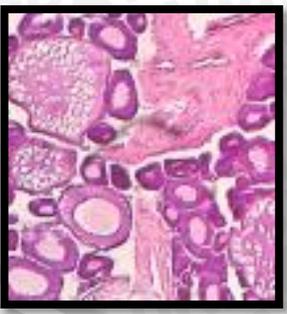
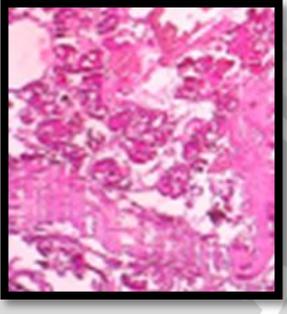
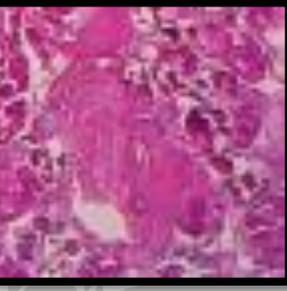
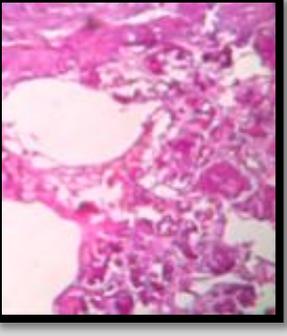
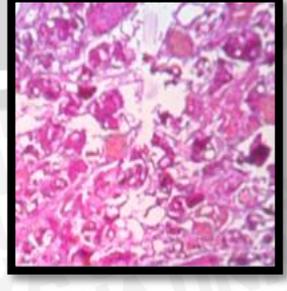


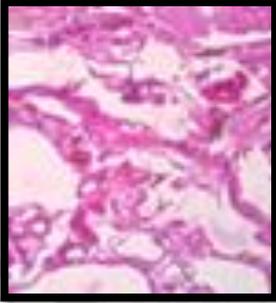
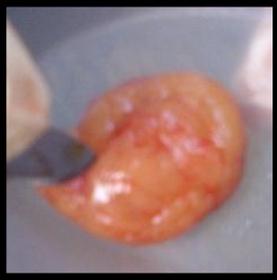
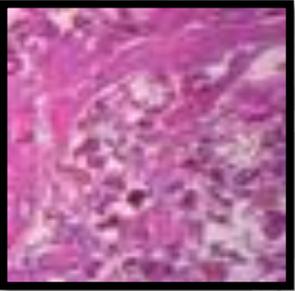
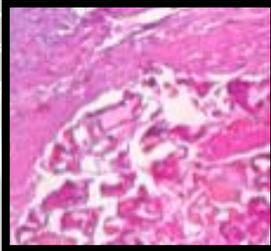
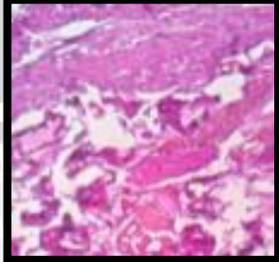
Ikan Gurmous (*Osphronemus gouramy*) Betina



Lampiran 2. Gambar morfologi, histologi, dan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan Gurame (*O. gouramy*) betina

Perlakuan	Ulangan	Morfologi	Histologi	TKG
K	1			I
	2			I
	3			I
A	1			II
	2			II

	3			II
B	1			II
	2			II
	3			II
C	1			II

	2			II
	3			II
	1			II
D	2			II
	3			II

Lampiran 3. Uji normalitas Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Ikan Gurame (*O.gouramy*) Betina

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TKG Kontrol	.385	3	.	.750	3	.000
2 detik	.175	3	.	1.000	3	1.000
4 detik	.385	3	.	.750	3	.000
6 detik	.385	3	.	.750	3	.000
8 detik	.385	3	.	.750	3	.000

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4. Data Hasil Perhitungan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Ikan Gurame (*O. gouramy*) Betina

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	STDEV
	1	2	3			
K	1	1	1	3	1,00	1,00 ± 0,000
A	2	2	4	8	2,67	2,67 ± 1,155
B	2	2	2	6	2,00	2,00 ± 0,000
C	2	2	2	6	2,00	2,00 ± 0,000
D	2	2	2	6	2,00	2,00± 0,000
<b>Total</b>				29		

❖ Perhitungan

• Faktor Koreksi (FK) =  $\frac{G^2}{n} = \frac{29^2}{15} = \frac{3481}{15} = 56,07$

• JK. Total =  $(K1^2 + K2^2 + K3^2 + A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots + D3^2) - FK$   
 $= (1^2 + 1^2 + \dots + 2^2) - FK$   
 $= 63 - 56,07$   
 $= 6,93$

## Lanjutan Lampiran 4.

- JK. Perlakuan  $= \left( \frac{(\varepsilon K^2 + \varepsilon A^2 + \varepsilon B^2 + \varepsilon C^2 + \varepsilon + \varepsilon D^2)}{3} \right) - FK$   
 $= \left( \frac{(3^2 + 8^2 + 6^2 + 6^2 + 6^2)}{3} \right) - 56,07$   
 $= \left( \frac{181}{3} \right) - 56,07$   
 $= 60,33 - 56,07$   
 $= 4,26$
- JK. Acak  $= JK. Total - JK. Perlakuan$   
 $= 6,93 - 4,26$   
 $= 2,67$

## ❖ Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F.Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	4,26	1,065	3,99*	3,480	5,990
Acak	10	2,67	0,267			
Total	14	6,93				

Keterangan : \* = Berbeda nyata

## ❖ Perhitungan Uji BNT

- SED  $= \sqrt{\frac{2 \times KT \text{ ACAK}}{3}}$   
 $= \sqrt{\frac{2 \times 0,267}{3}} = \sqrt{0,178} = 0,42$
- BNT 5 %  $= t, \text{ table } 5\% (\text{db acak}) \times \text{SED}$   
 $= 2,228 \times 0,422 = 0,94$
- BNT 1 %  $= t, \text{ table } 1\% (\text{db acak}) \times \text{SED}$   
 $= 3,169 \times 0,42 = 1,33$

Lanjutan lampiran 4.

❖ Tabel BNT

Perlakuan	Rerata	K	B	C	D	A	Notasi
		1	2	2	2	2,67	
K	1	-					a
B	2	1*	-				b
C	2	1*	0 <sup>ns</sup>	-			b
D	2	1*	0 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	-		b
A	2,67	1,67**	0,67 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	-	b

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasilyang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi,

❖ Tabel Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	3	-2	2	-1	1
A	8	-1	-1	2	-4
B	6	0	-2	0	6
C	6	1	-1	-2	-4
D	6	2	2	1	1
$Q = \sum ci \cdot Ti$		4	-8	7	-11
Hasil Kuadrat		10	14	10	70
$Kr = (\sum ci^2) \cdot r$		30	42	30	210
$JK = Q^2 / Kr$		0,533	1,633	1,524	0,576

- JK Regresi Total =  $0,533 + 1,633 + 1,524 + 0,576$   
= 4,267

❖ Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	4,267			4,96	10
Linier	1	0,533	0,533	2 <sup>ns</sup>		
Kuadratik	1	1,633	1,633	6,117*		
Kubik	1	1,524	1,524	5,708*		
Kuartik	1	0,576	0,576	2,161 <sup>ns</sup>		
Acak	10	2,67	0,267			
Total	14	6,933				

Lanjutan Lampiran 4.

Keterangan : <sup>ns</sup> = tidak berbeda nyata  
 \* = berbeda nyata  
 \*\* = berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik, dan kubik, \* (berbeda nyata). Selanjutnya regresi kuartik dan linier <sup>ns</sup> (tidak berbeda nyata), maka dapat disimpulkan regresi yang sesuai adalah regresi kuadratik.

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{JK. \text{ Linier}}{(JK. \text{ Linier} + JK, \text{Acak})}$$

$$= \left( \frac{0,533}{0,533 + 2,67} \right)$$

$$= 0,166$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK. \text{ Kubik}}{(JK, \text{Kubik} + JK, \text{Acak})}$$

$$= \left( \frac{1,524}{1,524 + 2,67} \right)$$

$$= 0,363$$

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

$$= \left( \frac{1,633}{1,633 + 2,67} \right)$$

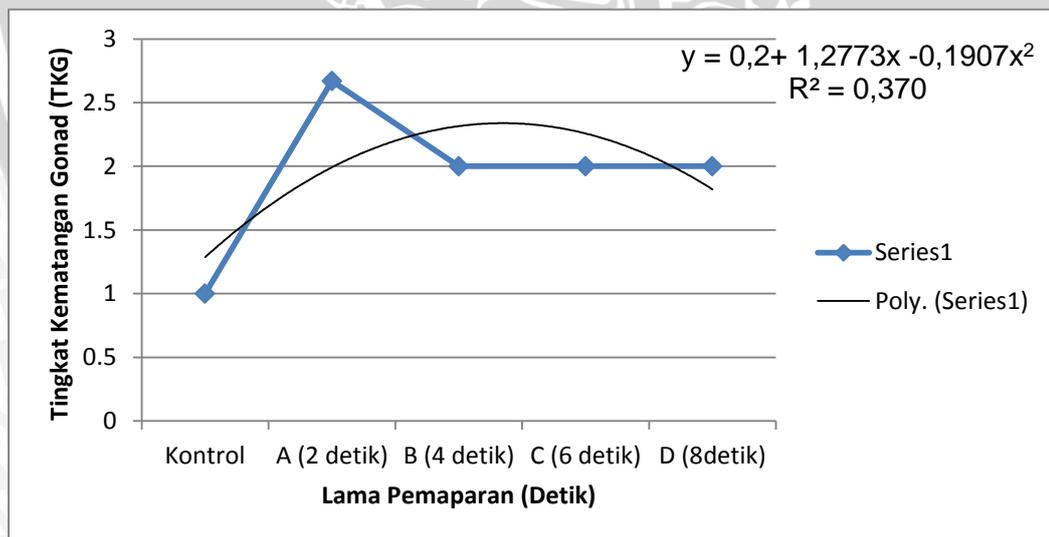
$$= 0,370$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{JK. \text{ Kubik}}{(JK, \text{Kubik} + JK, \text{Acak})}$$

$$= \left( \frac{0,576}{0,576 + 2,67} \right)$$

$$= 0,177$$

Dari regresi kubik ini dapat di buat persamaan  $y = 0,2 + 1,2773x - 0,1907x^2$  dengan  $R^2 = 0,370$



Lanjutan lampiran 4.

Selanjutnya mencari titik puncak didapatkan :

$$y = 0,2 + 1,2773x - 0,1907 x^2$$

$$y = 1,2773 - 2 (0,1907)x$$

$$y = 1,2773 - 0,3814x$$

$$0,3814x = 1,2773$$

$$x = 3,35$$

$$y = 0,2 + 1,2773x - 0,1907 x^2$$

$$y = 0,2 + 1,2773 (3,35) - 0,1907 (3,35)^2$$

$$y = 0,2 + 4,279 - 2,14$$

$$y = 2,34$$



Lampiran 5. Data Hasil Perhitungan Indeks Kematangan Gonad (IKG) Ikan Gurame (*O. gouramy*) Betina

Perlakuan	Ulangan	Wg	Wt	IKG
<b>K</b> (Tanpa Pemaparan)	1	0.8	800	0,100
	2	0.7	820	0,085
	3	0.78	825	0,095
<b>A</b> (Pemaparan 2 detik)	1	10.9	960	1,135
	2	12.1	989	1,223
	3	18	1125	1,600
<b>B</b> (Pemaparan 4 detik)	1	8.82	880	1,002
	2	8.76	875	1,001
	3	8.7	880	0,989
<b>C</b> (Pemaparan 6 detik)	1	6.44	910	0,708
	2	5.86	930	0,630
	3	6.58	920	0,715
<b>D</b> (Pemaparan 8 detik)	1	2.5	700	0,357
	2	3.1	825	0,376
	3	2.39	734	0,326

$$\text{IKG} = \frac{W_g}{W_t} \times 100\%$$

Keterangan :

Wg : Berat Gonad Ikan Gurame Betina (gram)

Wt : Berat Tubuh Ikan Gurame Betina (gram)

IKG : Indeks Kematangan Gonad (%)

Lampiran 6. Uji normalitas Indeks Kematangan Gonad (IKG) Ikan Gurame (*O. gouramy*) Betina

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk			
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
IKG	0 detik	.253	3	.	.964	3	.637
	2 detik	.318	3	.	.886	3	.342
	4 detik	.361	3	.	.807	3	.132
	6 detik	.359	3	.	.811	3	.142
	8 detik	.230	3	.	.981	3	.737

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 7. Rancangan Hasil Perhitungan Indeks Kematangan Gonad (IKG) Ikan Gurame (*O. gouramy*) Betina

Perlakuan	Ulangan			Total	Rerata	STDEV
	1	2	3			
<b>K</b>	0,100	0,085	0,095	0,280	0,093	0,093 ± 0,007
<b>A</b>	1,135	1,223	1,600	3,958	1,320	1,320 ± 0,247
<b>B</b>	1,002	1,001	0,989	2,992	0,997	0,997 ± 0,008
<b>C</b>	0,708	0,630	0,715	2,053	0,684	0,684 ± 0,047
<b>D</b>	0,357	0,376	0,326	1,059	0,353	0,353 ± 0,025
<b>Total</b>				10,342		

❖ Perhitungan

- Faktor Koreksi (FK) =  $\frac{G^2}{n} = \frac{10,343^2}{15} = \frac{106,957}{15} = 7,130$

- JK Total =  $(K1^2 + K2^2 + K3^2 + A1^2 + A2^2 + A3^2 + \dots, D3^2) - FK$   
 $= (0,100^2 + 0,085^2 + \dots + 0,326^2) - FK$   
 $= 10,138 - 7,130$   
 $= 3,008$

Lanjutan Lampiran 7.

- JK Perlakuan =  $\left( \frac{(\varepsilon K^2 + \varepsilon A^2 + \varepsilon B^2 + \varepsilon C^2 + \varepsilon + \varepsilon D^2)}{3} \right) - FK$   
 =  $\left( \frac{(0,280^2 + 3,959^2 + 2,992^2 + 2,053^2 + 1,059^2)}{3} \right) - 7,130$   
 =  $\left( \frac{30,0324}{3} \right) - 7,132$   
 = 10.0108 - 7.130 = 2,88

- JK Acak = JK, Total - JK, Perlakuan  
 = 3,008 - 2,88  
 = 0,128

❖ Tabel Analisa Keragaman

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F,Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,88	0,720	55,385 **	3,480	5,990
Acak	10	0,128	0,013			
Total	14	3,008				

Keterangan : \*\* = Berbeda sangat nyata

❖ Perhitungan Uji BNT

- SED =  $\sqrt{\frac{2 \times \text{KT AC AK}}{3}}$   
 =  $\sqrt{\frac{2, \times 0,013}{3}} = \sqrt{0,0087} = 0,093$

- BNT 5 % = t, table 5% (db acak) x SED  
 = 2,228 x 0,093 = 0,207

- BNT 1 % = t, table 1 % (db acak) x SED  
 = 3,169 x 0,093 = 0,295



Lanjutan Lampiran 7.

❖ Tabel BNT

Perlakuan	Rerat a	K	D	C	B	A	Notas i
		0,093	0,353	0,684	0,997	1,320	
K	0,093	-					a
D	0,353	0,26 *	-				b
C	0,684	0,591 **	0,331 **	-			c
B	0,997	0,904 **	0,644 **	0,313 **	-		d
A	1,320	1,227 **	0,967 **	0,636 **	0,323 **	-	e

Selanjutnya untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan hasil yang dipengaruhi dengan menggunakan perhitungan analisis regresi,

❖ Tabel Polinomial Orthogonal

Perlakuan	Total	Perbandingan (Ci)			
		Linier	Kuadratik	Kubik	Kuartik
K	0,280	-2	2	-1	1
A	3,959	-1	-1	2	-4
B	2,992	0	-2	0	6
C	2,053	1	-1	-2	-4
D	1,059	2	2	1	1
<b>Q= Σci*Ti</b>		-0,347	-9,317	4,589	-4,753
<b>Hasil Kuadrat</b>		10	14	10	70
<b>Kr= (Σci^2)*r</b>		30	42	30	210
<b>JK=Q^2/Kr</b>		0,004	2,067	0,702	0,108

- JK Regresi Total = 0,004 + 2,067 + 0,702 + 0,108  
= 2,881  
= 2,88

Lanjutan Lampiran 7.

❖ Tabel Sidik Ragam Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F, Hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	4	2,88			4,96	10
Linier	1	0,004	0,004	0,308 <sup>ns</sup>		
Kuadratik	1	2,067	2,067	159 <sup>**</sup>		
Kubik	1	0,702	0,702	54 <sup>**</sup>		
Kuartik	1	0,108	0,108	8,308 <sup>*</sup>		
Acak	10	0,128	0,013			
Total	14	3,008				

Keterangan : <sup>ns</sup> = tidak berbeda nyata

\* = berbeda nyata

\*\* = berbeda sangat nyata

Karena regresi kuadratik, dan kubik, \*\* (berbeda sangat nyata).

Selanjutnya regresi kuartik \* (berbeda nyata). Sedangkan regresi linier <sup>ns</sup> (tidak berbeda nyata), maka dapat disimpulkan regresi yang sesuai adalah regresi kuadratik.

$$R^2 \text{ Linier} = \frac{\text{JK. Linier}}{(\text{JK. Linier} + \text{JK,Acak})}$$

$$= \left( \frac{2,067}{2,067 + 0,128} \right)$$

$$= 0,03$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK. Kubik}}{(\text{JK.Kubik} + \text{JK.Acak})}$$

$$= \left( \frac{0,702}{0,702 + 0,128} \right)$$

$$= 0,846$$

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

$$= \left( \frac{2,067}{2,067 + 0,128} \right)$$

$$= 0,942$$

$$R^2 \text{ Kubik} = \frac{\text{JK. Kubik}}{(\text{JK.Kubik} + \text{JK.Acak})}$$

$$= \left( \frac{0,702}{0,702 + 0,128} \right)$$

$$= 0,846$$

Persamaan Regresi Kuadratik :  $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$

Untuk mencari persamaan ini digunakan transformasi

$$U_j = \frac{X_j - \bar{X}}{d} \text{ dimana } \bar{X} = \frac{\text{lama pemaparan laserpunktur}}{\text{banyak perlakuan}}$$

$$\bar{X} = \frac{0+2+4+6+8}{5} = 4$$

d adalah selang lama pemaparan, maka nilai  $d = 2$



Perhitungan Persamaan Regresi

$$U_j = \frac{x_j - 4}{2}$$

maka  $x=0$  ,  $U_j = \frac{0-4}{2} = -2$

$x=2$  ,  $U_j = \frac{2-4}{2} = -1$

$x=4$  ,  $U_j = \frac{4-4}{2} = 0$

$x=6$  ,  $U_j = \frac{6-4}{2} = 1$

$x=8$  ,  $U_j = \frac{8-4}{2} = 2$

Sehingga didapatkan perhitungan Regresi Kuadratik ialah

$x_j$	0	2	4	6	8	$\sum x_j = 20$
$U_j$	-2	-1	0	1	2	$\sum U_j = 0$
$U_j^2$	4	1	0	1	4	$\sum U_j^2 = 10$
$U_j^4$	16	1	0	1	16	$\sum U_j^4 = 34$
$yy$	0,280	3,958	2,992	2,053	1,059	$\sum yy = 10,342$
$U_j yy$	-0,56	-3,958	0	2,053	2,118	$\sum U_j yy = -0,347$
$U_j^2 yy$	1,12	3,958	0	2,053	4,236	$\sum U_j^2 yy = 11,367$

$$\sum U_j yy = b_1 \times r \times \sum U_j^2 \dots\dots\dots(1)$$

$$-0,347 = b_1 \times 3 \times 10$$

$$b_1 = \frac{\sum U_j yy}{r \times \sum U_j^2}$$

$$= \frac{-0,347}{3 \times 10} = -0,01157 = -0,012$$

$$\sum yy = b_0 \times n + b_2 \times r \times \sum U_j^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$10,342 = b_0 \times 15 + b_2 \times 3 \times 10$$

$$10,342 = 15b_0 + 30b_2 \dots\dots\dots(2)$$

$$\sum U_j^2 yy = b_0 \times r \times \sum U_j^2 + b_2 \times r \times \sum U_j^4 \dots\dots\dots(3)$$

$$11,367 = b_0 \times 3 \times 10 + b_2 \times 3 \times 34$$

$$11,367 = 30b_0 + 102b_2 \dots\dots\dots(3)$$



Substitusi persamaan 2 dan 3

$$10,342 = 15b_0 + 30b_2 \quad \times 2 \rightarrow 20,684 = 30b_0 + 60b_2$$

$$11,367 = 30b_0 + 102b_2 \quad \times 1 \rightarrow 11,367 = 30b_0 + 102b_2$$

$$9,317 = -42b_2$$

$$b_2 = \frac{9,316}{-42}$$

$$b_2 = -0,22$$

kemudian dimasukkan substitusi ke persamaan 2, sebagai berikut :

$$10,342 = 15b_0 + 30b_2$$

$$10,342 = 15b_0 + 30(-0,22)$$

$$10,342 = 15b_0 - 6,6$$

$$10,342 + 6,6 = 15b_0$$

$$16,942 = 15b_0$$

$$b_0 = 1,13$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$$

$$Y = 1,13 + (-0,012U_j) + (-0,22U_j^2) \dots (4)$$

dari persamaan 1 dan 4 didapatkan :

$$Y = 1,13 + (-0,012U_j) + (-0,22U_j^2)$$

$$Y = 1,13 + (-0,012(x-4/2)) + (-0,22(x-4/2)^2)$$

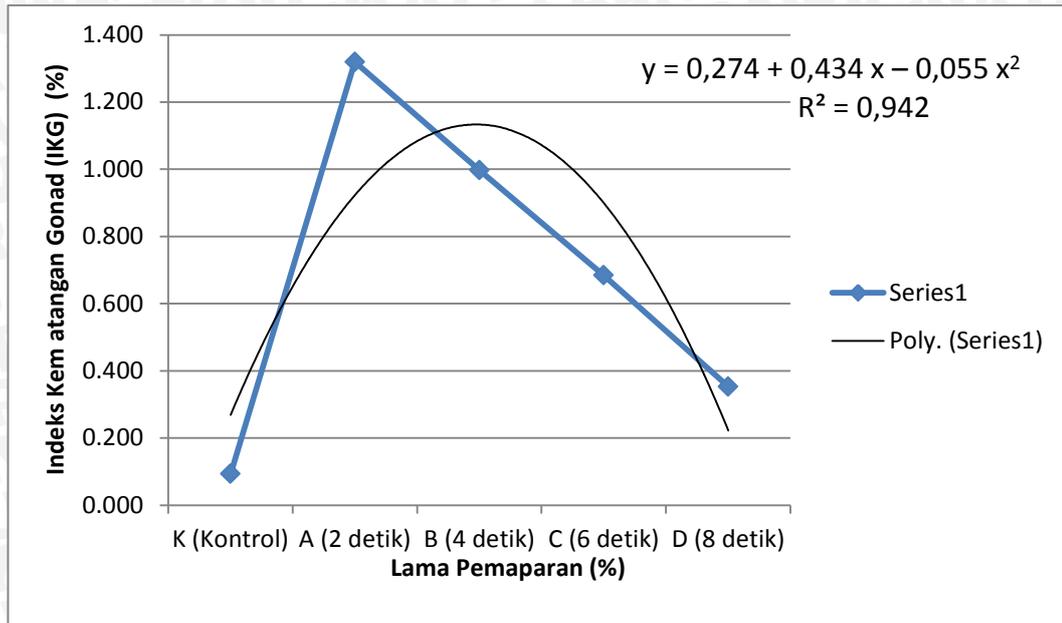
$$Y = 1,13 + (-0,012x + 0,048/2) + (-0,22(1/4x^2 - 2x + 4))$$

$$Y = 1,13 - 0,006x + 0,024 - 0,055x^2 + 0,44x - 0,88$$

$$Y = 0,274 + 0,434x - 0,055x^2$$

maka didapatkan persamaan

$$y = 0,274 + 0,434x - 0,055x^2$$



Selanjutnya mencari titik puncak didapatkan :

$$y = 0,274 + 0,434 x - 0,055 x^2$$

$$y = 0,434 - 2(0,055) x$$

$$y = 0,434 - 0,11 x$$

$$0,11 x = 0,434$$

$$x = 3,94$$

$$y = 0,274 + 0,434 x - 0,055 x^2$$

$$y = 0,274 + 0,434 (0,394) - 0,055 (3,93)^2$$

$$y = 0,274 + 1,7 0,85$$

$$y = 1,124$$

