

Pengaruh Penembakan Laser Inframerah pada Titik Reproduksi Terhadap Tingkat Kematangan Gonad, Fertilitas, Daya Tetas Telur dan Sitasan Larva Ikan Patin Siam Betina

Infrared Laser Puncture at Reproductive Points on Gonad Maturity Levels, Fertility, Egg Hatchability and Larvae Survival Female Siamese Catfish

Febriyanti Puspitasari^{1*}, Akhmad Taufiq Mukti² and A. Shofy Mubarak³

¹Program Studi Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Jl. Mulyorejo, Surabaya

²Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Jl. Mulyorejo, Surabaya

³Departemen Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga, Jl. Mulyorejo, Surabaya

*Corresponding Author: febrijugafebri@gmail.com

ABSTRAK

Laserpunktur adalah salah satu terapi foto-biomodulasi yang memancarkan cahaya dengan radiasi elektromagnetik dan bersifat koheren yang dapat diterapkan pada ikan. Pemijahan buatan dengan menggunakan bantuan laserpunktur pada umumnya diberikan pada ikan yang mengalami kesulitan berkembang biak dengan sempurna di lingkungan buatan. Adapun tujuan lainnya, yaitu untuk memperoleh benih ikan di luar musim pemijahan, meningkatkan efisiensi produksi, meningkatkan kelangsungan hidup larva ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh laserpunktur terhadap tingkat kematangan gonad, fertilitas, daya tetas telur dan sitasan larva ikan patin siam betina. Penelitian ini menggunakan ikan patin siam betina dengan berat 0,6-0,8 kg/ekor sebanyak 24 ekor. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kontrol negatif (tanpa diberi perlakuan apapun), kontrol positif (dengan pemberian ovaprim dan HCG), P1 (perlakuan dengan penembakan dosis 0,2 *Joule*), P2 (perlakuan dengan penembakan dosis 0,4 *Joule*), P3 (perlakuan dengan penembakan dosis 0,6 *Joule*) dan perlakuan P4 dengan penembakan dosis 0,8 *Joule*). Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan jika menunjukkan hasil yang signifikan maka perhitungan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yang mempengaruhi kematangan gonad, fertilitas, daya tetas telur dan sitasan larva adalah P2 (perlakuan dengan dosis penembakan dosis 0,4 *Joule*).

Kata kunci: Laserpunktur, tingkat kematangan gonad, fertilitas, daya tetas telur, sitasan larva

ABSTRACT

Laser puncture is one of the photo-biomodulation therapies or low-level laser therapy (LLLT) which emits light with electromagnetic radiation and is coherent in nature which can be applied to fish. Artificial spawning using laser assistance is generally aimed at fish species that have difficulty breeding perfectly in an artificial environment. In addition, it aims to obtain fish seeds outside the spawning season, increase production efficiency, increase the survival of fish larvae. The aimed of this study was to determine the effect of infrared laser puncture on the level of gonad maturity, fertility, egg hatchability and female Siamese catfish larvae survival. This study used female Siamese catfish weighing 0.6-0.8 kg/head for a total of 24 individuals. The treatments used in this study were negative control (without any addition), positive control (with the addition of ovaprim and HCG), P1 (treatment with an irradiation dose of 0.2 Joules), P2 (treatment with an irradiation dose of 0.4 Joules), P3 (treatment with an irradiation dose of 0.6 Joules) and P4 treatment with an irradiation dose of 0.8 Joules). Data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and if it showed significant results then the calculation was continued with Duncan's Multiple Range Test (DMRT). The results showed that the best treatment that affected gonadal maturity, fertility, egg hatchability and larval survival was P2 (treated with 0.4 Joule irradiation dose).

Keywords: Laser puncture, gonad maturity, fertility, egg hatchability, larvae survival

PENDAHULUAN

Ikan patin siam adalah jenis ikan budidaya yang bernilai ekonomis tinggi. Namun karena larangan impor ikan patin masuk ke Indonesia kegiatan produksi di dalam negeri mengalami peningkatan pada beberapa tahun ini. Tahun 2017, produksi patin nasional sebesar 437.111 ton meningkat 28,91% dari tahun sebelumnya yang hanya 339.069 ton. Tahun 2018, KKP menyatakan, target produksi ikan patin akan ditingkatkan hingga 38,31% menjadi 604.587 ton. Namun produksi ikan patin siam masih tergolong belum mencukupi permintaan dipasaran. (KKP, 2018). Permasalahan target pencapaian ikan patin siam yang tidak terpenuhi karena kesulitan dalam mendapatkan induk yang siap untuk melakukan pemijahan. Pemijahan ikan patin siam bergantung pada musim yaitu siklus reproduksi secara alami terjadi selama musim hujan. Pada proses pemijahan ikan patin siam, tingkat kematangan gonad memiliki peran penting untuk induk ikan patin jantan maupun betina. Proses pematangan gonad membutuhkan waktu cukup lama dan tergantung pada keadaan hormon sehingga dalam hal ini perlu dilakukan upaya peningkatan proses pematangan gonad pada ikan patin siam guna mendapatkan induk yang memiliki tingkat kematangan gonad optimal untuk mencapai target produksi tahunan (Mukti *et al.*, 2020). Agar siklus pemijahan ikan patin siam lebih cepat maka diperlukan pengembangan inovasi teknologi yang aplikatif, efisien, dan adaptif seperti manipulasi kondisi eksternal rangsangan fotoperiod yang berpengaruh langsung pada mekanisme saraf dengan kebutuhan waktu pemijahan yang lebih lama. Salah satu rangsangan mempercepat kematangan gonad yaitu dengan cara memanipulasi hormonal (Tahapari, 2013). Namun, memerlukan biaya yang cukup tinggi.

Beberapa metode penelitian hormonal terhadap tingkat kematangan gonad ikan patin siam antara lain teknologi laser helium neon (He-Ne) (Megayanti *et al.*, 2018) dan teknologi laser dioda merah (Padmadevi *et al.*, 2021). Penggunaan laser He-Ne pada titik reproduksi ikan patin betina berhasil meningkatkan tingkat kematangan gonad, namun fekunditas rendah dan diameter telur kecil (Lestari, 2018). Laser He-Ne memiliki daya 4-5 mW yang mempunyai luasan cahaya 0,2 cm² dengan panjang gelombang sebesar 632,8 nm.

Laserpunktur adalah salah satu terapi fotobiomodulasi atau *Low Level Laser Therapy* (LLLT) yang memancarkan cahaya dengan radiasi

elektromagnetik dan bersifat koheren (Nawawi dan Indrus, 2008). Salah satu jenis laser yang digunakan adalah laser dioda merah yang memiliki panjang gelombang 650 nm dapat menghasilkan luasan optimal 20 mW dan masih dalam kisaran aman (600-950 nm) (Sulistri dan Masturi, 2013). Laser dioda memiliki kelebihan sebagai berikut yaitu lebih efisien karena dapat mengubah energi listrik menjadi radiasi yang koheren dan cahaya yang keluarannya sangat terarah karena memiliki berkas yang kecil, serta memiliki harga yang relatif murah dibandingkan dengan laser lainnya. Sedangkan kekurangan dari laser dioda ini yaitu panjang gelombang dari laser ini mudah berubah-ubah karena perubahan lingkungan dan bentuk berkasnya eliptikal. Laser dioda dapat digunakan pada panjang gelombang berkisar dari ultraviolet hingga inframerah (Nawawi dan Indrus, 2008).

Penelitian ini menggunakan laser infra merah dengan panjang gelombang 954 nm. Kelebihan dari laser infra merah adalah dapat melakukan penetrasi sampai 5-7 mm sehingga sampai pada jaringan hipodermis dapat berpengaruh langsung pada pembuluh darah kapiler, ujung-ujung syaraf dan jaringan-jaringan dibawah kulit. Selain itu, harganya lebih murah jika dibandingkan dengan laser jenis lainnya (Rianti, 2013). Laser inframerah adalah salah satu sumber yang digunakan oleh terapi laser tingkat rendah karena sinar inframerah tidak memberikan rasa sakit dan tidak merusak jaringan di sekitarnya (Hamblin, 2009).

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Patmadevi *et al.*, (2021), menyatakan bahwa penembakan laser dioda merah pada titik reproduksi setiap satu minggu sekali dengan dosis 0,4 J/cm² dapat merangsang perkembangan gonad. Hardjanto (2001), penembakan laserpunktur terbukti dapat mempercepat proses pertumbuhan, perkembangan, pematangan dan pemijahan gonad ikan. Penembakan laserpunktur dapat memperbaiki sistem endokrin, vaskuler dan berbagai sistem tubuh lainnya. Efektivitas penembakan laserpunktur terhadap perkembangan gonad telah dikaji dalam beberapa spesies ikan lain seperti ikan gabus (Widiansyah *et al.*, 2017), ikan lele dumbo (Kusuma *et al.*, 2017) (Mantaybordir *et al.*, 2013) dan ikan manvis (*Pterophyllum scalare*) (Yolanda *et al.*, 2016).

Pemijahan buatan menggunakan bantuan laserpunktur umumnya digunakan untuk ikan yang

mengalami kesulitan berkembang biak dengan sempurna pada lingkungan buatan. Tujuan lainnya adalah untuk memperoleh benih ikan diluar musim pemijahan, meningkatkan efisiensi produksi, meningkatkan sitasan larva ikan. Berdasarkan latar belakang diatas, diperlukan penelitian terkait pengaruh penembakan laser infra merah terhadap tingkat kematangan gonad, kualitas gamet, fertilitas, daya tetas telur dan sitasan larva ikan patin siam betina.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Mei 2021 di Instalasi Perikanan Budidaya (IPB) Mojokerto. Ikan patin siam betina dengan berat 600-800 gram/ekor dengan tingkat kematangan gonad TKG I sebanyak total 24 ekor sebagai ikan uji yang digunakan. Pengamatan TKG menggunakan metode kanulasi. (Effendi, 1997). Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah laserpuncuk infra merah, kolam uk. 2m x 3mx 1m, tali raffia (untuk tagging ikan patin), aerator, akuarium, bulu ayam, *Electro acupuncture device*, mikroskop binokuler, *object glass*, *petridish*, ovaprim (dosis 0,5ml/kg) dan HCG (dosis 500IU/kg), alat bedah, pipet, timbangan digital, wadah plastik, bak/emper, kolom hitung, pH meter, DO meter, thermometer.

Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan dengan 4 ulangan, tiap ulangan terdiri atas satu sampel sehingga dibutuhkan 24 ekor ikan patin Siam betina. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan dilaksanakan selama 4 minggu dengan frekuensi penembakan laserpuncuk infra merah satu minggu sekali.

K (-) = Kelompok kontrol negatif ikan patin betina yang tidak diberi perlakuan apapun.

K (+) = Kelompok kontrol positif ikan patin betina yang diberi hormon Ovaprim dan HCG.

P1 = Kelompok ikan patin yang diberi perlakuan dengan dosis penyinaran 0,2 *Joule/cm²* menggunakan laserpuncuk infra merah.

P2 = Kelompok ikan patin yang diberi perlakuan dengan dosis penyinaran 0,4 *Joule/cm²* menggunakan laserpuncuk infra merah.

P3 = Kelompok ikan patin yang diberi perlakuan dengan dosis penyinaran 0,6 *Joule/cm²* menggunakan laserpuncuk infra merah.

P4 = Kelompok ikan patin yang diberi perlakuan dengan dosis penyinaran 0,8 *Joule/cm²* menggunakan laserpuncuk infra merah.

Tabel 1. Dosis dan Lama Waktu Penyinaran

Dosis (J/cm ²)	Waktu Penyinaran (detik)
0,2	9
0,4	18
0,6	26
0,8	35

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan. Jika menunjukkan hasil signifikan maka perhitungan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan menggunakan derajat kepercayaan 0,05 (Nugroho,2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Tingkat Kematangan Gonad

Tingkat kematangan gonad ikan patin siam betina tanpa penembakan laser dan dengan penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Patin Siam Betina yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	Tingkat Kematangan Gonad (%)			
	I	II	III	IV
K- (tanpa perlakuan)	75	25	0	0
K+ (Ovaprim+HCG)	0	25	75	0
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	0	25	75	0
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	0	0	25	75
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	0	25	75	0
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	75	25	0	0

Keterangan: Tingkat Kematangan Gonad I = *Immature*, Tingkat Kematangan Gonad II = *Immature*, Tingkat Kematangan Gonad III = *Late Mature*, Tingkat Kematangan Gonad IV = *Early Mature*.

Ikan Patin yang diberi penembakan infra merah di 2/3 bagian ventral tubuh (*governoer vessel*) dengan dosis penembakan 0,4 *Joule* (perlakuan P2) mengalami perkembangan gonad pada TKG IV sebesar 75% dan TKG III sebesar 25%. Ikan patin siam betina tanpa perlakuan penembakan laser infra merah (perlakuan K-) dan ikan patin siam yang diberi penembakan dengan dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) berada pada TKG I sebesar 75% dan TKG II sebesar 25%. Ikan patin siam dengan pemberian ovaprim dan HCG

(perlakuan K+), ikan patin siam betina yang diberi perlakuan laser infra merah dengan dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dan ikan patin siam betina yang diberi perlakuan laser infra merah dengan dosis 0,6 *Joule* (perlakuan P3) berada pada TKG III sebesar 75% dan TKG II sebesar 25%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Morfologi perkembangan gonad dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Morfologi Perkembangan Gonad menurut Effendi *et.al* (1979)

TKG	Pengamatan	Keterangan
I		Tidak masak, ovarium berwarna merah muda.
II		Ukuran ovarium lebih besar, berwarna lebih gelap (merah tua), butir telur belum terlihat jelas dengan mata.
III		Hampir masak, berwarna merah kuning dan secara morfologi telur mulai kelihatan butirannya dengan mata.
IV		Masak, Ovarium semakin besar, telur berwarna kuning dan telur terlihat jelas

Gonado Somatic Index (GSI)

Nilai *Gonado Somatic Index* (GSI) ikan patin siam betina dalam penelitian ini berkisar antara 0,417-3,852%, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda pada titik reproduksi

memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai GSI ikan patin siam betina ($p < 0,05$). Hasil Uji Duncan menunjukkan rerata nilai GSI tertinggi pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) sebesar $3,852 \pm 0,091\%$. Sedangkan Hasil rerata nilai GSI terendah terdapat pada ikan patin siam betina tanpa penembakan laser inframerah (perlakuan K-) dengan presentasi sebesar $0,417 \pm 0,063\%$, yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang diberi ovaprim dan HCG (perlakuan K+) dan ikan patin siam betina yang diberi dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) dengan presentasi sebesar $0,438 \pm 0,088\%$ dan $0,880 \pm 0,383\%$ berturut-turut.

Tabel 4. Rerata GSI Ikan Patin Siam Betina yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	GSI (%) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	$0,417 \pm 0,063^d$
K+ (ovaprim+HCG)	$0,438 \pm 0,088^d$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$2,366 \pm 0,526^b$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$3,852 \pm 0,091^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$1,335 \pm 0,566^c$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	$0,880 \pm 0,383^d$

Hepato Somatic Index (HSI)

Nilai *Hepato Somatic Index* (HSI) ikan patin siam betina dalam penelitian berkisar antara 0,6-1,150%, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata HSI Ikan Patin Siam Betina yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	HSI (%) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	$0,666 \pm 0,018^c$
K+ (ovaprim+HCG)	$0,657 \pm 0,080^c$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$1,130 \pm 0,161^a$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$1,150 \pm 0,146^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$0,877 \pm 0,128^b$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	$0,628 \pm 0,139^c$

Keterangan: Huruf *Superscript* (a,b,c,d) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai HSI patin siam betina ($p < 0,05$). Hasil rerata nilai HSI tertinggi terdapat pada ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan presentasi sebesar $1,150 \pm 0,146\%$, yang tidak

berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dengan presentasi sebesar $1,13 \pm 0,161\%$. Hasil rerata nilai HSI terendah terdapat pada ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) dengan presentasi sebesar $0,628 \pm 0,139\%$, yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang diberi ovaprim dan HCG (perlakuan K+) dan ikan patin siam betina tanpa penembakan laser inframerah (perlakuan K-) dengan presentasi sebesar $0,657 \pm 0,080\%$ dan $0,666 \pm 0,018\%$ berturut-turut.

Diameter Telur

Nilai Diameter Telur ikan patin siam dalam penelitian ini berkisar antara 0-1,017mm, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Diameter Telur Ikan Patin Siam Betina yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	Diameter Telur (mm) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	0 ± 0^e
K+ (ovaprim+HCG)	$0,289 \pm 0,01^d$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$0,878 \pm 0,051^b$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$1,017 \pm 0,063^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$0,686 \pm 0,050^c$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	0 ± 0^e

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda pada titik reproduksi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai diameter telur ikan patin siam betina ($p < 0,05$). Hasil rerata nilai diameter telur tertinggi terdapat pada ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dengan dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai sebesar $1,017 \pm 0,063$ mm. Hasil rerata nilai diameter telur terendah terdapat pada ikan patin siam tanpa penembakan laser inframerah (perlakuan K-), yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina dengan penembakan laser infra merah dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) dengan nilai sebesar 0 ± 0 mm.

Fertilitas

Nilai fertilitas telur patin siam siam betina dalam penelitian ini berkisar antara 0-89,593%, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis

berbeda pada titik reproduksi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai fertilitas telur ikan patin siam betina ($P < 0,05$). Hasil rerata nilai fertilitas telur tertinggi terdapat pada ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai presentasi sebesar $89,593 \pm 0,678\%$. Hasil rerata nilai fertilitas telur terendah terdapat pada ikan patin siam betina dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4), yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina tanpa penembakan laser infra merah (perlakuan K-) dengan nilai presentasi sebesar $0 \pm 0\%$.

Tabel 7. Rerata Tingkat Fertilitas Telur Ikan Patin Siam yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	Fertilitas (%) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	0 ± 0^e
K+ (ovaprim+HCG)	$83,173 \pm 0,390^d$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$88,308 \pm 0,851^b$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$89,593 \pm 0,678^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$86,040 \pm 1,114^c$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	0 ± 0^e

Keterangan: Huruf *Superscript* (^{a,b,c,d}) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Daya Tetas Telur

Nilai Daya Tetas Telur ikan patin siam betina dalam penelitian ini berkisar antara 0-86,555%, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Daya Tetas Telur Ikan Patin Siam yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	Daya Tetas Telur (%) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	0 ± 0^d
K+ (ovaprim+HCG)	$78,870 \pm 0,386^c$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$86,555 \pm 1,423^a$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$86,370 \pm 1,211^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$83,143 \pm 0,717^b$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	0 ± 0^d

Keterangan: Huruf *Superscript* (^{a,b,c,d}) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda pada titik reproduksi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai daya tetas telur ikan patin siam betina ($P < 0,05$). Hasil rerata nilai daya tetas telur tertinggi terdapat

pada ikan patin siam yang ditembak dengan laser infra merah adalah dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai presentasi sebesar $86,370 \pm 1,211\%$, yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dengan nilai presentasi sebesar $86,555 \pm 1,423\%$. Hasil rerata nilai daya tetas telur terendah terdapat pada ikan patin siam tanpa ditembak dengan laser infra merah (perlakuan K-), yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) dengan presentasi sebesar $0 \pm 0\%$.

Sitisan Larva Ikan

Nilai sitisan larva ikan patin siam betina dalam penelitian ini berkisar antara 0-89,393%, nilai selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Hasil Sitisan Larva Ikan Patin Siam yang Ditembak Laser Inframerah

Perlakuan	Sitisan Larva Ikan (%) \pm SD
K- (tanpa perlakuan)	0 ± 0^d
K+ (ovaprim dan HCG)	$80,165 \pm 0,261^c$
P1 (dosis 0,2 <i>Joule</i>)	$88,945 \pm 1,496^a$
P2 (dosis 0,4 <i>Joule</i>)	$89,393 \pm 2,605^a$
P3 (dosis 0,6 <i>Joule</i>)	$84,858 \pm 0,445^b$
P4 (dosis 0,8 <i>Joule</i>)	0 ± 0^d

Keterangan: Huruf *Superscript* (a,b,c,d) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$).

Hasil Uji *Analisis of Varians* (ANOVA) menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda pada titik reproduksi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap sitisan larva ikan patin siam ($P < 0,05$). Hasil rerata sitisan larva ikan tertinggi terdapat pada ikan patin siam yang ditembak dengan laser infra merah dengan dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai presentasi sebesar $89,393 \pm 2,605\%$, yang tidak berbeda nyata dengan sitisan ikan patin siam yang ditembak dengan laser infra merah dengan dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dengan nilai presentasi sebesar $88,945 \pm 1,496\%$. Hasil rerata sitisan larva ikan terendah terdapat pada ikan patin siam tanpa ditembak dengan laser infra merah (perlakuan K-), yang tidak berbeda nyata dengan ikan patin siam betina yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,8 *Joule* (perlakuan P4) dengan presentasi sebesar $0 \pm 0\%$.

Kualitas Air

Kualitas air merupakan salah satu parameter penunjang yang dapat berpengaruh terhadap proses penetasan telur ikan patin siam. Kualitas air yang diamati meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut (*DO*). Pengamatan kualitas air media penetasan dilakukan setiap seminggu sekali selama empat minggu penelitian dan pengukuran air dilakukan pada pagi hari pukul 07.00 WIB dan pukul 16.00 WIB. Hasil nilai pH air pada penelitian ini berkisar antara 7,1-8,5. Hasil nilai suhu air pada penelitian ini berkisar antara 27-29,2°C. Hasil nilai *DO* pada penelitian ini berkisar antara 6,3-7,2 mg/L. Data kualitas air selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Data Kualitas Air Media Pemeliharaan Embrio

Perlakuan	pH	Parameter	
		Suhu	DO
K-	7,6-8,2	27,3-28,8	6,8-7,2
K+	7,5-8,1	27,7-29	6,4-7,2
P1	7,1-8,5	28-29,2	6,4-7
P2	7,5-8	27,8-29,1	6,3-6,8
P3	7,6-8,3	27-28,6	6,3-5,9
P4	7,4-8,2	27,5-29	6,5-7,2

PEMBAHASAN

Penembakan laser inframerah dengan dosis yang berbeda pada titik reproduksi berpengaruh terhadap tingkat kematangan gonad, diameter telur, fertilitas, daya tetas telur dan sitisan larva ikan patin siam betina. Penembakan laser pada titik reproduksi dapat menimbulkan biostimulasi pada aksis otak-pituitary-gonad-hepar terkait dengan aktivitas reproduksi, seperti peningkatan produksi enzim dan hormon serta aktivitas respon reseptor membran dan tidak menimbulkan inflamasi (Kusuma dkk., 2012).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya penembakan laser infra merah pada titik reproduksi mampu mempengaruhi perkembangan gonad ikan patin siam betina. Penembakan laser infra merah pada dosis 0,4 *Joule* (P2) mengalami perkembangan gonad dari TKG I ke TKG IV sebesar 75% dan TKG III sebesar 25%. Hal ini menunjukkan bahwa penembakan laser infra merah dengan dosis 0,4 *Joule* dapat merangsang neuron GABAergic untuk mensintesis GABA. GABA akan merangsang neuron GnRH di hipotalamus untuk melepas GnRH. GnRH akan merangsang pelepasan hormon gonadotropin (GtH-I) (Kah et al., 1993). Penembakan

laserpunktur dapat meningkatkan profil kadar hormon gonadotropin (GtH-I) yang berfungsi untuk perkembangan gonad. Hasil penembakan laser infra merah dengan dosis dibawah dan diatas dosis 0,4 Joule (P1) tidak menghasilkan perkembangan gonad pada TKG IV karena merupakan dosis awal sedasi yang mengakibatkan penurunan pada sel fotoreseptor sehingga terjadi perimbangan energi pada organ (Adikara,2001). Hal ini dikarenakan meningkatnya foton menyebabkan peningkatan produksi reactive oksigen spesies (ROS) yang dapat merusak sel dan mengganggu proses signaling sehingga gonad tidak berkembang (Farivar, 2014).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya penembakan laserpunktur pada titik reproduksi mampu mempengaruhi perkembangan gonad ikan patin siam betina. Kondisi gonad pada TKG I, yaitu tidak masak, ovari berwarna merah muda. TKG II ukuran ovari lebih besar, berwarna lebih gelap (merah tua), butiran belum terlihat jelas dengan mata. TKG III hampir masak, berwarna merah kekuningan dan secara morfologi telur mulai terlihat butirannya dengan mata. TKG IV masak, ovari semakin besar, telur berwarna kuning dan telur terlihat jelas.

Di titik reproduksi (*governoer vessel*) banyak dijumpai sel-sel aktif mempunyai sifat resistensinya rendah dan potensialnya tinggi. Artinya, bila sel tersebut mendapatkan biostimuli dari laser, maka di dalam sel tersebut akan mengalami proses polarisasi seluler, regulasi ion dan juga terjadi reaksi pembentukan *Adenosin Tri Phosphat (ATP)* yang didistribusikan secara intraseluler dan akhirnya menyebabkan perubahan potensial sel aktif lainnya ke sel target (gonad) dalam bentuk energi. Selanjutnya merangsang enzim *adenilsiklase*, *adenilsiklase* mengkatalisir pembentukan *cylick Adenosin Mono Phosphat (cAMP)*. *cAMP* akan berdifusi dalam sitoplasma dan akan bergabung dengan reseptor intra sel untuk mengaktifkan enzim khas (protein kinase), enzim ini akan merangsang mitokondria pada bagian krista tubuler untuk mendorong perubahan kolesterol menjadi hormon *gonadotropin (GtH)*, hormon ini terdiri dari *GtH I* dan *GtH II* dari hipofisa anterior. *GtH I* bertugas merangsang folikel ovarium untuk memproduksi estradiol-17 β dan akan menginduksi sel hepatosit untuk mensintesis dan mensekresikan vitellogenin untuk perkembangan oosit dalam ovarium sehingga gonadnya berkembang. Hal ini dapat diikuti dengan

nilai *Indeks Kematangan Gonad (IKG)* meningkat). Hormon *gonadotropin II (GtH II)* berperan merangsang folikel ovarium untuk memproduksi *17 α , 20 β - progesteron*. Hormon ini membantu pematangan oosit. (Savitri *et al.*, 2022).

Perkembangan gonad ikan patin siam betina mempengaruhi nilai *Gonado Somatic Index (GSI)* dan *Hepato Somatic Index (HSI)* yang dihasilkan. Nilai GSI dan HSI tertinggi pada dosis 0,4 Joule sebesar 3,852% dan 1,150%. Nilai GSI dan HSI dipengaruhi oleh hormon GtH-I yang berperan dalam meningkatkan produksi estrogen yang ditranspor menuju hati dengan cara difusi dan merangsang proses vitellogenesis (Nagahama,1994). Proses vitellogenesis meningkatkan berat hati karena menyimpan lemak dan sitesis vitelogenin (Potalangi *et al.*, 2004) sehingga jumlah telur, volume dan berat oosit mengalami penambahan. (Rovara *et al.*, 2008). Perbedaan nilai GSI dan HSI pada perlakuan penembakan laser infra merah menunjukkan adanya perbedaan perkembangan gonad yang dipengaruhi oleh kondisi hormonal ikan, seperti konsentrasi GtH dan estrogen pada ikan, sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas telur ikan.

Kualitas telur dapat mempengaruhi tingkat fertilitas telur. Berdasarkan hasil penelitian ini, tingkat fertilitas telur tertinggi terdapat pada ikan patin siam betina dengan penembakan laser infra merah pada dosis 0,4 Joule (P2) sebesar 89,593%. Tingkat rerata fertilitas terendah terdapat pada ikan patin siam betina yang diberi perlakuan ovaprim dan HCG (K+) sebesar 83,173%. Kualitas benih yang dihasilkan merupakan refleksi dari kuning telur (yolk) yang dipengaruhi oleh nutrisi yang tersedia (Hariani, 2013), dimana penembakan laser akan berpengaruh pada proses vitellogenesis yang meningkatkan simpanan lemak dan protein dalam telur (Potalangi *et al.*, 2004). Hasil penelitian dengan penembakan laserpunktur ini juga menunjukkan adanya peningkatan fertilitas dan kualitas telur (diameter telur). Diameter telur ikan patin yang dihasilkan pada penembakan laser infra merah dengan dosis 0,4 Joule, sebesar 1,017mm

Penembakan laser infra merah dengan dosis berbeda pada titik reproduksi mempengaruhi daya tetas telur ikan patin siam betina. Daya tetas adalah persentase jumlah telur yang menetas dari jumlah telur yang fertil. (Kusuma, Ngadiani and Hariani, 2015). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa daya tetas telur tertinggi dari ikan patin siam

yang ditembak dengan laser infra merah dosis 0,2 *Joule* (P1) dan 0,4 *Joule* (P2) sebesar 86,555% dan 86,370%. Derajat penetasan dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang berpengaruh terhadap daya tetas telur adalah perkembangan embrio. Perkembangan embrio dapat terhambat karena kualitas spermatozoa dan telur kurang baik. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh terhadap penetasan telur adalah lingkungan seperti temperatur air, oksigen terlarut, pH dan amoniak (Nainggolan *et al.*, 2015). Menurut Padmadevi *et al.*, (2021), induksi laserpunctur dapat meningkatkan motilitas dan viabilitas spermatozoa ikan patin.

Peningkatan Kualitas telur dan spermatozoa akan mempengaruhi derajat fertilisasi dan kelangsungan hidup larva ikan. Larva ikan patin hasil pematangan dengan penembakan laser infra merah dengan dosis 0,2 -0,4 *Joule* memiliki tingkat kelangsungan hidup tertinggi sebesar 88,945-89,393%,. Kelangsungan hidup benih dan larva sangat ditentukan oleh kualitas telur dan spermatozoa, ketersediaan lemak dan protein dalam telur yang berperan penting selama proses embiogenesis, dalam proses pembentukan dan aktifasi fungsi organ yang akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup larva. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Kusuma *et al.*, (2020), menyatakan bahwa penembakan laserpunctur pada induk ikan disertai dengan pemberian pakan yang bernutrisi dapat meningkatkan kualitas gamet dan tingkat fertilisasi, daya tetas serta kelangsungan hidup larva yang dihasilkan.

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan proses fertilisasi, penetasan dan juga embryogenesis ikan patin siam. Kualitas air yang perlu diperhatikan dalam proses penetasan yaitu suhu, oksigen terlarut (DO) dan pH. Hasil nilai pH air pada penelitian ini berkisar antara 7,1-8,5. Hasil nilai suhu air pada penelitian ini berkisar antara 27-29,2°C. Hasil nilai DO pada penelitian ini berkisar antara 6,3-7,2 mg/L. Hal ini sesuai dengan (SNI, 2000) yang menyatakan bahwa suhu pada proses penetasan telur ikan patin siam berkisar antara 27-30°C, oksigen terlarut DO >5 mg/L dan pH air 6,5-7.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penembakan laser inframerah berpengaruh terhadap tingkat kematangan gonad (TKG IV) dengan pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) sebesar 75%.
2. Penembakan laser inframerah berpengaruh terhadap kualitas telur (diameter telur) pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai sebesar 1,017mm.
3. Penembakan laser inframerah berpengaruh terhadap fertilitas pada dosis 0,4 *Joule* (P2) dengan nilai presentasi sebesar 89,593% .
4. Penembakan laser inframerah berpengaruh terhadap daya tetas telur pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai presentasi sebesar 86,370%, yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dengan nilai presentasi sebesar 86,555%.
5. Penembakan laser inframerah berpengaruh terhadap sitasan larva ikan pada dosis 0,4 *Joule* (perlakuan P2) dengan nilai presentasi sebesar 89,393%, yang tidak berbeda nyata dengan dosis 0,2 *Joule* (perlakuan P1) dengan nilai presentasi sebesar 88,945%..).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga dan Instalasi Perikanan Budidaya (IPB) Mojokerto yang telah mendukung dalam penelitian dan pembuatan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, S. dan Fatah, K. 2015. Biologi Reproduksi Ikan Red Devil (*Amphilopus labiatus*) dan (*Amphilopus citrinellus*) Di Waduk Kedungombo, Jawa Tengah. *Jurnal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 7 (1): 17-24.
- Adikara, R. T. S. 2014. Teknologi Laserpunctur dan Aspel Bioteknologi Bidang Veteriner. *Indonesia Journal of Acupuncture (Meridian)*.8(1):8-12
- Adriyani, B. R. 2014. Penembakan pematangan Gonad Ikan Patin Siam (Pangasianodon hypophthalmus) Betina Ukuran % kg Menggunakan Oodev melalui Penyuntikan. Skripsi. Fakultas Pertanian dan Ilmu Kelautan IPB. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 3 (3)

- Agustinus. 2013. Kinerja reproduksi dengan induksi oodev dalam vitelogenesis pada rematurasi induk ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) di dalam wadah budidaya. *Fish Sci.* 2013;3(5):10-16.
- Amri, K. dan Khairuman. 2002. Buku Pintar Budidaya 15 Ikan Konsumsi. Agromedia: Jakarta.
- Andy Omar, S. Bin. 2013. Biologi Reproduksi Cumi-cumi (*Sepioteuthis lessoniana Lesson*, 1830). Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Anggun, D. and Sani, P. (2010) 'Kematangan Gonad Terhadap Fertilitas Dan Daya Tetas Telur Dalam Pembenahan Buatan Abalone', 6(1), pp. 80–87.
- Arianti, N. D., M. F. Rahardjo. A. Zahid. 2017. Perkembangan Sel Telur Ikan Seriding (Ambassis nalua) Hamilton 1822. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1)
- Daniel, C. 1981. Les Poissons Plats (Teleosteen, Pleuronectiformes) en Baie de Douarnenez. These de Doctorat d' etat, UBO, Brest, France. 476 p.
- Darwisito, S., H. J. Sinjal., I. Wahyuni. 2015. Tingkat Perkembangan Gonad Kualitas Telur dan Ketahanan Hidup Larva Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Perbedaan Salinitas. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*.7(2)
- Dewi. 2011. Analisis Kekerabatan Ikan Sidat (*Anguila bicolor*) Menggunakan Metode Rpd-Pcr. Skripsi. Universitas Padjajaran. Jatinagor.
- Donaldson, E. M., G. A. Hunter. 1983. Induced fish maturation, ovulation and spermiation in cultured fish. pp. 405 -441. In W. S. Hoar, D. J. Randall and E. M. Donaldson, ed *Fish Physiology*, Volume. IX, Reproduction (Part B). academic Press., New York.
- Dyah, H. 2015. *Pemberian Variasi Level Protein Pakan Induk Dan Induksi Laserpunktur Terhadap Kualitas Telur Ikan Lele (Clarias Sp)*. Thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Effendi, I. 2009. Budidaya Perikanan. Universitas Terbuka. Jakarta.
- Effendie, M. I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Farivar, S., Malekshahabi, T., & Shiari, R..2014. Biological effects of low level laser therapy. *Journal of lasers in medical sciences*, 5(2), 58–62.
- Fauzi, M., Setyobudiandi, I., Suman, A. 2018. Biologi Reproduksi Ikan Selar Bentong (*Selar crumenophthalmus Bloch*, 1793) Di Perairan Natuna, Laut Cina Selatan. 10 (2).
- Gilbert S.F. 2000. *Developmental Biology*. Sixth Edition. Sinauer Associates. Sunderland.
- Hamblin, M. R. 2009. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophysics*, 4(3): 337-361.
- Hamid, M. A. dan Setyowibowo. 2010. Manual Pembenihan Patin Siam (*Pangasiusanodon hypophthalmus*). Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Budidaya Air Tawar Jambi. 59 hal.
- Hamid, M. A., Wahyu B. W, Rangga W, Reni A. L, Atomu Furusawa. 2009. Analisa Efektivitas Manajemen Induk Dan Pembenihan Ikan Patin Siam (*Pangasius Hypophthalmus*) di BBAT Jambi *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(1): 29-35.
- Handayani, A.E. 2014. Pengaruh Pemaparan Laserpunktur Pada Titik Reproduksi Terhadap Perkembangan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Patin Siam Jantan (*Pangasius hypophthalmus*). Thesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Hardjanto. 2001. Dasar-dasar Laserpunktur. Seminar Persatuan Akupunturis Seluruh Indonesia (PAKSI). Jakarta.100-105 hal.
- Hariani, D. et al. (2009) 'Biostimuli Reproduksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Betina Dengan Penembakan Laserpunktur', Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus, (2007), pp. 3–79.
- Hariani, D., P. S. W. Kusuma. 2016. Efektifitas Induksi Laserpunktur Dan Ovaprim Terhadap Kecepatan Pemijahan Dan Jumlah Telur Yang Terbuahi Pada Induk Lele (*Clarias sp*). *a Journal of science* 9 (2): 1-5; September 2016.
- Hartanti, N. U., dan Nurjanah. 2009. Pemacu Pematangan Gonad Induk Ikan Nilem Dengan Teknik Penembakan Hormon. *Jurnal Universitas Soedirman*. Purwokerto.
- Hayati, A. 2019. Biologi Reproduksi Ikan. Airlangga University Press. (1)

- Indra, I. S.S., Rachmi dan E.I. Raharjo. 2014. Pengaruh Getah Pepaya (*Carica papaya*) Kering Terhadap Derajat Pembuahan dan Penetasan Telur Ikan Jambal (*Pangasius hypothalamus*). *Jurnal Ruaya*, (2):29-38.
- Junaidi, E., Patriono, E., dan Sastra, F. 2009. Indeks Gonad Somatik Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis Blkr.*) yang Masuk ke Muara Sungai Sekitar Danau Singkarak. *Jurnal Penelitian Sains*.
- Kagawa, H., G. Young, S. Adachi and Y. Nagahama. 1982. 17 -estradiol production in amago salmon (*Oncorhynchus rhodurus*) ovarian follicles: role of thecal and granulose cells. *General and Comparative Endocrinology*, 47: 440-448.
- Kah O, I, Anglade, E. Lepretre, P. Dubourg and D. Monbrison. 1993. The reproductive brain in fish. *Fish Physiology and Biochemistry* 11: 85 – 98.
- Kawalec, J. S., V. J. Hetherington., T. C. Pfenningwerth., D. S. Dockery., Dolce .2004. Effect of a Diode Laser on Wound Healing by Using Diabetic and Nodiabetic Mice. *The journal of foot and Ankle Surgery*.214
- KKP. 2018. Data Statistik Produksi Ikan Patin 2018. <https://statistik.kkp.go.id>. 1 hal.
- Kusuma P. S. W., Hariani D., Mukti A. T. dan Satyantini W. A. 2007. Aplikasi Teknologi Laser untuk Peningkatan Produksi Lele dalam Rangka Pengembangan Ekonomi Masyarakat Desa di Kabupaten Boyolali Jawa Tengah. LP3K Kabupaten Boyolali. Boyolali.
- Kusuma P. S. W., Marhendra A. P. M., Aulanni'am dan Marsoedi. 2012. Mechanism of gonadotropin hormone release in catfish (*Clarias* sp.) upon laserpuncture exposure to reproduction acupoint. *International Journal of Basic dan Applied Sciences IJBASIJENS*. December. 2012, 12(06):177-182.
- Kusuma, P.S.W., Ngadiani, N. and Hariani, D. (2015) 'Utilization of laserpuncture induction as spawning stimulation in catfish (*Clarias* spp.) crossbreeding toward egg quality', *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 41(4), pp. 353–358. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2015.10.003>.
- Kusuma, P.S.W. and Hariani, D. (2017) 'The role of laserpuncture exposure on gonad maturation mechanism of catfish (*Clarias* sp.) through Ca²⁺, PKC and GABA neurotransmitter', *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 43(4), pp. 303–305. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2017.10.006>.
- Kusuma, P. S. W. dan Dyah, H. 2017. Induksi Laserpunktur pada Titik Reproduksi terhadap Peningkatan Kadar Testosteron dan Peningkatan Nilai Gonado Somatic Index (GSI) Induk Lele Jantan (*Clarias* sp.). Seminar Nasional Hasil Penelitian Universitas Kanjuruhan Malang. Universitas PGRI Adi Buana.
- Kusuma, P.S.W., Mahendra A.P.M., Aulanni'am dan Marsoedi. 2012. Mekanisme Pelepasan Hormon Gonadotropin (GtH-II) Ikan lele (*Clarias* sp) Setelah di Induksi Laserpunktur pada Titik Reproduksi. *Journal Sains dan Teknologi Indonesia* 14(3):210.
- Kusuma, W., Putra, A., & Said, T. 2020. Hormonal Induction Maturation of *Silver Pompano Trachinotus blochii* Induksi Maturasi Secara Hormonal Pada Ikan Bawal Bintang *Trachinotus blochii*. 19(1). <https://doi.org/10.19027/jai.19.1.61-73>.
- Lestari, D.P. 2018. Pengaruh Penembakan Laserpunktur Pada Titik Reproduksi Ikan Patin Siam (*Pangasianodon Hypophthalmus*) Betina Terhadap Fakunditas Dan Diameter Telur = The Effect Of Laserpuncture Shooting In Reproductive Point Of Female Siamese Catfish (*Pangasianodon Hypophthalmus*) To The Fecundity And Egg Diameter. *Semantic Scholar*
- Lubzens, E., Cerda, J., Young, G.,Bobe, J. 2010. Oogenesis in teleost fish: how fish eggs are formed. *General and Comparative Endocrinology* 165, 367– 389.
- Lucas, J. S. and Southgate, P. C. 2012. *Aquaculture Farming Aquatic Animals and Plants*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Mambrasar, P. *et al.* (2019) 'Sintasan Dan Pertumbuhan Larva Ikan Ikan Lele (*Clarias* sp) Hasil Penetasan Telur Melalui Penambahan Madu Dalam Pengenceran Sperma', *e-Journal BUDIDAYA PERAIRAN*, 3(1), pp. 101–107. Available at: <https://doi.org/10.35800/bdp.3.1.2015.6943>.
- Mantayborbir. V., Fadjar M., Agung P. W. Mahendra. 2013. Exploration Laser Punctures Exposure

- Effect on Reproductive Point to Increasing Number of Leydig Cells Catfish (*Clarias sp.*). *J. Life Sci. Biomed.* 3(6): 444-449, 2013
- Megayanti, A.T. 2018. Pengaruh Penembakan Laserpunktur Pada Titik Reproduksi Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) Betina Terhadap Perkembangan Kematangan Gonad. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga.
- Mukti, A. T., Sari, Y. G. P., Agusdinata, G. S. R., Satyantini, W. H., Mubarak, A. S., Luqman, E. M., & Widjiati. 2020. The effects of laserpuncture on gonadal maturity and sperm quality of male striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Theriogenology*, 147, 102–107. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.030>
- Murua, H. Kraus, G. Sabarido-Rey, F. Witthames, P. R. Thorsen, A. and Junquera, S. 2003. Procedures to estimate fecundity of marine fish Species in relation to their reproductive strategy. *Journal. Northw. Atl. Fish Sci.* (33): 33-54.
- Nawawi, N. M., & Idrus, S. M. 2008. Investigation of stimulated brillouin scattering for the generation of millimeter waves for radio over fiber system. *Proceedings of IEEE 2008 6th National Conference on Telecommunication 48 Technologies and IEEE 2008 2nd Malaysia Conference on Photonics, NCTT-MCP 2008, August, 33–36.*
- Nugraha. 2007. Kebiasaan Makan Ikan Patin Siam. Penebar Swadaya. Jakarta. 125 hal.
- Nugroho, S. 2008. Dasar-Dasar Rancangan Percobaan. Universitas Negeri Bengkulu. UNIB Press (1).
- Padmadevi, M., Mukti, A.T & Mubarak, A.S. 2021. Induksi Laser Dioda Merah Terhadap Tingkat Kematangan Gonad dan Kualitas Sel Telur Ikan Patin Siam Betina (*Pangasianodon hypophthalmus*). Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga.
- Pham, H.Q., A.T. Nguyen, M.D. Nguyen and A. Arukwe. 2010. Sex steroid levels, oocyte maturation and spawning performance in Waigieu sea perch (*Psammoperca waigiensis*) exposed to thyroxin, human chorionic gonadotropin, luteinizing hormone releasing hormone and carp oituitary extract. *Comp. Biochem. Physiol. Part A.* 155 : 223-230.
- Plante, S., Audet, C., Lambert, Y., & de la Noüe, J., 2005. Alternative Methods For Measuring Energy Content In Winter Flounder. *North American Journal of Fisheries Management.* 25(1): p. 1-6.
- Prianto, E., Kamal, M. M., Muchsin, I., & Kartamihardja, S. 2015. Banjiran Lubuk Lampam Kabupaten Ogan Komering Ilir Reproductive Aspect of Green Catfish (*Hemibagrus nemurus*) in Lubuk Lampam Floodplain, Ogan Komering Ilir Regency. 7(3), 137–146.
- Rianti, E. D. D. 2013. Pemanfaatan Sinar Infra Merah Terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal “Ilmiah Kedokteran” Wijaya Kusuma*, 2, 1–11.
- Riegel, J. R. 2017. Laser Therapy in Veterinary Medicine Photobiomodulation. India: Spi Global.
- Rustidja. 1997. Pembenuhan Ikan-Ikan Tropis. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sahara, R. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi Bubuk Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) dan Kunyit (*Curcuma longa L.*) Terhadap Organoleptik Bekasam Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). Skripsi. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri.
- Savitri, A.M. et al. (2022) ‘Fertilitas, Daya Tetas Telur dan Sintasan Larva Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) pada Media Pembuahan Larutan NaCl Fisiologis dan Madu dengan Dosis Berbeda’, *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 4, pp. 172–180. Available at: <https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.498>.
- Schulz, W.R., L. R. França, J. J. Lareyre., F. LeGac., H. C. Garcia., R. H. Nobrega., T. Miura. 2010. Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology* 165 (2010) 390–411
- Sjafei, D. S., Simanjuntak, C. P. H., & Rahardjo, M. F. 2017. Perkembangan Kematangan Gonad Dan Tipe Pemijahan Ikan Selais (*Ompok Hypophthalmus*) Di Rawa Banjiran Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(2), 93–100.

- Slembrouck, J., O. Komarudin, Maskur., M, Legendre. 2005. Petunjuk Teknis Pembenihan Ikan Patin Indonesia, *Pangasius djambal*. Terjemahan: Subandi, A., Khan, Z. IRD dan Pusat Riset Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Sukiya. 2005. Biologi Vertebrata. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Sulistri, E., Masturi. 2013. Analisis Interferensi Cahaya Laser Terhambur Menggunakan Cermin Datar “Berdebu” Untuk Menentukan Indeks Bias Kaca. *Jurnal Fisika* Vol. 3 No. 1.
- Susanto, H. 2009. Pembenihan dan Pembesaran Patin. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tahapari. E. dan Dewi, R. R. S. P. S. 2013. Peningkatan Performa Reproduksi Ikan Patin Siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) pada Musim Kemarau Melalui Induksi Hormonal. *Berita Biologi*. 12(2): 1-7.
- Tahapsari, E., B, Iswanto. 2010. Perkembangan Oosi Ikan Patin Siam (*Pangasiodon hypothalamus*) Sauvage 1878 (*Pangasidae: Siluriformes*). *Loka Riset Pemuliaan dan Teknologi Budidaya Air tawar*. *Berita Biologi*. 10(3).
- Woynarovich, E. and L. Hovath, 1980. The Artificial Propagation of Warm-Water Finfish A Manual for Extensin. FAO Fisheries Technical Paper. pp 183.
- Yolanda, D.F., Sukendi., Alwi, Hamdan. 2016. Gonad Maturation of Angle Fish (*Pterophyllum scallare*) Induced by Laser Puncture Exposure at Different Time Duration. *Jomfaperika*.
- Yuniar, I. 2017. Biologi Reproduksi Ikan. Hang Tuah University Press.