

PENGARUH PERENDAMAN HORMON 17α -methyltestosteron DAN SUHU YANG BERBEDA TERHADAP PERSENTASE KELAMIN JANTAN DAN PERFORMA PERTUMBUHAN IKAN BANGGAI CARDINAL (*Pterapogon kauderni*)

Muhammad Safir¹, Andi Heryanti Rukka², Septina F. Mangitung³, Daniel Sambaeni⁴

^{1,2,3,4} Universitas Tadulako, Palu, Indonesia.
e-mail: safirmuhammad@gmail.com

Abstract

Cardinal Banggai fish (*Pterapogon kauderni*) is a type of marine ornamental fish endemic to Central Sulawesi. Massive exploitation causes the number of *P. kauderni* fish in nature to decrease. Male *P. kauderni* fish are parental care in their reproductive activities so that in improving the quality of seeds and their reproductive activities, more male broods are needed. This study aims to determine the effectiveness of the combination treatment of 17α -methyltestosterone (MT) with temperature by immersing *P. kauderni* larvae in producing a high percentage of male sex. The treatments tested are; A) immersion of *P. kauderni* larvae at 28°C without MT hormone (NMT+ 28°C); B) immersion of *P. kauderni* larvae at 28°C and MT hormone (MT+ 28°C); C) immersion of *P. kauderni* larvae at 34°C without MT (NMT+ 34°C); D) immersion of *P. kauderni* larvae at 34°C and MT hormone (MT+ 34°C), each with 4 hours of immersion. The results showed that the male percentage of *P. kauderni* was higher ($P<0.05$) in all MT treatments at 28°C and 34°C compared to treatment without MT at 28°C . The daily growth rate was higher in the MT and NMT treatments at 34°C ($P<0.05$) than the other treatments. The increase in biomass and survival did not differ for all treatments. In conclusion, immersion in the combination of 17α -methyltestosterone hormone and different temperatures increased the percentage of male sex, Banggai cardinal fish (*P. kauderni*).

Keywords : Endemic, Banggai cardinal fish (*P. kauderni*), growth, male sex percentage

Abstrak

Ikan Banggai kardinal (*Pterapogon kauderni*) merupakan jenis ikan hias air laut endemik yang ada di Sulawesi Tengah. Eksploitasi secara masif menyebabkan jumlah ikan *P. kauderni* di alam semakin menurun. Ikan *P. kauderni* jantan bersifat *parental care* dalam kegiatan reproduksinya sehingga dalam peningkatan kualitas benih dan kegiatan reproduksinya dibutuhkan jumlah induk jantan yang lebih banyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari perlakuan kombinasi hormon 17α -methyltestosteron (MT) dengan suhu melalui perendaman larva *P. kauderni* dalam menghasilkan persentase kelamin jantan yang tinggi. Perlakuan yang diujikan yakni; A) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 28°C tanpa hormon MT (NMT+suhu 28°C); B) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 28°C dan hormon MT (MT+suhu 28°C); C) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 34°C tanpa MT (NMT+suhu 34°C); D) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 34°C dan hormon MT (MT+suhu 34°C), masing-masing dengan lama perendaman 4 jam. Hasil penelitian menunjukkan persentase jantan *P. kauderni* lebih tinggi ($P<0,05$) pada semua perlakuan MT dengan suhu 28°C dan 34°C dibandingkan dengan perlakuan tanpa MT pada suhu 28°C . Laju pertumbuhan harian lebih tinggi pada perlakuan MT dan NMT pada suhu 34°C ($P<0,05$) dibandingkan perlakuan lainnya. Pertambahan biomasa dan kelangsungan hidup tidak berbeda untuk semua perlakuan. Kesimpulan, perendaman kombinasi hormon 17α -methyltestosteron dan suhu yang berbeda meningkatkan persentase kelamin jantan, ikan Banggai cardinal (*P. kauderni*).

Kata Kunci : Endemik, ikan Banggai cardinal (*P. kauderni*), pertumbuhan, persentase kelamin jantan

1. PENDAHULUAN

Ikan Banggai kardinal (*Pterapogon kauderni*) merupakan jenis ikan hias air laut dari famili *Apogonidae* yang penyebarannya secara alami terbatas. Ikan ini hanya dapat ditemukan secara alami di Kepulauan Banggai, Sulawesi Tengah dan beberapa pulau kecil di sekitarnya (Ndobe, 2011). *P. kauderni* memiliki ciri khas seperti bentuk tubuh yang menarik, tingkah laku pada saat bereproduksi, dan keindahan warna (Sugama, 2008). Hal tersebut menjadikan ikan ini banyak diminati oleh *hobby fish* dan penggemar akuaskap air laut baik luar maupun dalam Negeri (Carlos et al., 2014). Tahun 2000-2001 tercatat jumlah *P. kauderni* yang diperdagangkan mencapai 700.000-1.400.000 juta ekor (Ndobe, 2011). Jumlah tersebut sangatlah tinggi, dan mengakibatkan keberadaan populasi *P. caudernii* di alam semakin menurun dan terancam punah (Ndobe et al., 2013) jika dilakukan eksploitasi secara terus menerus. Hal ini yang menjadi salah satu dasar sehingga ikan ini masuk dalam kategori dilindungi dari segi tempat dan waktu penangkapannya.

Selain itu, upaya lain yang dapat dilakukan untuk menjaga kelestarian populasi *P. kauderni* di alam yaitu dengan menyediakan ikan jantan yang lebih banyak (Safir et al., 2020a). Hal tersebut berkaitan dengan tingkah laku ikan jantan yang *parental care* (Gunawan et al. 2010; Ndobe et al., 2013). Individu jantan *P. kauderni* mengambil peran yang sangat penting dalam proses pemijahan, dimana induk jantan akan mengerami telur dan larva dalam mulutnya dengan rentan waktu ± 20 hari. Larva yang telah menetas akan tetap tinggal di dalam mulut induk jantan selama $\pm 6-10$ hari sebelum *juvenile* berenang bebas di alam (Gunawan et al., 2020; Ndobe, 2011; Safir et al., 2020a; Safir et al., 2020b). Selama proses tersebut, induk *P. kauderni* jantan tidak mendapatkan asupan nutrisi dari luar, sementara *P. kauderni* betina melakukan proses pemulihan untuk pemijahan pada periode selanjutnya (Gunawan et al., 2010; Safir et al., 2020a). Jika sesaat setelah proses penyapihan *P. kauderni* jantan

selesai dan kembali melakukan pembuahan pada betina yang matang gonad tentunya akan berdampak pada penurunan kualitas benih yang dihasilkan dalam jangka panjang. Namun jika betina tidak terbuahi saat matang gonad tentunya akan mengurangi produksi benih *P. kauderni* (Safir et al., 2020a). Olehnya itu, keberadaan jumlah *P. kauderni* jantan yang lebih tinggi sangat mendukung produksi benih secara berkelanjutan.

Produksi ikan jantan dapat dilakukan melalui teknik seks reversal menggunakan hormon *17 α -methyltestosteron* (MT) (Afpriyaningrum et al., 2016; Safir, 2018; Safir et al., 2020a). Pengaplikasian hormon MT dengan dosis 2,0 mg/L air melalui metode perendaman larva ikan nila terbukti meningkatkan persentase jantan sebesar 81% (Safir, 2018), dan pada pakan alami dengan dosis 2,5 mg/l, diberi pada larva *P. kauderni* menghasilkan persentase jantan sebesar 83,67% (Safir et al., 2020a). Selain penggunaan MT, manipulasi suhu (suhu 36°C) juga mampu meningkatkan keberhasilan produksi *monoseks* jantan seperti pada larva ikan nila (Afpriyaningrum et al., 2016). Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi pula rasio kelamin jantan yang dihasilkan (Borrolier et al., 1995 dalam Tessema et al., 2006; Afpriyaningrum et al., 2016). Meskipun demikian, berdasarkan uji pendahuluan yang telah kami lakukan dimana larva *P. kauderni* hanya mampu bertahan hidup lebih dari 4 jam pada media yang telah dilengkapi dengan hormon MT dosis 2,5 mg/L air pada suhu maksimum 34°C. Oleh karena itu, dosis hormon MT dan suhu media perendaman yang digunakan mengacu pada uji pendahuluan tersebut. Pengaplikasian hormon MT dan suhu secara bersama dalam pengarahannya kelamin ikan *P. kauderni* jantan tergolong baru. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari perlakuan kombinasi hormon MT dan suhu melalui perendaman larva *P. kauderni* dalam menghasilkan persentase kelamin jantan yang tinggi.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2020, bertempat di Balai Pelatihan Budidaya dan Konservasi Laut, Desa Bone Baru, Kecamatan Banggai Utara, Kabupaten Banggai Laut, Provinsi Sulawesi Tengah.

Organisme Uji

Organisme uji yang digunakan adalah larva *P. kauderni* berumur ± 21 hari, berjumlah 200 ekor dengan padat tebar 10 ekor /wadah. Larva diperoleh dari induk *P. kauderni* hasil penangkapan di alam. Selanjutnya di adaptasikan dengan baik dengan mengacu pada penelitian sebelumnya (Safir et al., 2020a; Safir et al., 2020b).

Desain Penelitian.

Penelitian didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuan yang diujikan yakni; A) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 28°C tanpa hormon MT (NMT+28°C); B) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 28°C dan hormon MT (MT+28°C); C) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 34°C tanpa MT (NMT+34°C); D) perendaman larva *P. kauderni* pada suhu 34°C dan hormon MT (MT+34°C), masing-masing dengan lama perendaman 4 jam.

Pelaksanaan Seks Reversal

Metode pelaksanaan seks reversal mengacu pada penelitian Afpriyaningrum et al., (2016) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 10 ekor larva *P. kauderni* dimasukkan dalam kantong plastik bervolume 3 liter dan berisi 1 liter air yang mengandung 2,5 mg hormon 17 α -methyltestosteron, dengan suhu media sesuai perlakuan. Selanjutnya diberi oksigen murni dengan perbandingan 1:1, dan diikat kuat menggunakan karet. Agar suhu air dalam media perendaman tetap konstan, maka kantong plastik yang berisi perlakuan ditempatkan dalam sterofom yang telah dilengkapi dengan hitter (pengatur suhu sesuai dengan perlakuan). Hal yang sama dilakukan untuk masing-masing perlakuan kontrol namun tanpa pemberian hormon MT. Setiap perlakuan

diberi tiga kali ulangan. Setelah 4 jam perendaman, selanjutnya organisme uji dipisahkan dengan media perendaman dan dibilas menggunakan air laut bersih sebanyak tiga kali, kemudian dimasukkan pada setiap akuarium (berukuran 15 x 20 x 20 cm³ dengan volume 4 liter) yang telah dilengkapi dengan aerasi sebagai wadah pemeliharaan sesuai perlakuan. Air hasil perendaman larva dikumpulkan dan dibuang pada lokasi yang sesuai untuk menghindari dampak negatif pada lingkungan.

Pemeliharaan Organisme Uji

Pemeliharaan organisme uji dilakukan selama 30 hari. Selama masa pemeliharaan, larva *P. kauderni* diberi pakan berupa *Artemia* sp. dengan frekuensi 4 kali sehari secara *ad-satiation* (Safir et al., 2020b; Safir et al., 2020a). Pemberian pakan awal dilakukan setelah larva beradaptasi dengan sempurna (sekitar 2 jam) dalam media yang baru. Sampling pertumbuhan dilakukan setiap 10 hari. Kualitas air dipertahankan pada kondisi normal, dengan menggunakan sistem resirkulasi semi tertutup dan dilakukan pergantian air dua kali dalam seminggu. Parameter kualitas air selama masa pemeliharaan meliputi suhu (25-28°C), salinitas (27-39 ppt), pH (7,4-8,14), dan DO (4-8,2 ppm), semuanya berada dalam kisaran yang sesuai untuk pemeliharaan *P. kauderni* (Gunawan et al., 2010; Ndobe, 2011; Safir et al., 2020b; Safir et al., 2020a).

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini meliputi persentase kelamin jantan, performa pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang dihasilkan. Nilai persentase jantan diperoleh dengan melakukan identifikasi secara primer, mengacu pada penelitian Chakraborty et al., (2011) dan Safir (2018), yakni mengambil sebanyak 30% ikan uji setiap ulangan pada akhir pemeliharaan (hari ke-30). Selanjutnya, ikan dibedah pada bagian perut sampai pada bagian dalam *operculum*, kemudian gonad diambil menggunakan pinset dan diletakkan pada gelas objek untuk dicacah

sampai halus. Cacahan gonad ditetesi dengan larutan asetokarmin sebanyak 1 tetes sebagai pewarnaan, kemudian dilakukan pengamatan dibawah mikroskop binokuler (pembesaran 40x). Data performa pertumbuhan diamati dengan melihat laju pertumbuhan harian dan pertambahan biomasa dari ikan uji (Safir, 2018). Sedangkan kelangsungan hidup di hitung pada akhir pemeliharaan (Rahman dan Safir, 2018).

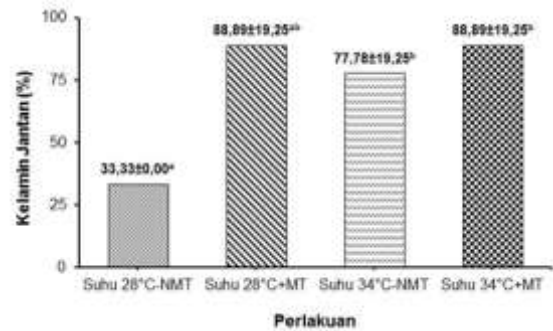
Analisis Data

Data performa pertumbuhan (laju pertumbuhan harian dan pertambahan biomasa), persentase kelamin jantan dan kelangsungan hidup, dianalisis menggunakan uji *two-way* ANOVA pada $P=0,05$. Jika perlakuan memberikan pengaruh maka dilakukan uji lanjut Duncan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Kelamin jantan

Persentase kelamin jantan benih *P. kauderni* hasil perlakuan perendaman dengan hormon *17 α -methyltestosteron* pada suhu yang berbeda disajikan pada gambar 1. Nilai persentase kelamin jantan pada perlakuan suhu 28°C tanpa dan dengan hormon MT (NMT+suhu 28°C dan MT+suhu 28°C), perlakuan suhu 34°C tanpa dan dengan hormon MT (NMT+34°C, dan MT+suhu 34°C) secara berurut masing-masing sebesar 33,33 \pm 0,00%, 88,89 \pm 19,25%, 77,78 \pm 19,25% dan 88,89 \pm 19,25%. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan suhu memberikan pengaruh terhadap peningkatan kelamin jantan ikan perlakuan, dimana perlakuan NMT+suhu 34°C (77,78%) lebih tinggi ($P<0,05$) dibandingkan perlakuan NMT+suhu 28°C (33,335%). Selanjutnya pemberian hormon MT pada ikan perlakuan dengan meningkatnya suhu tidak memberikan pengaruh yang signifikan ($P>0,05$) terhadap persentase kelamin jantan ikan perlakuan.



Gambar 1. Persentase kelamin jantan *P. kauderni* pada akhir pemeliharaan setelah perendaman dengan media yang mengandung hormon *17 α -methyltestosteron* pada suhu yang berbeda.

Persentase kelamin jantan pada ikan perlakuan MT+suhu 28°C, NMT+suhu 34°C dan MT+suhu 34°C, lebih tinggi dari perlakuan NMT+suhu 28°C. Hasil ini menunjukkan bahwa persentase kelamin jantan yang tinggi pada ikan uji merupakan efek dari perlakuan hormon *17 α -methyltestosteron* dan suhu. Hasil penelitian yang serupa dilaporkan oleh Chakraborty et al., (2011); Safir et al., (2017) pada ikan nila, Safir et al., (2020a) pada ikan *P. kauderni* bahwa perlakuan seks reversal menggunakan hormon *17 α -methyltestosteron* terbukti meningkatkan persentase ikan jantan pada masing-masing ikan uji. Selanjutnya beberapa peneliti telah melaporkan bahwa perubahan jenis kelamin juga dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan pemeliharaan (Tessema et al., 2006; Azaza et al., 2008; El-Fotoh et al., 2014). Lebih lanjut dilaporkan oleh Afpriyaningrum et al., (2016); Fauzan et al., (2017) bahwa perlakuan kombinasi hormon *17 α -methyltestosteron* dengan suhu terbukti meningkatkan persentase jantan pada ikan nila.

Peningkatan persentase jantan ikan dari perlakuan hormon *17 α -methyltestosteron* dan suhu terjadi melalui mekanisme yang melibatkan aromatase (Piferrer, 2011). Lebih lanjut dilaporkan oleh Fauzan et al. (2017) bahwa ekspresi gen aromatase menunjukkan nilai yang lebih rendah pada ikan yang memiliki persentase kelamin jantan yang tinggi dibandingkan persentase jantan yang

rendah. D’cotta et al., (2001) melaporkan bahwa aktivitas aromatase menunjukkan penurunan dengan meningkatnya suhu media pemeliharaan. Perlakuan MT dan suhu akan menghambat aktivitas aromatase dalam menghasilkan hormon estrogen dari androgen sehingga kadar androgen yang lebih tinggi dan menyebabkan ikan menjadi jantan secara fenotip (Kwon et al., 2000; Kobayashi dan Nagahama, 2009; Chakraborty et al.,

(2011); Afpriyaningrum et al., (2016); Safir et al., 2017; Safir et al., 2020a).

Performa Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup

Hasil analisis untuk data laju pertumbuhan harian (LPH), penambahan biomasa (PB) dan tingkat kelangsungan hidup (TKH) benih *P. cauderni* yang dipelihara selama 30 hari disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Laju pertumbuhan harian (LPH), penambahan biomasa (PB), dan tingkat kelangsungan hidup (TKH) benih *P. cauderni* hasil perendaman hormon 17 α -methyltestosteron pada suhu yang berbeda.

Parameter pengamatan	Perlakuan			
	NMT+Suhu 28°C	MT+Suhu 28°C	NMT+Suhu 34°C	MT+Suhu 34°C
LPH (%/hari)	5,97 ± 0,54 ^{a*}	6,70 ± 1,20 ^a	8,61 ± 0,54 ^b	8,76 ± 1,29 ^b
PB (g)	0,81 ± 0,15	0,81 ± 0,31	0,86 ± 0,15	1,09 ± 0,47
TKH (%)	60,00 ± 0,00	60,00 ± 26,46	60,00 ± 10,00	70,00 ± 10,00

Keterangan; * Huruf superscript yang berbeda di baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan (P<0,05). NMT; Non 17 α -methyltestosteron, MT; dengan 17 α -methyltestosteron. NMT+Suhu 28°C; perlakuan perendaman larva *P. cauderni* pada suhu 28°C tanpa diberi hormon 17 α -methyltestosteron. MT+Suhu 28°C; perlakuan perendaman larva *P. cauderni* pada suhu 28°C diberi hormon 17 α -methyltestosteron.

LPH benih *P. cauderni* pada perlakuan NMT+suhu 28°C dan MT+suhu 28°C tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua perlakuan. Hal yang sama pada perlakuan NMT+ suhu 34°C dengan MT+suhu 34°C. Namun LPH pada perlakuan NMT dan MT pada suhu 34°C (NMT+suhu 34°C dan MT+suhu 34°C) lebih tinggi (P<0,05) dibandingkan pada perlakuan NMT dan MT pada suhu 28°C (NMT+suhu 28°C dan MT+suhu 28°C). Hasil ini sejalan yang dilaporkan oleh Celik et al., (2011); Safir et al., (2017); Safir et al., (2020a) bahwa pada stadia larva perlakuan MT belum menunjukkan pengaruh terhadap peningkatan laju pertumbuhan harian dari ikan uji. LPH yang tinggi dalam perlakuan ini diduga lebih dipengaruhi oleh suhu perendaman yang tinggi (34°C) dalam proses sex reversal. Hal ini relatif sejalan yang dilaporkan oleh Fauzan et al., (2017), ikan hasil perlakuan MT dengan suhu 36 °C menunjukkan LPH yang lebih tinggi dibandingkan pada perlakuan MT dengan suhu 26°C masing-masing dengan lama perendaman 4 jam. Hal ini diduga terkait dengan peningkatan laju metabolisme

yang terjadi dalam tubuh organisme uji sesaat setelah perlakuan. Sejalan yang dilaporkan oleh beberapa peneliti bahwa meningkatnya suhu air pemeliharaan pada nilai tertentu dapat meningkatkan laju metabolisme dalam tubuh organisme sehingga meningkatkan napsu makan dan menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik (Hermanto, 2000; Stickney 1979 dalam Gunawan et al., 2020). Hal ini juga terlihat dari hasil penelitian Fauzan et al., (2017) dimana ikan uji yang direndam dua kali (tiga hari setelah perendaman pertama) pada suhu 36°C memiliki LPH yang lebih tinggi dibandingkan perendaman satu kali.

Pertambahan biomasa (PB) pada semua ikan perlakuan dalam penelitian ini tidak menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda (Tabel 1.). Hasil ini juga menunjukkan bahwa LPH yang tinggi tidak selamanya memiliki korelasi positif dengan penambahan biomasa (PB) ikan uji. Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa ikan yang diberi perlakuan MT kombinasi dengan suhu perendaman tidak memberikan pengaruh terhadap TKH ikan uji dengan lama

pemeliharaan 30 hari. Hasil yang serupa juga telah kami dapatkan pada penelitian sebelumnya di ikan nila (Safir et al., 2017) dan ikan *P. kauderni* (Safir et al., 2020a). Lebih lanjut dilaporkan oleh Chakraborty et al., (2011); Afpriyaningrum et al., (2016) bahwa perlakuan seks reversal dengan hormon *17 α -methyltestosteron* tidak memberikan pengaruh terhadap TKH dari ikan perlakuan. TKH yang lebih rendah pada penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya (Safir et al., 2020a) lebih disebabkan oleh permasalahan teknis terkait penanganan organisme uji dalam proses pemeliharaan. Syazili et al., (2012) melaporkan bahwa rendahnya kelangsungan hidup yang diperoleh dari ikan uji pada akhir pemeliharaan juga dapat disebabkan oleh penanganan yang kurang tepat saat pembersihan wadah, pergantian air dan sampling pertumbuhan.

4. KESIMPULAN

Perendaman hormon *17 α -methyltestosteron* dan suhu yang berbeda dapat meningkatkan persentase kelamin jantan, dan tidak mempengaruhi performa pertumbuhan dari ikan Banggai cardinal (*P. kauderni*). Perlakuan yang memberikan persentase jantan ikan Banggai cardinal (*P. kauderni*) yang tinggi yakni perendaman dengan hormon *17 α -methyltestosteron* kombinasi suhu 28°C.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afpriyaningrum, M.D., Soelistyowati, D.T., Alimuddin, Zairin M.Jr., Setiawati, M., Hardiantho, D. (2016). Maskulinisasi Ikan Nila Melalui Perendaman Larva pada Suhu 36 °C dan Kadar Residu *17 α -metiltestosteron* dalam Tubuh Ikan. *Omni-Akuatika*, 12 (3), 106-113.
- Azaza, M.S., Dhraief, M.N., Kraiem, M.M. (2008). Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* Linnaeus reared in geothermal waters in southern Tunisia. *Journal of Thermal Biology*, 33: 98-105.
- Carlos, N.S.T., Victor, A.B.N., Watung. (2014). Distribusi dan Kelimpahan *Pterapogon kauderni* Koumans, 1933 (*Apogonidae*) di Selat Lembeh Bagian Timur, Kota Bitung. *Jurnal Ilmiah Platax*, Vol. 2(3), 3-6.
- Celik, I., Guner, Y., Celik, P. (2011). Effect of orally –administered *17 α -methyltestosterone* at different doses on the sex reversal of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L. 1758). *Journal of Animal and Veterinary Advances*, Vol. 10 (7), 853-857.
- Chakraborty, S.B., Mazumdar, D., Chatterji, U., Banarjee, S. (2011). Growth of mixed-sex and monosex Nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 11:131-138.
- D'cotte, H., Fostier, A., Guiguen, Y., Govoroun, A. (2001). Aromatase plays a key role during normal and temperature-induced sex differentiation of tilapia *Oreochromis niloticus*. *Molecular Reproduction and Development*, 276; 265-276.
- El-Fotoh, E.M.A., Ayyat, M.S., El-Rahman, G.A.A., Farag, M.E. (2014). Mono sex male production in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* using different water temperature. *Zagazig Journal Agriculture Research*, 41 (1), 1-8.
- Fauzan, A.L., Soelistyowati, D.T., Zairin, Jr.M., Hardiantho, D., Setiawati, M., Alimuddin. (2017). Ekspresi gen aromatase, rasio kelamin, dan kinerja budidaya ikan nila yang direndam hormon *17 α -metiltestosteron* pada suhu 36 °C. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, Vol. 6(1), 116-123.
- Hermanto. (2000). Optimalisasi suhu media pada pemeliharaan benih ikan Gurame (*Osphronemus gourami*, Lac.). Sekolah pascasarjana IPB. 76 hal.
- Gunawan, Hutapea, J.H., Setiawati, K.M. (2010). Pemeliharaan induk ikan capungan banggai (*Pterapogon kauderni*) dengan kepadatan yang berbeda. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur 2010*. 461-466 pp.

- Kobayashi, T., & Nagahama, Y. (2009). Molecular Aspects of Gonadal Differentiation in a Teleost Fish, the Nile Tilapia. Sexual Development, 3:108-117.
- Kwon, J.Y., Haghpanah, V., Kogson-Hurtado, L.M., Mcandrew, B.J., Penman, D.J. (2000). Masculinization of genetic female Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by dietary administration of an aromatase inhibitor during sexual differentiation. Journal of Experimental Zoology, 287: 46-53.
- Ndobe, S. (2011). Pertumbuhan Ikan Hias Banggai Cardinal Fish *Pterapogon kauderni* pada Media Salinitas yang Berbeda. Jurnal Media Sulteng, Vol 4(1), 52-56
- Ndobe, S., Widiyastuti, I., Moore, A. (2013). Sex Ratio dan Pemangsaan Terhadap Rekrut pada Ikan Hias Banggai Cardinal Fish *Pterapogon kauderni*. Konservasi Akuakultur. Sulawesi Tengah
- Piferrer, P. (2011). Endocrine control of sex differentiation in fish. In: The sense, supporting tissue, reproduction, and behavior. Farrell AP, Cech JJ, Richards JG, Stevens ED editor. Columbia, Canada (US). Encyclopedia of fish physiology: From genome to environment. Page: 1490-1499.
- Rahman, S.A., & Safir, M. (2018). Performa Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Capungan Banggai (*Pterapogon kauderni*) Pada Mikrohabitat Yang Berbeda. Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan, Vol. 7(2), 1-6.
- Safir, M. (2018). Respon Fisiologis dan Biokimia Ikan Nila Hasil Sex Reversal, Diberi Pakan Kadar Protein Berbeda dan Diperkaya dengan Hormon Pertumbuhan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 77 hal.
- Safir, M., Alimuddin, Setiawati, M., Zairin, M.Jr., Suprayudi, M.A. (2017). Growth Performance of Nile Tilapia Immersed in 17 α -methyltestosterone and rEIGH, and Fed a Diet Enriched with rEIGH. Omni-Akuatika, Vol. 13(2), 57– 64.
- Safir, M., Tobigo, D.T., Mangitung, S.F., Madinawati, Zainab. (2020a). Masculinization of Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*) using 17 α -Methyltestosterone-enriched *Artemia* sp. Omni-Akuatika, Vol. 16 (2), 135-140.
- Safir, M., Tobigo, D.T., Mangitung, S.F., Sambaeni, D., Ryaldi, M., Adam, R.D., Zainab, Husain. (2020b). Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva *Pterapogon kauderni* yang Diberi Jenis Pakan Berbeda. Jurnal Agrisains, Vol. 21(1), 1-7.
- Sugama, K. (2008). Pemijahan dan Pembesaran Anak Ikan Cardinal Banggai (*Pterapogon kauderni*). Jurnal Riset Akuakultur, Vol. 3(1), 83-90.
- Tessema, M., Muller-Belecke, A., Horstgen-Schwark, G. (2006). Effect of rearing temperatures on the sex ratios of *Oreochromis niloticus* populations. Aquaculture, 258: 270-277.
- Syazili, A., Irmawati, Alimuddin, Sumantadinata, K. (2012). Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Juvenil Ikan Gurami yang Direndam Hormon Pertumbuhan Rekombinan dengan Frekuensi Berbeda. Jurnal Akuakultur Indonesia, 11:23-27.