



Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>

e-mail: [jppi.puslitbangkan@gmail.com](mailto:jppi.puslitbangkan@gmail.com)

**JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA**

Volume 23 Nomor 4 Desember 2017

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi: 653/AU3/P2MI-LIPI/07/2015



## **PENDEKATAN POLA PEREMAJAAN DAN LAJU EKSPLOITASI IKAN LOUHAN UNTUK PENGENDALIAN IKAN ASING INVASIF DI DANAU MATANO, SULAWESI SELATAN**

### **APPROACH OF RECRUITMENT PATTERN AND EXPLOITATION RATE OF FLOWERHORN CICHLID FOR CONTROLLING OF INVASIVE ALIEN SPECIES IN LAKE MATANO, SOUTH SULAWESI**

**Dimas Angga Hedianto\*<sup>1</sup> dan Hendra Satria<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan, Jl. Cilalawi No. 1, Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat-Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 06 Juni 2017; Diterima setelah perbaikan tanggal: 14 Desember 2017;

Disetujui terbit tanggal: 27 Desember 2017

#### **ABSTRAK**

Ikan louhan tergolong jenis ikan hibrid (sehingga tidak dapat ditentukan nama ilmiahnya) dari famili Cichlidae yang terindikasi sebagai ikan asing invasif di Danau Matano. Keberadaan ikan tersebut di Danau Matano perlu dikaji dan dikendalikan untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati jenis ikan endemik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola peremajaan dan laju eksploitasi ikan louhan sebagai pendekatan dalam pengendalian ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. Analisis data dilakukan terhadap 2.931 ekor ikan louhan yang ditangkap menggunakan jaring insang percobaan berbagai ukuran mata jaring dilengkapi data enumerator secara bulanan pada bulan Februari hingga November 2016 dengan bantuan perangkat lunak FiSAT II. Hasil analisis menunjukkan bahwa pola pertumbuhan ikan louhan di Danau Matano bersifat alometrik positif. Pertumbuhan mengikuti persamaan  $L_t = 23,67[1 - e^{-0,41(t+0,4281)}]$ . Umur maksimum ( $t_{max}$ ) mencapai 7,32 tahun dengan performa pertumbuhan ( $\emptyset'$ ) sebesar 2,36. Laju mortalitas total ( $Z$ ) tahunan didapatkan sebesar 1,46 tahun<sup>-1</sup>. Laju mortalitas penangkapan tahunan ( $F = 0,38$  tahun<sup>-1</sup>) lebih rendah daripada laju mortalitas alami tahunan ( $M = 1,08$  tahun<sup>-1</sup>). Laju eksploitasi ( $E$ ) ikan louhan di Danau Matano hanya sebesar 0,26 tahun<sup>-1</sup> dimana menunjukkan bahwa upaya pemanfaatannya masih sangat rendah. Pola peremajaan terjadi dua kali dalam setahun, yaitu pada Mei (16,19%) dan Oktober (6,05%). Upaya pengendalian ikan louhan sebagai ikan invasif di Danau Matano perlu dilakukan pada saat puncak peremajaan tertinggi secara berkesinambungan disertai peningkatan laju eksploitasi  $e^{0,48}$  dari upaya yang ada, terutama pada April-Mei dan September-Oktober di daerah litoral perairan danau.

**Kata Kunci:** Ikan asing invasif; ikan louhan; laju eksploitasi; pengendalian; pola peremajaan; Danau Matano

#### **ABSTRACT**

Flowerhorn cichlid is classified as hybrid species (so that the scientific name can't be determined) from Cichlidae which indicated as invasive alien fish in Lake Matano. The existence of flowerhorn in Lake Matano need to be assessed and controlled to preserve the biodiversity of endemic fish species. This research aims to assess recruitment pattern and utilization status of flowerhorn cichlid for controlling of invasive alien species at Lake Matano, South Sulawesi. Data analysis was carried out on 2,931 flowerhorn Cichlid caught using experimental gillnets of various mesh sizes included enumerators data which recorded monthly from February to November 2016 using FiSAT II software. The analysis resulted the growth pattern of flowerhorn cichlid in Matano louhan Lake was positive allometric. The growth equation of flowerhorn cichlid was  $L_t = 23.67[1 - e^{-0,4(t+0,4281)}]$ . Longevity ( $t_{max}$ ) attained 7.32 years with growth performance ( $\emptyset'$ ) was 2.36. The annual total mortality rate ( $Z$ ) obtained 1.46 years<sup>-1</sup>. The annual fishing mortality rate ( $F = 0.38$  years<sup>-1</sup>) is lower than the annual natural mortality rate ( $M = 1.08$  years<sup>-1</sup>). Exploitation rate ( $E$ ) of flowerhorn cichlid in Lake Matano

only 0.26 years<sup>-1</sup>, which was indicated under exploitation. Recruitment pattern occurs twice a year, in May (16.19%) and October (6.05%). The eradication efforts to control population of flowerhorn cichlid as invasive alien species in Lake Matano needs to be done at the peak of recruitment and also increased exploitation rate about e" 48% of existing efforts, especially on April-May and September-October in the littoral area of Lake Matano.

**Keywords:** *Invasive alien species; flowerhorn cichlid; exploitation rate; controlling; recruitment pattern; utilization status; Lake Matano*

## PENDAHULUAN

Danau Matano merupakan salah satu danau purba di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan yang memiliki keanekaragaman hayati yang unik dan tingkat endemisitas tinggi (Whitten *et al.*, 2002; Prianto *et al.*, 2016). Saat ini, Danau Matano sudah terindikasi masuknya ikan asing yang bersifat invasif dan mendominasi struktur komunitas ikan (Herder *et al.*, 2012). Ikan asing invasif tersebut adalah ikan louhan atau dikenal sebagai "flowerhorn cichlid". Ikan louhan pada dasarnya adalah jenis ikan hibrid dari famili Cichlidae dari beberapa jenis genera, yaitu *Cichlasoma*, *Amphilophus*, dan *Paraneetroplus* (Nico *et al.*, 2007; Ng & Tan 2010; McMahan *et al.*, 2010). Oleh karena itu, nama ilmiahnya tidak dapat ditentukan (Herder *et al.*, 2012). Lebih lanjut, jenis ikan cichlid yang akan mempengaruhi hasil kawin silang dari ikan louhan adalah *Cichlasoma trimaculatum* dan *Amphilophus citrinellus* (Dewantoro & Rachmatika, 2016).

Ikan louhan masuk ke perairan Danau Matano secara introduksi tidak disengaja (*unintentional introduction*). Menurut masyarakat sekitar, pada awal tahun 2000 ikan louhan banyak dipelihara di keramba di pinggir danau, terutama di Desa Soroako, kemudian secara tidak disengaja terlepas ke perairan (Alitonang *et al.*, 2015). Pada tahun 2002, ikan louhan belum ditemukan berada di perairan Danau Matano (Hadiaty & Wirjoatmodjo, 2002). Namun saat ini, populasi ikan louhan telah mendominasi struktur komunitas ikan di Danau Matano sebesar 53,8% (Satria *et al.*, 2016).

Jenis-jenis ikan Cichlidae telah diketahui memiliki dampak negatif terhadap komunitas ikan asli atas introduksinya ke perairan secara tidak disengaja (Canonico *et al.*, 2005). Menurut De Silva *et al.* (2004), ikan Cichlidae merupakan jenis ikan asing invasif yang mendominasi di hampir negara-negara Asia dan Pasifik. Oleh karena itu, keberadaan ikan louhan di Danau Matano dapat mengancam keberadaan ikan endemik secara ekologi bahkan berpotensi merugikan secara ekonomi seperti pernah terjadi di Waduk Sempor, Jawa Tengah (Hediando *et al.*, 2014). Potensi ancaman dari kehadiran ikan asing invasif dari famili Cichlidae dapat menurunkan keanekaragaman hayati melalui kompetisi dengan ikan asli/endemik dalam

pemanfaatan pakan dan habitat (Canonico *et al.*, 2005; Rocha & Freire, 2009; Sentosa & Wijaya, 2013; Hediando & Warsa, 2014; Tampubolon *et al.*, 2014; Umar *et al.*, 2015; Liew *et al.*, 2016), pemangsaan (Kumar, 2000; Canonico *et al.*, 2005; Herder *et al.*, 2012; Hediando *et al.*, 2013; Harrison, 2014), serta introduksi parasit dan penyakit (Canonico *et al.*, 2005; Lacerda *et al.*, 2013; Ishikawa & Tachihara, 2014).

Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian populasi ikan louhan guna melindungi keanekaragaman hayati di Danau Matano. Penelitian mengenai dinamika populasi ikan asing invasif diperlukan sebagai salah satu bahan masukan untuk pengendaliannya (Sakai *et al.*, 2001; McNeely *et al.*, 2001; Esmaeili *et al.*, 2014). Beberapa penelitian dengan pendekatan dinamika populasi ikan asing invasif untuk salah satu bahan pengendaliannya telah dilakukan untuk ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) (Sumanasinghe & Amarasinghe, 2013); ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mujair (*O. mossambicus*) di Sri Lanka (Amarasinghe & De Silva, 1992); serta ikan mas (*Cyprinus carpio*) di Danau Gariap, Afrika Selatan (Winker *et al.*, 2011). Pendekatan untuk pengendalian dari analisis dinamika populasi ikan asing invasif terutama berkaitan dengan perlunya diketahui daur hidup (*life history*) dan peningkatan laju eksploitasi yang sesuai pola peremajaannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola peremajaan dan laju eksploitasi ikan louhan di Danau Matano, Sulawesi Selatan sebagai pendekatan dalam pengendalian ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan.

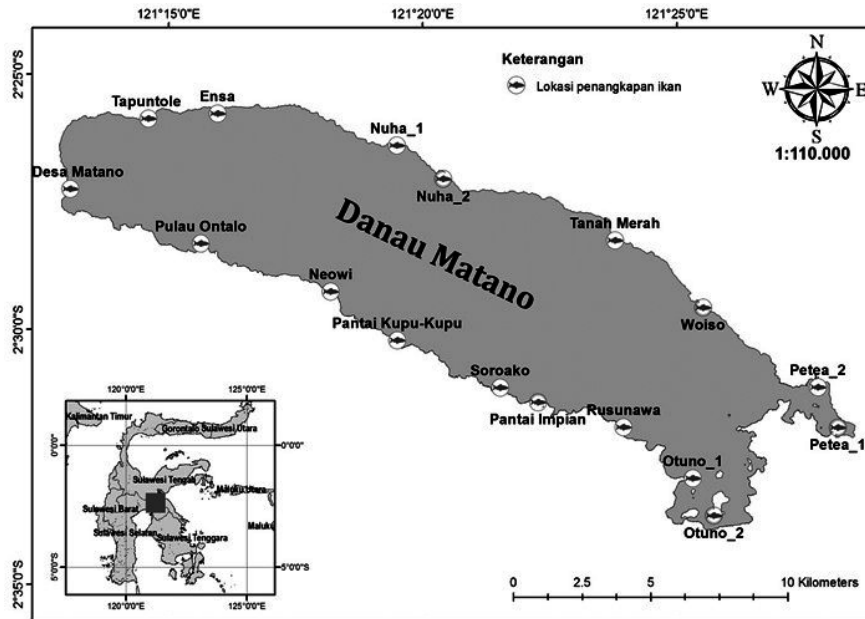
## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Danau Matano, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan selama bulan Februari hingga November 2016. Penangkapan ikan secara langsung dilakukan pada Februari, Juli, dan September 2016 menggunakan jaring insang percobaan (*experimental gill nets*). Spesifikasi jaring insang percobaan yang digunakan terbuat dari nilon monofilamen dengan beberapa ukuran mata jaring, yaitu 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 inci. Panjang tali ris dari masing-masing ukuran mata jaring adalah 40 m dengan ketinggian bervariasi sesuai ukuran mata

jaring. Setiap ukuran mata jaring terdapat 100 mata (*meshes*) dengan variasi ketinggian jaring insang berkisar antara 1,9-8,9 m. Kombinasi dari berbagai ukuran mata jaring (*multi mesh size*) bertujuan agar dapat menangkap ikan ukuran kecil hingga besar atau keragaman variasi data panjang dari populasi (CEN, 2005; Gassner *et al.*, 2015). Data bulanan panjang dilengkapi oleh hasil tangkapan enumerator pada Februari hingga November 2016 menggunakan jaring insang dengan spesifikasi yang sama, juga hasil tangkapan nelayan menggunakan jaring insang (2 dan

4 inci), jaring tiga lapis (*trammel nets*) (spesifikasi jaring luar 6 inci dan jaring dalam 2 inci), serta jala lempar (*cast nets*). Percobaan penangkapan dilakukan oleh enumerator sebanyak empat kali setiap bulannya, dengan memasang jaring insang percobaan secara sejajar/tegak lurus garis pantai pada pagi hari selama 4-5 jam di zona litoral (<100 meter kearah pantai), kemudian diangkat pada siang/sore hari di 17 lokasi penelitian (Gambar 1) yang ditentukan titik secara acak berlapis (*stratified random sampling*) (Nielsen & Johnson, 1985) berdasarkan karakteristik habitat.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Danau Matano.  
Figure 1. Sampling site in Lake Matano.

Identifikasi ikan louhan mengacu pada Hildebrand (1925), Kullander (2003), Herder *et al.* (2012), dan situs *FishBase* (Froese & Pauly, 2014). Ikan contoh yang tertangkap secara langsung maupun enumerator diukur panjang totalnya menggunakan papan ukur dengan ketelitian 0,1 cm dan ditimbang bobot tubuhnya menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram. Data panjang total ikan louhan yang diperoleh kemudian dibuat sebaran frekuensi panjangnya dengan selang kelas 1,0 cm.

**Analisis Data**

Hubungan panjang dan berat ikan dianalisis menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W = aL^b \dots\dots\dots(1)$$

- dimana;  
 W : berat tubuh ikan (gram)  
 L : panjang total ikan (cm)  
 a : intercept  
 b : slope

Persamaan hubungan panjang-berat dilinierkan menjadi  $\log W = \log a + b \log L$ , kemudian nilai slope dari persamaan tersebut diuji menggunakan uji t ( $P < 0,05$ ) (Zar, 1999). Apabila hasil uji didapat nilai  $b=3$ , maka pola pertumbuhan bersifat isometrik. Apabila nilai  $b \neq 3$ , maka pola pertumbuhan bersifat alometrik, jika  $b > 3$  maka bersifat alometrik positif, sedangkan jika  $b < 3$  maka bersifat alometrik negatif (Effendie, 1979).

Parameter pertumbuhan, mortalitas dan laju eksploitasi dianalisis menggunakan perangkat lunak FiSAT II (*FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools*). Parameter pertumbuhan ( $L_\infty$  dan K) ditentukan dengan metode ELEFAN I (*Electronic Length Frequency Analysis*) (Gaynilo *et al.*, 2005) melalui persamaan pertumbuhan Von Bertalanffy:

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}] \dots\dots\dots(2)$$

- dimana,  
 $L_t$  = panjang ikan pada saat umur ke-t (cm)

- $L_{\infty}$  = panjang asimptotik (cm)
- $K$  = konstanta laju kecepatan pertumbuhan ikan (tahun<sup>-1</sup>)
- $t$  = umur ikan (tahun)
- $t_0$  = umur teoritis pada saat panjang ikan udang berukuran nol

Nilai  $L_{\infty}$  dan  $K$  yang digunakan didasarkan pada nilai  $R_n$  (*Goodness of Fit*) tertinggi dari metode ELEFAN I (Gayanilo *et al.*, 2005). Umur teoritis ( $t_0$ ) dan prediksi rentang hidup alamiah/*longevity* ( $t_{max}$ ) dihitung menggunakan persamaan Pauly (1983a):

$$\text{Log}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \text{Log}(L_{\infty}) - 1,038 \text{Log}(K) \dots\dots\dots (3)$$

$$t_{max} = 3/K \dots\dots\dots (4)$$

Untuk menghitung performa pertumbuhan ikan di alam digunakan *Phi prime* ( $\Phi'$ ) menggunakan rumus Pauly & Murno (1984):

$$\Phi' = \ln K + 2 (\ln L_{\infty}) \dots\dots\dots (5)$$

Mortalitas/tingkat kematian total ( $Z$ ) tahunan dianalisis menggunakan metode kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke panjang (*length-converted catch curve*) dengan input data parameter pertumbuhan ( $L_{\infty}$  dan  $K$ ) (Pauly, 1983b). Koefisien mortalitas alami ( $M$ ) tahunan dihitung menggunakan rumus empiris Pauly (1980):

$$\text{Log}(M) = -0,0066 - 0,279 \text{Log}(L_{\infty}) + 0,654 \text{Log}(K) + 0,4634 \text{Log}(T) \dots\dots\dots (6)$$

- dimana;
- $M$  = mortalitas alami (tahun<sup>-1</sup>)
- $T$  = suhu rata-rata perairan (°C)

Laju mortalitas penangkapan ( $F$ ) tahunan didapatkan dari hasil pengurangan mortalitas total tahunan dengan laju mortalitas alami tahunan ( $F=Z-M$ ), kemudian laju eksploitasi ( $E$ ) didapatkan dari hasil pembagian antara mortalitas penangkapan tahunan dengan total mortalitas tahunan ( $E=F/Z$ ) (Pauly, 1980).

Pola peremajaan (*recruitment*) diperoleh dengan memproyeksikan data frekuensi panjang terhadap waktu dengan menggunakan pendekatan parameter pertumbuhan. Pendugaan pola peremajaan menggunakan bantuan program *FiSAT II* (Pauly, 1982; Gayanilo *et al.*, 2005). Asumsi dari estimasi pola peremajaan adalah terdapat satu bulan dalam setahun dengan peremajaan bernilai nol dan semua sampel

ikan tumbuh dengan satu set tunggal parameter pertumbuhan yang sama (Gayanilo *et al.*, 2005).

## HASIL DAN BAHASAN

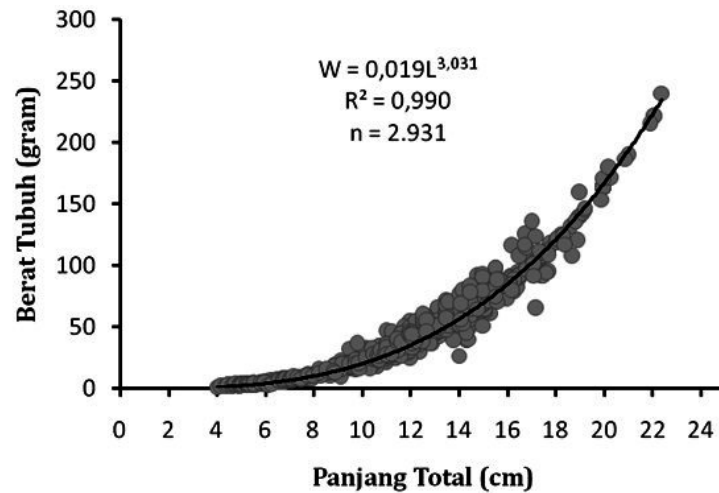
### Hasil

#### *Struktur Ukuran dan Pola Pertumbuhan*

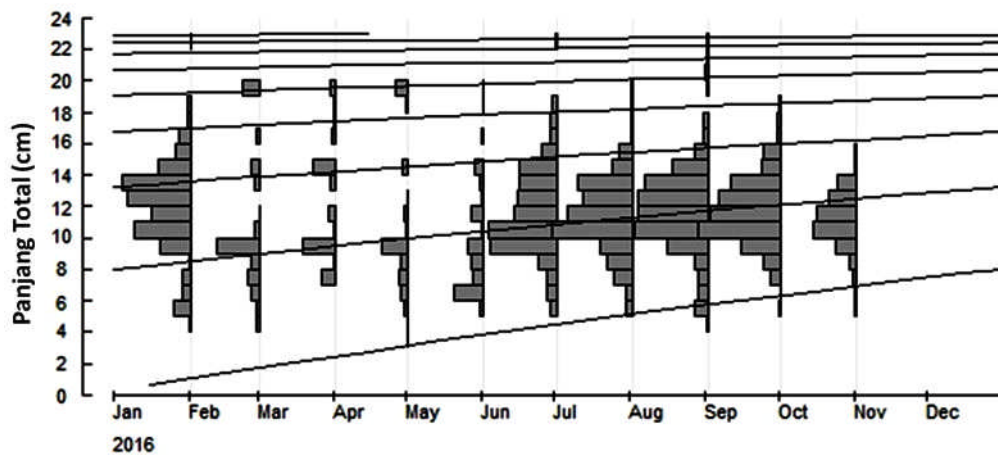
Ikan louhan yang tertangkap memiliki kisaran panjang total antara 4,0-22,4 cm dan berat tubuh 1,26-239,76 gram dengan jumlah sampel sebanyak 2.931 ekor. Hubungan panjang-berat ikan louhan di Danau Matano mengikuti persamaan  $W=0,019L^{3,031}$  (Gambar 2). Hasil uji-t terhadap nilai  $b$  diperoleh  $t_{hitung} > t_{tabel}$  ( $P<0,05$ ), dengan kata lain pola pertumbuhan ikan louhan bersifat alometrik positif atau pertumbuhan berat lebih cepat dibandingkan pertumbuhan panjangnya.

Pergerakan modulus selang panjang terjadi setiap bulan dengan pergerakan menuju nilai tengah selang panjang terbesar (Gambar 3). Pada Februari, terdapat dua modulus pada nilai tengah selang panjang 5,5 cm dan 13,5 cm, kemudian pada bulan Maret bergerak ke kanan pada selang panjang 9,5 cm untuk modulus pertama dan 14,5 cm untuk modulus kedua. Pergerakan kemudian cenderung stagnan dari Maret hingga Juni, dimana modulus panjang dicapai pada selang 9,5 cm dan 14,5 cm. Pada Maret-Mei dan Juli didapatkan modulus panjang pada selang terbesar, yaitu masing-masing secara berurutan pada ukuran 19,5 cm dan 22,5 cm. Pada Juli hingga November, modulus mengalami pergeseran menjadi 10,5 cm. Pergerakan modulus dari selang panjang yang menunjukkan pertumbuhan bulanan ikan louhan secara umum bersifat sedikit lambat.

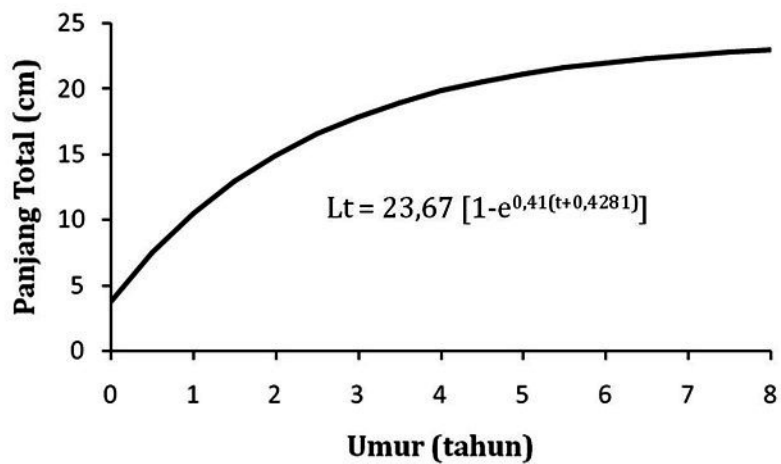
Parameter pertumbuhan ikan louhan didapatkan dari analisis pergeseran modulus sebaran panjang total (Gambar 3) menggunakan metode ELEFAN I dari nilai  $R_n$  tertinggi yang didapatkan. Parameter pertumbuhan ikan louhan meliputi panjang asimptotik ( $L_{\infty}$ ), laju pertumbuhan ( $K$ ), umur teoritis ( $t_0$ ) dan persamaan pertumbuhannya yang dapat menggambarkan hubungan antara pertambahan panjang terhadap waktu (umur). Hasil analisis parameter pertumbuhan untuk ikan louhan didapatkan panjang asimptotik ( $L_{\infty}$ ) sebesar 23,67 cm, laju pertumbuhan ( $K$ ) sebesar 0,41 tahun<sup>-1</sup>, dan umur teoritis ( $t_0$ ) sebesar -0,4281 tahun. Nilai  $R_n$  (*Goodness of Fit*) tertinggi didapatkan sebesar 0,316. Pertumbuhan Von Bertalanffy ikan louhan di Danau Matano mengikuti persamaan  $L_t = 23,67[1 - e^{0,41(t+0,4283)}]$  (Gambar 4).



Gambar 2. Hubungan panjang-berat ikan louhan di Danau Matano.  
 Figure 2. Length-weight relationship of flowerhorn Cichlid in Lake Matano.



Gambar 3. Sebaran panjang total bulanan dan kurva pertumbuhan ikan louhan yang dianalisis dengan program ELEFAN.  
 Figure 3. Length distribution by month and growth curves fitted by ELEFAN of flowerhorn Cichlid in Lake Matano.



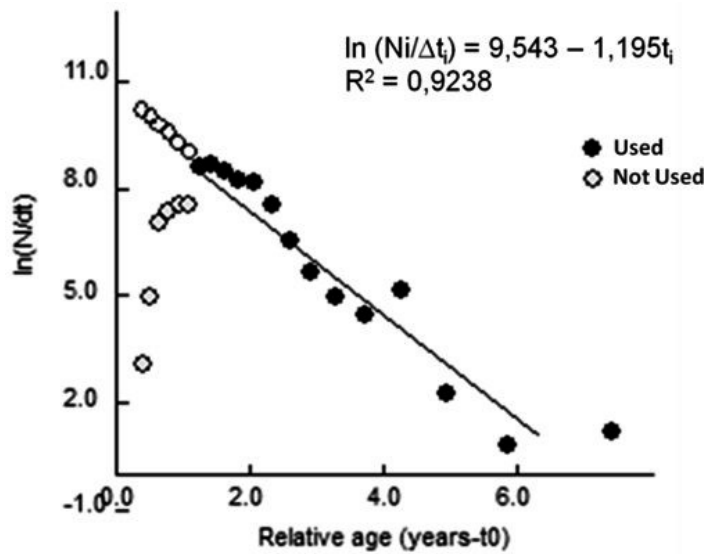
Gambar 4. Kurva pertumbuhan ikan louhan di Danau Matano.  
 Figure 4. Growth curve of flowerhorn Cichlid in Lake Matano.

Umur maksimum ( $t_{max}$ ) ikan louhan di Danau Matano diestimasi dapat mencapai 7,32 tahun. Panjang ikan louhan pada saat berumur 0 tahun diestimasi sebesar 3,8 cm. Pertumbuhan ikan louhan cepat sejak berumur 0 tahun hingga 3 tahun. Performa pertumbuhan ikan louhan ( $\emptyset'$ ) didapatkan sebesar 2,36.

**Laju Mortalitas dan Eksploitasi**

Laju mortalitas total (Z) tahunan ikan louhan yang merupakan hasil analisis menggunakan metode kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke panjang

(*length-converted catch curve*) dari program FiSAT II adalah sebesar 1,46 tahun<sup>-1</sup>. Laju mortalitas alami (M) tahunan yang dihitung dengan menggunakan suhu rata-rata perairan Danau Matano sebesar 29°C adalah 1,08 tahun<sup>-1</sup>, sehingga laju mortalitas penangkapan (F) tahunan adalah sebesar 0,38 tahun<sup>-1</sup> dengan laju eksploitasi (E) sebesar 0,26 tahun<sup>-1</sup> (Gambar 5). Laju mortalitas alami tahunan ikan louhan di Danau Matano lebih tinggi daripada laju mortalitas penangkapannya. Laju eksploitasi ikan louhan menunjukkan upaya pemanfaatan yang rendah (*under exploitation*), dimana hal tersebut menandakan bahwa ikan ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh nelayan sekitar.

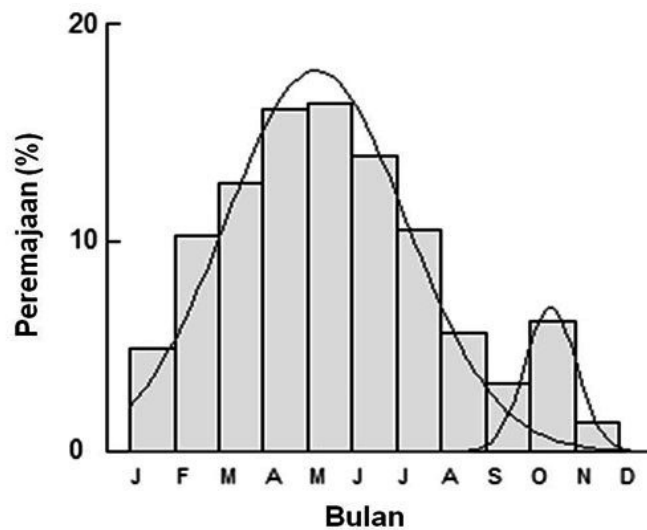


Gambar 5. Kurva hasil tangkapan yang dikonversikan ke panjang ikan louhan di Danau Matano.  
 Figure 5. Length-converted catch curve of flowerhorn Cichlid in Lake Matano.

**Pola Peremajaan**

Pola Peremajaan ikan louhan di Danau Matano menunjukkan dua modus dalam setahun, yaitu pada

Mei (16,19%) dan Oktober (6,05%). Puncak Peremajaan tertinggi ikan louhan di Danau Matano terjadi pada Mei (Gambar 6).



Gambar 6. Pola peremajaan ikan louhan di Danau Matano.  
 Figure 6. Recruitment pattern of flowerhorn Cichlid in Lake Matano.

## Bahasan

Pendekatan analisis terhadap ikan louhan akan difokuskan terutama pada jenis-jenis ikan introduksi/invasif dari famili Cichlidae di lokasi lainnya di Indonesia serta jenis-jenis ikan Cichlid dari genus dan spesies hasil kawin silang. Analisis hubungan panjang-berat jenis ikan, terutama jenis ikan introduksi, dapat menggambarkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan barunya (Montcho *et al.*, 2009; Rao & Babu, 2013). Pola pertumbuhan ikan louhan di Danau Matano yang bersifat alometrik positif menunjukkan bahwa ikan tersebut telah mampu beradaptasi dengan ideal. Pola pertumbuhan ikan louhan di Danau Matano masih lebih baik daripada jenis ikan louhan di Waduk Sempor yang bersifat isometrik (Hedianto *et al.*, 2014). Perbedaan hubungan panjang-berat untuk jenis yang sama pada lingkungan berbeda menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan dan ketersediaan pakan (Karachle & Stergiou, 2012). Hubungan panjang-berat ikan *Cichlasoma trimaculatum* di lokasi asalnya di Laguna Tres Palos (Meksiko, Amerika Tengah) juga memiliki pola pertumbuhan isometrik (Herrera *et al.*, 2009). Begitu pula jenis *Cichlasoma beani* dari Aguamilpa Reservoir (Meksiko) memiliki pola pertumbuhan isometrik (Lizárraga *et al.*, 2011). Jenis zebra (*Amatitlania nigrofasciata*) yang tergolong ikan asing invasif di Danau Beratan, Bali juga memiliki pola pertumbuhan isometrik (Rahman *et al.*, 2012). Ikan oskar (*Amphilophus citrinellus*) di Waduk Ir. H. Djuanda memiliki pola pertumbuhan yang sama dengan ikan louhan di Danau Matano (Tampubolon *et al.*, 2012), sedangkan ikan oskar di Situ Panjalu, Jawa Barat memiliki pola pertumbuhan yang berbeda, yaitu bersifat alometrik negatif (Warsa & Purnomo, 2013). Sementara jenis ikan Cichlid lainnya di Waduk Ir. H. Djuanda yang menjadi pesaing bagi ikan oskar, yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki pola pertumbuhan alometrik negatif (Putri & Tjahjo, 2010). Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Waduk Kedung Ombo, Jawa Tengah memiliki pola pertumbuhan isometrik (Kartamihardja, 1993).

Menurut Effendie (1997), faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan meliputi faktor internal dan eksternal. Faktor-faktor internal terdiri atas genetik (keturunan), jenis kelamin, umur, kematangan gonad, parasit, dan penyakit. Faktor-faktor eksternal terdiri atas makanan dan suhu perairan. Pertumbuhan alometrik adalah perubahan yang tidak seimbang di dalam tubuh ikan dan dapat bersifat sementara. Ukuran ikan akan mempengaruhi perubahan sementara pada bagian tubuh tertentu (misalnya sirip) dan kemontokan ikan terkait pertumbuhan, terutama pada ikan-ikan kecil pada tahap pertumbuhan (Effendie, 1997).

Nilai parameter pertumbuhan ( $L_{\infty}$ ,  $K$ , dan  $t_0$ ) ikan louhan di Danau Matano mirip dengan ikan louhan di Waduk Sempor, Jawa Tengah (Hedianto *et al.*, 2014). Namun demikian, pertumbuhan ikan louhan di Danau Matano sedikit lebih cepat daripada di Waduk Sempor berdasarkan kurvatur ( $K$ ). Umur maksimum ( $t_{max}$ ) ikan louhan di Waduk Sempor sedikit lebih tinggi daripada di Danau Matano, namun dengan performa pertumbuhan ( $\emptyset'$ ) yang lebih kecil (Hedianto *et al.*, 2014) (Tabel 1). Hal tersebut menunjukkan ikan louhan di Danau Matano memiliki performa tumbuh lebih baik di alam dari pada di Waduk Sempor. Menurut Pauly & Murno (1984), nilai indeks  $\emptyset'$  dapat memiliki nilai yang berbeda untuk jenis ikan yang sama di lingkungan yang berbeda, kemudian dapat membandingkan performa pertumbuhan ikan dalam hal pertumbuhan panjang. Lebih lanjut, indeks  $\emptyset'$  sangat baik dalam membandingkan kemampuan adaptasi ikan yang hidup di alam terhadap variabel lingkungan dan ketersediaan pakan (Pauly, 1991).

Nilai parameter kurvatur ( $K$ ) dapat menentukan seberapa cepat ikan akan mencapai panjang asimptotiknya. Dengan kata lain, nilai  $K$  berkorelasi dengan rentang hidup alamiah ( $t_{max}$ ) (Pauly, 1980). Jenis ikan Cichlidae cenderung memiliki nilai  $K$  yang rendah, dimana rata-rata nilai  $K$  untuk jenis-jenis ikan Cichlidae serta jenis-jenis ikan Cichlid dari genus dan spesies hasil kawin silang bernilai  $<0,6$  (Tabel 1). Oleh karenanya, umur ikan Cichlid cenderung berumur panjang (Sparre & Venema, 1999) dan mengikuti pola strategi  $k$  (Yamane *et al.*, 2005). Ikan louhan di Danau Matano tergolong pula mengikuti pola strategi  $k$  yang memiliki rentang hidup alamiah yang panjang diatas 5 tahun. Menurut Froese & Pauly (2014), laju penggandaan populasi (*minimum population doubling time*) beberapa jenis ikan Cichlidae yang menjadi jenis ikan indukan persilangan untuk ikan louhan cenderung moderat (sekitar 1,4-4,4 tahun), memiliki umur yang panjang, dan nilai  $K$  yang rendah (Tabel 1).

Performa pertumbuhan ikan louhan dibandingkan dengan jenis ikan dari genus *Cichlasoma* yang berada pada rentang wilayah alaminya (*native area*) ternyata tidak jauh berbeda (Tabel 1). Apabila dibandingkan performa pertumbuhan ikan nila sebagai sesama kerabat Cichlidae antara di rentang wilayah alaminya dengan di Indonesia ternyata menunjukkan kondisi hampir mirip, bahkan cenderung lebih baik. Hal tersebut dikarenakan ikan Cichlidae merupakan jenis ikan yang mudah beradaptasi terhadap lingkungan, pakan, dan ruang (Liew *et al.*, 2014; Umar *et al.*, 2015), bahkan strategi reproduksi (Lopez *et al.*, 2009; Bradford *et al.*, 2011; Linhares *et al.*, 2014).

Tabel 1. Nilai parameter pertumbuhan ikan louhan dan jenis ikan Cichlid lainnya  
 Table 1. Growth parameters of flowerhorn cichlid and other Cichlid fishes

No.	Jenis Ikan/ Fish Species	Spesies/ Species	$L_{\infty}$ (cm TL)	K (tahun <sup>-1</sup> )	$t_{max}$ (tahun)	$\phi'$	Lokasi/ Location
1.	Louhan	Hibrid	23,67	0,41	7,32	2,36	Danau Matano, Sulawesi Selatan <sup>1</sup>
2.	Louhan	Hibrid	20,50	0,37	8,11	2,19	Waduk Sempor, Jawa Tengah <sup>2</sup>
3.	Three Spot Cichlid	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	24,50	0,17	17,65	2,01	Sungai Atoyac, Meksiko <sup>3</sup>
4.	Three Spot Cichlid	<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	38,10 (SL)	0,30	9,5±0,8-1,8	2,64	Situs Fishbase <sup>4</sup>
5.	Mayan Cichlid (Jantan/Male)	<i>C. urophthalmum</i>	26,40	0,17	18,07	2,07	Sungai Taylor, Florida <sup>5</sup>
6.	Mayan Cichlid (Betina/Female)	<i>C. urophthalmum</i>	21,60	0,20	20,50	1,96	Sungai Taylor, Florida <sup>5</sup>
7.	Mayan Cichlid	<i>C. urophthalmum</i>	34,4	0,16	17,7	2,29	Situs Fishbase <sup>4</sup>
8.	Nila	<i>Oreochromis niloticus</i>	44,10	0,72	4,17	3,15	Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat <sup>6</sup>
9.	Nila	<i>O. niloticus</i>	43,00	0,30	10,00	2,74	Waduk Bilibili, Sulawesi Selatan <sup>7</sup>
10.	Nila	<i>O. niloticus</i>	31,80	0,22	13,64	2,35	Danau Tempe, Sulawesi Selatan <sup>8</sup>
11.	Nila	<i>O. niloticus</i>	58,78	0,59	5,08	3,31	Danau Victoria, Kenya <sup>9</sup>
12.	Nila	<i>O. niloticus</i>	41,50	0,33	9,09	2,75	Danau Toho, Afrika Barat <sup>10</sup>
13.	Nila	<i>O. niloticus</i>	46,10	0,54	5,56	3,06	Situs Fishbase <sup>4</sup>
14.	Mujair	<i>O. mossambicus</i>	31,50	0,57	5,26	2,81	Waduk Kedung Ombo, Jawa Tengah <sup>11</sup>
15.	Mujair	<i>O. mossambicus</i>	33,60	0,40	11,00	2,65	Situs Fishbase <sup>4</sup>
16.	Oskar	<i>Amphilophus citrinellus</i>	21,58	0,39	7,69	2,26	Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat <sup>12</sup>
17.	Oskar	<i>A. citrinellus</i>	21,00	1,70	1,76	2,87	Situ Panjalu, Jawa Barat <sup>13</sup>
18.	Midas Cichlid	<i>A. citrinellus</i>	25,7 (SL)	0,43	6,6±0,6-1,3	2,45	Situs Fishbase <sup>4</sup>

Keterangan/Note: TL = total length; SL = standard length

Sumber/Sources: <sup>1</sup>Penelitian saat ini/present research; <sup>2</sup>Hedianto et al. (2014); <sup>3</sup>Cruz (2011); <sup>4</sup>Froese & Pauly (2014); <sup>5</sup>Faunce et al. (2002); <sup>6</sup>Putri & Tjahjo (2010); <sup>7</sup>Amir (2006); <sup>8</sup>Samuel & Makmur (2012); <sup>9</sup>Njiru et al. (2004); <sup>10</sup>Montcho et al. (2015); <sup>11</sup>Kartamihardja (1993); <sup>12</sup>Tampubolon et al. (2012); <sup>13</sup>Warsa & Purnomo (2013).

Tabel 2. Estimasi laju mortalitas tahunan dan eksploitasi ikan louhan dan jenis ikan Cichlid lainnya  
 Table 2. Estimation of annual mortality and exploitation rate of flowerhorn Cichlid and other Cichlid fishes

No.	Jenis Ikan/ Fish Species	Spesies/ Species	Z (tahun <sup>-1</sup> )	M (tahun <sup>-1</sup> )	F (tahun <sup>-1</sup> )	E (tahun <sup>-1</sup> )	Lokasi/ Location
1.	Louhan	Hibrid	1,46	1,08	0,38	0,26	Danau Matano, Sulawesi Selatan <sup>1</sup>
2.	Louhan	Hibrid	1,29	1,05	0,24	0,18	Waduk Sempor, Jawa Tengah <sup>2</sup>
3.	Nila	<i>O. niloticus</i>	2,40	1,34	1,06	0,44	Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat <sup>3</sup>
4.	Nila	<i>O. niloticus</i>	1,15	0,74	0,42	0,36	Waduk Bilibili, Sulawesi Selatan <sup>4</sup>
5.	Nila	<i>O. niloticus</i>	1,02	0,51	0,51	0,50	Danau Tempe, Sulawesi Selatan <sup>5</sup>
6.	Nila	<i>O. niloticus</i>	1,92	1,00	1,12	0,52	Danau Victoria, Kenya <sup>6</sup>
7.	Nila	<i>O. niloticus</i>	1,10	0,74	0,36	0,33	Danau Toho, Afrika Barat <sup>7</sup>

Sumber/Sources: <sup>1</sup>Penelitian saat ini/Present research; <sup>2</sup>Hedianto et al. (2014); <sup>3</sup>Faunce et al. (2002); <sup>4</sup>Putri & Tjahjo (2010); <sup>5</sup>Samuel & Makmur (2012); <sup>6</sup>Njiru et al. (2004); <sup>7</sup>Montcho et al. (2015).



Laju mortalitas alami tahunan ikan louhan di Danau Matano hampir sama dengan ikan louhan di Waduk Sempor, sedangkan laju penangkapan tahunan ikan louhan di Danau Matano sedikit lebih besar daripada di Waduk Sempor (Hedianto *et al.*, 2014) (Tabel 2). Hal tersebut dikarenakan ikan louhan di Danau Matano masih terdapat nelayan ataupun pemancing yang menangkap ikan louhan, bahkan pernah dilakukan memancing massal untuk mengurangi ikan louhan di alam. Meskipun demikian, nilai laju eksploitasi (E) ikan louhan di Danau Matano masih rendah ( $E < 0,5$ ) yang menunjukkan bahwa ikan ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh nelayan sekitar, sama halnya dengan ikan louhan di Waduk Sempor (Hedianto *et al.*, 2014). Laju eksploitasi ikan louhan di Danau Matano tergolong rendah jika dibandingkan dengan laju eksploitasi jenis ikan Cichlid lainnya yang pernah diteliti di Indonesia dan perairan lainnya (Tabel 2).

Upaya pengendalian populasi ikan louhan di Danau Matano perlu dilakukan dengan meningkatkan laju eksploitasi (E). Laju eksploitasi saat ini menunjukkan upaya pemanfaatan ikan louhan masih berada jauh di bawah kondisi optimum ( $E=0,5$ ;  $M=F$ ) (Pauly, 1980) dan perlu ada peningkatan laju eksploitasi secara signifikan. Mengingat daya adaptasi pakan dan ruang, kemampuan reproduksi, laju dispersal, dan potensi invasif ikan louhan yang sangat tinggi (Nico *et al.*, 2007), maka populasinya perlu dikurangi secara signifikan dengan meningkatkan laju eksploitasi  $e^{48\%}$  dari upaya yang ada. Apabila laju eksploitasi ikan sudah melebihi ( $E > 0,5$ ), maka secara alami dapat menurunkan status invasif ikan louhan menjadi hanya ikan introduksi/eksotik saja.

Pengendalian ikan louhan sebagai ikan asing invasif perlu dilakukan untuk menjaga keanekaragaman hayati dan menjaga kelestarian ikan asli di Danau Matano (Prianto *et al.*, 2016). Upaya pengendalian ikan louhan sebagai ikan invasif di Danau Matano dengan cara penangkapan disarankan intensif pada saat puncak peremajaan tertinggi secara berkesinambungan. Ikan louhan di Danau Matano mampu memijah sepanjang tahun di berbagai tipe karakteristik habitat dengan puncak pemijahan pada saat musim kemarau (Juli-September) dan penghujan (Desember-Februari). Substrat dasar berupa pasir berbatu di kedalaman  $e^{10}$  meter merupakan daerah utama pemijahan ikan louhan di Danau Matano (Hedianto *et al.*, 2018). Oleh karena itu, secara spasial kedalaman dapat terlihat bahwa ukuran ikan louhan yang besar dan siap memijah cenderung berada zona limnetik (kedalaman  $e^{10}$  meter), sedangkan ukuran kecil (juvenil dan ikan muda) dan belum matang gonad cenderung berada di zona litoral (kedalaman  $< 10$  meter).

Penangkapan pada saat puncak peremajaan ikan louhan ditujukan agar penangkapan dapat menangkap ikan-ikan yang belum matang gonad ( $L_m < L_c$ ). Peningkatan upaya eksploitasi perlu ditingkatkan terutama pada bulan April-Mei dan September-Oktober. Alat tangkap yang efektif untuk mengendalikan ikan louhan di Danau Matano adalah jaring insang (*gill nets*) dengan ukuran mata jaring tertentu. Jaring insang memiliki selektivitas tangkapan, sehingga pengendalian penangkapan dapat ditargetkan dominan hanya ikan louhan saja, sedangkan jenis ikan lainnya terutama jenis ikan endemik di Danau Matano tidak tertangkap atau tertangkap dengan persentase rendah.

## KESIMPULAN

Ikan louhan di Danau Matano memiliki pola dan performa pertumbuhan yang baik dan menunjukkan keberhasilan adaptasi pada lingkungan yang baru. Laju mortalitas penangkapan tahunan ikan louhan di Danau Matano lebih rendah daripada laju mortalitas alami tahunan dengan laju eksploitasi masih sangat rendah (*under exploitation*). Upaya pengendalian ikan louhan sebagai ikan invasif di Danau Matano perlu dilakukan pada saat puncak peremajaan tertinggi secara berkesinambungan disertai peningkatan laju eksploitasi  $e^{48\%}$  dari upaya yang ada, terutama pada April-Mei dan September-Oktober di daerah litoral perairan Danau Matano.

## PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan bagian dari kegiatan "Penelitian Pengendalian Ikan Asing Invasif (IAS) di Danau Matano, Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan" T.A. 2015-2016 di Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan-Jatiluhur, Purwakarta. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada Prof. Endi Setiadi Kartamihardja, Dr. Didik Wahyu Hendro Tjahjo, dan Dr. Fayakun Satria yang telah memberi masukan yang berarti untuk tulisan ini. Juga pada para peneliti (terutama Hendra Saepulloh, S.Sos) dan teknisi litkayasa (terutama bapak Sukamto, Aswar Rudi, dan bapak Waino) BRPSDI Jatiluhur yang telah membantu dalam mengambil dan menganalisis data di lapangan dan laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

Alitonang, S. M., Hamid, A. Y., Muslim., & Andarias. (2015). Identifikasi jenis ikan introduksi di TWA Danau Matano (p. 41). *Laporan Balai Besar KSDA Wilayah I Palopo, Sulawesi Selatan*. Kabupaten Luwu Timur, Palopo: BKSDA.

- Amarasinghe, U. S., & De Silva, S. S. (1992). Population dynamics of *Oreochromis mossambicus* and *O. niloticus* (Cichlidae) in two reservoirs in Sri Lanka. *Asian Fisheries Science* 5, 37-61.
- Amir, F. (2006) Pendugaan pertumbuhan, kematian dan hasil per rekrut ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Bilibili. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan & Perikanan Indonesia* 13(1), 1-5.
- Bradford, M., Kroon, F. J., & Russell, D. J. (2011). The biology and management of *Tilapia mariae* (Pisces : Cichlidae) as a native and invasive species: a review. *Marine & Freshwater Research* 62, 902-917.
- Canonico, G. C., Arthington, A., Mccrary, J. K., & Thieme, M. L. (2005). The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst.* 15, 463-483. doi: 10.1002/aqc.699.
- CEN (Comite Europeen de Normalisation). (2005). Standard Methods for Sampling Freshwater Fishes-Opportunities for International Collaboration. EN 14575, Brussels.
- Cruz, V. M. O. (2011). Análisis del crecimiento y madurez sexual de *Cichlasoma trimaculatum* (Günther, 1867) de la subcuena río Atoyac-Paso de la Reina de la cuenca río Atoyac, Oaxaca (p. 99). *Thesis*. Instituto Politecnico Nacional.
- De Silva, S. S., Subasinghe, R. P., Bartley, D. M., & Lowther, A. (2004). *Tilapias as alien aquatics in Asia and the Pacific: a review* (p. 65). FAO Fisheries Technical Paper, 453. Rome: FAO.
- Dewantoro, G. W. & Rachmatika, I. (2016). *Jenis ikan introduksi dan invasif asing di Indonesia* (p. 210). Jakarta: LIPI Press.
- Effendie, M. I. (1979). *Metode biologi perikanan* (p. 112). Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- Effendie, M. I. (1997). *Biologi perikanan* (p. 157). Yayasan Pustaka Nusatama. Bogor.
- Esmaeili, H. R., Teimori, A., Owfi, F., Abbasi, K., & Coad, B. W. (2014). Alien and invasive freshwater fish species in Iran: diversity, environmental impacts and management. *Iran. J. Ichthyol.* 1(2), 61-72.
- Faunce, C. H., Patterson, H. M., & Lorenz, J. J. (2002). Age, growth, and mortality of the mayan Cichlid (*Cichlasoma urophthalmum*) from the Southeastern Everglades. *Fish. Bull.* 100, 42-50.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds). (2014). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (06/2014).
- Gassner, H., Achleitner, D., & Luger, M. (2015). *Guidance on surveying the biological quality elements part B1-fish* (p. 40). Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management Department. Vienna: Austria.
- Gayanilo, F. C. Jr., P. Sparre, & D. Pauly. (2005). *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II)* (p. 180). Revised version. User's guide. Rome: FAO Computerized Information Series (Fisheries) No. 8.
- Hadiaty, R. K. & Wirjoatmodjo, S. (2002). Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2(2), 23-29.
- Harrison, E. (2014). Analyzing invasion success of the mayan cichlid (*Cichlasoma urophthalmum*; Günther) in Southern Florida (p. 172). *Dissertations*. Florida International University.
- Hedianto, D. A., Purnomo, K., & Warsa, A. (2013). Interaksi pemanfaatan pakan alami oleh komunitas ikan di Waduk Penjalin, Jawa Tengah. *BAWAL*, 5(1), 33-40. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.5.1.2013.33-40>
- Hedianto, D. A., Purnomo, K., Kartamihardja, E. S., & Warsa, A. (2014). Parameter populasi ikan lohan (*Cichlasoma trimaculatum*, Günther 1867) di Waduk Sempor, Jawa Tengah. *J. Lit. Perikan. Ind.* 20(2), 81-88. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.20.2.2014.81-88>
- Hedianto, D. A. & Warsa, A. (2014). Invasi ikan lohan (*Cichlasoma trimaculatum*, Gunther, 1867) terhadap komunitas ikan di Waduk Sempor, Jawa Tengah. In *Seminar Nasional Perikanan Indonesia* (pp. 73-82). Jakarta: Sekolah Tinggi Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Hedianto, D. A., Sentosa, A. A., & Satria, H. (2018). Aspek reproduksi ikan louhan sebagai ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *BAWAL*. (in press)
- Herder, F., Schliewen, U. K., Geiger, M. F., Hadiaty, R. K., Gray, S. M., McKinnon, J. S., Walter, R. P., & Pfaender, J. (2012). Alien invasion in Wallace's Dreamponds: records of the hybridogenic "flowerhorn" Cichlid in Lake Matano, with an annotated checklist of fish species intro-

- duced to the Malili Lakes system in Sulawesi. *Aquatic Invasions* 7(4), 521-535. doi: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2012.7.4.009>.
- Herrera, A. A. R., Gonzales, J. V., & Salgado, D. S. P. (2009). Length–weight relationships and seasonality in reproduction of six commercially utilized fish species in the coastal lagoon of Tres Palos (Mexico). *J. Appl. Ichthyol.* 25, 234-235.
- Hildebrand, S. F. (1925). Fishes of the Republic of El Salvador, Central America. *Bulletin of the Bureau of Fisheries* 41, 236-287.
- Ishikawa, T. & Tachihara, K. (2014). Introduction history of non-native freshwater fish in Okinawa-jima Island: ornamental aquarium fish pose the greatest risk for future invasions. *Ichthyol. Res.* 61, 17-26. doi:10.1007/s10228-013-0367-6.
- Karachle, P. K. & Stergiou, K. I. (2012). Morphometrics and allometry in fishes. In Wahl, C. (ed). *Morphometrics*. Available from:// [www.intechopen.com/books/morphometrics/morphometrics-and-allometry-in-fishes](http://www.intechopen.com/books/morphometrics/morphometrics-and-allometry-in-fishes).
- Kartamihardja, E. S. (1993). Some aspects of biology and population dynamics of dominant fish species at Kedungombo Reservoir, Central Java, Indonesia (p. 108). *Thesis Master*. Faculty of Fisheries and Marine Science, University Pertanian Malaysia.
- Kullander, S. O. (2003). Family Cichlidae (cichlids). In R.E. Reis, S.O. Kullander & C. J. Ferraris Jr. (Eds.), *Checklist of the Freshwater Fishes of South and Central America* (pp. 605-654). Porto Alegre, Brasil: Edipucrs.
- Kumar, A. B. (2000). Exotic fishes and freshwater fish diversity. *Zoos. Print Journal* 15(11), 363-367.
- Lacerda, A. C. F., Takemoto, R. M., Poulin, R., & Pavanelli, G. C. (2013) Parasites of the fish *Cichla piquiti* (Cichlidae) in native and invaded Brazilian basins: release not from the enemy, but from its effects. *Parasitol. Res.* 112, 279-288. doi: 10.1007/s00436-012-3135-z.
- Liew, J. H., Carrasco, L. R., Tan, H. H., & Yeo, D. C. J. (2016). Native richness and species level trophic traits predict establishment of alien freshwater fishes. *Biol. Invasions* 18, 3495-3512. doi: 10.1007/s10530-016-1241-z.
- Linhares, J. C. S, Manna, L. R., Mazzoni, R., Carla F. R. C. F., & Silva, J. F. R. (2014). Reproductive tactics optimizing the survival of the offspring of *Cichlasoma orientale* (Perciformes: Cichlidae). *Revista de Biología Tropical* 62, 1007-1018.
- Lizárraga, M. A. G., Franco, F. E. S., de Jesus, J. M., Arce, R. V. A., Abunader, J. I. V., Perez, J. S. R., & Messina, E. P. (2011). Population structure and reproductive behavior of Sinaloa Cichlid *Cichlasoma beanii* (Jordan, 1889) in a tropical reservoir. *Neotropical Ichthyology* 9(3), 593-599.
- Lopez, G. R. P., Ibarra, A. M. A., Gutie´rrez, M. E., & Martinez, A. C. (2009). Differences in reproductive seasonality of the Central American cichlid *Cichlasoma urophthalmum* from three “cenotes” (sinkholes). *J. Appl. Ichthyol.* 25, 85-90.
- Ng, H. H. & Tan, H. H. (2010). An annotated checklist of the non-native freshwater fish species in the reservoirs of Singapore. *Cosmos* 6, 95-116. doi: <http://dx.doi.org/10.1142/S0219607710000504>
- Nico, L. G., Beamish, W. H., & Musikasinthorn, P. (2007). Discovery of the invasive Mayan Cichlid fish “*Cichlasoma*” *urophthalmum* (Günther 1862) in Thailand, with comments on other introductions and potential impacts. *Aquatic Invasions* 2, 197-214. doi: <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2007.2.3.7>.
- Njiru, M., Okeyo-Owour, J.B., Muchiri, M., & Cowx, I. G. (2004). Some aspects of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) population characteristics in Lake Victoria, Kenya (p. 9). *Lake Victoria Environmental Management Project*. Kenya: Kenya Marina & Fisheries Research Institute.
- McMahan, C. D., Geheber, A. D., & Piller, K. R. (2010). Molecular systematics of the enigmatic Middle American genus *Vieja* (Teleostei: Cichlidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57, 1293-1300. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2010.09.005>
- McNeely, J. A., Mooney, H. A., Neville, L. E., Schei, P., & Waage, J. K. (eds.). (2001). *A global strategy on invasive alien species* (60 p). Switzerland: IUCN Gland, UK: Cambridge.
- Montcho, S. A., Laleye, A., & Linsenmair, E. K. (2009). Length-length, length–weight relationships and condition factor of Nile perch, *Lates niloticus* (Linnaeus, 1762) in the Pendjari River, West Africa. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(3), 466-474.

- Nielsen, L. A. & Johnson, D. L. (1985). *Fisheries techniques* (p. 468). American Fisheries Society. Maryland: Bethesda.
- Pauly, D. (1980). On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 392, 175-192.
- Pauly, D. (1982). Studying single species dynamics in multispecies context. In D. Pauly & G. I. Murphy. (Eds.), *Theory and management of tropical fisheries* (pp. 33-70). Manila: ICLARM Conference Proceeding 9.
- Pauly, D. (1983a). Some simple method for assessment to tropical stock. *FAO Fish Tech. Paper* 234, 52.
- Pauly, D. (1983b). Length-converted catch curves: a powerful tool for fisheries research in the tropics (part I). *Fishbyte* 1(2), 9-13.
- Pauly D. & Munro, J. L. (1984). Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(1), 21.
- Pauly, D. (1991). Growth performance in fishes: rigorous description of patterns as a basis for understanding causal mechanisms. *ICLARM*4(3), 3-6.
- Prianto, E., Kartamihardja, E. S., Umar, C., & Kasim, K. (2016). Pengelolaan sumberdaya ikan di Komplek Danau Malili, Provinsi Sulawesi Selatan. *J. Kebijak. Perikan. Ind.* 8(1), 41-52. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.8.1.2016.41-52>
- Putri, M. R. A. & Tjahjo, D. W. H. (2010). Analisis hubungan panjang bobot dan pendugaan parameter pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Waduk Ir. H. Djuanda. *BAWAL* 3(2), 85-92. <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.3.2.2010.85-92>
- Rahman, A., Sentosa, A. A., & Wijaya, D. (2012). (2012). Sebaran ukuran dan kondisi ikan zebra *Amatitlania nigrofasciata* (Gunter, 1867) di Danau Beratan, Bali. *J. Iktio. Ind.* 12(2), 135-145.
- Rao, R. K & Babu, K. R. (2013). Studies on length-weight relationship of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) east coast of Andhra Pradesh, India. *Adv. Appl. Sci. Res.* 4(3), 172-176.
- Rocha, G. R. A. & Freire, K. M. F. (2009). Biology and dominance relationships of the main fish species in the Lake Encantada, Ilheus, Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 21(3), 309-316.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., Baughman, S., Cabin, R. J., Cohen, J. E., Ellstrand, N. C., McCauley, D. E., O'Neil, P. O., Parker, I. M., Thompson, J. N., & Weller, S. G. (2001). The population biology of invasive species. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32, 305-32.
- Samuel & Makmur, S. (2012). Estimasi parameter pertumbuhan, mortalitas dan tingkat pemanfaatan ikan tawes dan nila di Danau Tempe Sulawesi Selatan. *BAWAL* 4(1), 45-52. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.4.1.2012.45-52>.
- Satria, H., Tjahjo, D. W. H., Kartamihardja, E. S., Hediarto, D. A., Sentosa, A. A., Saepulloh, H., Sukamto, Rudi, A., & Waino. (2016). Penelitian pengendalian ikan asing invasif (IAS) di Danau Matano, Kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan (p. 97). *Laporan Tahunan*. Purwakarta, Jawa Barat: Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan.
- Sentosa, A. A. & Wijaya, D. (2013). Potensi invasif ikan zebra Cichlid (*Amatitlania nigrofasciata* Günther, 1867) di Danau Beratan, Bali ditinjau dari aspek biologinya. *BAWAL* 5(2), 113-121. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.5.2.2013.113-121>.
- Sparre, P. & Venema, S. C. (1999). *Introduksi pengkajian stok ikan tropis, Buku 1 Manual* (p. 438). Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Sumanasinghe, H. P. W. & Amarasinghe, U. S. (2013). Population dynamics of accidentally introduced Amazon sailfin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes, Loricariidae) in Pologolla reservoir, Sri Lanka. *Sri Lanka J. Aquat. Sci.* 18, 37-45.
- Tampubolon, P. A. R. P., Rahardjo, M. F., & Krismono. D. S. P. (2012). Pertumbuhan ikan oskar (*Amphilophus citrinellus*, Günther 1864) di Waduk Ir H. Djuanda, Jawa Barat. *J. Iktio. Ind.* 12(2), 195-202.
- Tampubolon, P. A. R. P., Rahardjo, M. F., & Krismono. (2014). Potensi ancaman invasif ikan oskar (*Amphilophus citrinellus*) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. *Widyariset* 17(3), 311-322. doi:<http://dx.doi.org/10.14203/widyariset.17.3.2014.311-321>.
- Umar, C., Kartamihardja, E. S., & Aisyah. (2015). Dampak invasif ikan red devil (*Amphilophus citrinellus*) terhadap keanekaragaman ikan di perairan umum daratan di Indonesia. *J. Kebijak.*

- Perikan. Ind.* 7(1), 55-61. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jkpi.7.1.2015.55-61>.
- Warsa, A. & Purnomo, K. (2013). Selektivitas jaring insang monofilamen dan aspek biologi ikan oscar (*Amphilophus citrinellus*) di Situ Panjalu, Ciamis. *J. Lit. Perikan. Ind.* 19(2), 65-72. doi: 10.15578/jppi.19.2.2013.65-72.
- Whitten, A. J., Mustafa, M., & Henderson, G.S. (2002). *The ecology of Sulawesi Vol IV* (p. 754). Hongkong: Periplus Ltd.
- Winker, H., Weyl, O. L. F., Booth, A. J., & Ellender, B. R. (2011). Life history and population dynamics of invasive common carp, *Cyprinus carpio*, within a large turbid African impoundment. *Marine and Freshwater Research* 62, 1270-1280. doi: <http://dx.doi.org/10.1071/MF11054>
- Yamane, D., Field, J. G., & Leslie, R. W. (2005). Exploring the effect of fishing on fish assemblages using abundance biomass comparison (ABC) curve. *ICES J. Mar. Sci.* 62, 374-379.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*, 4th ed (p. 663). USA: Prentice-Hall, Upper Saddle River.