

## INTERAKSI TROFIK KOMUNITAS IKAN DI DANAU MATANO, SULAWESI SELATAN PASCA BERKEMBANGNYA IKAN ASING INVASIF

### TROPHIC INTERACTIONS OF FISH COMMUNITY IN LAKE MATANO, SOUTH SULAWESI POST-DEVELOPMENT OF INVASIVE ALIEN FISH SPECIES

Dimas Angga Hedianto\*<sup>1</sup> dan Agus Arifin Sentosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Jl. Cilalawi, No. 1, Jatiluhur-Purwakarta, Jawa Barat-41152

Teregistrasi I tanggal: 09 September 2019; Diterima setelah perbaikan tanggal: 06 Nopember 2019;

Disetujui terbit tanggal: 20 Nopember 2019

#### ABSTRAK

Interaksi trofik pasca masuknya ikan introduksi ataupun ikan asing invasif merupakan dasar untuk mengkaji tekanan ekologis terhadap ikan asli. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis interaksi trofik komunitas ikan pasca berkembangnya jenis-jenis ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. Ikan contoh diperoleh dari hasil tangkapan jaring insang percobaan, jala lempar, dan seser pada Mei, Oktober, dan November 2015 serta Februari, Juli, dan September 2016. Analisis ekologi trofik yang dilakukan meliputi indeks bagian terbesar, tingkat trofik, luas relung dan tumpang tindih relung makanan, serta pola strategi makan. Hasil penelitian menunjukkan komunitas ikan yang tertangkap di Danau Matano terdiri atas 9 famili, 11 genera, dan 17 spesies. Ikan louhan mendominasi komunitas ikan di Danau Matano sebesar 53,62%. Makanan alami yang banyak dimanfaatkan oleh sejumlah ikan dalam komunitas adalah insekta (Diptera), Gastropoda (*Tylomelania* sp.), dan larva insekta (Chironomidae). Kelompok trofik komunitas ikan di Danau Matano terdiri atas detritivora, herbivora, insektivora, zoobentivora, dan piscivora. Masuknya ikan introduksi memunculkan kelompok trofik baru (detritivora dan herbivora). Ikan introduksi cenderung memiliki luas relung makanan yang lebih bervariasi. Kompetisi terhadap makanan alami kategori moderat banyak terjadi antara ikan asli dengan louhan. Strategi pola makan ikan asli di Danau Matano cenderung bersifat spesialis, sedangkan ikan introduksi memiliki strategi pola makan yang lebih bervariasi dan oportunistik. Ikan louhan sebagai ikan introduksi dominan yang bersifat invasif mampu memanfaatkan seluruh sumber daya makanan alami yang tersedia dan menempati tingkat trofik tertinggi di Danau Matano. Tekanan ekologi terhadap ikan asli oleh ikan asing invasif di Danau Matano terjadi karena adanya kompetisi terhadap makanan alami.

**Kata Kunci:** Danau Matano; ikan asing invasif; ikan louhan; interaksi trofik; strategi pola makan

#### ABSTRACT

*Trophic interactions post-development of non-native fish or invasive alien fish species are the basis knowledge for assessing and preventing the ecological pressure on native fish. This research aims to analyze the trophic interactions of fish community post-development of invasive alien fish species in Lake Matano, South Sulawesi. Fish samples were obtained from the catch of experimental gill nets, cast nets, and push nets in May, October, and November 2015 along with February, July, and September 2016. Trophic ecological analysis carried out included index of preponderance, trophic level, niche breadth and niche overlap of natural food, and feeding strategy. The fish community caught in Lake Matano consists of 9 families, 11 genera, and 17 species. Flowerhorn cichlid dominates the fish community in Lake Matano by 53.62%. Natural foods that are widely used by a number of fish in the community are Insecta (Diptera), Gastropods (*Tylomelania* sp.), and larvae of Insecta (Chironomidae). The guild trophic of fish community in Lake Matano consists of detritivores, herbivores, insectivores, zoobentivores, and piscivores. The introduction of non-native species bring up to new guilds (detritivores and herbivores). Non-native fishes tends to have*

Korespondensi penulis:  
[dimas.brpsi@gmail.com](mailto:dimas.brpsi@gmail.com)

*a variety niche breadth. Moderate competition for natural food resources between native fish and flowerhorn cichlid is quite high. Feeding strategy of native species in Lake Matano tend to be specialist, while non-natives species have more variety and opportunistic. Flowerhorn cichlid as dominant invasive alien fish species is able to utilize all natural food resources and occupies the highest trophic level in Lake Matano. Ecological pressure on native fish by invasive alien fish species in Lake Matano occurs due to competition in obtaining natural food resources.*

**Keywords:** *Lake Matano; invasive alien species; flowerhorn cichlid; trophic interactions; feeding strategy*

## PENDAHULUAN

Interaksi trofik merupakan salah satu dasar untuk memahami ekosistem secara keseluruhan melalui proses dalam rantai makanan (Zahid *et al.*, 2015). Rantai makanan dalam komunitas ikan akan melibatkan aliran transfer energi dari tingkat trofik terendah hingga tertinggi yang saling mempengaruhi (Frank *et al.*, 2007). Menurut Britton *et al.* (2017), masuknya ikan introduksi ke suatu perairan akan berdampak secara ekologis pada keanekaragaman hayati ikan asli melalui kompetisi inter dan intra-spesifik. Kompetisi antara jenis ikan asli dan introduksi sangat dimungkinkan terjadi karena relung makanan dan ruang yang sama (Monroy *et al.*, 2014). Lebih lanjut, jenis-jenis ikan introduksi, terutama dari famili Cichlidae, diketahui memiliki dampak negatif terhadap komunitas ikan asli apabila masuk ke perairan secara tidak disengaja dan tanpa pendekatan kehati-hatian melalui predasi ataupun kompetisi (Canonico *et al.*, 2005).

Danau Matano yang dikenal sebagai danau purba dengan tingkat endemisitas tinggi (Prianto *et al.*, 2016), telah terindikasi masuknya beberapa jenis ikan introduksi (Herder *et al.*, 2012) dan invasif yang mendominasi, yaitu ikan louhan dari famili Cichlidae (Hedianto & Satria, 2017; Hedianto *et al.*, 2018) yang merupakan jenis ikan hibrid dari beberapa spesies Cichlid sehingga nama ilmiahnya tidak dapat ditentukan (Nico *et al.*, 2007; Ng & Tan, 2010; McMahan *et al.*, 2010). Ikan louhan diduga masuk ke perairan Danau Matano secara tidak sengaja (*unintentional introduction*) pada awal 2000 (Alitonang *et al.*, 2015). Selama kurun waktu 10-15 tahun telah menyebabkan ikan louhan mampu berkembang pesat dan berkembangbiak di perairan Danau Matano (Hedianto & Satria, 2017; Hedianto *et al.*, 2018). Ikan ini telah menyebar pula di seluruh perairan Danau Matano, terutama di zona litoral (Sentosa & Hedianto, 2019). Disisi lain, zona litoral yang saat ini didominasi oleh ikan louhan, dihuni pula oleh sekitarnya 14 spesies endemik Danau Matano (Sulistiono *et al.*, 2007).

Interaksi trofik pasca masuknya ikan introduksi merupakan dasar untuk mengkaji perubahan rantai

makanan, dimana akhirnya dapat diketahui dan dilakukan upaya pencegahan adanya tekanan ekologis terhadap ikan asli (David *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis interaksi trofik komunitas ikan pasca berkembangnya jenis ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian lapangan dilakukan di Danau Matano, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan pada Mei, Oktober, November 2015 dan Februari, Juli, September 2016. Penangkapan ikan dilakukan menggunakan jaring insang percobaan (*experimental gill net*) (spesifikasi terbuat dari nilon monofilamen dengan beberapa ukuran mata jaring, yaitu 0,75; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 inci), jala lempar (*cast net*), dan seser (*push net*).

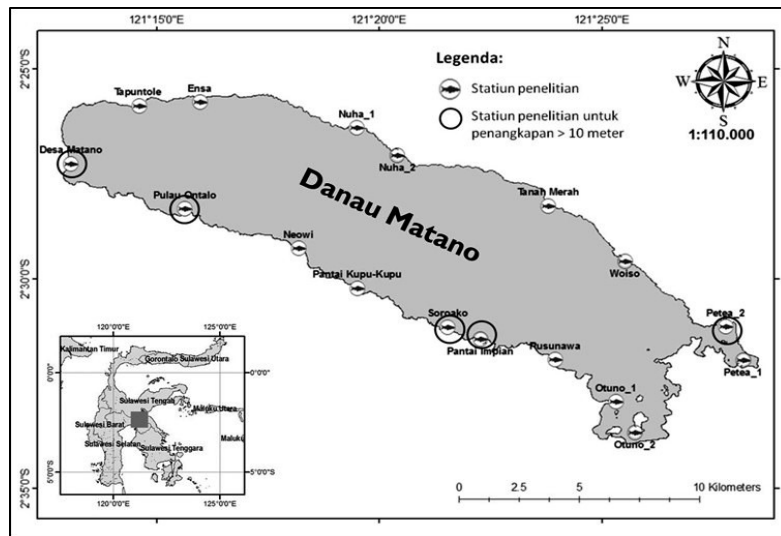
Percobaan penangkapan ikan dilakukan dengan memasang jaring insang percobaan secara sejajar/tegak lurus garis pantai pada pagi hari selama 4-5 jam di zona litoral (<100 meter kearah pantai), kemudian diangkat pada siang/sore hari di 17 lokasi penelitian (Gambar 1) yang ditentukan titik secara acak berstrata (*stratified random sampling*) (Cadima *et al.*, 2005) berdasarkan karakteristik habitat substrat dasar yang diamati secara visual. Percobaan penangkapan ikan dilakukan pula pada strata kedalaman <10 dan >10 meter sesuai karakteristik kontur kedalaman perairan (Gambar 1). Hasil tangkapan dilengkapi pula menggunakan jala lempar dan seser untuk mendapatkan jenis ikan yang bersembunyi di sekitar tumbuhan air dan bebatuan.

### Pengumpulan Data

Ikan contoh yang tertangkap diukur panjang totalnya menggunakan papan ukur dengan ketelitian 0,1 cm dan ditimbang bobot tubuhnya menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gram. Identifikasi jenis ikan mengacu pada Hildebrand (1925), Kullander (2003), Herder *et al.* (2012), Kottelat *et al.* (1993), dan situs *Fishbase* (Froese & Pauly, 2019). Sampel ikan kemudian dibedah untuk diambil saluran pencernaan mulai dari esopagus hingga anus.

Sampel saluran pencernaan diawetkan menggunakan larutan formalin 5%, kemudian dimasukkan dalam plastik sampel dan diberi label. Saluran pencernaan dikeluarkan isinya, kemudian diukur volumenya dan diidentifikasi jenis organismenya. Identifikasi isi saluran pencernaan diamati menggunakan mikroskop *stereo zoom* dan mikroskop *compound* yang mengacu pada Needham & Needham (1963), Edmonson (1978), Chia & Ng (2006), Glaubrecht & Rintelen (2008), Rintelen & Glaubrecht (2006), Robertson *et al.* (2006), dan Bellingier & Sigee, (2010). Pengamatan ekologi trofik ikan dilakukan di Laboratorium Biologi

Ikan, Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan. Identifikasi makanan alami dilakukan hingga tingkat taksonomik terendah, kemudian dikelompokkan berdasarkan fraksi makanan alami berdasarkan perangkat lunak *TrophLab2K* (Pauly *et al.*, 2000). Makanan alami yang telah diidentifikasi kemudian dikelompokkan dalam 11 kelompok (berdasarkan fraksi II makanan alami dalam *TrophLab2K*), yaitu detritus, fitoplankton, tumbuhan, cacing, Moluska, bentik krustase, insekta, plankton krustase, zooplankton lainnya, ikan fase awal (larva & telur ikan), dan ikan (teleostei) (Pauly *et al.*, 2000).



Gambar 1. Lokasi pengambilan ikan di Danau Matano (sumber: Hedianto *et al.*, 2018).  
 Figure 1. Sampling site of fishing in Lake Matano (source: Hedianto *et al.*, 2018).

**Analisis Data**

Kumulatif hasil tangkapan ikan dianalisis menggunakan indeks relatif penting/*index of relative importance* (Pinkas *et al.*, 1971; Kolding, 1989) dengan persamaan:

$$IRI = 100 \times \frac{(\%Wi + \%Ni) \times \%Fi}{\sum (\%Wi + \%Ni) \times \%Fi} \dots\dots\dots(1)$$

- di mana;
- IRI = indeks relatif penting spesies ikan ke-i
  - %Wi = persentase biomassa dari spesies ke-i dalam total tangkapan
  - %Ni = persentase kelimpahan dari spesies ke-i dalam total tangkapan
  - %Fi = frekuensi keberadaan spesies ke-i dalam total tangkapan

Perhitungan kebiasaan makanan dianalisis menggunakan *Index of Preponderance* (Natarajan & Jhingran, 1961), dengan persamaan:

$$Ii = \left[ \frac{(Vi.Oi)}{\sum_i^n Vi.Oi} \right] \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

- di mana;
- Ii = indeks bagian terbesar (*index of preponderance*)
  - Vi = persentase volume makanan ikan jenis ke-i
  - Oi = persentase frekuensi kejadian makanan jenis ke-i
  - n = jumlah organisme makanan ikan (i = 1,2,3,...n)

Preferensi makanan alami yang dominan dari setiap jenis ikan dievaluasi berdasarkan kriteria *food index* (FI) dari *index of preponderance* sebesar  $\geq 50\%$  untuk kategori atau jenis makanan alami tertentu (Oliveira *et al.*, 2014). Dalam beberapa kasus tertentu, dimana sejumlah makanan alami yang dimanfaatkan jenis ikan dalam proporsi relatif berkurang, kriteria *food index* (FI)  $\geq 40\%$  diadopsi (Gaspar da Luz *et al.*, 2001). Apabila presentasi makanan alami dari tumbuhan dan hewan relatif seimbang dengan perbedaan *food index* (FI)  $< 20\%$ , maka jenis ikan tergolong omnivora

(Oliveira *et al.*, 2014). Kelompok trofik (*guild trophic*) dari tiap jenis ikan ditentukan berdasarkan makanan utama makanan alami yang ditemukan (Oliveira *et al.*, 2014).

Penentuan tingkat trofik ikan contoh didasarkan pada komposisi makanan dan tingkat trofik dari fraksi makanan alami (*preys*) yang dimanfaatkan oleh ikan contoh menggunakan perangkat lunak *TrophLab2K* (Pauly *et al.*, 2000). Fraksi dan tingkat trofik mangsa yang dimanfaatkan oleh ikan diperoleh dari perangkat lunak *TrophLab2K* dan telah menjadi standar acuan dalam penentuan tingkat trofik ikan (Pauly *et al.*, 2000). Persamaan untuk menghitung tingkat trofik ikan mengacu pada Christensen & Pauly, (1992) dan Pauly *et al.*, 1998), yaitu:

$$Troph = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} * Troph_j \dots\dots\dots(3)$$

di mana;

- Troph = tingkat trofik jenis ikan
- DC<sub>ij</sub> = fraksi mangsa (*prey*) ke-i yang dimanfaatkan ikan ke-j
- Troph<sub>i</sub> = tingkat trofik mangsa ke-j
- G = jumlah kelompok mangsa yang dimanfaatkan ikan ke-j

Luas relung (*niche breadth*) ikan dianalisis untuk mendapatkan gambaran spesialisasi dan generalisasi ikan dalam memanfaatkan sumber daya makanan alami yang tersedia di perairan. Persamaan yang digunakan adalah *Levin's Measure* yang distandardisasi dengan nilai 0-1 (Novakowski *et al.*, 2008):

$$B_i = \frac{1}{(n-1)} \left[ \frac{1}{\left( \sum P_{ij}^2 \right)} - 1 \right] \dots\dots\dots(4)$$

di mana;

- B<sub>i</sub> = indeks luas relung Levin yang distandardisasi ikan ke-i
- n = jumlah seluruh makanan alami yang dimanfaatkan oleh ikan ke-i
- P<sub>ij</sub> = Proporsi makanan alami yang dimanfaatkan oleh jenis ikan ke-i untuk mangsa ke-j

Nilai luas relung makanan ikan dibedakan menjadi tiga klasifikasi, yaitu ikan tergolong spesialis jika B<sub>i</sub><0,4; ikan tergolong intermediate/medium jika 0,4 ≤ B<sub>i</sub> ≤ 0,6; dan ikan tergolong generalis jika B<sub>i</sub>>0,6 (Novakowski *et al.*, 2008).

Tumpang tindih (*niche overlap*) dihitung untuk mengetahui persaingan antara jenis ikan asing invasif dan ikan asli dalam memanfaatkan makanan yang tersedia di perairan. Perhitungan tumpang tindih pemanfaatan makanan alami menggunakan *Schoener Index* (Colwell & Futuyma, 1971; Moyle & Senanayake, 1984; Grossman, 1986) dengan persamaan:

$$C_X = 1 - \frac{1}{2} \sum (P_{xi} - P_{yi}) \dots\dots\dots(5)$$

di mana;

- C<sub>x</sub> = Schoener Index
- P<sub>xi</sub>, P<sub>yi</sub> = proporsi jenis organisme makanan ke-i yang digunakan oleh dua kelompok ikan x dan y

Nilai tumpang tindih relung Schoener Index memiliki tiga klasifikasi, yaitu nilai C<sub>x</sub><0,33 menunjukkan rendahnya tumpang tindih relung; nilai 0,33 ≤ C<sub>x</sub> ≤ 0,67 menunjukkan tumpang tindih relung tergolong moderat; dan nilai C<sub>x</sub>>0,67 menunjukkan tingginya tumpang tindih relung (Moyle & Senanayake, 1984).

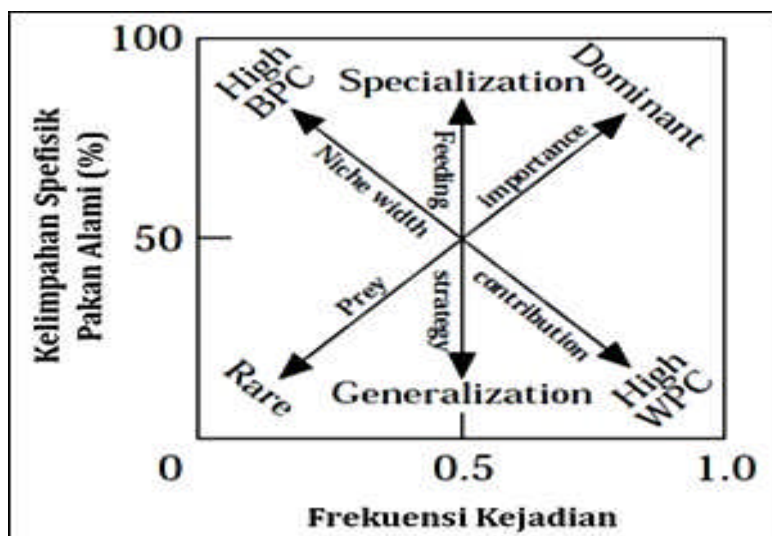
Strategi pola makan ikan dianalisis dengan metode grafik Costello (Costello, 1990) yang dimodifikasi oleh Amundsen *et al.* (1996) (Gambar 2) untuk setiap komposisi makanan alami secara temporal, dengan persamaan:

$$P_i = \frac{\sum S_i}{\sum St_i} x 100 \dots\dots\dots(6)$$

$$F_i = \frac{\sum N_i}{\sum Nt_i} x 100 \dots\dots\dots(7)$$

di mana;

- P<sub>i</sub> = kelimpahan spesifik organisme makanan alami dalam bentuk persentase volume
- F<sub>i</sub> = persentase frekuensi kejadian makanan alami di lambung ikan
- ∑ S<sub>i</sub> = persentase volume isi lambung yang berisi organisme makanan alami jenis ke-i
- ∑ St<sub>i</sub> = total persentase volume isi lambung yang berisi organisme makanan alami jenis ke-i
- ∑ N<sub>i</sub> = persentase jumlah organisme makanan alami jenis ke-i yang terdapat di lambung
- ∑ Nt<sub>i</sub> = total persentase jumlah organisme makanan alami jenis ke-i yang terdapat di lambung



Gambar 2. Grafik Costello yang dimodifikasi (Amundsen *et al.*, 1996) untuk analisis strategi pola makan. *Figure 2. Modified Costello graphic (Amundsen et al., 1996) for feeding strategies analysis.*

## HASIL DAN BAHASAN

### Hasil

#### Komunitas Ikan

Jenis ikan yang didapatkan di Danau Matano terdiri atas 9 famili, 11 genera, dan 17 spesies. Jenis ikan yang dominan tertangkap berturut-turut adalah ikan louhan, nila, dan butini. Ikan louhan sebagai ikan asing yang bersifat invasif mendominasi komunitas ikan di Danau Matano sebesar 53,62%. Jumlah ikan introduksi yang ditemukan sebanyak tujuh spesies, sedangkan ikan asli sebanyak 10 spesies. Perbandingan antara jumlah jenis dan indeks relatif

penting antara ikan asli dan introduksi berturut-turut 1:0,7 dan 1:3,9 (Tabel 1).

Jenis makanan alami yang dimanfaatkan oleh komunitas ikan di Danau Matano terdiri atas lima kelompok fraksi pertama, 11 kelompok fraksi kedua, dan 66 jenis fraksi ketiga sesuai perangkat lunak *TrophLab2K* (Tabel 2). Jenis makanan alami yang banyak dimanfaatkan oleh komunitas ikan di Danau Matano adalah insekta dari ordo Diptera (dimanfaatkan 10 jenis ikan), kemudian Gastropoda dari genus *Tylomelania* dan larva insekta dari famili Chironomidae (masing-masing dimanfaatkan 7 jenis ikan).

Tabel 1. Komunitas ikan yang tertangkap di Danau Matano pada 2015-2016.

Table 1. Fish communities caught on Lake Matano in 2015-2016.

No. / No	Nama Lokal/ Local Name	Famili/ Family	Spesies/ Species	W	N	F	IRI
<b>Ikan Asli (Native Fishes)</b>							
1.	Butini	Gobiidae	<i>Glossogobius matanensis</i>	140.549,05	728	53	16,04
2.	Gobiidae	Gobiidae	<i>Mugilogobius adeia</i>	2,61	3	3	0,002
3.	Gobiidae	Gobiidae	<i>Mugilogobius latifrons</i>	1,17	14	1	0,002
4.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina abendanoni</i>	19,38	4	3	0,002
5.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina antoniae</i>	421,49	55	17	0,17
6.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina opudi</i>	34,12	8	3	0,004
7.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina prognatha</i>	111,48	16	5	0,01
8.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina sarasinorum</i>	166,90	33	11	0,06
9.	Opudi	Telmatherinidae	<i>Telmatherina sp.</i>	2.348,29	968	26	4,31
10.	Pangkilang	Zenarchopteridae	<i>Nomorhamphus weberi</i>	3,30	24	3	0,01
<b>Ikan Introduksi (Non-Native Fishes)</b>							
11.	Gabus	Channidae	<i>Channa striata</i>	53.861,39	142	12	1,12
12.	Lohan	Cichlidae	-	139.261,99	3.027	78	53,62
13.	Nila	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	404.337,71	1.024	34	23,48
14.	Karper	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	45.540,87	102	5	0,38
15.	Sapu-sapu	Loricariidae	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	54.134,61	263	7	0,80
16.	Kosang	Osphronemidae	<i>Osphronemus goramy</i>	427,33	6	2	0,003
17.	Patin	Pangasiidae	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	28,78	1	1	0,0002

Tabel 2. Fraksi makanan alami ikan yang dimanfaatkan komunitas ikan di Danau Matano.  
 Table 2. The fraction of natural food resources utilized by fish community in Lake Matano.

Fraksi Makanan I/ Fraction of Diets I	Fraksi Makanan II/ Fraction of Diets II	Fraksi Makanan III/ Fraction of Diets I
Detritus	Detritus	Detritus
Tumbuhan	Fitoplankton	Bacillariophyceae ( <i>Acnantes</i> sp., <i>Amphiprora</i> sp., <i>Amphora</i> sp., <i>Cymbella</i> sp., <i>Diatoma</i> sp., <i>Ephitemia</i> sp., <i>Eunotia</i> sp., <i>Flagillaria</i> sp., <i>Frustulia</i> sp., <i>Glaucoma</i> sp., <i>Gomphonema</i> sp., <i>Gyrosigma</i> sp., <i>Mastogloia</i> sp., <i>Melosira</i> sp., <i>Navicula</i> sp., <i>Neidium</i> sp., <i>Nitzchia</i> sp., <i>Pinnularia</i> sp., <i>Stephanopyxis</i> sp., <i>Surirella</i> sp., <i>Synedra</i> sp., <i>Tabellaria</i> sp.), Chlorophyceae ( <i>Chlorella</i> sp., <i>Cosmarium</i> sp., <i>Gonatozygon</i> sp., <i>Pediastrum</i> sp., <i>Richterella</i> sp., <i>Scenedesmus</i> sp., <i>Sphaerocystis</i> sp., <i>Sphaerzosma</i> sp., <i>Spyrogira</i> sp., <i>Ulothrix</i> sp., <i>Zygnema</i> sp.), Cyanophyceae ( <i>Anabaena</i> sp., <i>Choelosphaerium</i> sp., <i>Lyngbya</i> sp., <i>Merismopedia</i> sp., <i>Microcystis</i> sp., <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Spirulina</i> sp.), Dinophyceae ( <i>Peridinium</i> sp.)
Zoobenthos	Tumbuhan Cacing Moluska Bentik Krustase	Makrofit Oligochaeta Bivalva ( <i>Corbicula</i> sp.), Gastropoda ( <i>Tylomelania</i> sp.) Ostracoda ( <i>Cypridopsis</i> sp.), Udang ( <i>Caridina</i> sp.), Kepiting ( <i>Parathelphusidae</i> )
Zooplankton	Insekta Plankton Krustase	Insekta (Diptera, unidentified), Larva Insekta ( <i>Chironomidae</i> , Diptera, unidentified) Copepoda ( <i>Cyclops</i> sp., <i>Diaphtomus</i> sp., <i>Nauplius</i> sp.), Cladocera ( <i>Acroperus</i> sp., <i>Bosmina</i> sp., <i>Daphnia</i> sp., <i>Nauplius</i> sp.)
Nekton	Zooplankton lainnya Ikan fase awal Ikan	Rotifera ( <i>Notholca</i> sp., <i>Trichocerca</i> sp.) Telur ikan Teleostei ( <i>Gobiidae</i> , <i>Telmatherina</i> spp.)

Data komunitas ikan yang dianalisis terdiri atas 16 spesies, kecuali ikan opudi (*Telmatherina* sp.) yang tertangkap dalam fase juvenil, sehingga masih sulit untuk dianalisis isi lambungnya. Secara umum, jenis makanan alami yang dimanfaatkan oleh jenis ikan asli sebagai makanan utama antara lain ikan (Teleostei) oleh ikan butini (*G. matanensis*); Molusca (Gastropoda) oleh ikan *M. adeia* dan *M. latifrons*; insekta oleh ikan opudi (*T. antoniae*, *T. abendanoni*, *T. prognatha*) dan pangkilang (*N. weberi*); larva insekta oleh ikan opudi jenis *T. opudi* dan *T. sarasinorum* (Tabel 3). Jenis makanan alami yang dimanfaatkan

oleh komunitas ikan introduksi sebagai makanan utama antara lain udang oleh ikan gabus (*C. striata*); Molusca (Gastropoda) oleh ikan louhan; tumbuhan oleh ikan nila (*O. niloticus*) dan kosang (*O. goramy*); fitoplankton oleh ikan nila; detritus oleh ikan karper (*C. carpio*) dan sapu-sapu (*P. pardalis*); dan cacing (Oligochaeta) oleh ikan patin (*P. hypophthalmus*) (Tabel 4). Jenis makanan utama yang dimanfaatkan oleh ikan introduksi lebih bervariasi daripada ikan asli. Ikan louhan merupakan satu-satunya jenis ikan yang mampu memanfaatkan seluruh sumber daya makanan alami yang ada.

Tabel 3. Kebiasaan makanan komunitas ikan asli di Danau Matano  
 Table 3. Food habits of native fish community in Lake Matano

Jenis Makanan Alami/ Diet of Stomach Contents	Ikan Asli/Native Fishes								
	<i>G. matanensis</i>	<i>M. adeia</i>	<i>M. latifrons</i>	<i>T. abendanoni</i>	<i>T. antoniae</i>	<i>T. opudi</i>	<i>T. prognatha</i>	<i>T. sarasinorum</i>	<i>N. weberi</i>
Detritus	-	-	-	-	0,4	9,3	2,9	16,0	-
Fitoplankton									
Chlorophyceae	-	-	-	4,6	0,1	-	-	-	-
Cyanophyceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bacillariophyceae	-	-	-	9,9	0,3	0,9	-	-	-
Dinophyceae	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-

<b>Tumbuhan</b>	Makrofita	1,6	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<b>Cacing</b>	Oligochaeta	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Moluska</b>	Bivalva	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gastropoda	0,4	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	-	0,4	-	-	3,2	-
<b>Bentik Krustase</b>	Ostracoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kepiting	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Udang	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Insekta</b>	Insekta	13,1	-	-	<b>50,0</b>	<b>89,3</b>	9,3	<b>62,1</b>	16,0	<b>100,0</b>
	Larva Insekta	11,5	-	-	35,0	9,1	<b>80,6</b>	11,6	<b>64,0</b>	-
<b>Plankton Krustase</b>	Copepoda	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cladocera	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<b>Zooplankton lainnya</b>	Rotifera	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ikan Fase Awal</b>	Telur Ikan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ikan</b>	Teleostei	<b>71,2</b>	-	-	-	0,2	-	23,4	0,8	-

Keterangan/remark: cetak tebal (*bold*) merupakan makanan utama (*main foods*)

Tabel 4. Kebiasaan makanan komunitas ikan introduksi di Danau Matano

Table 4. Food habits of non-native fish community in Lake Matano

		<b>Ikan Introduksi/Non-native Fishes</b>						
<b>Jenis Makanan Alami/ Diet of Stomach Contents</b>		<b>C. striata</b>	<b>Louhan</b>	<b>O. niloticus</b>	<b>C. carpio</b>	<b>P. pardalis</b>	<b>O. goramy</b>	<b>P. hypophthalmus</b>
<b>Detritus</b>		-	6,5x10 <sup>-5</sup>	0,7	<b>100,0</b>	<b>60,0</b>	-	-
<b>Fitoplankton</b>	Chlorophyceae	-	0,01	2,9	-	-	-	-
	Cyanophyceae	-	3,6x10 <sup>-3</sup>	22,8	-	0,1	-	-
	Bacillariophyceae	-	0,04	15,4	-	33,3	-	-
	Dinophyceae	-	4,3x10 <sup>-4</sup>	0,2	-	0,3	-	-
<b>Tumbuhan</b>	Makrofita	-	8,7	<b>57,3</b>	-	-	<b>100,0</b>	-
<b>Cacing</b>	Oligochaeta	-	0,0	0,1	-	-	-	<b>100,0</b>
<b>Moluska</b>	Bivalva	-	0,5	0,0	-	-	-	-
	Gastropoda	-	<b>47,2</b>	0,5	-	-	-	-
<b>Bentik Krustase</b>	Ostracoda	-	0,0	-	-	-	-	-
	Kepiting	-	0,6	-	-	-	-	-
	Udang	<b>65,0</b>	5,0	-	-	-	-	-

<b>Insekta</b>	Insekta	35,0	13,5	0,1	-	-	-	-
	Larva Insekta	-	22,8	-	-	-	-	-
<b>Plankton Krustase</b>	Copepoda	-	2,4x10 <sup>-5</sup>	-	-	6,2	-	-
	Cladocera	-	5,7x10 <sup>-3</sup>	3,2x10 <sup>-2</sup>	-	-	-	-
<b>Zooplankton lainnya</b>	Rotifera	-	1,5x10 <sup>-4</sup>	-	-	-	-	-
<b>Ikan Fase Awal</b>	Telur Ikan	-	1,1x10 <sup>-3</sup>	-	-	-	-	-
<b>Ikan</b>	Teleostei	-	1,6	-	-	-	-	-

Keterangan/remark: cetak tebal (**bold**) merupakan makanan utama (*main foods*)

Kelompok trofik (*trophic guild*) ditentukan oleh makanan utama yang dimanfaatkan oleh tiap jenis ikan. Kelompok trofik komunitas ikan di Danau Matano terdiri atas detritivora, herbivora, insektivora, zoobentivora, dan piscivora. Tingkat trofik ikan asli berkisar antara 3,02-4,11 dengan luas relung makanan berkisar antara 0,00-0,44, sedangkan tingkat trofik ikan introduksi berkisar antara 2,00-3,42 dengan luas relung makanan berkisar antara 0,00-0,83 (Tabel 5).

Kelompok trofik dari jenis-jenis ikan asli terdiri atas insektivora, zoobentivora, dan piscivora dengan luas relung rata-rata bersifat spesialis. Jenis *T. abendanoni*

dan *T. prognatha* merupakan jenis ikan asli yang memiliki luas relung makanan bersifat moderat. Komunitas ikan asli di Danau Matano cenderung memiliki luas relung makanan dengan rentang rendah dan menduduki posisi tingkat trofik atas (trofik level III dan IV). Jenis-jenis ikan introduksi memiliki kelompok trofik dan luas relung yang cenderung lebih bervariasi. Ikan gabus merupakan jenis ikan introduksi dengan luas relung makanan bersifat generalis, sedangkan jenis ikan introduksi lainnya cenderung bersifat spesialis. Kelompok trofik dari jenis-jenis ikan introduksi terdiri atas herbivora, detritivora, zoobentivora, dan crustacivora.

Tabel 5. Tingkat trofik, kelompok trofik, dan luas relung makanan komunitas ikan di Danau Matano.

Table 5. *Trophic level, trophic guild, and food niche breadth of fish community in Lake Matano.*

Jenis Ikan/ <i>Fish Species</i>	n	Tingkat Trofik/ <i>Trophic Level</i>	Kelompok Trofik/ <i>Trophic Guild</i>	Luas Relung/ <i>Niche Breadth</i>
<b>Ikan Asli (Native Fishes)</b>				
<i>G. matanensis</i>	28	4,11±0,71	Piscivora	0,14 (Spesialis)
<i>M. adeia</i>	ds)	3,37±0,58	Zoobentivora	0,00 (Spesialis)
<i>M. latifrons</i>	ds)	3,37±0,58	Zoobentivora	0,00 (Spesialis)
<i>T. abendanoni</i>	2	3,02±0,37	Insektivora	0,44 (Moderat)
<i>T. antoniae</i>	31	3,18±0,40	Insektivora	0,03 (Spesialis)
<i>T. opudi</i>	5	3,08±0,38	Insektivora	0,17 (Spesialis)
<i>T. prognatha</i>	10	3,46±0,52	Insektivora	0,40 (Moderat)
<i>T. sarasinorum</i>	9	3,04±0,38	Insektivora	0,29 (Spesialis)
<i>N. weberi</i>	2	3,20±0,40	Insektivora	0,00 (Spesialis)
<b>Ikan Introduksi (Non-native Fishes)</b>				
<i>C. striata</i>	2	3,35±0,50	Crustacivora	0,83 (Generalis)
Louhan	873	3,42±0,43	Zoobentivora	0,13 (Spesialis)
<i>O. niloticus</i>	34	2,01±0,04	Herbivora	0,15 (Spesialis)
<i>C. carpio</i>	1	2,00±0,00	Detritivora	0,00 (Spesialis)
<i>P. pardalis</i>	1	2,07±0,07	Detritivora	0,28 (Spesialis)
<i>O. goramy</i>	1	2,00±0,00	Herbivora	0,00 (Spesialis)
<i>P. hypophthalmus</i>	1	3,06±0,26	Zoobentivora	0,00 (Spesialis)

Keterangan/remark: n = jumlah sampel ikan yang dianalisis isi perutnya; ds) = desk study dari Fishbase (Froese & Pauly, 2019)



Ikan louhan sebagai ikan introduksi dominan yang bersifat invasif memiliki kecenderungan sifat spesialis dalam memanfaatkan makanan alami yang tersedia. Secara temporal dapat terlihat bahwa setiap musim (temporal) yang berbeda, ikan louhan mampu memanfaatkan makanan utama yang berbeda-beda (Tabel 6). Makanan utama ikan louhan dapat berupa

Gastropoda, insekta, larva insekta, udang, dan makrofita. Pada September 2016, ikan louhan mampu memanfaatkan tiga jenis makanan alami sebagai makanan utama, yaitu makrofita, Gastropoda, dan larva insekta. Kelompok trofik ikan louhan dapat berubah-ubah, yaitu zoobentivora, insektivora, crustacivora, bahkan omnivora (Tabel 6).

Tabel 6. Kebiasaan makanan ikan louhan di Danau Matano berdasarkan temporal  
Table 6. Food habits of flowerhorn cichlid in Lake Matano based on temporal/season

Jenis Makanan Alami/ <i>Diet of Stomach Contents</i>	2015			2016		
	Mei	Oktober	November	Februari	Juli	September
<b>Detritus</b>	-	9,82E-04	-	-	-	-
<b>Fitoplankton</b>						
Chlorophyceae	2,68E-03	0,06	0,15	-	-	0,04
Cyanophyceae	2,03E-03	0,01	0,09	-	-	0,03
Bacillariophyceae	0,01	0,43	0,05	-	-	0,07
Dinophyceae	6,70E-04	3,64E-03	2,30E-03	-	-	-
<b>Tumbuhan</b>						
Makrofita	2,71	1,37	-	10,98	6,74	<b>34,65</b>
<b>Cacing</b>						
Oligochaeta	0,00	0,03	-	3,97E-04		0,08
<b>Moluska</b>						
Bivalva	0,06	0,57	-	0,28	0,36	1,57
Gastropoda	0,88	<b>70,54</b>	15,75	<b>45,93</b>	<b>62,60</b>	<b>28,89</b>
<b>Bentik Krustase</b>						
Ostracoda	0,02	-	-	-	-	-
Kepiting	0,04	0,71	0,31	0,51	0,48	1,22
Udang	0,13	9,63	<b>41,04</b>	1,36	7,24	5,85
<b>Insekta</b>						
Insekta	<b>72,41</b>	6,96	4,35	7,50	10,54	5,18
Larva Insekta	21,99	8,88	35,68	31,68	10,81	<b>21,31</b>
<b>Plankton Krustase</b>						
Copepoda	8,38E-04	-	-	-	-	5,04E-04
Cladocera	-	0,05	-	-	-	0,01
<b>Zooplankton lainnya</b>						
Rotifera	4,69E-03	1,11E-03	-	-	-	-
<b>Ikan Fase Awal</b>						
Telur Ikan	0,06	-	-	-	-	-
<b>Ikan</b>						
Teleostei	1,69	0,75	2,57	1,77	1,24	1,10

Ket: cetak tebal (*bold*) = makanan utama (*main food*)

Kompetisi terhadap makanan alami terjadi peningkatan inter dan intra-spesifik dalam komunitas ikan pasca berkembangnya ikan introduksi di Danau Matano. Secara alami, tumpang tindih relung makanan pada jenis-jenis ikan asli di Danau Matano terjadi karena kelompok trofik yang sama. Tumpang tindih relung makanan dengan kategori moderat-tinggi

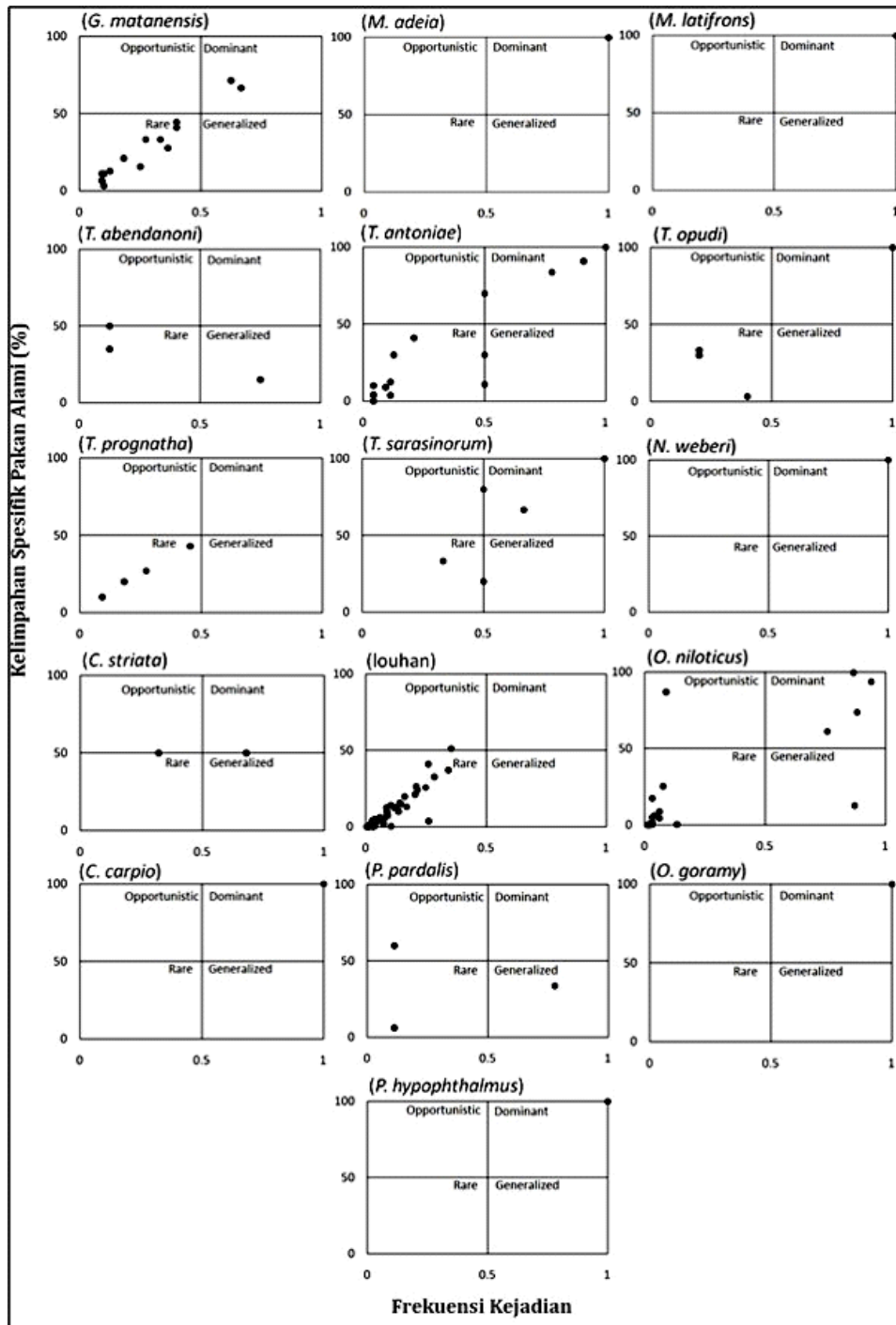
banyak terjadi antara ikan asli dan introduksi, terutama dalam hal memanfaatkan Gastropoda dan insekta (Tabel 7). Ikan louhan berkompetisi dengan ikan asli (*T. abendani* dan *T. sarasinorum*) dalam memanfaatkan insekta ( $C_x=0,36-0,40$ ). Ikan louhan juga berkompetisi dengan *M. adeia* dan *M. latifrons* dalam memanfaatkan Gastropoda ( $C_x=0,47$ ).

Tabel 7. Tumpang tindih relung makanan komunitas ikan di Danau Matano.  
Table 7. Food niche overlap of fish community in Lake Matano.

Jenis Ikan/ Fish Species	G. matanensis	M. adeia	M. latifrons	T. abendanoni	T. antoniae	T. opudi	T. prognatha	T. sarasinorum	N. weberi	C. striata	Louhan	O. niloticus	C. carpio	P. pardalis	O. goramy	P. hypophthalmus
<b>Ikan Asli (Native Fish)</b>																
G. matanensis	1															
M. adeia	0,00	1														
M. latifrons	0,00	1,00	1													
T. abendanoni	0,25	0,00	0,00	1												
T. antoniae	0,23	0,00	0,00	0,59	1											
T. opudi	0,21	0,00	0,00	0,45	0,19	1										
T. prognatha	0,48	0,00	0,00	0,62	0,72	0,24	1									
T. sarasinorum	0,26	0,03	0,03	0,51	0,26	0,83	0,31	1								
N. weberi	0,13	0,00	0,00	0,50	0,89	0,09	0,62	0,16	1							
<b>Ikan Introduksi (Non-native Fishes)</b>																
C. striata	0,15	0,00	0,00	0,35	0,35	0,09	0,35	0,16	0,35	1						
Louhan	0,30	0,47	0,47	0,36	0,23	0,32	0,27	0,40	0,13	0,19	1					
O. niloticus	0,02	0,00	0,00	0,15	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,09	1				
C. carpio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,03	0,16	0,00	0,00	0,00	0,01	1			
P. pardalis	0,00	0,00	0,00	0,15	0,01	0,10	0,03	0,16	0,00	0,00	0,00	0,34	0,60	1		
O. goramy	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,57	0,00	0,00	1	
P. hypophthalmus	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1
Keterangan/Remark: <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black;"></span> : Rendah <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #808080; border: 1px solid black;"></span> : Moderat <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #333333; border: 1px solid black;"></span> : Tinggi																

Strategi pola makan dari komunitas ikan diplot dalam grafik Costello untuk kebiasaan makanan secara temporal agar terlihat perubahan komposisi makanan berdasarkan waktu (Gambar 3). Jenis-jenis ikan asli memiliki strategi pola makan yang bersifat spesialis dominan dengan tipe *stenophagic-monophagic*, kecuali ikan opudi (famili *Telmatherinidae*). Ikan opudi memiliki strategi pola makan cenderung generalis (*high within-phenotype component (WPC)*),

beberapa memiliki strategi pola makan bersifat spesialis-generalis untuk jenis ikan *T. abendanoni*, *T. antoniae*, dan *T. prognatha*. Jenis ikan introduksi memiliki strategi pola makan yang lebih bervariasi. Beberapa jenis ikan introduksi menunjukkan sifat *euryphagic* dan oportunistik (*high between-phenotype component (BPC)*), yaitu ikan louhan, nila, dan sapu. Jenis ikan asli cenderung tidak ditemukan dalam kuadran oportunistik Gambar 3; Tabel 8).



Gambar 3. Strategi pola makan komunitas ikan di Danau Matano.  
Figure 3. Feeding strategy of fish community in Lake Matano.

Tabel 8. Interpretasi strategi pola makan komunitas ikan di Danau Matano.  
Table 8. Feeding strategy interpretation of fish community in Lake Matano.

Jenis Ikan/ <i>Fish Species</i>	Interpretasi Strategi Pola Makan/ <i>Interpretation of Feeding Strategy</i>
<b>Ikan Asli (Native Fish)</b>	
<i>G. matanensis</i>	Spesialis; <i>Stenophagic</i>
<i>M. adeia</i>	Spesialis; <i>Monophagic</i>
<i>M. latifrons</i>	Spesialis; <i>Monophagic</i>
<i>T. abendanoni</i>	Generalis; <i>Stenophagic</i>
<i>T. antoniae</i>	Spesialis-Generalis; <i>Euryphagic</i>
<i>T. opudi</i>	Spesialis; <i>Stenophagic</i>
<i>T. prognatha</i>	Generalis; <i>Euryphagic</i>
<i>T. sarasinorum</i>	Spesialis; <i>Stenophagic</i>
<i>N. weberi</i>	Spesialis; <i>Monophagic</i>
<b>Ikan Introduksi (Non-native Fishes)</b>	
<i>C. striata</i>	Generalis; Oportunistik; <i>Stenophagic</i>
Louhan	Spesialis-Generalis; Oportunistik; <i>Euryphagic</i>
<i>O. niloticus</i>	Spesialis-Generalis; Oportunistik; <i>Euryphagic</i>
<i>C. carpio</i>	Spesialis; <i>Stenophagic</i>
<i>P. pardalis</i>	Spesialis-Generalis; Oportunistik; <i>Euryphagic</i>
<i>O. goramy</i>	Spesialis; <i>Monophagic</i>
<i>P. hypophthalmus</i>	Spesialis; <i>Monophagic</i>

## Bahasan

Ikan louhan sebagai ikan introduksi/asing telah mendominasi sebesar 54,62% dari komunitas ikan di Danau Matano, sehingga dapat dikatakan populasinya telah berinovatif. Menurut Hadiaty & Wirjoatmodjo, (2002), jenis ikan yang tertangkap di Danau Matano pada 2002 terdiri atas 14 jenis ikan asli dan hanya 5 jenis ikan introduksi dengan perbandingan antara jumlah jenis ikan asli dan introduksi saat itu adalah 1:0,4. Jenis ikan asli di Danau Matano merupakan jenis ikan endemik di perairan tersebut, terutama di kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan (Hadiaty & Wirjoatmodjo, 2002; Hilgers *et al.*, 2018). Perbandingan antara jumlah jenis ikan asli dan introduksi pada 2002 (Hadiaty & Wirjoatmodjo, 2002) dengan 2015-2016 (penelitian saat ini) hampir sama. Namun, perubahan terjadi untuk persentase kumulatif tangkapan antara ikan asli dan introduksi yang diakibatkan meningkatnya populasi ikan louhan. Pada tahun 2002, ikan louhan belum ditemukan berada di perairan Danau Matano (Hadiaty & Wirjoatmodjo, 2002).

Ikan louhan merupakan jenis ikan asing invasif yang telah beradaptasi dengan baik terhadap ketersediaan makanan alami yang cenderung terbatas

di Danau Matano yang bersifat oligotrofik. Hal tersebut dapat terlihat dari perubahan kebiasaan makanan ikan louhan secara temporal dan mampu memanfaatkan seluruh jenis makanan alami yang tersedia. Berdasarkan penelitian mengenai kebiasaan makanan ikan louhan di Danau Matano pada 2010-2012 oleh Herder *et al.* (2012), terjadi perubahan kebiasaan makanan secara ontogenik dengan memanfaatkan makanan utama berupa Gastropoda, insekta, dan ikan (*preys*) sebagai makanan utama. Variasi makanan terjadi seiring bertambahnya ukuran. Penelitian yang dilakukan oleh Hilgers *et al.* (2018) pada November 2013 (musim kemarau) di Danau Matano, menemukan kebiasaan makanan ikan louhan berubah secara ontogenik dan spasial, dimana ikan berukuran kecil cenderung memanfaatkan insekta, sedangkan ikan dewasa memanfaatkan Gastropoda. Penelitian pada 2016 yang dilakukan oleh Dina *et al.* (2017) di Danau Matano, ikan louhan mampu menjadi piscivora dengan memangsa ikan lainnya. Menurut Glaubrecht & Rintelen, (2008), salah satu jenis makanan utama yang banyak dimanfaatkan oleh komunitas ikan di Danau Matano adalah jenis Gastropoda endemik dari genus *Tylomelania* sp. Jenis Gastropoda ini dimanfaatkan secara maksimal oleh ikan louhan. Hal ini tentu menjadi kekhawatiran adanya penurunan populasi Gastropoda endemik di Danau Matano.

Beberapa jenis ikan asli di Danau Matano mengembangkan sifat adaptif, sedangkan lainnya bersifat spesialis absolut. Sifat adaptif dalam memanfaatkan makanan alami terjadi karena proses evolusi terhadap karakteristik dan makanan alami yang bersifat endemik dan terbatas (Herder & Schliewen, 2010). Jenis-jenis ikan asli yang adaptif tersebut terutama dari jenis ikan opudi *T. antoniae* dan *T. prognatha* (Pfaender *et al.*, 2010). Oleh karena itu, pada penelitian ini ditemukan pola strategi makan keduanya bersifat *eurypagic*.

Tingkat trofik dan luas relung makanan ikan introduksi di Danau Matano lebih bervariasi daripada ikan asli. Masuknya ikan introduksi menjadikan munculnya kelompok trofik baru dengan luas relung yang bersifat spesialis-generalis dalam memanfaatkan makanan, seperti detritivora (ikan karper dan sapu-sapu) dan herbivora (ikan kosang dan nila). Hal ini menggambarkan bahwa di Danau Matano yang bersifat oligotrofik-ultraoligotrofik (Sabo *et al.*, 2008) memiliki rantai makanan dengan kompleksitas rendah akibat terbatasnya relung makanan yang tersedia.

Adanya kelompok trofik detritivora (seperti ikan sapu-sapu dan karper) berpotensi mengancam jenis-jenis ikan dasar endemik, terutama dari famili Gobiidae demersal yang sering menempelkan telurnya di bebatuan dan dasar perairan (Herder *et al.* 2012). Ikan louhan pun sangat berpotensi untuk memakan telur ikan butini yang menempel di bebatuan, karena kedua jenis ikan tersebut memiliki lokasi pemijahan dan pembesaran yang sama (Herder *et al.* 2012). Pada penelitian ini, ditemukan pula telur ikan sebagai mangsa oleh ikan louhan dengan proporsi rendah. Dilain pihak, munculnya kelompok trofik herbivora (ikan nila dan kosang) mengancam tumbuhan air endemik di Danau Matano, seperti jenis *Ottelia mesenterium* (Nasution *et al.*, 2015) dan *Hydrilla verticillata* (Balai Besar KSDA Sulawesi Selatan, 2011).

Pendekatan kehati-hatian diperlukan apabila akan menebar jenis ikan introduksi di Danau Matano, karena perkembangan jenis ikan baru dapat mengubah struktur rantai makanan dalam komunitas ikan. Meningkatnya kompleksitas rantai makanan dalam komunitas ikan di Danau Matano dapat meningkatkan ketidakstabilan. Hal ini dikarenakan secara alamiah ekologi Danau Matano telah memiliki kekhasan baik jenis ikan maupun mangsanya (Hilgers *et al.*, 2018), karena proses evolusi danau dan sifat oligotrofik perairan (Pfaender *et al.*, 2010). Apabila jenis-jenis ikan introduksi berkembang pesat dan mengisi relung yang kosong, maka jenis ikan dan mangsa endemik di Danau Matano dapat tertekan populasinya. Pada

akhirnya, diversitas khas dan endemik perairan Danau Matano dapat terancam.

Kompetisi terhadap makanan alami cenderung meningkat pasca masuknya ikan introduksi, terutama dengan kelompok trofik yang sama. Selain itu, pasca berkembangnya ikan introduksi dan ikan asing invasif di Danau Matano, interaksi trofik komunitas ikan cenderung menjadi kompleks. Adanya penambahan kelompok trofik baru dan munculnya jenis ikan oportunistik dan *eurypagic* menjadi salah satu faktor meningkatnya kompleksitas rantai makanan. Ikan louhan merupakan jenis ikan yang paling berpotensi berkompetisi dengan ikan asli. Jenis ikan lainnya yang perlu diwaspadai dapat meningkatkan kompetisi dan tekanan ekologis adalah ikan nila, sapu-sapu, dan gabus.

Tiap jenis ikan dapat dikatakan spesialis, generalis, atau gabungan dari keduanya dengan sifat *eurypagic* jika memanfaatkan banyak taksa makanan alami (*rare taxa*) dengan frekuensi kejadian yang rendah. Sebaliknya, tiap jenis ikan dapat dikatakan *stenophagic* atau *monophagic* jika memanfaatkan sedikit taksa makanan alami (*dominant taxa*) dengan frekuensi kejadian yang tinggi. Sifat oportunistik ditunjukkan apabila jenis ikan memanfaatkan jenis makanan alami dengan frekuensi kejadian yang rendah dan proporsi tingkat pemanfaatan serta jumlah taksa makanan alami yang tinggi (*opportunistic quadran*). Strategi pola makan dari ikan louhan yang bersifat spesialis-generalis, oportunistik, dan *eurypagic* dalam memanfaatkan makanan alami merupakan informasi yang penting akan ancaman terhadap ikan asli (Bruton, 1990; Subjak, 2013).

Perbedaan variasi strategi pola makan dan adanya sifat oportunistik antara ikan introduksi dan ikan asli dapat menimbulkan perbedaan adaptasi terhadap ketersediaan makanan alami di perairan. Sifat oportunistik dari jenis ikan dapat menunjukkan daya adaptif terhadap ketersediaan makanan alami (Subjak, 2013; Pfaender *et al.*, 2010; Hilgers *et al.*, 2018). Sifat *eurypagic* dari ikan introduksi dapat meningkatkan tekanan ekologis bagi ikan asli pada saat ketersediaan makanan di alam terbatas (Bruton, 1990).

Kemampuan adaptasi ikan dalam memanfaatkan makanan berhubungan pula dengan perkembangan populasi ikan (Effendie, 1997). Ikan louhan telah menunjukkan proses adaptasi yang baik di perairan Danau Matano, sehingga populasinya meningkat. Jenis ikan introduksi lainnya yang perlu diwaspadai berpotensi invasif karena memiliki pola strategi oportunistik adaptif adalah ikan nila dan sapu-sapu.

Populasi ikan introduksi dengan strategi pola makan yang cenderung spesialis dan *stenophagic-monophagic*, sangat besar kemungkinan populasinya tidak akan berkembang.

Suksesnya invasi ikan louhan di Danau Matano dikarenakan tingginya spesialisasi jenis-jenis ikan asli dalam memanfaatkan makanan alami dan tingginya daya oportunistik ikan louhan dalam memanfaatkan makanan alami yang tersedia (Hilgers *et al.*, 2018). Upaya pengendalian populasi ikan louhan sangat dibutuhkan untuk menjaga kelestarian dan endemisitas biota air di Danau Matano (Nasution *et al.*, 2019). Tekanan ekologis berupa kompetisi relung oleh populasi ikan louhan yang tinggi di Danau Matano dapat mengancam keberadaan ikan asli yang bersifat endemik (David *et al.*, 2017).

## KESIMPULAN

Ikan asli dan endemik di Danau Matano cenderung memiliki luas relung yang bersifat spesialis, sedangkan jenis ikan introduksi memiliki luas relung yang lebih bervariasi dan oportunistik dalam memanfaatkan makanan alami yang tersedia. Masuknya ikan introduksi menjadikan munculnya kelompok trofik baru (detritivora dan herbivora) dan menempati relung yang kosong. Kompetisi terhadap makanan alami banyak terjadi antara ikan asli dengan ikan louhan. Tekanan ekologi terhadap ikan asli oleh ikan introduksi, terutama ikan asing invasif, di Danau Matano terjadi karena adanya kompetisi relung.

Penebaran jenis ikan introduksi detritivora dan herbivora di Danau Matano perlu menggunakan pendekatan kehati-hatian, karena dapat menekan sejumlah makanan alami endemik. Sifat trofik ikan louhan yang berubah-ubah sesuai waktu sangat membahayakan komunitas ikan dan sumber daya makanan alami yang bersifat endemik di Danau Matano, sehingga pengendalian populasinya sangat diperlukan dengan melibatkan seluruh *stakeholder* yang terlibat.

## 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 Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan, Jatiluhur, Purwakarta. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya pada Ir. Hendra Satria, Prof. Endi Setiadi Kartamihardja, Dr. Didik Wahyu Hendro Tjahjo, Dr. Fayakun Satria, dan Dr. Joni Haryadi yang telah memberi masukan yang berarti untuk tulisan

ini. Juga pada para peneliti dan teknisi litkayasa (Hendra Saepulloh, S.Sos, 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*. Palopo: Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup.
- Balai Besar KSDA Sulawesi Selatan. (2011). Review rencana penataan blok taman wisata alam Danau Matano Kabupaten Luwu Timur Propinsi Sulawesi Selatan (p. 62). *Laporan Teknis*. Makasar: Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup.
- Britton, J. R., Ruiz-Navarro, A., Verreycken, H., & Amat-Trigo, F. (2017). Trophic consequences of introduced species: comparative impacts of increased interspecific versus intraspecific competitive interactions. *Functional Ecology*, 32(2), 486–495. doi: 10.1111/1365-2435.12978
- Bruton, M. N. (1990). The conservation of the fishes of Lake Victoria, Africa: an ecological perspective. *Environmental Biology of Fishes*, 21, 161-175. doi: 10.1007/BF00001670
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M., & Staldvik, F. J. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data-modification of the Costello (1990) method. *J. Fish Biol.*, 48, 607-614. doi: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x
- Bellinger, E. G., & Sigeo, D. C. (2010). *Freshwater algae, identification and use as bioindicators* (p. 271). Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell.
- Cadima, E. L., Caramelo, A. M., Alfonso-Dias, M., Barros, P. D., Tandstad, M. O., & Moreno-Leiva, J. I. (2005). *Sampling Methods Applied to Fisheries Science: a Manual* (p. 96). Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 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

- Chia, O. K. S., & Ng, P. K. L. (2006). The freshwater crabs of Sulawesi, with descriptions of two new genera and four new species (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Parathelphusidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 54(2), 381-428.
- Christensen, V., & Pauly, D. (1992). The ECOPATH II-a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61, 169-185. doi: 10.1016/0304-3800(92)90016-8
- Colwell, R. K., & Futuyma, D. J. (1971). On the Measurement of Niche Breadth and Overlap. *Ecology*, 52(4), 567-576. doi: 10.2307/1934144
- Costello, M. J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *J. Fish Biol.*, 36, 261-263. doi: 10.1111/j.1095-8649.1990.tb05601.x
- David, P., Thébault, E., Anneville, O., Duyck, P. F., Chapuis, E., & Loeuille, N. (2017). Impacts of invasive species on food webs: a review of empirical data. *Advances in Ecological Research*, 56, 1-60. doi: 10.1016/bs.aecr.2016.10.001
- Dina, R., Nasution, S. H., & Akhdiana, I. (2017). Studi komposisi makanan ikan louhan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. In *Prosiding Pertemuan Ilmiah Masyarakat Limnologi Indonesia* (pp. 152-157). Bogor, Indonesia: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Edmonson, W. T. (1978). *Freshwater biology 2nd Ed* (p. 1.248). New York: John Wiley & Sonc, Inc.
- Effendie, M. I. (1997). *Biologi perikanan* (p. 157). Yayasan Pustaka Nusatama. Bogor.
- Frank, K. T., Petrie, B., & Shackell, N. L. (2007). The ups and downs of trophic control in continental shelf ecosystems. *Trends Ecol. Evol.*, 22(5), 236-242. doi: 10.1016/j.tree.2007.03.002
- Froese, R. & Pauly, D. (eds). (2019). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (04/2019).
- Gaspar da Luz, K. D., Abujanra, F., Agostinho, A. A., & Gomes, L. C. (2001). Caracterização trófica de três lagoas na planície aluvial do alto rio Paraná, Brasil. *Acta Sci.*, 23, 401-407. doi: 10.4025/actasciobiolsci.v23i0.2738
- Glaubrecht, M., & Rintelen, T. V. (2008). The species flocks of lacustrine gastropods: *Tylomelania* on Sulawesi as models in speciation and adaptive radiation. *Hydrobiologia*, 615, 181-199. doi: 10.1007/s10750-008-9568-9
- Grossman, G. D. (1986). Food resource partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *J. Zool. Lond.*, 1, 317-355. doi: 10.1111/j.1096-3642.1986.tb00642.x
- Hadiaty, R. K., & Wirjoatmodjo, S. (2002). Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 2(2), 23-29. doi: 10.32491/jii.v2i2.274
- Hedianto, D. A., & Satria, H. (2017). Pendekatan pola peremajaan dan laju eksploitasi ikan louhan untuk pengendalian ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *J. Lit. Perik. Ind.*, 23(4), 227-239. doi: 10.15578/jppi.23.4.2017.227-239
- Hedianto, D. A., Sentosa, A. A., & Satria, H. (2018). Aspek reproduksi ikan louhan hibrid sebagai ikan asing invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *BAWAL*, 10(2), 69-82. doi: 10.15578/bawal.10.2.2018.69-82
- Herder, F. & Schliewen, U. K. (2010). Beyond sympatric speciation: radiation of sailfin silverside fishes in the Malili Lakes (Sulawesi). In Glaubrecht, M. (Ed.) *Evolution in Action* (pp. 465-483). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- 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 introduced to the Malili Lakes system in Sulawesi. *Aquatic Invasions*, 7(4), 521-535. doi: 10.3391/ai.2012.7.4.009
- Hilgers, L., Herder, F., Hadiaty, R. K., & Pfaender, J. (2018). Alien attack: trophic interactions of flowerhorn cichlids with endemics of ancient Lake Matano (Sulawesi, Indonesia). *Evolutionary Ecology Research*, 19, 575-590.
- Hildebrand, S. F. (1925). Fishes of the Republic of El Salvador, Central America. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 41, 236-287.
- Kolding, J. (1989). The fish resources of Lake Turkana and their environment (p. 262). *Thesis for the Cand.*

- Scient. degree in Fisheries Biology and Final Report of KEN 043 Trial Fishery 1986-1987. University of Bergen.
- Kottelat, M., Whitten, J. A., Kartikasari, S. N., & Wirjoatmodjo, S. (1993). *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi* (p. 377). Hongkong: Periplus Edition (HK) Ltd.
- 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.
- Monroy, M., Maceda-Veiga, A., Caiola, N., & De Sostoa, A. (2014). Trophic interactions between native and introduced fish species in a littoral fish community. *Journal of Fish Biology*, 85(5), 1693-1706. doi: 10.1111/jfb.12529
- 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: 10.1016/j.ympev.2010.09.005
- Moyle, P. B., & Senanayake, F. R. (1984). Resource partitioning among the fishes of rainforest streams in Sri Lanka. *J. Zool. Lond.*, 202, 195-223. doi: 10.1111/j.1469-7998.1984.tb05951.x
- Nasution, S. H., Sulastri, S., & Muchlisin, Z. A. (2015). Habitat characteristics of Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia - the home of endemic fishes. *AAAL Bioflux*, 8(2), 213-223.
- Nasution, S. H., Haryani, G. S., Dina, R., & Samir, O. (2019). Ancaman jenis ikan louhan terhadap ikan endemik di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Berita Biologi*, 18(2), 233-245. doi: 10.14203/beritabiologi.v18i2.2993
- Natarajan, A. V., & Jhingran, A. G. (1961). Index of preponderance-a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian Journal of Fisheries*, 8(1), 54-59.
- Needham, J. G. & Needham, P. R. (1963). *A guide to the study of freshwater biology*, 5<sup>th</sup> Ed (p. 180). Revised and Enlarged. San Fransisco: Holden Day, Inc.
- 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: 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: 10.3391/ai.2007.2.3.7
- Novakowski, G. C., Hahn, N. S., & Fugi, R. (2008). Diet seasonality and food overlap of the fish assemblage in a pantanal pond. *Neotropical Ichthyology*, 6(4), 567-576. doi: 10.1590/S1679-62252008000400004
- Oliveira, J. C. S., Angelini, R., & Nahum, V. J. I. (2014). Diet and niche breadth and overlap in fish communities within the area affected by an Amazonian reservoir (Amapá, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(1), 383-405. doi: 10.1590/0001-3765201420130053
- Pauly, D., Froese, R., Sa-a, Palomares, M. L., Christensen, V., & Rius, J. (2000). TrophLab in MS Access. (Diunduh pada: Maret 2015). [www.fishbase.org/download/TrophLab2K.zip](http://www.fishbase.org/download/TrophLab2K.zip).
- Pauly, D., Trites, A., Capuli, E., & Christensen, V. (1998). Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES J. Mar. Sci.*, 55, 467-481. doi: 10.1006/jmsc.1997.0280
- Pfaender, J., Schliewen, U. K., & Herder, F. (2010). Phenotypic traits meet patterns of resource use in the radiation of "sharpfin" sailfin silverside fish in Lake Matano. *Evol. Ecol.*, 24, 957-974. doi: 10.1007/s10682-009-9332-2
- Pinkas, L., Oliphant, M. S., & Iverson, I. L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *Fish Bull. Calif. Dept. Fish Game*, 152, 1-105.
- 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: 10.15578/jkpi.8.1.2016.41-52
- Rintelen, T. R., & M. Glaubrecht. (2006). Rapid evolution of sessility in an endemic species flock of the freshwater bivalve *Corbicula* from ancient lakes on Sulawesi, Indonesia. *Biol. Lett.*, 2, 73-77. doi: 10.1098/rsbl.2005.0410



- Robertson, T., Sargeant, B., & Urgellés, R. (2006). *Invertebrate Identification Guide* (p. 53). Florida: Aquatic Ecology Lab, Florida International University.
- Sabo, E., Roy, D., Hamilton, P. B., Hehanussa, P. E., McNeely, R., & Haffner, G. D. (2008). The plankton community of Lake Matano: factors regulating plankton composition and relative abundance in an ancient tropical lake of Indonesia. *Hydrobiologia*, 615, 225-235. doi: 10.1007/s10750-008-9560-4
- Sentosa, A. A., & Hedianto, D. A. (2019). Sebaran Ikan Louhan yang Menjadi Invasif di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Limnotek Perairan darat Tropis di Indonesia*, 26(1), 1–9.
- Subjak, J. (2013). Observation of food and feeding of angler-caught huchen, *Hucho hucho* (L.), in Slovak rivers in winter. *Arch. Pol. Fish.*, 21, 219-225. doi: 10.2478/aopf-2013-0021
- Sulistiono, Rahardjo, M. F., Wirjoatmodjo, S., & Hadiati, R. K. (2007). Fauna endemik di kompleks Danau Malili, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 14(2), 103-108.
- Zahid, A., Rahardjo, M. F., Syafei, L. S., & Susilowati, R. (2015). Ekologi trofik komunitas ikan di perairan Segara Menyan Subang, Jawa Barat. *Ilmu Kelautan*, 20(3), 170-186. doi: 10.14710/ik.ijms.20.3.170-186.