Jurnal Iktiologi Indonesia, 19(1): 65-78 DOI: https://doi.org/10.32491/jii.v19i1.378

Karakteristik morfologis populasi ikan tawes *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah

[Morphological characteristics of silver barb fish population *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) from different waters locations in Central Java Province]

Hasan Ayyubi✉, Agung Budiharjo, Sugiyarto

Jurusan Biosain, Fakultas Pascasarjana Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No.36A, Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

Diterima: 5 Agustus 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

Abstrak

Populasi ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) terdapat di Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Aliran Sungai Bengawan Solo bertemu dengan aliran Sungai Dengkeng sedangkan aliran Sungai Opak terpisah dari keduanya. Hal ini menjadikan sebuah fenomena keterpisahan populasi yang menarik untuk diteliti keragaman dan pengelompokan antar populasi melalui penanda morfologis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman ikan tawes di Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur berdasarkan karakter morfologis. Pengukuran karakter morfologis dengan metode morfometrik dengan 14 karakter morfologis yang diukur. Pengukuran faktor fisika kimia air meliputi suhu, kuat arus, kedalaman, pH, oksigen terlarut, dan substrat. Hasil penelitian menunjukkan karakter morfologis pembeda keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong, dan tinggi batang ekor. Analisis kelompok menunjukkan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Dengkeng daripada Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur karena kemiripan habitat dan kedekatan lokasi. Faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah perbedaan kuat arus perairan.

Kata penting**:** ikan tawes, morfometrik, sungai, waduk.

Abstract

There are population of silver barb (*Barbonymus gonionotus)* in Bengawan Solo River, Dengkeng River, Opak River and Gajah Mungkur Reservoir. Bengawan Solo River's flow meets Dengkeng River's flow while Opak River's flow separated from the two other made an interesting phenomenon of population separability to study diversity and grouping between populations through morphological markers. The study aimed to analyze the diversity of silver barb in the Bengawan Solo River, Dengkeng River, Opak River and Gajah Mungkur Reservoir based on morphological characters. Measurement of morphological characters with morphometric methods with 14 measured morphological characters. Measurement of water chemical and physical factors include temperature, current velocity, depth, pH, dissolved oxygen and substrate. The result showed that the four distinguished morphological characteristics of the population predominantly in silver barb (*B. gonionotus*) were the dorsal depth, snouth length and caudal pundacle depth. Group analysis showed that silver barb population of the Bengawan Solo River had morphological characters more similar to the Dengkeng River than Opak River and Gajah Mungkur Reservoir because of the similarity of the habitat and proximity of the location. Based on the most influential environmental factors is the difference in current velocity.

Keywords: silver barb, morphometric, river, reservoir

Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak spesies ikan yang termasuk famili Cyprinidae dan tersebar di perairan Pulau Jawa, Kalimantan, dan Sumatera. Salah satunya adalah ikan tawes, *Barbonymus gonionotus* atau juga dikenal dengan nama bader putihan. Ikan ini merupakan spesies asli Indonesia (Kottelat *et al* 1993) yang merupakan salah satu kekayaan alam perairan Indonesia terutama di Pulau Jawa.

Penelitian terhadap ikan tawes sudah pernah dilakukan oleh Kusmini *et al*. (2009) dengan membandingkan ikan tengadak (*Barbonymus schwanenfeldii*) dan ikan tawes (*B. gonionotus*) dari Jawa Barat melalui penanda RAPD (*Random Amplified Polimorfism* DNA). Hasil penelitian menunjukkan adanya keragaman

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: *hasan.ayb1992@gmail.com*

genetik antara ikan tengadak dan ikan tawes yang mengindikasikan bahwa jenis ikan tersebut memiliki perbedaan genetik yang nyata walau pun sama-sama dari Jawa Barat. Belum ada penelitian keragaman antarikan tawes sebelumnya terutama pada populasi ikan tawes di sungai Jawa Tengah yakni Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Ketiga sungai tersebut memiliki aliran unik yakni aliran Sungai Dengkeng bertemu dengan aliran Sungai Bengawan Solo sedangkan aliran Sungai Opak terpisah dari keduanya. Hal tersebut menjadikan sebuah fenomena keterpisahan populasi ikan tawes menjadi dua atau lebih yang menarik untuk diteliti bagaimana keragamannya.

Langkah paling awal dalam menentukan keragaman suatu populasi yaitu melalui penanda morfologis (Na'iem 2000). Menurut Haryono (2001), ikan bertulang sejati (Osteichthyes) menunjukkan adanya variasi karakter morfologis pada letak geografis yang berbeda. Pada suatu spesies yang terpisah oleh letak geografis, maka tingkat isolasi yang cukup akan menghasilkan perbedaan morfologi yang nyata antarstok atau populasi dalam spesies yang sama dikarenakan mempertahankan aliran gen (*gen flow)* pada populasi tersebut (Turan *et al.* 2004). Contoh variasi karakter morfologis pada letak geografis yang berbeda melalui morfometrik dilakukan oleh Khan *et al* (2013) dalam penelitiannya tentang variasi intraspesifik ikan gabus (*Channa punctatus*) di tiga sungai yang berbeda (Sungai Gangga, Yamuna, dan Gomti) dengan 27 karakter morfologis dan terdapat 23 karakter morfologis berbeda signifikan dari tiga populasi sungai tersebut.

Selain faktor genetik, keragaman ikan juga dapat dipengaruhi oleh lingkungan melalui adaptasi bentuk tubuh, warna dan sirip pada kondisi lingkungan perairan di mana makhluk tersebut hidup (Matthews 1998). Ikan memiliki kemampuan beradaptasi pada habitat yang heterogen, contoh pada ordo Perciformes yang memiliki sirip lebih fleksibel dalam menyesuaikan dengan lingkungan (Gosline1971). Beberapa spesies kelas Actinopterygii menunjukkan bahwa kebiasaan makan ikan dan pergerakan dalam lingkungan dapat memicu perbedaan morfologis intraspesies (Santos *et.al* 2010).

Penanda karakter morfologis yang dapat digunakan untuk mengetahui keragaman adalah morfometri. Morfometri digunakan untuk mengukur ciri-ciri khusus, hubungan variasi dalam taksonomi populasi ikan dan sangat berguna untuk menilai variasi bentuk karena perbedaan geografis (Baur& Leuenberger 2011). Morfometri memiliki manfaat untuk menggambarkan secara lebih akurat indeks panjang tubuh, lebar tubuh dan tinggi tubuh yang mampu mengidentifikasi perbedaan antarspesies, mendeskripsikan pola keragaman morfologis antarpopulasi atau spesies serta mengklasifikasikan dan menduga hubungan filogenik (Haryono 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman populasi ikan tawes dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur berdasarkan karakter morfologis dan menganalisis pengelompokannya melalui metode morfometrik.

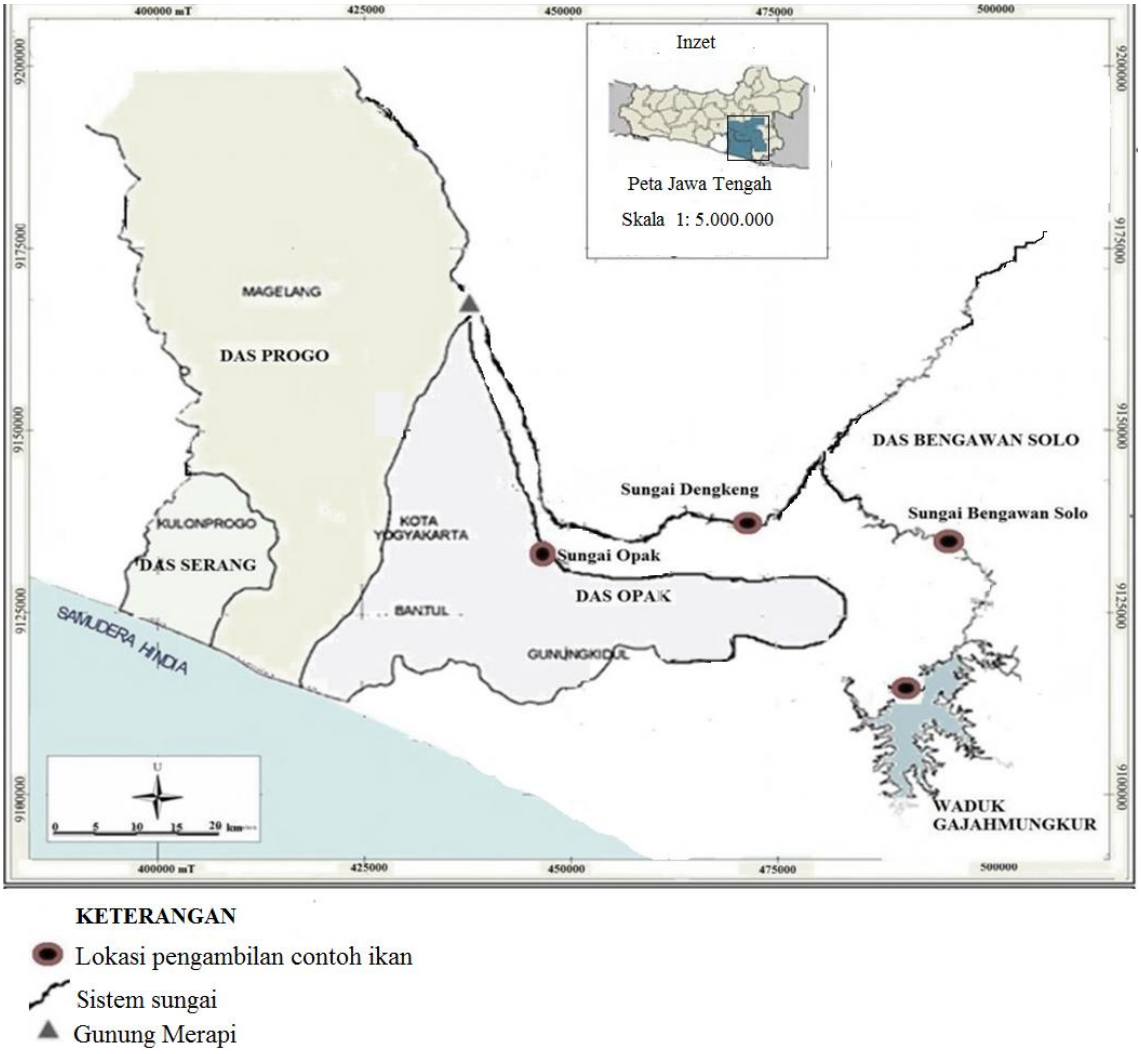
Bahan dan metode

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga April 2018. Pengambilan contoh ikan dilakukan pada empat titik di empat lokasi yang berbeda (Gambar 1) dan merupakan tangkapan dari alam yakni:

1. Sungai Bengawan Solo (7°45'6,37" LS dan 110° 54'0,26" BT), Kabupaten Sukoharjo;
2. Sungai Dengkeng (7°45'23.14" LS dan 110°41'32,24" BT), Kabupaten Klaten;
3. Sungai Opak (7°46'39,53" LS dan 110°28'19,19" BT), Kabupaten Sleman;
4. Waduk Gajah Mungkur (7°51'27" LS dan 110°54'22" BT), Kabupaten Wonogiri.

Pengambilan contoh ikan

Pemilihan stasiun pengambilan contoh ikan didasarkan pada lokasi yang terdapat populasi ikan tawes pada masing-masing sungai. Penangkapan ikan tawes dengan pancing dan jala lempar. Pancing yang digunakan adalah pancing bergagang besi dengan panjang antara 2 hingga 3 meter dengan umpan lumut dan pakan modifikasi. Jaring lempar dengan tali penarik dan pemberat di bagian tepi jaring jala dengan ukuran 3 meter.



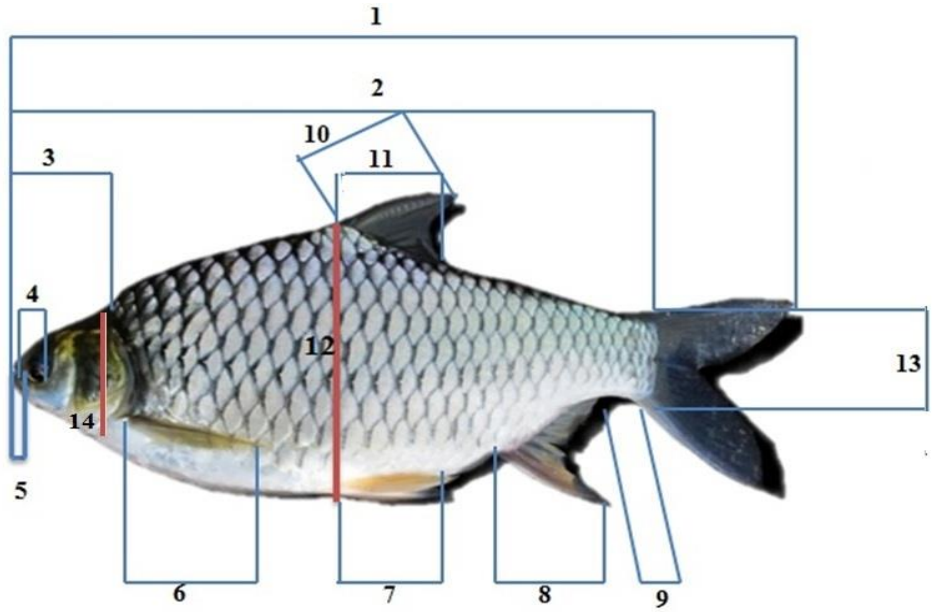
KETERANGAN

Lokasi pengambilan contoh ikan

Sistem sungai

Gunung Merapi

Gambar 1. Peta lokasi pengambilan contoh ikan
(Sumber: Balai Besar Sungai Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta)



Gambar 2. Karakter morfologis yang diamati

Tabel 1. Karakter morfologis ikan tawes yang diukur

No	Karakter morfologis	Notasi	Deskripsi
1	Panjang total (*Total length*).	TL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dengan ujung sirip kaudal yang paling belakang.
2	Panjang baku (*Standard length*).	SL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dengan pelipatan pangkal sirip caudal.
3	Panjang kepala (*Head length*).	HL	Jarak antara ujung bagian kepala terdepan dari hidung hingga ujung terbelakang dari keping tutup insang.
4	Diameter mata (*Eye diameter*)	ED	Panjang garis tengah rongga mata.
5	Panjang moncong (*snouth length)*	SnL	Jarak awal mulut sampai ujung mulut.
6	Panjang sirip dada (*Pectoral fin length*)	PFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip pectoral.
7	Panjang sirip perut (*Ventral fin length*)	VFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip ventral.
8	Panjang sirip anal (*Anal fin length*)	AFL	Jarak antara pangkal sirip hingga ujung terpanjang dari sirip anal.
9	Panjang batang ekor (*Caudal pundacle length*)	CPL	Jarak miring antara ujung dasar sirip anal dan pangkal jari-jari tengah sirip caudal.
10	Tinggi sirip dorsal (*Dorsal depth*)	DD	Jarak dasar dari jari-jari sampai ujung jari-jari terpanjang sirip dorsal.
11	Panjang dasar sirip dorsal (*Dorsal base length*)	DBL	Jarak antara pangkal jari-jari pertama dengan tempat selaput sirip di belakang jari-jari terakhir sirip dorsal bertemu dengan badan.
12	Tinggi badan (*Body depth*)	BD	Diukur pada bagian ventral tertinggi antara bagian dorsal dengan ventral.
13	Tinggi batang ekor (*Caudal pundacle depth*)	CPD	Diukur pada bagian batang ekor pada tempat yang terendah.
14	Tinggi kepala *(Head depth)*	HD	Diukur dari bagian kepala atas sampai kepala bawah.

Sumber: Schindler & Schmidt (2006)

Pengambilan contoh ikan

Pemilihan stasiun pengambilan contoh ikan didasarkan pada lokasi yang terdapat populasi ikan tawes pada masing-masing sungai. Penangkapan ikan tawes dengan pancing dan jala lempar. Pancing yang digunakan adalah pancing bergagang besi dengan panjang antara 2 hingga 3 meter dengan umpan lumut dan pakan modifikasi. Jaring lempar dengan tali penarik dan pemberat di bagian tepi jaring jala dengan ukuran 3 meter.

Sampel yang diperoleh dipilih sehingga didapat lima sampel dari setiap lokasi dengan ketentuan panjang ikan minimal 10 cm untuk mendapatkan sampel yang tidak terlalu heterogen. Ikan sampel dibersihkan dan diambil gambar menggunakan kamera Canon *powershot* 480 dan diukur 14 karakter morfologis (Tabel 1 dan Gambar 2) menggunakan penggaris dan kaliper.

Pengukuran parameter fisik kimiawi air

Pengukuran faktor fisik kimiawi air dua kali pengulangan meliputi suhu air, kuat arus, pH, kadar oksigen terlarut, dan substrat dasar.

a) Suhu air diukur menggunakan termometer yang dicelupkan ke dalam badan air sekitar 2 cm selama beberapa menit.
b) Kuat arus diukur dengan menggunakan bola pingpong berisi setengah volume air yang dialirkan kemudian waktu bola pingpong diukur dengan stopwatch per satu meter.
c) pH diukur dengan cara memasukkan pH meter ke dalam sampel air kemudian mencatat angka yang tertera pada pH meter.
d) Kadar oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter dengan cara memasukkannya ke dalam sampel air kemudian mencatat angka yang tertera pada DO meter.
e) Substrat diketahui dengan cara substrat diambil dari dasar perairan dan diamati.

Analisis data

Data hasil pengukuran morfologis terlebih dahulu ditransformasikan dengan rumus Schindler & Schmidt (2006) sebagai berikut:

$$M_{trans} = M \times \frac{100}{TL}$$

Keterangan: M_{trans}= ukuran karakter hasil transformasi, M= data pengukuran awal karakter, TL= panjang total

Selanjutnya untuk menganalisis variasi morfologis dari setiap sampel dan lokasi dilakukan uji ragam satu arah (*one-way ANOVA*). Analisis dilakukan dengan bantuan program *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 16. Pemisahan antarpopulasi menggunakan metode *Canonical Discriminant Analysis*.

Hasil

Pengukuran morfometrik

Data pengukuran 14 karakter morfometrik ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, Sungai Opak Kabupaten Sleman, dan Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri ditunjukkan pada Tabel 2. Perbandingan 14 karakter morfometrik terhadap panjang total disajikan pada Tabel 3.

Rerata pengukuran contoh ikan pada masing-masing lokasi menunjukkan adanya perbedaan karakter morfologis ikan tawes. Perbandingan karakter morfologis terhadap panjang total dipresentasikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Rerata karakter morfologis ikan tawes pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur.

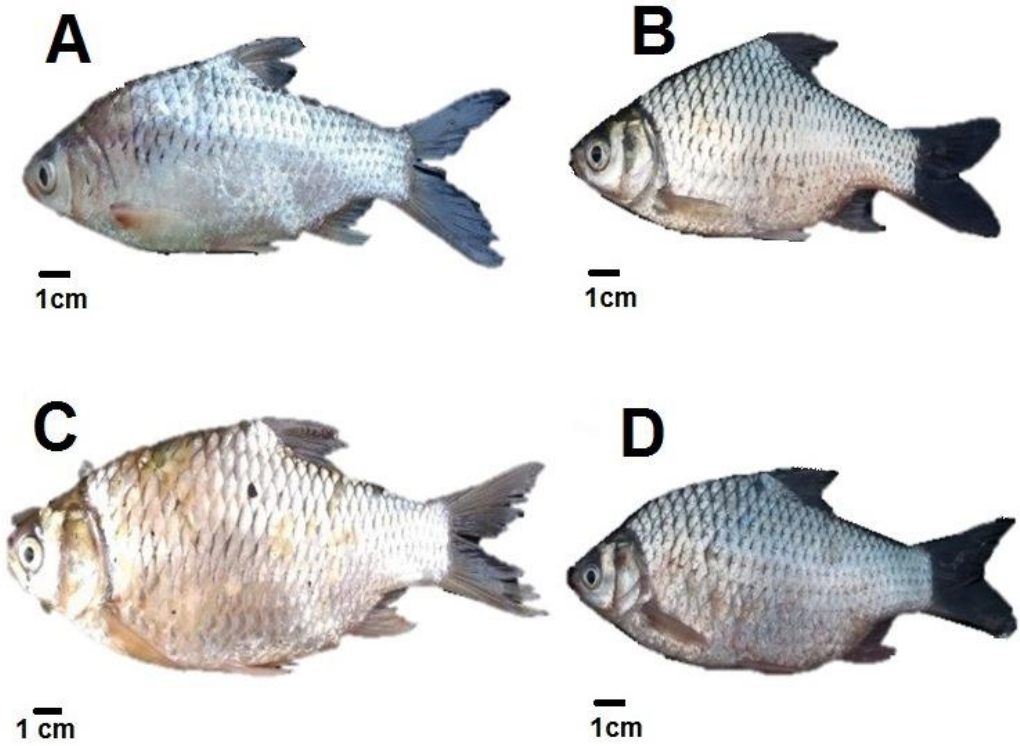
Karakter morfologis	S. Bengawan Solo (cm)	S. Dengkeng (cm)	S. Opak (cm)	Waduk Gajah Mungkur (cm)
Panjang total	17,7 ±0,42	18,8 ±1,30	20,4 ±1,24	20,4±3,05
Panjang baku	14,98 ±0,02	15,38 ±0,53	17 ±0,71	16,46±2,58
Panjang kepala	2,96 ±0,04	3,38 ±0,24	4,06 ±0,52	3,64±0,44
Diameter mata	1,78 ±0,15	2,08 ±0,18	2,1 ±0,09	1,86±0,28
Panjang moncong	0,98 ±0,02	1,1 ±0,14	1,12 ±0,06	0,76±0,15
Tinggi sirip dorsal	1,48 ±0,02	1,88 ±0,53	2,04 ±0,20	3,18±1,01
Panjang dasar sirip dorsal	2,94 ±0,05	3,38 ±0,24	3,52 ±0,29	2,68±0,96
Diameter mata	1,98 ±0,02	1,38 ±0,17	1,5 ±0,24	1,02±0,08
Panjang batang ekor	2,02 ±0,04	2,4 ±0,53	3,02 ±0,02	2,46±0,32
Panjang sirip dada	2,04 ±0,06	2,3 ±0,56	2,88 ±0,29	3,22±0,72
Panjang sirip perut	1,98 ±0,02	2,38 ±0,45	2,64 ±0,42	2,68±0,42
Tinggi kepala	3,46 ±0,04	3,74 ±0,32	4,34 ±0,38	3,72±0,24
Tinggi badan	6,68±0,05	7,20±0,32	8,04±0,17	7,24±0,25
Panjang sirip anal	1,94 ±0,15	2,24 ±0,18	2,66 ±0,09	2,7±0,55

Tabel 3. Rerata perbandingan panjang total dengan karakter morfologi ikan tawes pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur.

Karakter morfologis	S. Bengawan Solo (%)	S. Dengkeng (%)	S. Opak (%)	Waduk Gajah Mungkur (%)
Panjang total	100	100	100	100
Panjang baku	86	82	85	78
Panjang kepala	17	18	20	17
Diameter mata	10	11	10	9
Panjang moncong	6	6	6	4
Tinggi sirip dorsal	9	10	10	15
Panjang dasar sirip dorsal	17	17	17	13
Diameter mata	6	6	6	5
Panjang batang ekor	12	13	15	12
Panjang sirip dada	12	14	14	15
Panjang sirip perut	11	12	13	13
Tinggi kepala	20	20	21	18
Tinggi badan	38	38	41	35
Panjang sirip anal	13	12	13	13

Rerata perbandingan karakter morfologis terhadap panjang total menunjukkan adanya variasi. Contoh pada karakter tinggi badan ikan tawes di Sungai Opak lebih tinggi yaitu 41% sehingga terlihat lebih lebar dibandingkan ikan tawes di Sungai Bengawan Solo yaitu 38% yang lebih ramping. Contoh ikan pada masing-masing sungai ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan analisis ANOVA *multiple comparisson*, dari 14 karakter morfometrik, terdapat karakter yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$). Karakter yang dimaksud tertera pada Tabel 4.



Gambar 3. Contoh ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari empat lokasi. A) ikan tawes dari Sungai Bengawan Solo, B) ikan tawes dari Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, C) ikan tawes dari Sungai Opak Kabupaten Sleman, D) ikan tawes dari Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri.

Tabel 4. Karakter pembeda ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur

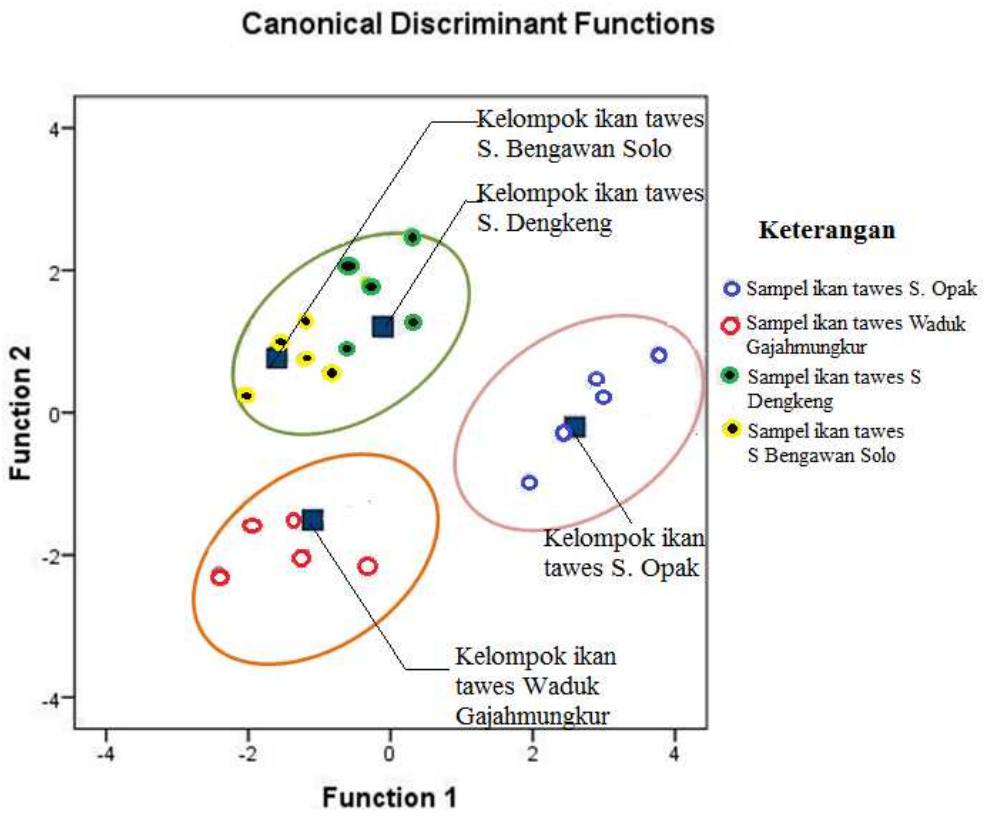
No	Perbandingan habitat	Karakter pembeda	Perbedaan (%)	Karakter morfologis
1	Sungai Dengkeng dengan Sungai Opak	1 dari 14 karakter	7,14	CPD
2	Sungai Dengkeng dengan Waduk Gajah Mungkur	2 dari 14 karakter	14,28	DD, SnL
3	Waduk Gajah Mungkur dengan Sungai Opak	4 dari 14 karakter	28,57	DbL, CPD, SnL, DD
4	Waduk Gajah Mungkur dengan Sungai Bengawan Solo	5 dari 14 karakter	35,71	SnL, TL, DD, CPD, PFL
5	Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak	6 dari 14 karakter	42,86	TL, HL, CPD, PFL, HD, BD

Keterangan: TL= panjang total, HL=panjang kepala, SnL= panjang moncong, PFL= panjang sirip dada, BD= tinggi badan, CPD= tinggi batang ekor, HD= tinggi kepala, DBL= panjang dasar sirip dorsal, DD= tinggi sirip dorsal

Tabel 4 menunjukkan karakter pembeda yang ditemukan pada ikan tawes dari empat lokasi berdasarkan analisis morfometrik. Berdasarkan uji ANOVA karakter beda nyata tidak sama pada masing-masing habitat. Ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak menunjukkan perbedaan karakter morfologis yang paling banyak yakni enam karakter pem-

beda, TL (panjang total), HL (panjang kepala), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), HD (tinggi kepala), dan BD (tinggi badan). Ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Dengkeng tidak ada karakter morfologis yang berbeda signifikan, artinya populasi ikan tawes keragamannya sedikit bahkan sangat mirip. Namun ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng apabila dibandingkan dengan ikan tawes dari Sungai Opak maupun dari Waduk Gajah Mungkur masih terdapat variasi. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan uji diskriminasi pengelompokan sebagaimana terlihat pada Gambar 4.

Berdasarkan uji diskriminasi dari karakter morfologis ikan tawes empat lokasi sungai yang berbeda menunjukkan ada tiga pengelompokan (Gambar 4). Ikan tawes yang berada pada satu kelompok yakni ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten. Ikan tawes Sungai Opak Kabupaten Sleman dan ikan tawes yang berasal dari Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri berada pada kelompok sendiri. Pada korelasi negatif (sebelah kiri) pengelompokan ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan ikan tawes Sungai Dengkeng yang memiliki lokasi penangkapan yang lebih dekat, bisa diambil kesimpulan bahwa kedua jenis ikan tersebut hampir memiliki karakter morfometrik yang sama. Kedua fungsi menunjukkan bahwa antara populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo dan ikan tawes Sungai Dengkeng memiliki kemiripan karakter morfometrik dan kerapatan atau kemiripan yang tinggi karena terjadi tumpang tindih kelompok dari analisis diskriminan.



Gambar 4. Pemisahan ikan tawes berdasarkan karakter morfologis dari empat lokasi berbeda menggunakan analisis diskriminan program SPSS (lingkaran menunjukkan pemusatan pengelompokan populasi ikan tawes).

Tabel 5. Parameter kualitas air pada empat lokasi habitat perairan

Parameter	Lokasi Penelitian											
	BS			SD			SO			GM		
	1	2	Rerata	1	2	Rerata	1	2	Rerata	1	2	Rerata
Suhu air (^oC)	29,8	29,4	29,6	27,8	28,2	28	26,4	27,3	26,9	27	27	27
Kuat arus (m det^{-1})	0,81	0,77	0,79	0,43	0,39	0,41	0,24	0,28	0,26	0	-	0
Kedalaman (m)	0,62	-	0,62	0,5	-	0,5	0,8	-	0,8	4	-	4
Oksigen terlarut (mg L^{-1})	7,2	7,6	7,4	6,2	6,2	6,2	6,4	6,4	6,4	4	6	5
pH	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7	7	7	8	8	7,5
Tekstur sedimen	Pasir			Pasir			Pasir			Lumpur		

Keterangan: BS. Sungai Bengawan Solo, SD. Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, SO. Sungai Opak Kabupaten Sleman, GM. Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri

Parameter lingkungan

Pengukuran kualitas air pada empat stasiun dilakukan dua kali pengulangan dengan rerata hasil ditunjukkan pada Tabel 5. Suhu air paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yakni 29,6^oC sedangkan suhu air paling rendah di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri yakni 27^oC. Kuat arus paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yakni 0,79 m dt^{-1}. Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri tidak memiliki arus. Kadar oksigen terlarut paling tinggi di Sungai Bengawan Solo yaitu 7,4 mg L^{-1} sedangkan oksigen terlarut paling rendah di Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri yaitu 4 mg L^{-1}. Tingkat keasaman (pH) antara 7-7,5. Tekstur sedimen pada Sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng Kabupaten Klaten, dan Sungai Opak Kabupaten Sleman adalah pasir; sedangkan tekstur sedimen pada Waduk Gajah Mungkur adalah lumpur.

Pembahasan

Karakter morfologis pembeda

Hasil uji *one-way* ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan lokasi tangkapan memberikan perbedaan yang nyata terhadap beberapa karakter morfometrik yang diteliti (P>0,05). Dari 14 data morfometri tubuh ikan yang diukur karakter morfologis pembeda pada keempat habitat ikan tawes adalah SNL (panjang moncong), DD (tinggi sirip dorsal), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), BD (tinggi badan), HD (tinggi kepala), DBL (panjang sirip dorsal), HL (panjang kepala) dan TL (panjang total). Setiap spesies ikan memiliki ciri morfometrik yang berbeda sebagai pembeda utama. Perbedaan karakter morfologi tiap populasi tidak sama namun pada keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes (*B. gonionotus*) adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong dan tinggi batang ekor. Karakter-karakter yang menjadi pembeda utama tersebut mewakili keragaman morfologi dalam suatu populasi ikan. Wulandari (2013) menyatakan bahwa lebar badan dan tinggi badan merupakan karakter pembeda utama pada ikan *Tor tambroides*. Pada ikan gabus

(*Chana striata*) di lokasi geografis yang berbeda di Sumatra pembeda karakter morfologis adalah ujung kepala morfometrik tulang hingga mulai sirip perut, sirip perut awal hingga awal sirip dorsal dengan nilai 89% (Guci *et al*. 2014).

Terdapat 6 dari 14 karakter morfologis TL (panjang total), HL (panjang kepala), CPD (tinggi batang ekor), PFL (panjang sirip dada), HD (tinggi kepala), BD (tinggi badan) dengan nilai 42,86% antara ikan tawes Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Opak dengan jarak titik pengambilan ±60 km. Sungai Bengawan Solo dengan Sungai Dengkeng dengan jarak ±25 km dan alirannya bertemu tidak terdapat karakter beda nyata (P>0,05), menunjukkan bahwa ikan tawes pada lokasi Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng dengan penangkapan ikan yang berdekatan memiliki kemiripan karakter morfologis yang lebih mirip daripada ikan yang ditangkap di Sungai Opak. Sebagaimana Khan *et al.* (2013) yang meneliti variasi morfometrik ikan gabus *C. punctatus* di Sungai Gangga, Yamuna dan Gomti. Sungai Gangga dan Yamuna dengan jarak lebih jauh (±400 km) memiliki perbedaan karakter morfologis yang lebih tinggi. Variasi morfometrik suatu populasi pada kondisi geografis yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan struktur genetik dan kondisi lingkungan (Tzeng *et al*. 2001).

Aspek genetik

Implikasi dari keragaman intraspesies ikan tawes pada lokasi pengambilan contoh ikan yang lebih jauh yang terpisah atau tidak bertemu bisa terjadi karena isolasi. Ikan yang hidup terpisah mengalami isolasi reproduktif. Hal itu mengakibatkan ikan-ikan sejenis yang hidup di lokasi yang terpisah hanya melakukan perkawinan antaranggota dalam populasinya sendiri sehingga tidak ada aliran gen yang masuk dalam populasi tersebut. Dalam populasi yang kecil, perkawinan antaranggota dalam populasinya sendiri yang berlangsung dalam waktu yang lama memungkinkan terjadinya susunan gen yang hampir seragam pada populasi tersebut (Budiharjo 2001). Hal ini diperkuat oleh Turan *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa tingkat isolasi menghasilkan perbedaan morfometrik yang nyata antarstok atau populasi dalam spesies yang sama karena mempertahankan aliran gen (*gen flow)* pada populasi tersebut. Aliran gen adalah faktor kunci dalam keragaman genetik dalam populasi (Palstra & Ruzzante 2008). Worsham *et al.* (2017) menyatakan bahwa isolasi geografis memainkan peranan kunci dalam evolusi dan isolasi reproduksi pada morfologi suatu spesies yang berbeda. Penelitian mereka menunjukkan bahwa suatu spesies akan dibentuk oleh suatu populasi yang telah dibatasi oleh distribusi sepanjang aliran air atau sungai. Kusmini *et al*. (2009) menyatakan bahwa isolasi karena perbedaaan jarak merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan akan memengaruhi laju aliran gen antara lokasi yang terpisah dan pada akhirnya akan mengakibatkan meningkatnya keragaman.

Aspek lingkungan

Berdasarkan parameter lingkungan yang diukur dari keempat lokasi sebagian besar menunjukkan perbedaan yang tidak mencolok lokasi satu dengan yang lain bahkan hampir sama. Dari lima parameter yang diukur, arus merupakan parameter yang mempunyai perbedaan besar. Perbedaan arus pada stasiun Sungai Bengawan Solo 0,79 cm det^{-1} atau 79 m det^{-1} tergolong cepat sedangkan aliran arus Sungai Dengkeng dan Sungai Opak tergolong sedang.

Sebagaimana kategori dalam Goldman & Home (1983) bahwa kecepatan arus air dibedakan menjadi beberapa kelompok yaitu arus yang sangat cepat (≥100 cm det^{-1}), arus cepat (50-100 cm det^{-1}), arus sedang (25-49 cm det^{-1}), arus lambat (10-24 cm det^{-1}) dan arus sangat lambat (<10 cm det^{-1}).

Waduk Gajah Mungkur merupakan tipe perairan lentik yakni tidak ada arus. Berdasarkan pengukuran indeks panjang dan lebar tubuh ikan tawes di waduk Gajah Mungkur, ikan tawes cenderung lebih besar (Gambar 3d) dengan presentasi perbandingan panjang total terhadap tinggi badan sebesar 41% (Tabel 3), hal tersebut berkaitan dengan penyesuaian terhadap lingkungan. Ikan tawes sungai cenderung melawan arus dan bergerak lebih aktif dibandingkan ikan perairan lentik yang tidak berarus (Santos *et al.* 2010). Haas *et al*. (2010) mengidentifikasi bentuk tubuh yang semakin ramping pada ikan di habitat sungai dengan arus dibandingkan pada habitat laguna (lentik). Menurut Berner *et al*. (2009), kehidupan ikan punggung duri (*Pungitius pungitius,Gasteroteus aquleatus* dan *G. wheatlandi*) di air yang mengalir deras memerlukan adaptasi untuk berenang melawan arus atau menghindarinya dengan memodifikasi struktur mulut dan sirip perut atau dorsal. Secara umum bentuk tubuh ikan tawes di Sungai Bengawan Solo sedikit lebih ramping daripada ikan tawes dari sungai lainnya (Gambar 3), dilihat dari perbandingan panjang total dengan tinggi kepala dan tinggi badan (Tabel 3). Posisi ini berkaitan dengan kemudahan bergerak ikan karena dapat memperkecil gesekan dengan air yang berarus deras dan juga kondisi ikan yang lebih aktif bergerak. Kecepatan arus yang deras menyebabkan hanya jenis-jenis ikan yang tahan terhadap arus yang dapat hidup di perairan tersebut, ikan cenderung beradaptasi dengan memiliki tubuh yang ramping (Whitton 1975). Sebagaimana Dugas *et al*. (2016) dalam risetnya tentang perampingan tubuh ikan *Cyprinella whipplei* famili Cyprinidae akibat kecepatan arus sungai yang menunjukkan peningkatan kemampuan dalam berenang. Wulandari (2013) menyatakan bahwa faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap terjadinya variasi morfologi pada ikan *Tor tambroides* dalam satu spesies adalah faktor fisik terutama arus.

Pengukuran parameter lain tidak menunjukkan perbedaan yang besar. Suhu di lokasi penelitian berkisar antara 26-30^{0}C. Stasiun Sungai Opak mempunyai suhu lebih rendah yakni 26,9^o C. Hal ini disebabkan lingkungan Sungai Opak lebih banyak vegetasi di sekitar sungai dan kedekatan sumber air yang menyeabkan suhu menjadi lebih rendah daripada titik lokasi pengambilan ikan di Sungai Bengawan Solo, Dengkeng, dan Waduk Gajah Mungkur. Shireman & Smith (1983) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan. Suhu tersebut masih berada dalam rentang suhu optimal pertumbuhan ikan tawes yakni dalam rentang 23^{0}C–33^{0}C (Bain & Jia 2012).

Kadar oksigen terlarut pada stasiun 1 Bengawan Solo rata-rata 7,4 mg L^{-1}, stasiun 2 Sungai Dengkeng sebesar 6,2 mg L^{-1} dan pada stasiun 3 Sungai Opak sebesar 6,4 mg L^{-1}. Kandungan oksigen terlarut di perairan tersebut masih baik untuk pertumbuhan organisme di dalamnya. Kandungan oksigen terlarut Bengawan Solo (rata-rata 7,4 mg L^{-1}) lebih tinggi daripada oksigen terlarut stasiun Sungai Dengkeng dan Sungai Opak. Nilai oksigen terlarut yang lebih tinggi disebabkan derasnya arus pada stasiun Sungai Bengawan Solo semakin cepat aliran

sungai (Loren *et al*, 2011). Menurut Odum (1993), nilai kadar oksigen terlarut yang dapat mendukung kehidupan organisme air secara normal yaitu berkisar 5-8 mg L^{-1}.

Berdasarkan hasil pengamatan nilai pH air dari keempat habitat lokasi pengambilan sampel, nilai derajat keasaman relatif konstan dan ideal bagi perikanan adalah 6,50 - 8,50 (Pescod 1973). Berdasarkan riset Bain & Jia (2012) untuk famili ikan tawes (Cyprinidae) suhu optimal 23–33°C, kadar oksigen terlarut ≥1,5 mg L^{-1}, tingkat keasaman pH rentang 6,6–8,6 dan kecepatan arus rentang 1-97 cm det^{-1}.

Pengelompokan ikan tawes

Suatu pengelompokan dapat terjadi antarpopulasi yang menunjukkan jauh dekatnya ciri morfologis pada populasi ikan tawes. Apabila dikelompokkan berdasarkan analisis diskriminan, pengelompokan ikan tawes berdasarkan karakter morfologis dari habitat yang berbeda terdapat tiga kelompok populasi. Populasi ikan tawes Sungai Dengkeng berada satu kelompok dengan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo. Hal tersebut menunjukkan bahwa populasi ikan tawes yang berasal dari Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng mempunyai kemiripan karakter morfologis lebih dekat dibandingkan dengan populasi ikan tawes dari Sungai Opak. Kemiripan ini dikarenakan kedekatan lokasi populasi dan aspek lingkungan yang lebih mirip. Montana & Winemiller (2010) menyatakan bahwa lingkungan mikrohabitat yakni habitat lokal dengan kondisi lingkungan yang bersifat setempat dan berdekatan berpengaruh signifikan pada spesies, sedangkan lingkungan makrohabitat atau habitat bersifat global dengan kondisi lingkungan yang bersifat umum dan luas tidak berpengaruh signifikan pada keragaman spesies. Populasi ikan tawes di Sungai Opak dan Waduk Gajah Mungkur terpisah dan tidak tumpang tindih (Gambar 5) sehingga kemiripan karakter morfologi lebih kecil karena perbedaan aspek lingkungan terutama seperti kecepatan arus.

Dengan faktor lingkungan kecepatan arus yang paling berpengaruh terhadap keragaman morfometri dan juga keterpisahan populasi ikan tawes. Penelitian ini masih merupakan penelitian pendahuluan dan belum bisa membuktikan antara aspek genetik atau lingkungan yang lebih dominan menyebabkan keragaman. Sebagaimana Mejri *et al.* (2012) isolasi geografis diantara populasi dapat mengakibatkan perbedaan karakter morfometrik dan karakter genetik baik disebabkan oleh penghanyutan gen maupun perbedaan kondisi lingkungan. Perbedaan morfometrik oleh faktor keterpisahan populasi dan perbedaan lingkungan masing-masing mempunyai kontribusi pada keragaman morfometrik ikan tawes pada empat habitat perairan di sungai Bengawan Solo, Sungai Dengkeng, Sungai Opak, dan Waduk Gajah Mungkur. Penanda genetika molekuler misalnya uji molekuler yang meliputi susunan DNA lebih lanjut akan memantapkan terjadinya keragaman dan hubungan kekerabatan masing-masing perairan.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan karakter morfologis pembeda keempat populasi tersebut yang dominan pada ikan tawes adalah tinggi sirip dorsal, panjang moncong dan tinggi batang ekor. Analisis kelompok menunjukkan populasi ikan tawes Sungai Bengawan Solo memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Dengkeng daripada Sungai Opak karena kedekatan lokasi dan kemiripan aspek lingkungan,

sedangkan Waduk Gajah Mungkur memiliki karakter morfologis lebih mirip dengan Sungai Bengawan Solo dan Sungai Dengkeng. Faktor lingkungan yang paling berpengaruh adalah perbedaan kuat arus perairan.

Daftar pustaka

Bain MB, Jia H. 2012. A habitat model for fish communities in large streams and small rivers. *International Journal of Ecology*, 2012: 1-8

Budiharjo A. 2001. Perubahan karakter morfologi ikan tawes (*Barbodes gonionotus*) yang hidup di Danau Gua Serpeng, Gunungkidul. *Biodiversitas*, 1(2): 104-109.

Baur H, Leuenberger C. 2011. Analysis of ratios in multivariate morphometry. *Systematic Biology*, 60(6): 813-825.

Berner D, Grandchamp A C,Hendry A P. 2009. Variable progress toward ecological speciation in parapatry: stickleback across eight lake-stream transitions. *Evolution*, 63(7): 1740-1753.

Goldman C R, Horne A J. 1983. *Limnology*. MacGraw Hill International Book Company. Tokyo. 464 p.

Gosline W A. 1971. *Functional Morphology and Classification of Teleostean Fishes*. University Press of Hawaii. Honolulu. 208 p.

Guci A, Syandri H, Azrita. 2014. Karakteristik morfologi ikan gabus (*Channa striata* Blkr.) berdasarkan truss morfometrik pada habitat perairan yang berbeda. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 5(1): 1-11

Dugas MB, Franssen NR, Bastille MO, Martin RA. 2016. Morphological correlates of river velocity and reproductive development in an ornamented stream fish. *Evolutionary Ecology*, 30(1): 21–33.

Haas TC, Blum MJ, Heins DC. 2010. Morphological responses of a stream fish to water impoundment. *Biology Letters*, 6(6): 803-6.

Haryono. 2001. Variasi morfologi dan morfometri ikan dokun (*Puntius lateristriga*) di Sumatera. *Jurnal Biota*, 6(3): 109-116

Khan MA, Miyan K, Khan S. 2013. Morphometric variation of snakehead fish, *Channa punctatus*, populations from three Indian rivers. *Journal of Applied Ichthyology,* 29(3): 637-642

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S, 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions. Hong Kong. 221 p.

Kusmini II, Mulyasari, Widiyati A, Nugroho E. 2009. Karakter genetik ikan tengadak (*Barbodes* sp.), ikan tawes albino (*Barbodes* sp.) dan ikan tawes (*Barbodes gonionotus*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan.* Yogyakarta, Sabtu 25 Juli 2009, Jilid I Budidaya Perikanan. UGM. ISBN : 978-979-99781-9-6.

Loren L, Whehmeyer, Wagner C. 2011. Relation between flows and dissolved oxygen in the Roanoke River between Roanoke Rapids dam and jamesville, North Carolina. *Scientific investigation report U.S Geological Survey*.

Matthews WJ. 1998. *Patterns in Freshwater Fish Ecology.* Champman and Hall, USA 756pp.

Mejri R, Brutto SL, Hassine N, Arculeo M. Hassine OKB. 2012. Overlapping patterns of morphometric and genetic differentiation in the Mediterranean goby *Pomatoschistus tortonesei* Miller, 1968 (Perciformes, Gobidae) in Tunisian lagoons. *Zoology*, 115(4): 239-244

Montaña CG, Winemiller KO. 2010. Local-scale habitat influences morphological diversity of species assemblages of cichlid fishes in a tropical floodplain river. *Ecology of Freshwater Fish,* 19(2): 216-227.

Na'iem, M. 2000. *Analisis Isozim dan Pemanfaatannya di Bidang Kehutanan*. UGM Press. Yogyakarta. 44 p.

Odum EP. 1993. *Dasar-dasar Ekologi.* Diterjemahkan oleh Tjahjono Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.697 p

Palstra F, Ruzzante D. 2008. Genetic estimates of contemporary effective population size: What can they tell us about the

importance of genetic stochasticity for wild population persistence. *Molecular Ecology,* 17(15): 3428-3447

Pescod M B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical* Countries. Asian of Institute Technology. London. 51 p.

Santos A B, Terra B , Araújo F G. 2010. Influence of the river flow on the structure of fish assemblage along the longitudinal gradient from river to reservoir. *Zoologia*, 27(5): 732–740

Schindler I, Schmidt J.2006. Review of the mouthbrooding *Betta* (Teleostei, Osphronemidae) from Thailand, with descriptions of two new species. *Zeitschrift für Fischkunde/Fish Biology Journal*, 1(8): 47-69

Shireman JV, Smith CR. 1983. Synopsis of biological data on the grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844). *FAO Fisheries Synopsis* (135): 86 p.

Turan C, Deniz E, Turan F, Erguden M. 2004. Genetic and morphologic structur of *Liza abu* (Heckel, 1843) population from the Rivers Orontes, Euphrates and Trigis. *Turkish Journal of Veterinary and Animal* Science, 28(4): 729-734.

Tzeng TD, Chiu CS, Yeh SY. 2001. Morphometric variation in red-spot prawn (*Metapenaeopsis barbata*) in different geographic waters off Taiwan. *Fisheries Research*, 53(3): 211-217.

Worsham MLD, Julius EP, Nice CC, Diaz PH, Huffman DG. 2017. Geographic isolation facilitates the evolution of reproductive isolation and morphological divergence. *Ecology and Evolution,* 7(23): 10278–10288.

Wulandari R. 2013. Karakteristik fenotip berdasarkan morfometrik dan pola pertumbuhan ikan garing (*Tor tambroides* Blkr.) pada habitat perairan yang berbeda dalam upaya manajemen populasi. *Tesis*. Universitas Bung Hatta. Padang.

Whitton BA, 1975. *River Ecology*. Blackwell Scientific Publications. London. 725 p.