Jurnal Iktiologi Indonesia 22(2): 109-129 DOI: https://doi.org/10.32491/jii.v22i2.586

Struktur komunitas dan variasi genetik ikan air tawar di lokasi mengalir dan menggenang di Sungai Brantas, Kabupaten Malang

[Community structure and genetic variation of freshwater fishes in stream and standing water in the Brantas River, Malang Regency]

Restu Fitriani[1,2], Fatchur Rohman[3], Mohammad Amin[3]

[1]Magister Biologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang
[2]Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Negeri Malang
[3]Departmen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang Nomor 5 Malang
Surel: *Restu.fitriani.1903425@studets.um.ac.id, fatchur.rohman.fmipa@um.ac.id, mohamad.amin.fmipa@um.ac.id*

Diterima: 24 November 2021; Disetujui: 13 Juni 2022

Abstrak

Aktivitas antropogenik yang dilakukan di Sungai Brantas dapat memengaruhi struktur komunitas dan menyebabkan perubahan variasi genetik ikan asli Sungai Brantas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan struktur komunitas ikan, serta membedakan variasi genetik ikan di daerah mengalir dan menggenang Sungai Brantas. Metode pengambilan sampel untuk struktur komunitas secara *purposive sampling* menggunakan alat tangkap jaring insang dengan teknik transek horizontal. Analisis variasi genetik dengan cara isolasi DNA, PCR, amplifikasi, dan skuensing. Penelitian ini berhasil memperoleh 14 jenis ikan dari enam suku, yaitu Chanidae, Cyprinidae, Cichlidae, Butidae, Channidae, dan Mastacembelidae. Struktur komunitas di Sungai Brantas Kabupaten Malang dapat dikategorikan dengan tingkat keanekaragaman sedang dengan nilai 1,62 dan 1,88, kemerataan yang sedang dengan nilai 0,61 dan 0,75, kekayaan jenis rendah dengan nilai 1,86 dan 1,69, serta dominasi yang rendah dengan nilai 0,34 dan 0,19. Berdasarkan hasil uji t-Hutcheson diperoleh perbedaan yang signifikan pada indeks keanekaragaman antara lokasi mengalir dan menggenang. Hasil analisis variasi genetik menggunakan gen COI pada jenis ikan berkelimpahan rendah diperoleh perbedaan genetik pada sekuen *Mystacoleucus marginatus* di lokasi menggenang yang ditandai dengan adanya substitusi pada tiga basa nukleotida yaitu pada basa ke 363, 381, dan 601. Sampel *Macrognathus aculeatus* dan penelitian ini memiliki persentase kesamaan 99% dengan sampel *Macrognathus aculeatus* pada *GenBank*.

Kata penting: mengalir, menggenang, struktur komunitas, susunan nukleotida

Abstract

Anthropogenic activities along the Brantas River may affect the community structure and cause changes in the genetic variation of native fishes. This study aimed to analyze and compare the community structure and the genetic diversity of fishes in the standing and streamwater areas of the Brantas River. The sampling method was purposive sampling and fish samples were collected using a gill net with a horizontal transect technique. Genetic variation analysis was conducted through DNA isolation, PCR, amplification, and sequencing. A total of 14 fish species represented six families namely Chanidae, Cyprinidae, Cichlidae, Butidae, Channidae, and Mastacembelidae were recorded. Fish community structure was categorized as a moderate level of diversity with values of 1.62 and 1.88; moderate evenness with values of 0.61 and 0.75; low species richness with values of 1.86 and 1.69; and low dominance with values of 0.34 and 0.19. The Hutcheson's T-test found significant differences in the diversity between standing water and stream water locations. The results of genetic variation analysis using the COI gene in low-abundance fish species obtained genetic differences in the *Mystacoleucus marginatus* sequence in standing water, shown by the substitution of three nucleotides bases at 363, 381, and 601. Meanwhile, *Macrognathus aculeatus* samples from this study had a 99% nucleotide similarity percentage with *Macrognathus aculeatus* samples in the GenBank.

Keywords: stream water, standing water, community structure, nucleotide arrangement

Pendahuluan

Sungai Brantas merupakan sungai terbesar kedua di Pulau Jawa dan terpanjang di Provinsi Jawa Timur. Sungai Brantas memiliki panjang ± 320 km dan luasnya ± 14.103 km^2 (Lusiana *et al*. 2020). Sungai Brantas merupakan habitat bagi keberadaan berbagai jenis ikan. Sungai Brantas merupakan tempat yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangan ikan air tawar. Hal ini dikarenakan kondisi sungai yang memiliki kedalaman yang cukup, kesuburan dan vegetasi yang baik untuk tempat pertumbuhan ikan (Hayati *et al*. 2017).

Jumlah jenis ikan ditengarai cenderung berkurang dikarenakan dalam beberapa tahun terakhir sering terjadi peristiwa ikan mati massal. Kematian massal ikan ini sudah terjadi sebanyak tiga kali berturut-turut di Sungai Brantas. Hal ini terjadi karena pencemaran limbah industri yang berlebihan di Sungai Brantas. Selain itu kecenderungan berkurangnya jumlah jenis ikan juga disebabkan oleh banyaknya aktivitas manusia yang menangkap ikan secara berlebihan. Hal tersebut dibuktikan dengan terdapat beberapa ikan yang mulai sulit ditemukan di Sungai Berantas. Ikan tersebut antara lain *Anabas testudineus*, *Trichopodus trichopterus*, *Pangasius djambal*, dan *Pangasius micronemus* (Ahmad *et al*. 2019).

Banyaknya aktivitas antropogenik yang tidak ramah lingkungan seperti pembangunan bendungan di sepanjang Sungai Brantas salah satunya Bendungan Sengguruh yang terletak di hulu Sungai Brantas dan memiliki banyak fungsi, yaitu sebagai penyedia air untuk pembangkit listrik tenaga air (PLTA), pengendali air, dan sedimen yang masuk dari Sungai Brantas dan DAS Sungai Brantas (Sungai Lesti dan Sungai Amprong) (Yuwono & Sabaruddin 2014). Pembangunan bendungan ini menyebabkan ekosistem perairan sungai terbagi menjadi dua yaitu ekosistem perairan mengalir dan ekosistem perairan menggenang. Perbedaan kondisi ekosistem tersebut dapat memengaruhi keragaman, struktur komunitas, jaringan makanan, pola distribusi, adaptasi, serta tingkah laku ikan asli di Sungai Brantas (Davis *et al*. 2017).

Selain itu, kualitas air Sungai Brantas di beberapa tahun terakhir mengalami penurunan. Yetti *et al*. (2011) menyatakan kualitas air Sungai Brantas semakin menurun dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang ditunjukkan dari nilai oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi (*Chemical Oxygen Demand*) yang jumlahnya melampaui ambang batas. Penurunan kualitas air Sungai Brantas disebabkan oleh pencemaran yang berasal dari limbah domestik, limbah pertanian, limbah rekreasi, limbah pasar, dan limbah industri (Virgiawan *et al*. 2015). Penumpukan limbah yang berlebihan menyebabkan terjadinya eutrofikasi, sehingga dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dan

dikhawatirkan akan menjadi ancaman bagi biota air di dalamnya (Latuconsina 2019).

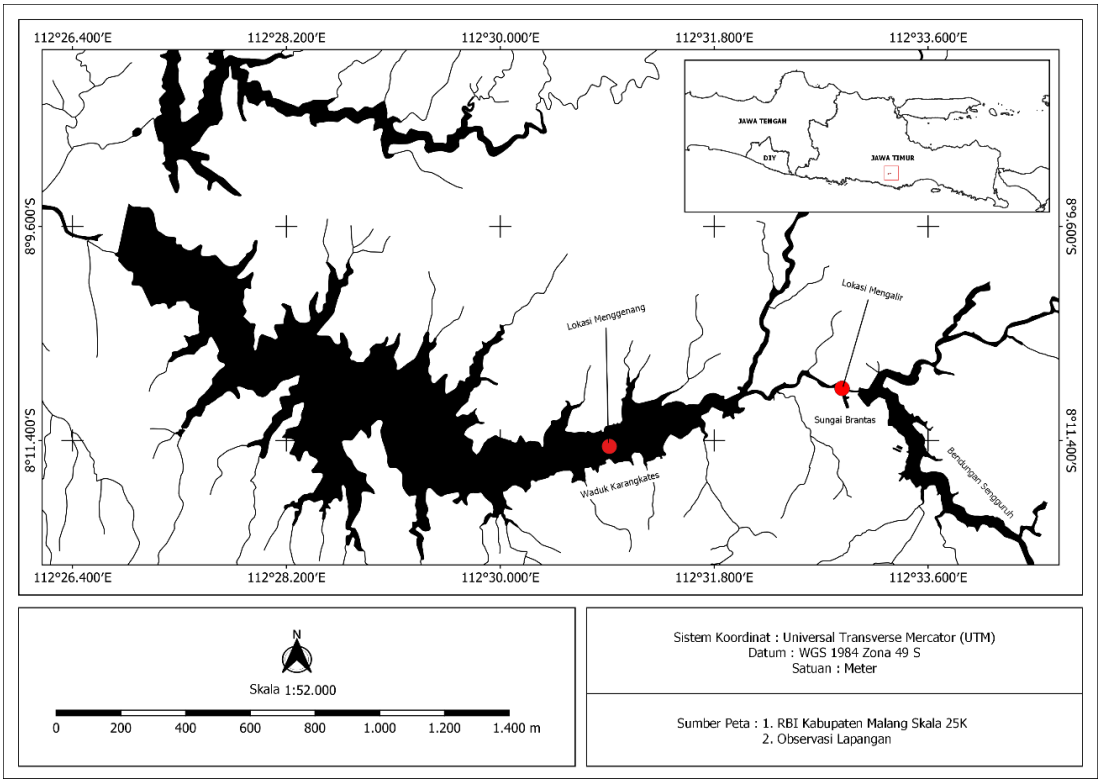
Aktivitas antropogenik juga berdam-pak pada evolusi lingkungan. Hal ini terjadi seiring dengan adanya ketidakseimbangan lingkungan menyebabkan organisme khu-susnya ikan mengalami perbedaan variasi genetik (Kurniawan & Kurniawan 2012). Ikan melakukan penyesuaian metabolisme dengan lingkungan yang baru, pada akhirnya akan membentuk karakteristik morfologis dan genetik yang berbeda yang memicu terjadinya perbedaan variasi ikan di Sungai Brantas. Analisis variasi genetik sebagai dampak kegiatan antropogenik dapat dila-kukan melalui DNA *barcoding*. Analisis ini sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Bahiyah *et al*. (2013) di Sungai Serayu yang melaporkan adanya variasi genetik pada ikan brek (*Barbonymus balleroides*) sebagai akibat dari fragmentasi habitat di Sungai Serayu.

Teknik analisis DNA *barcode* berguna untuk mengidentifikasi keanekaragaman ikan dan jenis ikan invasif yang tidak dike-tahui dalam suatu perairan. DNA *barcode* merupakan metode yang ampuh dalam mendeteksi kesalahan identifikasi saat ini. DNA yang digunakan dalam identifikasi yaitu DNA mitokondria. DNA mitokondria merupakan DNA yang cocok untuk identifi-kasi serta analisis pada tingkat jenis yang dilakukan di berbagai gen target. DNA ini sangat terkonservasi, memiliki sedikit dua-plikat, dan berevolusi dengan cepat (Zhang *et al*. 2020). DNA mitokondria memiliki gen penyandi protein yang sifatnya khas dan unik. Gen tersebut berpotensi sebagai gen target dalam analisis DNA *barcode* pada ikan. Salah satunya adalah gen COI (*Cytochrome C Oxydase Sub-unit I)*. Sekuen gen *Cytochrome C Oxydase Sub-unit I* (COI) dapat digunakan sebagai bioidenti-fikasi global yang memenuhi persyaratan untuk digunakan dalam menentukan identitas suatu jenis ikan. Gen ini merupakan gen yang relatif *conserved*, penanda yang kuat dan efektif membedakan jenis yang berbeda dalam suatu varietas organisme (Zhang *et al*. 2020). Selain itu gen ini juga dapat digu-nakan untuk mengetahui variasi genetik antar individu dalam satu spesies (Hebert *et al*. 2004).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan struktur komunitas ikan dan variasi genetik jenis ikan di lokasi mengalir dan menggenang di Sungai Brantas Kabupaten Malang.

Bahan dan metode

Teknik pengumpulan data



Gambar 1 Peta lokasi penelitian di Sungai Brantas Kabupaten Malang (Sumber: Dokumen Pribadi menggunakan perangkat lunak Arcgis 2021).

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan April hingga Juli 2021 di Sungai Brantas Kabupaten Malang. Pengumpulan data dilakukan dalam dua tahapan yaitu pengumpulan data struktur komunitas ikan dan genetik ikan. Pengambilan sampel dilakukan di dua lokasi yaitu mengalir dan menggenang. Setiap lokasi dibagi menjadi dua stasiun penelitian yang mewakili perairan di Sungai Brantas Kabupaten Malang. Pengambilan sampel dilakukan satu kali sehari pada pagi hari selama satu minggu pada masing-masing lokasi penelitian.

Karakteristik stasiun di lokasi mengalir yaitu stasiun I (8º10'50.355"LU, 112º32' 54.726"BT) merupakan daerah yang memiliki ekosistem mengalir yang jauh dari pemukiman. Stasiun II (8º11'6.606"LU, 112º32'44.436"BT) merupakan daerah yang memiliki ekosistem mengalir yang terletak dekat dengan masuknya air sungai ke dalam Waduk Karangkates yang terletak di sebelah kanan Sungai Brantas (Gambar 1).

Pengambilan sampel dilakukan dengan pemasangan jaring insang berukuran panjang 15 m dan tinggi 5 m dengan mata jaring ½ dan 2 inci sebanyak dua jaring insang dengan mata jaring yang berbeda pada setiap stasiun penelitian. Jaring insang dipasang menyilang arah aliran sungai pada sore hari pukul 16.00 WIB dan ditinggalkan. Kemudian jaring yang berisi sampel ikan diambil pada pagi harinya pukul 08.00 WIB secara langsung dengan menyilang arah

aliran sungai dilakukan dari tepi kiri, kanan, dan tengah sungai.

Sampel ikan yang diperoleh kemudian dipilih dengan mengumpulkan spesies yang sama untuk memudahkan dalam perhitungan jumlah individu dan identifikasi ikan. Selanjutnya sampel ikan dimasukkan ke dalam wadah dan dilakukan perhitungan kelimpahan dengan menghitung jumlah jenis, jumlah individu tiap jenis, dan total individu. Sampel ikan dengan kelimpahan yang terendah dipilih satu individu dan dimasukkan ke dalam wadah yang berisi etanol 96% dan diberi label sebagai penanda kemudian dibawa ke laboratorium molekuler untuk dianalisis genetiknya guna mengetahui adanya perbedaan variasi genetik pada ikan yang kelimpahannya rendah sebagai akibat dari perubahan karakteristik lingkungan. Sampel ikan yang diperoleh diambil spesimennya kemudian diberi label dan diawetkan menggunakan alkohol 75% kemudian diidentifikasi jenisnya berdasarkan karakter morfologi menggunakan buku Kottelat *et al*. (1993), dan situs *www.fishbase.org*.

Pengambilan data genetik diawali dengan isolasi DNA menggunakan *Nexprep Kit* dengan protokol yang dimodifikasi berdasarkan Kim *et al*. (2018). Sampel yang diperoleh dicacah dan ditambahkan larutan *animal tissue* dipindahkan ke dalam 1,5 ml tube, kemudian ditambahkan 200 µl *Buffer* GT1 dan dihaluskan kembali. Diikuti dengan penambahan 200 µl *Buffer* GT2 dan 20 µl *Proteinase-K* kemudian divortex, kemudian diinkubasi pada suhu 56ºC selama 10 menit dan dibolak balik setiap 5 menit. Setelah itu ditambahkan 200 µl *Etanol Absolut 96%* dan divortex secara singkat, lalu disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm selama 1 menit. Kemudian menambahkan 500 µl *buffer* W1 dan disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm selama 1 menit. Selanjutnya menambahkan 700 µl BW2 dan disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm selama 1 menit. Selanjutnya pengeringan *membrane silica* dengan cara disentrifugasi pada kecepatan 13.000 rpm selama 2 menit dan dipindahkan sebanyak 1,5 ml pada spin column yang baru. Kemudian DNA yang terikat dalam colum dilepaskan dengan cara menambahkan 50-100 µl *Elution Buffer*. Selanjutnya diinkubasi pada suhu ruang selama 1 menit, dan kembali disentrifugasi dengan kecepatan 13.000 rpm selama 1 menit. Larutan DNA selanjutnya disimpan di dalam *freezer* pada suhu -20ºC.

Selanjutnya dalam proses PCR (*Polymerase Chain Reaction*) menggunakan sepasang *primer* universal, dengan runutan yaitu FishF2 “5-TCGACTAATCATAAAG ATATCGGCAC-3”dan FishR2“5-ACTTC AGGGTGACCGAAGAATCAGAA-3” dan COI sebagai gen target dengan panjang lebih dari 600 bp (Panprommin *et al*. 2019). Amplifikasi gen dilakukan dalam 40 siklus yang terdiri atas denaturasi awal yang dilakukan pada suhu 95ºC selama satu menit, denaturasi pada suhu 95ºC selama 30 detik, penempelan primer pada suhu 55ºC selama 30 detik, kemudian pemanjangan

DNA pada suhu 72ºC selama satu menit, dan pemanjangan DNA akhir pada suhu 72ºC selama 5 menit.

Visualisasi pita DNA hasil amplifikasi dilakukan menggunakan teknik elektroforesis dengan menggunakan DNA marker untuk mengetahui ukuran dan urutan basa yang teramplifikasi. Hasil eletroforesis diamati dengan menggunakan sinar ultraviolet. Keberhasilan amplifikasi DNA dapat dilihat dengan munculnya pita DNA yang jelas yang memiliki panjang basa 650 bp. DNA hasil amplifikasi kemudian dirunutkan di *First* BASE *Laboratories*, Malaysia untuk mendapatkan runutan gen COI ikan air tawar yang diperoleh.

Parameter lingkungan juga diamati untuk mengetahui karakteristik habitat yang ada di Sungai Brantas. Parameter lingkungan yang diukur meliputi pengukuran suhu dengan menggunakan termometer, pengukuran kecerahan dengan menggunakan cakram *secchi*, pengukuran kedalaman sungai menggunakan tali ukur yang diberi pemberat, pengukuran pH menggunakan pH meter yang dicelupkan ke dalam air, pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter, serta kecepatan air diukur dengan menggunakan *current meter*.

Analisis data

Analisis struktur komunitas ikan dilakukan dengan menghitung kelimpahan relatif (Kr) melalui mengacu pada Krebs (1989) dengan persamaan sebagai berikut:

$$Kr=\frac{Ni}{N}x100$$

Keterangan:

Kr: kelimpahan relatif (%),

Ni: jumlah individu tiap jenis,

N: jumlah individu seluruh jenis

Indeks keanekaragaman (H') dianalisis dengan menggunakan indeks Shannon Weinner dalam Magurran (2004) persamaan sebagai berikut:

$$H'=-\sum_{i=0}^{s} pi \ln pi$$

Keterangan:

H': indeks keanekaragaman,

Pi: perbandingan antara jumlah individu jenis ke-i dengan jumlah individu seluruh jenis.

Kriteria penilaian indeks keanekaragaman mengacu pada Setyobudiandi *et al*. (2009) sebagai berikut:

H'<1 = Keanekaragaman rendah

1≤H'≤3 = Keanekaragaman sedang

H'>3 = Keanekaragaman tinggi

Adapun indeks kemerataan dapat dihitung menggunakan persamaan yang mengacu pada Magurran (2004) sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{Hmax}$$

Keterangan:

E: indeks kemerataan,

H': indeks keanekaragaman.

Hmax: indeks keanekaragaman maksimum (ln S).

Kriteria indeks kemerataan mengacu pada Herawati *et al*. (2020) sebagai berikut:

0<E≤0,4 = kemerataan kecil

0,4<E≤0,6 = kemerataan sedang

0,6<E≤1,0 = kemerataan tinggi

Indeks kekayaan jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan indeks Margalef dalam Odum (1993) sebagai berikut:

$$R = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Keterangan:

R: indeks kekayaan jenis,

S: banyaknya jenis,

N: jumlah individu ikan seluruh jenis

Kriteria penilaian indeks kekayaan jenis mengacu pada Rachman & Hani (2017) sebagai berikut:

R<3,5 = Kekayaan jenis rendah

3,5<R<5 = Kekayaan jenis sedang

R>5 = Kekayaan jenis tinggi

Indeks dominasi dihitung dengan menggunakan persamaan dalam Magurran (2004) sebagai berikut:

$$C = \sum(\frac{Ni}{N})^2$$

Keterangan:

C: indeks dominasi,

Ni: jumlah individu tiap jenis,

N: jumlah individu seluruh jenis

Kriteria penilaian indeks kekayaan jenis mengacu pada Magurran (2004) sebagai berikut

D = 0, jenis yang mendominasi rendah

D = 1, jenis yang mendominasi tinggi

Perbedaan struktur komunitas antar-lokasi mengalir dan menggenang dianalisis dengan menggunakan uji statistik uji t-Hutcheson. Analisis dihitung menggunakan persamaan yang mengacu pada Yunianto *et al*. (2012) sebagai berikut:

$$T = \frac{H1\text{-}H2}{\sqrt{\text{var } H1 + \text{var } H2}}$$

Keterangan:

H1: indeks keanekaragaman lokasi menggenang,

H2: indeks keanekaragaman lokasi mengalir,

var H1: varian indeks keanekaragaman lokasi menggenang,

var H1: varian indeks keanekaragaman lokasi mengalir.

Keragaman genetik dianalisis melalui hasil runutan gen COI dari masing-masing sampel, kemudian dicek dengan menggunakan perangkat lunak *FinchTV* untuk mengetahui kualitas runutan gen COI (Listyorini *et al*. 2020). Perangkat lunak ini dapat mengidentifikasi pick tertinggi pada runutan gen yang dianalisis, sehingga dapat diketahui basa pada posisi tersebut. Selanjutnya sekuen *forward* dan *Reverse* digabungkan dengan menggunakan aplikasi *DNA Baser* untuk membuat *consensus squence* dengan menggabungkan primer *forward* dan *reverse* (Listyorini *et al*. 2020). Hasil dianalisis selanjutnya di BLAST (*Basic Local Alignment Search Tool*) untuk mengetahui kesamaan gen target dengan gen yang diperoleh dari *gen bank*. Kesamaan sampel dengan data pada *gen bank* ditunjukkan dari persen *Query Cover* dan *Identity*. Gen COI selanjutnya dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak Clustal-X untuk membuat penyejajaran antara gen COI sampel dengan data *gen bank* tujuannya untuk melihat ketidakcocokan basa nukleotida pada runutan gen yang dianalisis. Kemudian hasil penye-

Tabel 1 Komposisi jenis, nama lokal, dan status ikan di Sungai Brantas Kabupaten Malang

No	Suku/Jenis	Nama Lokal	Status
	CHANIDAE		
1.	*Chanos chanos*	bandeng	asing
	CYPRINIDAE		
2.	*Barbonymus balleroides*	bader merah	lokal
3.	*Barbonymus gonionotus*	bader putih	lokal
4.	*Cyclocheilichthys enoplos*	tacu	lokal
5.	*Mystacoleucus marginatus*	bekepek	lokal
6.	*Osteochilus vittatus*	montho	lokal
7.	*Rasbora argyrotaenia*	wader pari	lokal
	CICHLIDAE		
8.	*Oreochromis mossambicus*	mujair	asing
9.	*Oreochromis niloticus*	nila	asing
10.	*Amphilophus labiatus*	kunirang	asing
11.	*Amphilophus trimaculatus*	louhan	asing
	BUTIDAE		
12.	*Oxyeleotris marmorata*	bloso	lokal
	CHANNIDAE		
13.	*Channa striata*	khutu	lokal
	MASTACEMBELIDAE		
14.	*Macrognathus aculeatus*	sili	lokal

jajaran diubah dalam bentuk *fasta* dengan menggunakan perangkat lunak BioEdit (Listyorini *et al*. 2020).

Hasil

Komposisi jenis

Berdasarkan hasil penelitian secara keseluruhan ditemukan 14 jenis ikan dengan jumlah individu sebanyak 1.703 individu. Komposisi ikan yang teridentifikasi terdiri atas enam suku, yaitu Chanidae dengan panjang ikan berkisar antara 17-19 cm, Cyprinidae dengan panjang ikan berkisar antara 8-17 cm , Cichlidae dengan panjang ikan berkisar 18-20 cm, Butidae dengan panjang berkisar 20-25 cm, Channidae dengan panjang ikan 23 cm, dan Mastacembelidae dengan panjang ikan berkisar 19-20 cm (Tabel 1). Jumlah jenis ikan terbanyak pada lokasi menggenang yaitu 14 jenis ikan dari enam suku sedangkan pada lokasi

Tabel 2 Persentase kelimpahan ikan di lokasi menggenang Sungai Brantas Kabupaten Malang

No	Nama Jenis	Pengambilan ke-						Jumlah	
		1	2	3	4	5	6	(ekor)	(%)
1	*Chanos chanos*	4	2	2	0	3	0	11	1,04
2	*Barbonymus balleroides*	8	8	4	49	6	0	75	7,11
3	*Barbonymus gonionotus*	9	0	0	25	11	0	45	4,26
4	*Cyclocheilichthys enoplos*	161	60	140	123	11	106	601	56,96
5	*Mystacoleucus marginatus*	1	0	0	0	0	0	1	0,09
6	*Osteochilus vittatus*	5	6	16	15	1	19	62	5,87
7	*Rasbora argyrotaenia*	29	3	2	5	4	0	43	4,07
8	*Oreochromis mossambicus*	6	2	2	4	48	17	79	7,48
9	*Oreochromis niloticus*	6	12	10	3	15	7	53	5,02
10	*Amphilophus labiatus*	36	2	1	2	13	1	16	5,21
11	*Amphilophus trimaculatus*	0	0	3	0	4	5	9	1,13
12	*Oxyeleotris marmorata*	3	1	1	3	0	0	8	0,75
13	*Channa striata*	1	1	2	4	1	0	9	0,85
14	*Macrognathus aculeatus*	0	0	1	0	0	0	1	0,09

mengalir ditemukan 12 jenis ikan dari empat suku.

Kelimpahan ikan

Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan kelimpahan jenis antara lokasi mengalir dan menggenang Sungai Brantas Kabupaten Malang. Jenis ikan yang paling melimpah di lokasi menggenang adalah *Cyclocheilichthys enoplos* (56,96%). Jenis ikan yang kelimpahannya rendah di lokasi menggenang adalah *Macrognathus aculeatus* (0,09%) dan *Mystacoleucus marginatus* (0,09%) (Tabel 2). Berbeda dengan lokasi mengalir jenis ikan yang paling melimpah adalah *Barbonymus balleroides* (28,85%). Jenis ikan yang kelimpahannya terendah di lokasi mengalir adalah *Mystacoleucus marginatus* (0,15%) (Tabel 3).

Keanekaragaman, kemerataan, kekayaan jenis, dan dominasi

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai indeks keanekaragaman dengan nilai 1,62 dan 1,88, kemerataan dengan nilai 0,61 dan 0,75 dikategori sedang. Indeks kekayaan jenis dengan nilai 1,86 dan 1,69 dan indeks dominasi dengan nilai 0,34 dan 0,19 dikategori rendah (Tabel 4 dan Tabel 5). Berdasarkan uji t-Hutcheson diperoleh perbedaan yang signifikan dari indeks keanekaragaman antar lokasi mengalir dan menggenang Sungai Brantas Kabupaten Malang (Gambar 2).

Tabel 3 Persentase kelimpahan ikan di lokasi mengalir Sungai Brantas Kabupaten Malang

No.	Nama Jenis	Pengambilan ke-						Jumlah	
		1	2	3	4	5	6	(ekor)	(%)
1	*Chanos chanos*	0	0	0	0	0	0	-	-
2	*Barbonymus balleroides*	31	32	33	21	33	38	188	29,01
3	*Barbonymus gonionotus*	22	39	12	25	20	28	146	22,53
4	*Cyclocheilichthys enoplos*	11	23	14	40	40	22	150	23,14
5	*Mystacoleucus marginatus*	1	0	0	0	0	0	1	0,15
6	*Osteochilus vittatus*	21	1	0	9	4	0	35	5,40
7	*Rasbora argyrotaenia*	0	0	0	6	5	4	15	2,31
8	*Oreochromis mossambicus*	10	10	2	6	0	6	34	5,24
9	*Oreochromis niloticus*	0	0	3	2	7	3	15	2,31
10	*Amphilophus labiatus*	6	0	4	2	2	3	31	4,78
11	*Amphilophus trimaculatus*	5	0	4	2	5	3	9	1,38
12	*Oxyeleotris marmorata*	3	2	2	0	0	0	14	2,16
13	*Channa striata*	0	0	0	9	0	12	1,54	1,54
14	*Macrognathus aculeatus*	0	0	0	0	0	0	-	-

Keterangan: tidak ada (-)

Parameter habitat

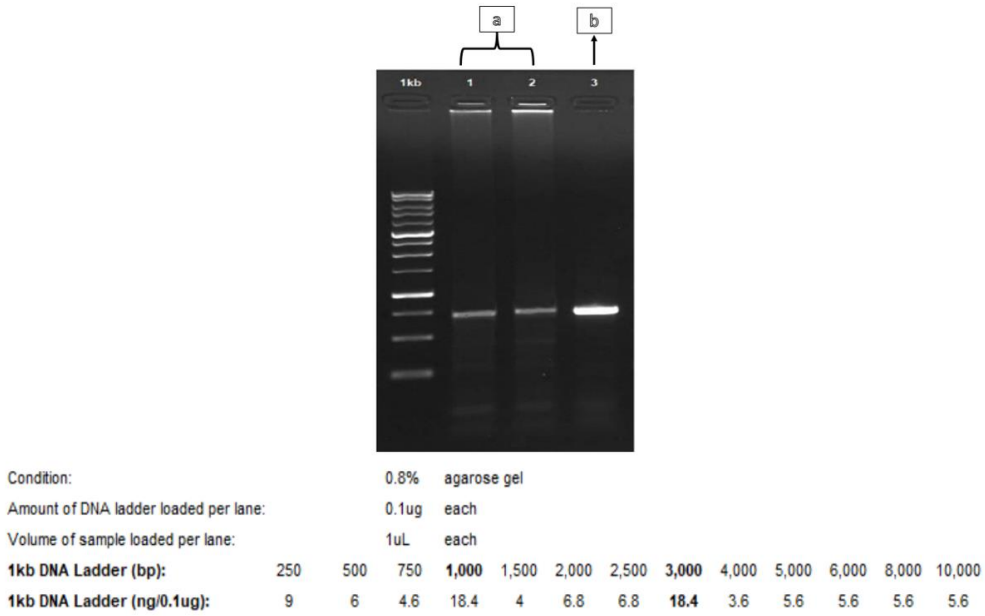
Berdasarkan hasil pengukuran parameter habitat di lokasi menggenang dan mengalir Sungai Brantas Kabupaten Malang diperoleh kondisi yang berbeda. Suhu air di lokasi menggenang yaitu 30ºC, di lokasi mengalir yaitu 28ºC. Kedalaman di lokasi menggenang yaitu 5,7 m sedangkan pada lokasi mengalir yaitu 9,3 m. Kecerahan di lokasi menggenang 16 cm dan lokasi mengalir 40 cm. Kisaran pH lokasi menggenang berkisar pada pH 9, sedangkan lokasi mengalir dengan pH 7. Kadar oksigen terlarut tertinggi pada lokasi menggenang yaitu 5,5 mgL^{-1}, dan lokasi mengalir berkisar 4,7-8,3 mgL^{-1}. Kecepatan air lokasi menggenang 0,015 $m.det^{-1}$, sedangkan lokasi mengalir 5 $m.det^{-1}$ (Tabel 6).

Amplifikasi DNA

Berdasarkan hasil penelitian terdapat perbedaan kelimpahan antara lokasi mengalir dan menggenang. Jenis ikan yang kelimpahannya rendah pada lokasi menggenang adalah *Macrognathus aculeatus* dan *Mystacoleucus marginatus*, sedangkan jenis ikan yang kelimpahannya rendah pada lokasi mengalir hanya diperoleh *Mystacoleucus marginatus*. Ketiga sampel tersebut dianalisis variasi genetiknya. Berdasarkan hasil amplifikasi pada sampel tersebut diperoleh panjang ukuran fragmen pita DNA yaitu 700 bp (Gambar 3).

Tabel 6 Parameter habitat di lokasi menggenang dan mengalir Sungai Brantas Kabupaten Malang

No	Parameter	Menggenang	Mengalir
1.	Suhu (ºC)	28-30	28
2.	Kedalaman (m)	5,7	8,7-9,3
3.	Kecerahan (cm)	16	35-40
4.	pH	9	6-7
5.	Oksigen terlarut (mgL^{-1})	4,7-8,3	5-5,5
6.	Arus air ($m\ det^{-1}$)	0-0,015	5



Gambar 3 Hasil amplifikasi DNA marka COI; a. *Mystacoleucus marginatus* (sampel 1 dan 2); b. *Macrognathus aculeatus* (sampel 3) dengan jarak pita DNA 250 bp.

Gambar 2 Hasil uji t-Hutcheson pada indeks keanekaragaman di lokasi mengalir dan menggenang Sungai Brantas, Kabupaten Malang

Sampel penelitian diidentifikasi menggunakan BLAST. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut diperoleh nama spesies *Macrognathus aculeatus* dengan nilai *Query cover* 96% dan persentase *Similarity* 99%. Spesies *Mystacoleucus marginatus* diperoleh nilai *Query cover* 95-88% dengan persentase *Similarity* 99%. Hasil ini menjelaskan bahwa DNA sampel memiliki tingkat kesamaan yang cukup tinggi dengan DNA yang ada di *genbank*.

Analisis nukleotida

Berdasarkan hasil penyejajaran terdapat perbedaan sekuen basa nukleotida *Mystacoleucus marginatus* di lokasi mengalir dan

Tabel 7 Tabel substitusi basa nukleotida *Mystacoleucus marginatus*

Nama spesies	Nukleotida ke-											
	96	148	186	204	222	225	228	231	363	381	456	601
M. marginatus (mengalir)	G	T	A	G	A	A	A	G	C	A	A	C
M. marginatus (menggenang)	.	.	.	.	.	.	.	.	A	G	.	T

Keterangan: basa sama (.)

Tabel 8 Tabel substitusi basa nukleotida *Macrognathus aculeatus*

Nama Spesies	Nukleotide ke-												
	8	9	10	175	178	205	211	217	268	274	277	283	383
M. aculeatus (Menggenang)	C	--	G	A	C	T	G	T	C	T	C	T	A
M. aculeatus (KU692605.1)	T	T	A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Keterangan: basa sama (.) dan delesi (--)

menggenang. Terdapat substitusi nukleotida pada sampel *Mystacoleucus marginatus* di lokasi menggenang. Perubahan sekuen basa nukleotida akibat adanya transversi pada basa ke 363 (Tabel 7). Dan perubahan sekuen basa nukleotida akibat adanya transisi pada basa ke 381 dan basa ke 601 (Tabel 7). Sampel *Macrognathus aculeatus* hanya diperoleh di salah satu lokasi penelitian yaitu lokasi menggenang sehingga hanya dibandingkan dengan sampel *Macrognathus aculeatus* pada *genbank*. Terdapat adanya transisi pada basa ke 8, 10 dan delesi pada basa ke 9 pada sampel *Macrognathus aculeatus* di lokasi menggenang dengan persen kesamaan nukleotida 99% (Tabel 8).

Pembahasan

Berdasarkan jumlah jenis ikan yang berhasil ditemukan di Sungai Brantas Kabupaten Malang, komposisi jenis ikan yang diperoleh terdiri atas enam suku, yaitu Chanidae, Cyprinidae, Cichlidae, Butidae, Channidae, Mastacembelidae. Sebagian besar ikan yang ditemukan di lokasi mengalir dan menggenang Sungai Brantas merupakan ikan dari suku Cyprinidae yang memiliki morfologi bentuk tubuh pipih dan ramping sehingga memudahkan ikan ini untuk beradaptasi di perairan yang berarus deras hingga perairan menggenang. Hal ini sesuai dengan pendapat Panprommin *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa ikan dari suku Cyprinidae merupakan kelompok ikan dengan keanekaragaman terbesar di Asia

Tenggara. Cyprinidae merupakan ke-lompok ikan yang memiliki bentuk tubuh yang aerodinamis sehingga dapat beradap-tasi pada lingkungan berarus deras maupun tenang (Welcomme 2001).

Komposisi jenis ikan asli yang ditemukan di Sungai Brantas Kabupaten Malang yaitu suku Channidae dan Butidae. Kedua suku ikan ini ditemukan pada kedua zona penelitian, namun kebanyakan individunya ditemukan di lokasi menggenang. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Sukmono & Margaretha (2017) yang menjelaskan bahwa *Channa striata* dari suku Channidae merupakan ikan yang hidupnya di hulu sungai yang banyak ditemukan di perairan sungai yang berarus tenang. *Oxyeleotris marmorata* dari suku Butidae merupakan ikan pada lingkungan yang berarus tenang dikarenakan kecepatan arus merupakan faktor pembatas pada persebaran ikan tersebut (Lestari *et al*. 2019).

Komposisi jenis ikan lain yang juga ditemukan di Sungai Brantas namun kebanyakan terdapat di ekosistem menggenang yaitu ikan introduksi. Ikan tersebut antara lain dari suku Chanidae (ikan bandeng) dan Cichlidae. Ikan introduksi tersebut dibudidayakan di waduk karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Umar *et al*. 2015). Rachmatika & Wahyudewantoro (2006) menjelaskan bahwa ikan introduksi yang masuk ke perairan Indonesia beberapa diantaranya, yaitu *Cyprinus carpio*, *Cichlasoma nigrofasciatum*, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus*. Ikan tersebut berasal dari benih yang terlepas atau dilepas ke alam dengan tujuan tertentu seperti budidaya ikan unggulan, konsumsi, serta budidaya ikan hias. Ikan tersebut memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi sehingga dapat dengan mudah hidup di perairan sungai (Dewantoro & Rachmatika 2016).

Berdasarkan analisis kelimpahan yang telah dilakukan, terdapat perbedaan kelimpahan pada lokasi mengalir dan menggenang di Sungai Brantas. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh aspek kemampuan beradaptasi ikan. Ikan mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan di Sungai Brantas, seperti pada lokasi penelitian yang dahulunya lokasi mengalir berubah menjadi lokasi menggenang. Hal ini didukung dengan perubahan lingkungan perairan yang berarus deras menjadi berarus tenang, dan perubahan kualitas lingkungan di lokasi menggenang yang dijelaskan sebagai berikut: kedalaman yaitu 9 m menjadi 5,7 m, kecerahan yaitu 40 cm menjadi 16 cm, pH yaitu 6 menjadi 9 (Tabel 6). Perubahan tersebut menyebab-kan penurunan kualitas perairan. Dengan adanya perubahan tersebut ikan yang memiliki daya toleransi tinggi akan mengalami peningkatan serta penyebaran yang luas. Ikan yang toleran yaitu *Oreochromis mossambicus*, *Barbonymus balleroides*, dan *Amphilophus labiatus* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga kelimpahannya tinggi. Sebaliknya penurunan kualitas air seperti kekeruhan, perubahan kecepatan air, dan pH yang tinggi dapat mengganggu ikan dalam

mencari makan, mengganggu proses ruaya ikan *Cyclochei-lichthys enoplos*. Ikan yang tidak toleran terhadap perubahan tersebut penyebarannya menjadi tidak merata sehingga kelimpahannya menjadi lebih rendah (Fachrul 2012; Haryono *et al.* 2017; Hertika *et al*. 2021).

Jenis ikan yang paling melimpah di ekosistem menggenang adalah *Cyclocheil-ichthys enoplos*. Tingginya kelimpahan *C. enoplos* dikarenakan ikan ini aktif beruaya dengan tujuan untuk melakukan pemijahan dari hulu sungai yang berarus deras ke hilir sungai yang berarus yang lambat, sehingga menyebabkan kelimpahannya menjadi lebih tinggi pada suatu perairan pada waktu tertentu. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat Rainboth (1996) yang menjelaskan bahwa ikan *Cyclocheilichthys enoplos* ikan asli sungai yang aktif beruaya. Pada awal musim pemijahan antara Juli-Agustus ikan ini akan melakukan pemijahan dan hidup di sungai yang menggenang. Ikan yang lebih kecil hidupnya di daerah yang menggenang sehingga memungkinkan ikan ini melimpah di daerah waduk.

Jenis ikan yang kelimpahannya rendah di ekosistem menggenang yaitu *Macrognathus aculeatus* dan *Mystacoleucus marginatus*. Rendahnya kelimpahan ikan tersebut diduga disebabkan oleh perubahan arus perairan menjadi lambat yaitu 0-0,015 m det^{-1}, rendahnya tingkat kecerahan yaitu 16 cm, dan pendangkalan sungai dengan kedalaman sungai yaitu 5,7 m. Perubahan tersebut dapat menurunkan sumber daya untuk kehidupan ikan dan menyebabkan populasinya menjadi menurun. Santos *et al*. (2010) menjelaskan bahwa arus air memengaruhi pola reproduksi, pemijahan, serta masuknya bahan makanan di sungai. Perubahan aliran air yang akan mengubah distribusi ikan, dan struktur kumpulan populasi ikan. Gangguan tersebut lama kelamaan dapat mengurangi populasi ikan di sungai. Rendahnya tingkat kecerahan dapat menghalangi cahaya yang masuk ke dalam air, akibatnya mengganggu ikan dalam mencari mangsa (Haryono *et al*. 2017).

Jenis ikan yang paling melimpah di ekosistem mengalir adalah *Barbonymus balleroides*. Ikan ini memiliki kemampuan hidup baik pada lingkungan yang berarus deras. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Haryono *et al*. (2017) yang menyebutkan bahwa *Barbonymus balleroides* merupakan ikan sungai yang habitatnya di perairan yang deras dan mampu berenang dengan cepat. Ikan ini memiliki kemampuan memperoleh makanan berupa invertebrata dan fitoplankton yang terbawa oleh arus sungai yang mengalir (Anita *et al*. 2019).

Jenis ikan dengan kelimpahan rendah pada ekosistem mengalir adalah *Mystacoleucus marginatus*. Ikan ini merupakan ikan yang hidupnya di arus deras, namun memiliki kelimpahan yang rendah. Hal tersebut dikarenakan Sungai Brantas memiliki kondisi perairan yang keruh dan berpasir. Kondisi ini menjadi faktor pembatas dalam pertumbuhan ikan *Mystacoleucus marginatus* di Sungai Brantas. Mazlan & Anita (2007) menjelaskan bahwa ikan *Mys-*

tacoleucus marginatus banyak ditemukan di sungai berarus yang jernih dengan substrat batuan kecil. Kondisi perairan tersebut memudahkan ikan dalam mencari makan serta sebagai tempat berlindung.

Berdasarkan hasil analisis uji t-Hutcheson diperoleh perbedaan yang signifikan terhadap indeks keanekaragaman antara ekosistem menggenang dan ekosistem mengalir (Gambar 2). Ekosistem menggenang memiliki jumlah jenis yang lebih banyak dibandingkan dengan ekosistem mengalir tetapi indeks keanekaragaman ekosistem menggenang lebih rendah dibandingkan dengan ekosistem mengalir. Hal tersebut dikarenakan penyebaran dan kelimpahan individu ikan tidak merata di ekosistem menggenang. Terdapat salah satu jenis ikan yang memiliki kelimpahan yang tinggi, yaitu *Cyclocheilichthys enoplos* yang ditemukan di ekosistem menggenang. Tingginya kelimpahan ikan tersebut memengaruhi nilai indeks keanekaragaman di ekosistem menggenang. Nizar *et al*. (2014) menjelaskan rendahnya indeks keanekaragaman suatu habitat berkaitan dengan adanya kelimpahan satu atau beberapa jenis ikan tertentu, dan didukung dengan tingginya indeks dominasi pada suatu perairan.

Perbedaan keanekaragaman ikan pada kedua ekosistem tersebut berkaitan dengan habitatnya yang berbeda. Ekosistem menggenang tidak memiliki arus, dangkal, dan memiliki intensitas cahaya rendah, sedangkan ekosistem mengalir berarus, memiliki kedalaman dan kecerahan yang cukup (Hertika *et al*. 2021), serta kandungan oksigen yang baik. Kondisi ini akan memengaruhi kehadiran jenis-jenis ikan tertentu penghuni perairan. Keanekaragaman ikan dipengaruhi oleh faktor lingkungannya seperti, suhu, kedalaman, oksigen terlarut, pH, kecepatan air (Jusmaldi *et al*. 2019; Liu *et al*. 2021). Huang *et al*. (2019) menjelaskan dalam penelitiannya kekayaan spesies, kelimpahan, dan kepadatan spesies ikan dipengaruhi secara nyata oleh faktor lingkungan.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh perbedaan nilai indeks kemerataan di ekosistem menggenang dan ekosistem mengalir. Perbedaan tersebut terjadi karena jumlah populasi ikan tersebar secara merata pada ekosistem mengalir dibandingkan dengan ekosistem menggenang. Indeks kemerataan sangat berhubungan dengan kelimpahan ikan di Sungai Brantas. Indeks kemerataan di lokasi menggenang memiliki nilai yang rendah disebabkan oleh adanya dominasi beberapa jenis ikan yaitu *Cyclocheilichthys enoplos* dan *Oreo-chromis mossambicus* kedua jenis ikan tersebut ditemukan mendominasi di lokasi menggenang. Lokasi mengalir memiliki indeks kemerataan yang tinggi didukung dengan tidak adanya spesies ikan yang mendominasi, selain itu didukung dengan karakteristik yang cocok untuk kehidupan ikan sungai yaitu berarus deras, kedalaman, kecerahan, suhu, pH, kandungan oksigen yang mendukung persebaran ikan yang merata di lokasi mengalir. Santos *et al*. (2010) menjelaskan bahwa kumpulan ikan

akan lebih banyak di perairan yang mengalir karena perairan mengalir memiliki ketersediaan sumber daya makanan, sehingga membuat kelimpahan dan keragaman jenis ikan lebih besar.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan nilai indeks kekayaan jenis antara ekosistem menggenang dan ekosistem mengalir dan dikategorikan rendah. Rendahnya kekayaan jenis ikan di kedua lokasi penelitian tersebut disebabkan oleh adanya bendungan Sengguruh di Sungai Brantas. Pembangunan bendungan yang berfungsi sebagai pengaturan keluar masuknya air menyebabkan terhambatnya pertukaran spesies ikan dari hulu ke hilir ataupun sebaliknya. Hal ini menyebabkan kekayaan jenisnya menjadi berkurang. Bonner & Wilde (2000) menjelaskan bahwa pembangunan bendungan akan memengaruhi kondisi fisik kimiawi aliran sungai. Perubahan ini sangat berpengaruh terhadap distribusi ikan yang sebagian besar hidupnya bergantung pada aliran sungai untuk melakukan ruaya dari hulu ke hilir dan sebaliknya, serta berdampak paling besar pada jenis ikan yang hidupnya di sungai yang berarus deras (Holden 1979).

Selain dikategorikan rendah, kekayaan jenis antara kedua lokasi tersebut memiliki banyak kesamaan. Tidak adanya perbedaan tersebut karena kedua lokasi penelitian tidak dipengaruhi adanya pembangunan bendungan di Sungai Brantas, dan perbedaan karakteristik keduanya. Ikan yang ada di lokasi menggenang merupakan bagian dari minoritas ikan yang ada di Sungai Brantas yang mampu beradaptasi dengan menempati habitat yang baru. Perbedaan kekayaan jenis ikan di Sungai Brantas sebagaimana dilaporkan oleh Hayati *et al*. (2017) bahwa di lokasi menggenang daerah hulu terdiri dari sebagian kecil ikan yaitu 13 spesies ikan dari 25 spesies ikan yang juga ditemukan di lokasi mengalir daerah hilir di Sungai Brantas.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perbedaan nilai indeks dominasi di ekosistem menggenang. Tingginya dominansi di ekosistem menggenang dipengaruhi oleh perbedaan faktor fisik kedua ekosistem di Sungai Brantas. Perbedaan faktor fisik tersebut antara lain lokasi menggenang tidak memiliki arus, sedangkan lokasi mengalir memiliki arus yang deras; lokasi menggenang merupakan daerah yang dangkal dibandingkan dengan lokasi mengalir. Kondisi ini hanya mampu mendukung kehidupan ikan sungai tertentu sehingga mampu meningkatkan kelimpahan ikan tersebut. Jenis habitat dan variabel lingkungan seperti suhu, pH, BOD, COD, substrat dan kandungannya, kedalaman, arus air, kecerahan merupakan faktor penentu dalam dominasi ikan di sungai (Huang *et al*. 2019; Lusiana *et al*. 2020).

Berdasarkan hasil analisis nukleotida terdapat perbedaan susunan nukleotida pada sampel *Mystacoleucus marginatus* di kedua lokasi penelitian. Berdasarkan hasil penyejajaran diperoleh adanya substitusi nukleotida pada sampel *M. marginatus* di

lokasi menggenang, terdapat perubahan sekuen basa nukleotida akibat adanya transversi pada basa ke 363, serta perubahan sekuen basa nukleotida akibat adanya transisi pada basa ke 381 dan basa ke 601. Substitusi transisi ditemukan lebih banyak dibandingkan dengan substitusi transversi. Rahayu *et al*. (2019) melaporkan dalam penelitiannya variasi nukleotida yang terjadi karena substitusi transisi lebih banyak dengan jumlah variasi transisi 22 dan variasi transversi 9. Fenomena ini terjadi karena adanya mutasi spontan yang banyak terjadi pada substitusi transisi dan substitusi transisi cenderung bersifat sinonim. Cracraft & Helm-Bychowski (1991) menjelaskan bahwa substitusi transisi pada DNA mitokondria vertebrata lebih tinggi dibandingkan dengan substitusi transversi.

Perbedaan nukleotida *M. marginatus* di lokasi menggenang menunjukkan adanya situs nukleotida yang bervariasi. Situs yang bervariasi tersebut dapat menghasilkan diversitas nukleotida. Hal ini menggambarkan adanya perbedaan variasi genetik pada intraspesies *M. marginatus* di Sungai Brantas (Akbar & Labenua 2018).

Perubahan basa pada sampel ikan *M. marginatus* di lokasi menggenang menunjukkan bahwa ikan ini melakukan adaptasi sebagai respons adanya perubahan kondisi lingkungan di Sungai Brantas. Welcomme (2001) menyatakan kegiatan pembangunan bendungan menyebabkan terbaginya ekosistem sungai menjadi dua yaitu ekosistem menggenang dan ekosistem mengalir. Ikan yang mampu bertahan terhadap lingkungan baru akan mengubah kebiasaan ikan dengan menghasilkan plastisitas fenotipik. Plastisitas fenotipik merupakan terbentuknya fenotip baru yang berasal dari keragaman genetik yang ada pada ikan untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang ada (Hadie *et al*. 2017). Plastisitas fenotipik terjadi karena variasi nukleotida yang disebabkan oleh mutasi. Variasi tersebut dapat memengaruhi susunan asam amino yang berfungsi mengkode protein sehingga menimbulkan ekspresi gen yang berbeda sebagai respons adaptasi dengan lingkungan yang ada (Cracraft & Helm-Bychowski 1991).

Sampel ikan *M. aculeatus* hanya ditemukan pada satu lokasi yaitu di lokasi menggenang sehingga tidak dapat dibandingkan pada kedua lokasi penelitian. Pada penelitian ini sampel hanya dibandingkan dengan sampel yang ada di *genbank*. Berdasarkan hasil penyejajaran diperoleh perbedaan nukleotida yang disebabkan oleh transisi pada basa ke 8 dan 10 serta delesi pada basa ke 9 pada sampel *M. aculeatus* di lokasi menggenang. Berdasarkan hasil analisis BLAST diperoleh 99% kesamaan pada nukleotida sampel dengan *genbank*. Valen *et al*. (2019) menyatakan semakin tinggi tingkat kemiripan dapat diidentifikasi sebagai jenis yang sama.

Hasil penelitian diperoleh persentase kesamaan nukleotida yang tinggi, namun pada hasil penyejajaran diperoleh perbedaan nukleotid. Hal menunjukkan adanya variasi intraspesies pada sampel *M. aculeatus* yang

ditemukan di Sungai Brantas. Sama halnya dengan sampel *M. marginatus*, perubahan variasi nukleotida ini diduga sebagai bentuk adanya respons adaptasi terhadap lingkungan yang ada. Variasi nukleotida lama kelamaan akan memengaruhi susunan asam amino sehingga memunculkan ekspresi gen yang berbeda sebagai respon adaptasi terhadap lingkungan (Cracraft & Helm-Bychowski 1991).

Simpulan

Komposisi jenis ikan yang ditemukan di Sungai Brantas terdiri atas 14 jenis dari enam suku, yaitu Chanidae, Cyprinidae, Cichlidae, Butidae, Channidae, Mastacembelidae, Cichlidae. Terdapat perbedaan signifikan antara indeks keanekaragaman di lokasi mengalir dan menggenang Sungai Brantas Kabupaten Malang. Analisis keragaman genetik diperoleh perbedaan pada sekuen *M. marginatus* di lokasi menggenang yaitu adanya substitusi pada tiga basa nukleotida. Sampel *M. aculeatus* memiliki kesamaan dengan sampel *M. aculeatus* pada *genbank* dengan persentase kesamaan nukleotida adalah 99%.

Persantunan

Penelitian ini berlangsung atas biaya pendanaan PNBP Universitas Negeri Malang 2021dengan Surat Keputusan Nomor 4.3.13/UN32/KP/2021 dan Perjanjian/Kontrak Nomor 5.3.460/UN32.14.1/LT/2021. Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada seluruh anggota tim yang membantu dalam penelitian.

Daftar pustaka

Ahmad N, Yanuwiadi B, Retnaningdyah C, Hakim L. 2019. Diversity and conservation status of fish in the water of rolak Songo Dam, Mojoker-to District East Java Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 391(1): 1-7

Akbar NN, Labenua R. 2018. Keragaman genetik ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di perairan laut Maluku Utara. *Depik*, 7(2): 164-176

Anita S, Haryono, Wahyudewantoro G. 2019. Nutritional component of *Barbonymus balleroides*: A wild fresh water fish from Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(2): 581-588

Bahiyah, Solihin DD, Affandi R. 2013. Variasi genetik populasi ikan brek (*Barbonymus balleroides* Val. 1842) sebagai dampak fragmentasi habitat di Sungai Serayu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(2): 175-186.

Bonner TH, Wilde GR. 2000. Changes in the canadian river fish assemblage associated with reservoir construct-ion. *Journal of Freshwater Ecology*, 15(2): 189-198

Cracraft J, Helm-Bychowski K. 1991. *Parsimony and Phylogenetic Infe-rence Using DNA Sequences: Some Methodological Strategies in Phylogenetic Analysis of DNA Sequences.* Oxford Univ Press, New York. 220 p.

Davis RP, Sullivan SMP, Stefanik KC. 2017. Reductions in fish-community contamination following lowhead dam removal linked more to shifts in food-web structure than sediment pollution. *Environmental Pollution*, 231: 671-680

Dewantoro GW, Rachmatika I. 2016. *Jenis Ikan Introduksi dan Invasif Asing di Indonesia*. LIPI Press, Jakarta. 192 p.

Fachrul MF. 2012. *Metode Sampling Bio-ekologi*. Bumi Aksara. Jakarta. 198 p.

Hadie W, Hadie LE, Sularto, Waryanto. 2017. Plastisitas gen : suatu strategi spesies menghadapi perubahan lingkungan. *In*: Hadie W, Hadiaty RK, Lusiastuti AM, Syafei LS, Hadie LE, Simanjuntak CPH, Yudistira AN (ed.). *Prosiding Simposium Nasional Ikan Dan Perikanan*. Masyarakat Iktiologi Indonesia, Bogor. pp. 723-735

Haryono, Rahardjo MF, Affandi R, Mulyadi. 2017. Karakterisitk morfologi dan habitat ikan brek (*Barbonymus balleroides* Val. 1842) di Sungai Serayu Jawa Tengah. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(2): 223-232

Hayati A, Tiantono N, Mirza MF, Putra IDS, Abdizen MM, Seta AR, Solikha BM, Fu'adil MH, Putranto TWC, Affandi M, Rosmanida R. 2017. Water quality and fish diversity in the Brantas River, East Java, Indone-sia. *Berkala Penelitian Hayati*, 22(2): 43-49

Hebert PDN, Stoeckle MY, Zemlak TS, Francis CM. 2004. Identification of birds through DNA barcodes. *PLoS Biology*, 2(10): 1-9

Herawati T, Sidik RAR, Sahidin A, Herawati H. 2020. Struktur komunitas ikan di hilir sungai cimanuk provinsi jawa barat pada musim penghujan. *Jurnal Perikanan Universitas Ga-djah Mada*, 22(2): 113-122

Hertika AMS, Arfiati D, Lusiana ED, Putra RBDS, Wasti DRN. 2021. Health evaluation of wader fish (*Puntius* sp.) caught from Brantas River, Malang City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Envi-ronmental Science*, 934(1): 1-9

Holden PB. 1979. *Ecology of Riverine Fishes in Regulated Stream Systems with Emphasis on the Colorado River*. Plenum Press, New York

Huang J, Huang L, Wu Z, Mo Y, Zou Q, Wu N, Chen Z. 2019. Correlation of fish assemblages with habitat and environmental variables in a head-water stream section of Lijiang River, China. *Sustainability*, 11(4): 1-14

Jusmaldi, Hariani N, Doq N. 2019. Keanekaragaman , potensi, dan status konservasi fauna ikan di Anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3): 391-410.

Kim JE, Kim D, Hong YS, Kim KP, Yoon YK, Lee DH, Kim SW, Chun SM, Jang SJ, Kim TW. 2018. Mutational profiling of malignant mesothelioma revealed potential therapeutic targets in EGFR and NRAS. *Translational Oncology*, 11(2): 268-274

Kottelat M, Whitten AJ, Ii I, Glazier G, Greene G, Dick J, Patton B. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi (Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sula-wesi)*. CV. Java Books, Jakarta. 172p

Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York. 654 p

Kurniawan A, Kurniawan A. 2012. An-alisis variasi genetik ikan di kolong pascatambang timah dengan metode elektroforesis. *Akuatik-Jurnal Sumberdaya Perairan*, 6(2): 6-10

Latuconsina H. 2019. *Ekologi Perairan Tropis*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta. 308 p

Lestari W, Rukayah S, Jamilatun T. 2019. Ikan introduksi *Oxyeleotris marmorata,* Bleeker (1852): populasi, laju exploitasi dan pengendaliannya di Waduk Sempor, Kebumen. *Biosfera*, 36(3): 132-138

Listyorini D, Wiaris N, Prananingrum P, Kartikasari N, Rahayu DA, Khasna EN, Karisma VD, Ardana IKKG, Wardana ZO, Zakiyah AS. 2020. *Biologi Molekuler dan Bioinfor-matika*. UMM Press, Malang. 96 p

Liu F, Lin P, Liu H, Wang J. 2021. Spatial and seasonal patterns of fish assem-

blages in mountain streams of the Ren River, southwest China. *Eco-logy and Evolution*, 11(16): 11323-11332

Lusiana N, Widiatmono BR, Luthfiyana H. 2020. Beban pencemaran BOD dan karakteristik oksigen terlarut di Sungai Brantas Kota Malang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2): 354-366

Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford. 272 p

Mazlan AG, Samat A, Amirrudin A, Anita T. 2007. Aspects on the biology of *Garra cambodgiensis* and *Mystaco-leucus marginatus* (Cyprinidae) from ulu Dungun, Terengganu. *Malaysian Applied Biology*, 36(1): 67-72

Nizar M, Kamal MM, Adiwilaga EM. 2014. Komposisi jenis dan struktur komunitas ikan yang bermigrasi melewati tangga ikan pada Bendung Perjaya, Sungai Komering, Sumatera Selatan. *Depik*, 3(1): 27-35.

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

Panprommin D, Soontornprasit K, Tun-charoen S, Pithakpol S, Keereelang J. 2019. DNA barcodes for the identification of species diversity in fish from Kwan Phayao, Thailand. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 12(3): 382-389

Rachman E, Hani A. (2017). Potensi kea-nekaragaman jenis vegetasi untuk pengembangan ekowisata di cagar alam situ panjalu. *Wasian*, 4(1): 1-10

Rachmatika I, Wahyudewantoro G. 2006. Jenis-jenis ikan introduksi di per-airan tawar Jawa Barat dan Banten: catatan tentang taksonomi dan distri-businya. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2): 93-97

Rahayu DA, Nugroho ED, Listyorini D. 2019. Dna barcoding ikan introduksi khas Telaga Sari, Kabupaten Pasuru-an. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 7(2): 51-62

Rainboth WJ. 1996. Fishes of the Cambo-dian Mekong (AMFC). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAO, Rome. 303 p.

Santos ABI, Terra BDF, Araújo FG. 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.

Setyobudiandi I, Sulistiono, Yulianda F, Kusmana C, Hariyadi S, Damar A, Sembiring A, Bahtiar. 2009. *Sam-pling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan Terapan Metode Peng-ambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 312 p

Sholikhah M, Zunariyah S. 2019. Gerakan ecoton dalam upaya pemulihan Sungai Brantas. *Journal of Develop-ment and Social Change*, 2(1): 20–29

Sukmono T, Margaretha M. 2017. *Ikan Air Tawar di Ekosistem Bukit Tigapuluh*. Yayasan Konservasi Ekosistem Hu-tan Sumatera dan Frankfurt Zoolo-gical Society, Jambi. 104 p

Umar C, Kartamihardja ES, Aisyah. 2015. Dampak invasif ikan red devil (*Amphilophus citrinellus*) terhadap keanekaragaman ikan di perairan umum daratan di Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 7(1): 55-61

Valen FS, Widodo MS, Kilawati Y, Islamy RA. 2019. Phytogenetic relation-ships of *Mystacoleucus marginatus* (Valenciennes 1842) based on Cyto-chrome Oxidase C Subunit I (COI) gene. *Research Journal of Life Science*, 6(1): 19-28

Virgiawan C, Hindun I, Sukarsono. 2015. Studi keanekaragaman capung (Odo-nata) sebagai bioindikator kualitas air Sungai Brantas Batu-Malang dan sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 1(2):188-196.

Welcomme RL. 2001. *Inland Fisheries Ecology and Management*. FAO, United Kingdom. 358 p

Yetti E, Soedharma D, Haryadi S. 2011. Evaluasi of rivers water quality at Malang upper Brantas River basin area in relation to land use system and its surroundings people activity. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 1(1): 10.

Yunianto A, Putro SP, Hariyati R. 2012. Keanekaragaman jenis ikan tangkap di sekitar karamba daerah Ngasinan Waduk Kedungombo Jawa Tengah. *Jurnal Akademika Biologi*, 1(1): 43-49.

Yuwono E, Sabaruddin M. 2014. Kajian pengerukan Waduk Sengguruh Kepanjen Kabupaten Malang. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 2(1): 46-54

Zhang Q, Sun C, Zhu Y, Xu N, Liu H. 2020. Genetic diversity and structure of the round-tailed paradise fish (*Macropodus ocellatus*): Implica-tions for population management. *Global Ecology and Conservation*, 21(159): 7-9