
DISTRIBUSI SECARA SPASIAL DAN TEMPORAL IKAN DI WADUK CIRATA, JAWA BARAT

(Spatial and temporal distribution of fishes in Cirata reservoir, West Java)

Sri Wahyuni ^{1)*}, Sulistiono ²⁾, dan Ridwan Affandi ²⁾

¹⁾Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, 16680

²⁾Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB
Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, 16680

*email: sriwahyunihmi@yahoo.com

Abstract

*This study aimed to analyze the relationship between the condition of the habitat and the distribution and abundance of fishes spatially and temporally in Cirata reservoir. Sampling of fish conducted from February to July 2012 in the Cirata reservoir. Fish sample obtained from the catches using gillnet with mesh size of 1, 1.5, 2, 2.5, 3, and 3.5 inches. Analysis conducted on physical and chemical parameter water, substrate structure and abundance of fish, temporally and spatially. Fish obtained during the study amounted to 626 individuals, consist of 20 species and 10 families. Cichlidae family found in all of the study zones. Based on physical and chemical character of water, Maleber zone was the best habitat. Dust was the dominant substrate fraction in DAM zone were (48.08%), Maniis zone (63.30%), Maleber zone (74.86%) and Tegal Datar zone (58.93%). Substrate fraction in the Jatinengang zone was clay (56.78%), while the fraction of the substrate in the Raja Mandalazone was sand (46.56%). Fish species abundance in each zone spatially were: DAM zone is dominated by *Oxyeleotris marmorata* (26.80%), Maniis zone was dominated by *Amphilopus citrinellus* (43.05%), Maleber zone, Jatinengang zone and Raja Mandalazone were dominated by *Oreochromis niloticus* (28.79%), (44.11%), (39.75%), and Tegal Datar zone was dominated by *Aequidens pulcher* (74.69%). Abundance of fish species in each month temporally: in February was dominated by *Hampalamacrolepidota* (40.74%), March was dominated by *Oxyeleotris marmorata* (89.65%), April was dominated by *Chanos Chanos* (62.79%), in May was dominated by *Hampalamacrolepidota* (14.81%), June was dominated by *Aequidens pulcher* (36.47%), and in July was dominated by *Mystus nigriceps* (80.43%).*

Keywords: Abundance, Cirata Reservoir, Spatial and temporal distribution

1. Pendahuluan

Waduk Cirata merupakan salah satu waduk dari kaskade tiga waduk di Daerah Aliran Sungai Citarum. Waduk Cirata terletak diantara dua waduk lainnya, yaitu Waduk Saguling di bagian hulu dan Waduk Jatiluhur di bagian hilir. Fungsi utama pembangunan waduk ini adalah sebagai pembangkit tenaga listrik. Beberapa kegiatan yang mempengaruhi kualitas perairan di Waduk Cirata antara lain adalah aktivitas pemukiman, rekreasi dan adanya budidaya

ikan pada keramba jaring terapung. Kegiatan tersebut telah meningkatkan jumlah bahan organik yang masuk ke perairan dan berpengaruh terhadap kualitas dan tingkat kesuburan perairan.

Waduk Cirata menjadi habitat beragam jenis sumberdaya perikanan, setidaknya terdapat 18 jenis ikan yang terdapat di Waduk Cirata yang terkelompok dalam delapan famili yaitu Cyprinidae, Bagridae, Eleotridae, Cichlidae, Pangasidae, Ophiocephalidae, Chanidae dan Characidae (Jubaedah, 2004).

Komunitas ikan di perairan Waduk Cirata terdiri atas ikan asli dan ikan asing. Hal yang perlu diwaspadai bukan hanya ikan asing yang berperan sebagai pemangsa, tetapi juga potensial menjadi pesaing ikan asli dalam memanfaatkan makanan dan ruang untuk kelangsungan hidupnya (Wargasmita, 2005). Ikan asli semakin berkurang akibat hilangnya habitat pemijahan dan pembesaran, penurunan kualitas air, dan fluktuasi air waduk (Kartamihardja dan Umar, 2006).

Kondisi perairan sangat menentukan kelimpahan dan penyebaran organisme di dalamnya, akan tetapi setiap organisme memiliki kebutuhan dan preferensi lingkungan yang berbeda untuk hidup yang terkait dengan karakteristik lingkungannya. Keanekaragaman hayati ikan air tawar di Indonesia saat ini menghadapi ancaman dari berbagai faktor antropogenik yang dapat menyebabkan menurunnya keanekaragaman ikan-ikan asli di perairan (Kamal *et al.*, 2010).

Perubahan topografi dan hidrologi alami akibat pembangunan waduk, serta interaksi dengan spesies asing akan berpengaruh pada keanekaragaman ikan di waduk Cirata. Perairan Waduk Cirata dari segi ekologis semakin hari semakin berubah fungsi, suatu ketika akan mengalami tekanan lingkungan yang berat akibat aktifitas manusia. Fungsi ekologis Waduk Cirata pada suatu saat dapat hilang sehingga terjadi penurunan keragaman ikan yang berujung ada penurunan hasil tangkapan ikan. Sehubungan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan kajian tentang distribusi ikan secara spasial dan temporal di Waduk Cirata.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara distribusi dan kelimpahan ikan dengan beberapa parameter fisika-kimia yang menentukan karakteristik habitat di perairan Waduk Cirata. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam usaha pengelolaan ikan di Waduk Cirata.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan dari Februari sampai Juli 2012 di Waduk Cirata, Kabupaten Cianjur, Propinsi Jawa Barat. Metode yang digunakan adalah metoda survei dan pengamatan di Laboratorium. Pengambilan ikan contoh dilakukan satu kali setiap bulan pengamatan. Alat yang digunakan adalah gillnet dngan ukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan

3,5 inci, yang dipasang pada jam empat sore dan diangkat pada jam enam pagi. Ikan yang tertangkap diawetkan dalam larutan formalin 10 %.

Identifikasi ikan dilakukan di Laboratorium Ekobiologi Ikan dan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Produktivitas Lingkungan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB. Pengukuran substrat dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan Fakultas Pertanian, IPB. Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah suhu ($^{\circ}\text{C}$), kedalaman (m), kekeruhan (NTU), kandungan oksigen terlarut atau DO (mg/l), pH, alkalinitas (mg/l), NO_2 (mg/l), NH_3 (mg/l). Lokasi penelitian meliputi 6 stasiun yaitu:

- Zona 1 : DAM, merupakan daerah bebas yang digunakan untuk kepentingan pembangkit tenaga air dan pertanian penduduk.
- Zona 2 : Kecamatan Mantiis, daerah genangan (lakustrin), alur air luas dan perairan relatif tenang, banyak pepohonan, daerah budidaya KJA.
- Zona 3 : Desa Maleber, mendapat masukan dari Sungai Cikundul, berarus, lalu lintas perahu, banyak sampah, habitat lotik, banyak teluk, daerah budidaya KJA dan pertanian penduduk.
- Zona 4 : Desa Jatinegang, daerah transisi, alur air cukup luas dan arus sedang, gelombang relatif tenang, perairan dalam, habitat lentik, jauh dari aliran sungai, daerah budidaya KJA.
- Zona 5 : Kecamatan Raja Mandala, daerah aliran air masuk (riverin) Sungai Citarum, alur air sempit, arus yang relatif tinggi, banyak pepohonan, daerah budidaya KJA.
- Zona 6 : Desa Tegal Datar, merupakan perwakilan bagian tengah hulu dari Waduk Cirata dan juga merupakan outlet, daerah budidaya KJA, pertanian penduduk.

Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan perbedaan tipe substrat zona litoral waduk, pertimbangan aliran air sungai yang masuk ke waduk, aktivitas kegiatan Keramba Jaring Apung (KJA) dan sumber masukan bahan organik. Berdasarkan pertimbangan tersebut, ditetapkan lokasi pengamatan sebagai berikut (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Waduk Cirata.

Pada setiap stasiun dilakukan pengamatan terhadap kelimpahan ikan. Persamaan yang digunakan untuk melihat komposisi jenis ikan pada setiap zona pengamatan (Brower *et al.*, 1990):

$$Kr (\%) = \frac{Ni}{N} \times 100$$

Keterangan :

- Kr = Kelimpahan relatif (%)
- Ni = Jumlah total individu ke-i
- N = Jumlah semua individu (ekor).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Parameter fisika dan kimia air

3.1.1 Parameter fisika dan kimia air Waduk Cirata secara spasial

Kisaran parameter fisika dan kimia hasil pengamatan di Waduk Cirata secara spasial dapat dilihat pada Tabel 1.

Distribusi spasial dan temporal ikan pada setiap musim dipengaruhi oleh berbagai faktor biotik dan abiotik. Perubahan tersebut terlihat dari ruaya ikan yang disebabkan oleh perubahan lingkungan yang kompleks yang mengakibatkan kenaikan aktivitas ikan. Ruaya pemijahan tersebut disebabkan oleh perubahan yang terjadi dalam ikan yang berhubungan dengan kondisi tertentu dari kematangan gonad ikan dan bersamaan dengan perubahan faktor lingkungan seperti naik turunnya cahaya, suhu dan aliran air.

Suhu di setiap zona pengamatan relatif stabil yaitu berkisar antara 26,6±1,6°C sampai dengan 27,5±0,8°C. Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata suhu terbesar terdapat di Tegal Datar dan suhu terendah di Manis. Suhu sangat menentukan laju reaksi kimia (metabolisme) pada semua kehidupan dan beberapa jenis ikan suhu sangat menentukan pola perkembangbiakan ikan. Secara umum kisaran suhu Waduk Cirata masih baik untuk kehidupan ikan

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air berdasarkan zona pengamatan

Parameter	Satuan	Zona						BM
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	
Suhu	°C	27,00±1,09	26,66±1,63	26,83±1,21	27,33±0,89	27,00±0,89	27,50±0,83	25-31
Kedalaman	m	9,00±2,84	16,85±3,56	7,98±2,72	19,71±6,22	19,23±5,57	16,66±3,03	-
Kekeruhan	NTU	2,808±1,460	1,965±0,7925	5,485±3,734	6,766±11,342	2,505±1,108	2,441±0,620	<25
DO	mg/l	6,176±1,160	6,051±0,621	5,138±0,920	6,331±1,654	6,081±1,495	6,505±1,245	≥4
pH	-	7,60±0,50	7,30±0,40	7,30±0,30	7,30±0,50	7,40±0,40	7,40±0,40	6-9
Alkalinitas	mg/l	64,63±7,57	62,68±4,17	65,37±7,44	65,90±9,88	63,15±8,93	64,63±10,19	-
NO ₂	mg/l	0,004±0,003	0,004±0,004	0,005±0,005	0,005±0,008	0,006±0,006	0,005±0,004	0,06
NH ₃	mg/l	0,014±0,012	0,006±0,004	0,004±0,001	0,006±0,004	0,007±0,008	0,004±0,001	≤ 0,02

Ket: BM=Baku mutu, PP RI No.82 Tahun 2001 golongan II (perikanan).

dan organisme air lainnya.

Kedalaman di masing-masing zona penelitian terdapat beberapa perbedaan. Kedalaman tertinggi di zona Jatinengang berkisar $19,7 \pm 6,2$ m. Besarnya kedalaman di zona Jatinengang ini karena lokasinya berada di tengah Waduk Cirata. Kedalaman perairan Waduk Cirata sangat terkait dengan siklus hidrologi yaitu curah hujan. Curah hujan berkorelasi positif dengan kedalaman (Simajuntak, 2007). Semakin tinggi curah hujan menyebabkan kedalaman perairan meningkat dan semakin banyak daerah yang tergenang (Medeiros, 2004) akan menciptakan relung yang besar bagi spesies ikan terutama dalam mendukung siklus hidup seperti dalam reproduksi dan mencari makan.

Kekeruhan tertinggi di zona Jatinengang berkisar $6,766 \pm 11,342$. Lokasi Jatinengang ini berada di daerah KJA yang banyak terlihat pakan ikan dikolom perairan. Jubaidah, (2004) menyatakan bahwa kekeruhan yang tinggi di Maleber dan Raja Mandala yaitu sekitar 2,9 sampai 15,05 NTU dengan rata-rata 5,67 NTU, hal ini disebabkan oleh turunnya hujan yang mengakibatkan pencucian (*flushing*) dasar perairan dan proses pengadukan perairan oleh masukan air hujan sehingga partikel lumpur tidak dapat mengendap, dan aliran dari daerah sungai membawa partikel tanah dan membuat keruh perairan. Kekeruhan air yang tinggi akibat terkikisnya permukaan tanah oleh hujan kurang baik untuk kehidupan organisme air karena dapat mengganggu sistem pernapasan dan menghambat pertumbuhan.

DO di setiap zona relatif stabil berkisar antara $5,138 \pm 0,920$ mg/l sampai dengan $6,505 \pm 1,245$ mg/l. DO maksimum pada musim kemarau sedikit lebih rendah dibandingkan pada musim hujan (Zahidah, 2010). Kandungan Oksigen terlarut atau DO dalam perairan turut menentukan kualitas perairan, karena oksigen sangat dibutuhkan untuk pernapasan (*respirasi*) makhluk hidup dan proses oksidasi dalam perairan. Fungsi lain dari oksigen adalah sebagai indikator senyawa-senyawa kimia di perairan (Bahara, 2009).

pH merupakan suatu indikator tingkat keasaman di suatu perairan. pH yang rendah dikarenakan konsentrasi ion hidrogen (H^+) dan keasaman di suatu perairan, pH kurang dari 7 berarti perairan tersebut asam dan apabila H lebih dari 7 berarti basa. Konsentrasi pH selama pengamatan berkisar antara $7,3 \pm 0,3$ sampai dengan $7,6 \pm 0,5$ yang berarti

perairan tersebut bersifat basa (*alkaline*). pH disetiap zona relatif stabil berkisar antara $7,3 \pm 0,3$ sampai dengan $7,6 \pm 0,5$.

Alkalinitas disetiap zona relatif stabil berkisar antara $62,68 \pm 4,17$ mg/l sampai dengan $65,90 \pm 9,88$ mg/l. Nilai alkalinitas erat kaitannya dengan kalsium di perairan. Nilai alkalinitas tinggi menggambarkan kandungan kalsium tinggi pula. Oleh karena itu, nilai alkalinitas sangat dipengaruhi oleh pH, komposisi mineral, suhu, dan kekuatan ion. Perairan dengan nilai alkalinitas yang tinggi tidak terlalu disukai oleh organisme akuatik karena dapat menimbulkan permasalahan kesehatan pada manusia, terutama yang berhubungan dengan iritasi pada sistem pencernaan (*gastro intestinal*).

Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata NH_3 terbesar berkisar $0,014 \pm 0,012$ mg/l di zona DAM yang merupakan daerah pertanian. Konsentrasi amonia di permukaan Waduk Cirata berkisar antara $0,114 - 19,33$ mg/l (Tjahjo *et al.*, 2008). Amonia bebas merupakan bentuk N yang bersifat racun pada ikan dan tingkat keracunannya dipengaruhi oleh pH perairan dan stadia hidup ikan.

Pengukuran NO_2 relatif stabil berkisar antara $0,004 \pm 0,003$ mg/l sampai dengan $0,005 \pm 0,008$ mg/l. Nilai NO_2 tergolong rendah di zona DAM disebabkan oleh pada saat pengambilan sampel Waduk Cirata mengalami surut yang cukup tinggi karena intensitas hujan sedikit. Zona Raja Mandala NO_2 nya tinggi karena dekat dengan aliran sungai Citarum sedangkan zona DAM rendah NO_2 karena jauh dari aliran sungai. Hasil penelitian Tjahjo *et al.* (2008), untuk permukaan air konsentrasi NO_2 tertinggi di Raja Mandala berkisar $0,007 - 0,327$.

Berdasarkan pada klasifikasi kesuburan, Waduk Cirata termasuk perairan yang subur (*eutrof*). Berdasarkan data kualitas air di perairan Waduk Cirata maka dinyatakan bahwa Waduk Cirata masih baik (Tabel 1). Hasil pengamatan secara skoring di masing-masing zona menunjukkan bahwa zona Maleber memiliki lingkungan yang lebih baik dari zona lainnya.

3.1.2 Parameter fisika kimia air Waduk Cirata secara temporal

Kisaran parameter fisika dan kimia hasil pengamatan di Waduk Cirata secara temporal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter kualitas air berdasarkan waktu pengamatan

Parameter	Satuan	Waktu						
		Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	BM
Suhu	°C	26,83±1,72	26,5±0,54	27,33±0,51	27,0±0	26,33±0,51	28,33±0,81	25-31
Kedalaman	m	11,78±2,90	14,46±7,35	13,75±5,04	14,85±6,15	16,60±6,77	18,00±8,05	-
Kekeruhan	NTU	4,70±3,80	1,84±0,93	2,99±0,79	3,67±1,57	1,22±0,76	7,54±10,96	<25
DO	mg/l	7,06±0,78	7,05±0,70	13,75±5,04	5,60±0,72	5,02±0,54	4,57±0,56	≥4
pH	-	7,4±0,49	7,8±0,40	7,3±0,25	7,2±0,25	7,3±0,25	7,3±0,40	6-9
Alkalinitas	mg/l	75,84±8,62	65,66±1,96	56,27±2,18	65,33±2,06	60,30±1,79	62,99±8,27	-
NO ₂	mg/l	0,004±0,001	0,003±0,003	0,002±0,002	0,002±0,001	0,002±0,0005	0,014±0,004	0,06
NH ₃	mg/l	0,013±0,005	0,009±0,009	0,010±0,013	0,004±0,002	0,004±0,0005	0,004±0,002	≤0,02

Ket: BM=Baku mutu, PP RI No 82 Tahun 2001 golongan II (perikanan)

Selama pengamatan pada keseluruhan waktu penelitian, suhu berkisar antara 26°C sampai 28°C. Suhu di setiap waktu pengamatan relatif stabil.

Kedalaman tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu berkisar 28,5 m. Pada bulan Juli, curah hujan meningkat dari bulan yang lainna sehingga mempengaruhi kedalama perairan.

Kekeruhan tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu 29,80 mg/l di zona Jatinengang karena berada di daerah KJA dan juga pada saat sehari sebelum pengambilan sampel tersebut terjadi hujan lebat sehingga intensitas curah hujan meningkat. Menurut Simajuntak, (2012) menyatakan bahwa jumlah spesies dan individu yang ditemukan pada musim kemarau lebih besar dibandingkan pada musim penghujan. Faktor utama penyebab terjadinya perbedaan keragaman ikan pada kedua musim adalah tingginya kekeruhan air sungai pada saat musim penghujan yang selanjutnya berkorelasi terhadap ketersediaan habitat atau relung bagi komunitas ikan. Pola yang sama juga ditemukan di perairan Vanua Levu, Fiji bahwa pada musim penghujan terjadi peningkatan kekeruhan perairan akibat banyaknya masukan *run off* dan pada gilirannya memengaruhi keragaman dan kelimpahan spesies ikan (Jenkins and Jupiter, 2011).

DO di setiap waktu penelitian relatif stabil berkisar antara 3,86 m/l sampai 7,9 m/l. DO tertinggi terdapat pada bulan Februari yaitu 7,9 mg/l di zona Tegal Datar. Berdasarkan waktu, nilai DO rata-rata menurun terutama pada bulan Juli sekitar 3,86 di zona Maleber. Penurunan kadar oksigen di musim kemarau selain karena proses respirasi juga diakibatkan oleh proses dekomposisi berjalan lebih besar dari pada musim hujan sehingga membutuhkan oksigen yang tinggi untuk proses perombakan (dekomposisi) (Jubaidah, 2004).

pH merupakan parameter yang juga menentukan toksisitas suatu senyawa kimia. pH perairan dapat digunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya kualitas suatu perairan sebagai lingkungan hidup. pH disetiap waktu penelitian relatif stabil berkisar antara 7,0 sampai dengan 8,5 dan mempunyai produktivitas tinggi. Alkalinitas disetiap waktu penelitian relatif stabil berkisar antara 48,85 mg/l sampai dengan 84,42 mg/l.

Pengukuran NO₂ relatif stabil berkisar antara 0,004±0,003 mg/l sampai dengan 0,005±0,008 mg/l. Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata NO₂ tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu 0,021 mg/l di stasiun Raja Mandala. NH₃ tertinggi terdapat pada bulan Juli yaitu 0,027 mg/l di stasiun DAM, hal ini diduga karena lokasinya terletak di daerah pertanian penduduk. Menurut Tjahjoet *et al.*, (2008) menyatakan bahwa kadar nitrit yang lebih besar dari 0,05 mg/l dapat bersifat toksik bagi biota perairan yang sangat sensitif, untuk kehidupan ikan konsentrasi nitrit di perairan harus <0,02 mg/l.

Keragaman dan struktur komunitas ikan di perairan merupakan gambaran karakteristik spesies dan daur hidupnya terkait dengan fluktuasi lingkungan fisika-kimiawi perairan seperti suhu, konduktifitas, kelarutan oksigen, pH, kedalaman, dan kecepatan arus (Mendonça *et al.*, 2005; Kouamé *et al.*, 2008). Fluktuasi kondisi lingkungan perairan baik langsung maupun tidak langsung akan memengaruhi komposisi komunitas ikan. (Winemiller *et al.*, 2008). Higgins, (2009) menyatakan bahwa kecepatan arus, ketersediaan habitat dan suhu mempengaruhi struktur fungsional komunitas ikan, struktur substrat dan lebar perairan mempengaruhi struktur taksonomi ikan. Kualitas perairan mempengaruhi distribusi ikan,

oksigen terlarut merupakan faktor yang mempengaruhi distribusi ikan (Putra, 2011).

Dari hasil pengukuran beberapa parameter yang didapatkan pada setiap waktu pengamatan dapat menggambarkan keadaan perairan Waduk Cirata masih cocok untuk kehidupan dan perkembangan ikan.

3.2 Tipe substrat

Hasil analisis substrat di dasar perairan Waduk Cirata untuk masing-masing stasiun pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa fraksi substrat di masing-masing zona pengamatan di Waduk Cirata didominasi oleh debu. Fraksi substrat debu terdapat di zona DAM (48,08%), zona Maniis (63,30%), zona Maleber (74,86%) dan zona Tegal Datar (58,93%). Fraksi substrat yang tertinggi di zona Jatinengang adalah liat (56,78%), sedangkan fraksi substrat yang tertinggi di zona Raja Mandala adalah pasir (46,56 %).

Fraksi substrat yang terbanyak adalah di zona Maleber yang di dominasi oleh 3,80% pasir, 74,86% debu dan 21,34% liat dengan masukan bahan organik KJA dan bahan pertanian dan jumlah pepohonan di tepian waduk sedang. Fraksi substrat yang sedikit adalah di zona Jatinengang yang didominasi oleh fraksi substrat 1,74% pasir, 41,48% debu dan 56,78% liat dengan masukan bahan organik KJA dan bahan pertanian dan jumlah pepohonan di tepian waduk sedikit.

Peningkatan jumlah KJA di Waduk Cirata berefek terhadap kematian massal ikan dan peningkatan jumlah plankton. Hal tersebut disebabkan oleh penumpukan sisa pakan yang tidak

termakan pada kegiatan KJA sehingga memperkaya kandungan nitrogen dan forfor di perairan. Bila ketersediaan fosfor di perairan berlebihan maka akan menyebabkan fitoplankton berkembang dengan pesat sehingga menyebabkan *blooming* fitoplankton yang mengakibatkan berbagai masalah bagi spesies ikan dan manusia diantaranya yaitu: peningkatan kekeruhan, peningkatan enceng gondok, penurunan konsentrasi oksigen terlarut, serta perairan menjadi berbau tidak sedap (Firda, 2012). Menurut Baveridge (2004) KJA dapat mempengaruhi perairan dalam tiga hal antara lain pemanfaatan ruang dari luas permukaan perairan, mengubah daerah aliran air, dan mengubah nilai estetika dari perairan.

3.3 Kelimpahan ikan

3.3.1 Kelimpahan ikan secara spasial

Ikan yang tertangkap selama penelitian berjumlah 626 ekor. Jenis-jenis ikan yang tertangkap di perairan berdasarkan lokasi penangkapan (spasial) di Waduk Cirata dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan berdasarkan waktu penangkapan (temporal) dapat dilihat pada Tabel 4. Selama penelitian ikan yang tertangkap sebanyak 20 jenis yang terkelompok dalam 10 famili yaitu Cichlidae, Cyprinidae, Bangridae, Clariidae, Eleotridae, Pangasidae, Ophiocephalidae, Chanidae, Characidae dan Chandidae. Ikan dengan kelimpahan yang berbeda di masing-masing lokasi pengamatan dapat dilihat di Tabel 4.

Kelimpahan jenis ikan di setiap zona bervariasi. Berturut-turut zona I didominasi oleh *Oxyeleotris marmorata* (26,80%) dan *Chanos chanos* (24,74%), zona II didominasi oleh *Amphilopus citrinellus* (43,05%) dan *Oreochromis*

Tabel 3. Deskripsi substrat zonapenelitian.

Zona	Sumber masukan bahan organik	Pasir (%)	Debu (%)	Liat (%)	JPTW**
1.DAM	-Kegiatan pertanian	32,37	48,08	19,55	++
2.Maniis	-KJA	1,60	63,30	35,10	+++
3.Maleber	-Kegiatan pertanian	3,80	74,86	21,34	++
	-KJA				
4.Jatinengang	-Kegiatan pertanian	1,74	41,48	56,78	+
	-Limbah domestik				
5.Raja Mandala	-KJA	46,56	26,75	26,69	+++
	-Kegiatan pertanian				
6.Tegal Datar	-Limbah domestik	2,61	58,93	38,91	+
	-KJA				
	-Kegiatan pertanian				

**JPTW=Jumlah pepohonan ditepian waduk

Tabel 4. Jenis-jenis ikan berdasarkan zona penelitian.

No	Famili	Nama Ilmiah	Nama lokal	Zona penelitian					
				I	II	III	IV	V	VI
1.	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila merah	-	-	-	-	2	-
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila	13	22	74	15	33	9
		<i>Amphilopus citrinellus</i>	Oskar	7	31	39	8	14	6
		<i>Aequidens pulcher</i>	Goldsom	12	8	2	1	1	62
2.	Cyprinidae	<i>Hampala macrolepidota</i>	Hampal	9	4	25	4	12	-
		<i>Mystacoleucus marginatus</i>	Genggehek	1	-	4	4	3	-
		<i>Barbodes balleroides</i>	Lalawak	1	1	12	-	-	1
		<i>Cyprinus carpio</i>	Mas	1	2	3	-	-	3
		<i>Osteochillus hasselti</i>	Nilem	2	-	23	-	4	-
		<i>Rasbora argyrotaenia</i>	Paray	-	1	2	-	-	-
3.	Bagridae	<i>Mystus nigriceps</i>	Kebogelang	-	-	46	-	-	-
		<i>Mystus nemurus</i>	Tagih	-	-	10	-	1	-
		<i>Mystus nemurus</i>	Tagih Kuning	-	-	1	-	-	-
4.	Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Lele	-	-	-	1	-	-
5.	Eleotridae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Betutu	26	-	3	-	-	-
6.	Loricariidae	<i>Liposarcus pardalis</i>	Sapu-sapu	-	-	1	-	-	-
7.	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Bandeng	24	1	5	1	12	-
8.	Pangasidae	<i>Pangasius pangasius</i>	Patin	-	-	1	-	1	-
9.	Characidae	<i>Colossoma macropomum</i>	Bawal	1	2	5	1	-	-
10.	Chandidae	<i>Ambassis sp</i>	Kaca	-	-	1	-	-	-
Jumlah				97	72	257	35	83	81

niloticus(30,55%), zona III didominasi oleh *Oreochromis niloticus*(28,79%) dan *Mystus nigriceps* (17,89%), zona IV didominasi oleh *Oreochromis niloticus*(44,11%) dan *Amphilopus citrinellus*(23,52%), zona V didominasi oleh *Oreochromis niloticus*(39,75%) dan *Amphilopus citrinellus*(16,86%), zona IV didominasi oleh *Aequidens pulcher*(74,69%) dan *Oreochromis niloticus*(10,84%).

Jumlah spesies dari famili Cyprinidae paling banyak ditemukan di Waduk Cirata dibandingkan dengan famili lainnya, yaitu sebanyak 6 spesies (Tabel 3 dan Tabel 4). Hal ini merupakan hal umum di perairan Indonesia khususnya Sumatera, Jawa dan Kalimantan. Nelson, (2006) menyatakan bahwa Cyprinidae merupakan famili ikan air tawar terbesar di dunia dan terdistribusi luas, termasuk di wilayah Indonesia. Cyprinidae merupakan famili ikan air tawar yang memiliki spesies paling banyak di seluruh dunia. Cyprinidae merupakan famili dan dominan di perairan tawar pulau Sumatera (Wargasasmita, 2005). Nguyen dan De Silva, (2006) mempertegas bahwa spesies ikan air tawar di daerah Asia didominasi kelompok ikan Cyprinidae.

Famili Cichlidae dapat ditemukan hampir di seluruh lokasi penelitian terkait dengan kemampuan adaptasinya di perairan. Seluruh spesies dari famili

Cichlidae yang berada di waduk Cirata merupakan spesies asing. Famili Cichlidae berasal dari Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, Madagastar, Israel, Suriah, pesisir India dan Sri Lanka (Nelson, 2006). Famili Cichlidae merupakan ikan omnivora dan mampu memangsa spesies ikan yang berukuran kecil. Famili ini mempunyai kemampuan adaptasi yang sangat baik, beberapa spesies asli diketahui berkurang setelah spesies ini diintroduksi ke perairan alami (Peterson *et al.*, 2005).

Keberadaan spesies asing di suatu perairan dapat menyebabkan berbagai akibat seperti predasi (Knight, 2010) maupun kompetisi dan tempat hidup (Blanchet *et al.*, 2007). Berkurangnya jumlah individu dan jumlah spesies ikan asli di Waduk Cirata diduga terkait dengan hilangnya sumber makanan akibat perubahan habitat, maupun persaingan dengan spesies ikan asing yang memanfaatkan jenis makanan yang sama.

Zona Maleber mempunyai jumlah spesies dan individu terbanyak. Perbedaan jumlah spesies dan individu pada setiap zona diduga berkaitan dengan topografi dan kelimpahan plankton. Keanekaragaman dan jumlah individu akan lebih tinggi pada zona riverin-transisi waduk, karena pada zona ini menyediakan habitat yang lebih bervariasi bagi kehidupan ikan (Oliveira *et al.*, 2004).

Zona Maleber Waduk Cirata, ikan yang berukuran kecil banyak terlihat pada daerah pinggir waduk dan teluk karena makanan ikan yang berukuran kecil adalah insekta. Zona Maleber ini tergolong subur disebabkan adanya masukan nutrisi dari aliran Sungai Cikundul dan limbah pertanian, berarus, banyak teluk, sistem habitat bersifat lotik, kedalaman perairan yang dangkal. Hasil yang sama juga didapatkan dari penelitian Jubaidah (2004) yang menyatakan bahwa tingginya kelimpahan jenis ikan oskar, lalawak dan keboggerang di zona Maleber, selain adanya aliran air masuk dari Sungai Cikundul juga karena banyaknya tumbuhan disekitar pinggiran waduk. Hal ini mengakibatkan tingginya bahan organik yang berasal dari proses dekomposisi tumbuhan. Bahan organik tersebut merupakan sumber makanan ikan dan organisme lainnya, limbah pertanian khususnya pembuangan dari penggunaan pupuk yang mengandung unsur nitrogen dan fosfor serta adanya limbah domestik menunjang pertumbuhan dan produktivitas plankton sehingga mengakibatkan perairan menjadi subur. Kondisi ini membuat ikan oskar maupun ikan lalawak mampu beradaptasi dan mendominasi terhadap ikan-ikan lainnya.

Zona Jatinegang jauh dari aliran sungai, sehingga kondisi perairannya membentuk karakteristik sebagai berikut: nutriennya sedikit, tidak berarus, sistem habitat bersifat lentik, kedalaman perairan dalam, penangkapan ikan di tengah waduk. Menurut penelitian Jubaidah, (2004) menyatakan bahwa di zona Jatinegang kecepatan arus mulai melambat dan terjadinya sedimentasi yang diikuti dengan meningkatnya penetrasi cahaya, kemudian semakin ke hilir kecepatan arus rendah, proses sedimentasi partikel anorganik berjalan lambat.

Oxyeleotris marmorata merupakan spesies asli yang memiliki kelimpahan relatif tinggi di Zona DAM. Hal ini sesuai dengan penelitian Firda, (2012) *O. marmorata* banyak terdapat di DAM. Melimpahnya *O. marmorata* diduga terkait dengan kondisi perairan yang tenang serta nilai parameter lingkungan yang lebih baik. *Amphilopus citrinellus* mempunyai kelimpahan relatif tinggi di Zona Maniis. Hal itu karena banyaknya tumbuhan disekitar pinggiran waduk sehingga mengakibatkan tingginya bahan organik yang berasal dari proses dekomposisi tumbuhan sehingga mengakibatkan perairan menjadi subur (Jubaidah, 2004). Kondisi ini membuat ikan

oskar (*red devil*) melimpah di zona tersebut. *Oreochromis niloticus* mempunyai kelimpahan tertinggi di tiga zona penelitian (Tabel 4). Selain itu spesies ini juga dapat ditemukan di seluruh zona penelitian, sehingga memiliki nilai distribusi terbesar. *O. niloticus* diduga terkait dengan kemampuan adaptasinya yang sangat baik (Charo-Karisa *et al.*, 2005; Peterson *et al.*, 2006). Kelimpahan *O. niloticus* yang tinggi disetiap zona penelitian berpengaruh pada penurunan keanekaragaman spesies asli di Waduk Cirata. *Aequidens pulcher* memiliki kelimpahan tertinggi di zona Tegal Datar, diduga terkait dengan kondisi perairan yang dekat dengan pinggiran waduk dan KJA. Menurut Reichard (2008) *A. Pulcher* mempunyai habitat alami ditepian sungai jernih yang bersinggungan dengan tumbuhan (biotop).

3.3.2 Kelimpahan ikan secara temporal

Jenis-jenis ikan yang tertangkap secara temporal di perairan Waduk Cirata dapat dilihat pada Tabel 5.

Kelimpahan jenis ikan di setiap bulan bervariasi. Berturut-turut bulan Februari didominasi oleh *Hampala macrolepidota* (40,74%) dan *Oreochromis niloticus* (18,67%), bulan Maret didominasi oleh *Oxyeleotris marmorata* (89,65%) dan *Oreochromis niloticus* (19,89%), bulan April didominasi oleh *Chanos chanos* (62,79%) dan *Oreochromis niloticus* (20,48%), bulan Mei didominasi oleh *Hampala macrolepidota* (14,81%) dan *Oreochromis niloticus* (12,65%), bulan Juni didominasi oleh *Aequidens pulcher* (36,47%) dan *Amphilopus citrinellus* (30,18%), bulan Juli didominasi oleh *Mystus nigriceps* (80,43%) dan *Amphilopus citrinellus* (44,33%).

Jumlah penangkapan ikan berkurang di bulan Mei karena sedikitnya daerah genangan air akibat rendahnya curah hujan. Hal itu dikarenakan curah hujan sedikit di bulan Mei daripada bulan yang lainnya. Bulan Mei curah hujan sedikit sehingga ketersediaan makanan yang berkurang akibat sedikitnya daerah genangan air akibat rendahnya curah hujan (Putra, 2011).

Hasil tangkapan ikan mengalami peningkatan pada bulan Juli, diduga pada bulan Juli ketersediaan makanan berlebih karena curah hujan meningkat yang mengakibatkan semakin luasnya daerah genangan untuk tempat mencari makan ikan.

Tabel 5. Jenis-jenis ikan berdasarkan waktu penelitian.

No	Famili	Nama Ilmiah	Nama lokal	Waktu penelitian						
				Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Jumlah
1.	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila merah	-	-	-	-	-	2	2
		<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila	31	33	54	21	22	25	166
		<i>Amphilopus citrinellus</i>	Oskar	2	4	16	5	32	47	106
2.	Cyprinidae	<i>Aequidens pulcher</i>	Goldsom	11	8	14	7	31	14	85
		<i>Hampala macrolepidota</i>	Hampal	22	6	11	8	5	2	54
		<i>Mystacoleucus marginatus</i>	Genggehek	8	1	2	2	-	-	13
		<i>Barbodes balleroides</i>	Lalawak	11	3	1	-	-	-	15
		<i>Cyprinus carpio</i>	Mas	3	1	1	3	-	1	9
		<i>Osteochillus hasselti</i>	Nilem	2	8	8	-	2	9	29
		<i>Rasbora argyrotaenia</i>	Paray	-	-	-	-	-	3	3
3.	Bagridae	<i>Mystus nigriceps</i>	Kebogerang	8	-	1	-	-	37	46
		<i>Mystus nemurus</i>	Tagih	7	-	1	1	1	1	11
		<i>Mystus nemurus</i>	Tagih Kuning	-	-	-	-	-	1	1
4.	Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Lele	-	-	-	1	-	-	1
5.	Eleotridae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Betutu	2	26	-	-	-	1	29
6.	Loricariidae	<i>Liposarcus pardalis</i>	Sapu-sapu	1	-	-	-	-	-	1
7.	Chanidae	<i>Chanos chanos</i>	Bandeng	1	9	27	6	-	-	43
8.	Pangasidae	<i>Pangasius pangasius</i>	Patin	-	-	-	-	1	1	2
9.	Characidae	<i>Colossoma macropomum</i>	Bawal	2	4	-	-	-	3	9
10.	Chandidae	<i>Ambassis sp</i>	Kaca	-	-	1	-	-	-	1

Menurut Jubaidah, (2004) fluktuasi permukaan air memegang peranan penting dalam produktivitas suatu perairan karena mempengaruhi keberhasilan pemijahan dan migrasi ikan. Perbedaan curah hujan yang sangat tinggi juga ditengarai akan merubah struktur komunitas ikan karena fluktuasi paras muka air yang berubah sehingga berkorelasi terhadap perubahan kondisi dan ketersediaan habitat (Eikaas and McIntosh, 2006; Jenkins *et al.*, 2010).

Perbedaan sebaran spesies secara spasial menunjukkan bahwa masing-masing zona penelitian menyediakan relung (habitat dan makanan) yang berbeda sehingga komposisi spesiesnya pun berbeda; sementara perbedaan komposisi spesies secara temporal lebih dipengaruhi oleh perubahan kualitas perairan seperti meningkatnya kekeruhan dan debit air. Beberapa peneliti menyatakan bahwa sebaran kekayaan spesies secara spasial terkait variabilitas habitat dan keberadaan mikrohabitat (Li *et al.*, 2012), komposisi substrat dan kedalaman perairan (Pusey *et al.*, 1993), pengalihan massa air untuk irigasi/PLTA sementara sebaran ikan secara temporal lebih banyak digerakkan oleh perubahan kualitas air seperti suhu, pH, oksigen terlarut, kekeruhan, debit air (Jenkins and Jupiter, 2011; Li *et al.*, 2012).

Komposisi fauna ikan yang ditemukan pada bulan Juli lebih beragam dibandingkan dengan bulan

Mei. Demikian pula halnya jumlah spesies dan individu yang ditemukan pada bulan Juli lebih besar dibandingkan pada bulan Mei. Faktor utama penyebab terjadinya perbedaan keragaman ikan di kedua bulan adalah tingginya curah hujan pada saat bulan Juli ada curah hujan yang selanjutnya berkorelasi terhadap ketersediaan habitat/relung bagi komunitas ikan. Curah hujan mempengaruhi keragaman dan kelimpahan spesies ikan (Jenkins and Jupiter, 2011).

4. Simpulan dan Saran

Zona Maleber merupakan lokasi yang paling baik sebagai habitat ikan dibandingkan zona yang lainnya. Hasil tangkapan ikan tertinggi terjadi pada bulan Juli, sedangkan terendah pada bulan Mei. Secara spasial kelimpahan ikan di zona DAM didominasi oleh *Oxyeleotris marmorata* (26,80%), zona Manis didominasi oleh *Amphilopus citrinellus* (43,05%), zona Maleber, Jatinegang dan Raja Mandala didominasi oleh *Oreochromis niloticus* (28,79%), (44,11%) dan (39,75%), zona Tegal Datar didominasi oleh *Aequidens pulcher* (74,69%). Kelimpahan jenis ikan secara temporal di bulan Februari didominasi oleh *Hampala macrolepidota* (40,74%), bulan Maret didominasi oleh *Oxyeleotris marmorata* (89,65%), bulan April didominasi oleh *Chanos chanos* (62,79%), bulan Mei

didominasi oleh *Hampala macrolepidota* (14,81%), bulan Juni didominasi oleh *Aequidens pulcher* (36,47%), bulan Juli didominasi oleh *Mystus nigriceps* (80,43%).

Perlu menetapkan daerah perlindungan, terutama zona Maleber agar habitatnya tetap baik sebagai daerah pemijahan dan pengasuhan ikan.

Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada Arlian Firda S.Pd M.Si yang telah banyak membantu di lapangan, Nina Nurmalia Dewi, Ayu Ervina S.Pi, Aliati Iswantari S.Pi, Gema Wahyu Dewantoro S.Si M.Si, Singgih Afifa Putra S.Pi atas bantuan yang diberikan kepada penulis selama penelitian.

Daftar Pustaka

- Bahara AM. 2009. *Distribusi Spasial dan Temporal Larva Ikan di Perairan Pulau Abang Galang Baru Batam Propinsi Kepulauan Riau*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Baveridge, M. 2004. *Cage Aquaculture*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. USA. 346 p.
- Blanchet, S., G.G. Loot and S. Brosse. 2007. "Competitive interactions between native and exotic salmonids: a combined field and laboratory demonstration. *Ecol of Fresh Fish*, 16. 133-143.
- Brower JE, Zr JH, Ende CNV. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 3rd edition. WMC Brown Comp. Publ. Dubuque. Iowa. 237 p.
- Charo-Karisa H, Rezk MA, Bovenhuis H, Komen H. 2005. Heritability of cold tolerance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, juveniles. *Aquaculture* (249): 115-123.
- Eikaas, H.S. and A.R. McIntosh. 2006. "Habitat loss through disruption of constrained dispersal networks". *Ecological Applications*, 16.987-998.
- Firda, A. 2012. *Keanekaragaman, Kelimpahan dan Distribusi Ikan di Waduk Cirata, Jawa Barat*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Higgins, C.L. 2009. "Spatiotemporal variation in functional and taxonomic organization of stream-fish assemblages in central Texas". *Aquatic Ecology*, 43.1133-1141.
- Jenkins, A.P. and S.D. Jupiter. 2011. "Spatial and seasonal patterns in freshwater ichthyofaunal communities of a tropical high island in Fiji". *Environmental Biology of Fishes*, 91.261-274
- Jubaedah, I. 2004. *Distribusi Makanan Ikan Hampala (Hampala macrolepidota C.V) di Waduk Cirata, Jawa Barat*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kamal, M.M., Supriyadi, A. Wibowo, T. Kuhaja, R. Sudarisman dan A. Rojayati. 2010. Potensi dampak faktor antropogenik dan perubahan iklim terhadap biodiversitas ikan perairan umum di Pulau Sumatera. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI dan Kongres Masyarakat Iktiologi III*. Cibinong, 8-9 Juni 2010. pp: 391-400.
- Kartamihardja ES & Umar C. 2006. Struktur dan Kebiasaan Makan Komunitas Ikan di Zona Limnetik Waduk Ir. Djuanda, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 12(3);159-166.
- Knight, J.D.M. 2010. "Invasive ornamental fish: a potential threat to aquatic biodiversity in peninsular India". *Jurnal Threat Taxa*, 2(2). 700-704.
- Kouamé, K.A., S.S. Yao, G.G. Bi, E.P. Kouamélan, V. N'Douba and N.J. Kouassi. 2008. "Influential environmental gradients and patterns of fish assemblages in a West African basin". *Hydrobiologia*, 603.159-169.
- Li, J., L. Huang, L. Zou, Y. Kano, T. Sato and T. Yahara. 2012. "Spatial and temporal variation of fish assemblages and their associations to habitat variables in a mountain stream of north Tiaoxi River, China". *Environmental Biology of Fishes*, 93.403-417.
- Mendonça, F.P., W.E. Magnusson and J. Zuanon. 2005. "Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia". *Copeia*, 4. 751-764
- Medeiros, E.S.F. 2004. *Trophic Ecology and Energy Sources for Fish on the Floodplain of a*

- Regulated Dryland River: Macintyre River, Australia*. Thesis. Griffith University, Brisbane Australia.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. Jhon Wilwy & Sons, New York.
- Nguyen TTT & De Silva SS. 2006. Freshwater finfish biodiversity and conservation: an asian perspective. *Biodiversity and Conservation*, 15:3543–3568
- Oliveira, E.F., E. Goulart and C.V. Minte-vera. 2004. “Fish diversity along spatial gradients in the Itaipu Reservoir, Parana, Brazil”. *Bra. J Biol*, 64 (3A). 447-458.
- Peterson, M.S., W.T. Slack and C.M. Woodley. 2005. “The occurrence of non-indigenous Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) in coastal Mississippi: ties to aquaculture and thermal effluent”. *Wetlands*, 25. 112-121.
- Pusey, B.J., A.H. Arthington and M.G. Read. 1993. “Spatial and temporal variation in fish assemblage structure in the Mary River, south-eastern Queensland: The influence of habitat structure”. *Environmental Biology of Fishes*, 37.35-380.
- Putra, K.K. 2011. *Pertumbuhan dan Reproduksi Ikan Gabus (Channa striata); Kaitannya dengan Hidrodinamika Rawa Banjiran Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi Sumatera Selatan*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Simajuntak, C.P.H. 2007. *Reproduksi Ikan Selais, Ompok hypophthalmus (Bleeker) Berkaitan Dengan Perubahan Hidromorfologi Perairan di Rawa Banjiran Sungai Kampar Kiri*. Tesis. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Simajuntak, C.P.H. 2012. Keragaman dan Distribusi Spasio-Temporal Iktiofauna Sungai Asahan Bagian Hulu dan Anak Sungainya. *Prosiding seminar Nasional Ikan VII dan Kongres Masyarakat Iktiologi III*. Makassar, 12 Juni 2012. pp:43-60.
- Tjahjo, D.W.H., Purnamaningtyas S.E. Suryandari A. Sugianti Y. dan Astuti P.L 2008. Loka riset pemacuan stok ikan. Monitoring sumberdaya perikanan di waduk kaskade, Sungai Citarum, Jawa Barat. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan 2008.
- Wargasasmita, S. 2005. “Ancaman invasi ikan asing terhadap keanekaragaman ikan asli”. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1).5-9.
- Winemiller, K.O., A.A. Agostinho and E.P. Caramaschi. 2008. Fish Ecology in Tropical Streams. Di dalam Dudgeon D (ed). *Tropical stream ecology*. Dudgeon, D. and C. Cressa. Elsevier Academic, San Diego. pp 305–146.
- Zahidah. 2010. *Trend Kualitas Air di Waduk Cirata*. Disertasi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran, Bandung.