

**IKTIOFAUNA AIR TAWAR PADA BEBERAPA SUNGAI
DI AIFAT TIMUR, MAYBRAT, PAPUA BARAT**

Freshwater Ichthyofauna on Several Streams at East Aifat, Maybrat, West Papua

Emmanuel Manangkalangi*

*Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Kampus Amban,
Manokwari 98314, Indonesia.*

*Korespondensi: e_manangkalangi2013@yahoo.com

ABSTRACT

Seven fish species from seven families are found during this study. The most common species found are *Melanotaenia irianjaya* (9/10 sites). No introduced species were found in any of the sites. Species richness ranged from 1-5 species per site and was highest in Aikrer Usem stream and Aisen stream. This difference between sites is partially attributed to position in order system and fishing effort. Higher order which is a combination of several creeks provided more diverse microhabitat than the lower ones, thus supporting higher fish diversity. A total of three species (42.9%) which endemic to southern Vogelkop Peninsular and northern Bomberai. Most of species are found including carnivorous, with diet consisted of aquatic and terrestrial insects, and the other benthic invertebrates. The presence of prey group is very closely related to the availability of riparian vegetation in the streams and creeks. Recommendations will include implementation of good forest management in the watershed to maintain the pattern of hydrology and water discharge in natural conditions, and also protection of riparian zones that exist as a source of energy for the stream ecosystem and as a buffer against an input from the terrestrial.

ABSTRAK

Ditemukan tujuh spesies ikan dari tujuh famili selama penelitian ini. Spesies yang paling umum ditemukan adalah *Melanotaenia irianjaya* (9/10 lokasi). Tidak ditemukan spesies ikan introduksi pada lokasi survei. Kekayaan spesies ikan berkisar 1-5 spesies per lokasi dan paling tinggi ditemukan pada Sungai Aikrer Usem dan Sungai Aisen. Perbedaan di antara lokasi ini sebagian berhubungan dengan posisi dalam sistem ordo dan upaya penangkapan. Ordo yang lebih tinggi yang merupakan gabungan dari beberapa anak sungai menyediakan mikrohabitat yang lebih beranekaragam dibandingkan ordo yang lebih rendah, sehingga mendukung keanekaragaman ikan yang lebih tinggi. Sebanyak tiga spesies (42,9%) endemik Semenanjung Vogelkop bagian selatan dan Bomberai bagian utara. Sebagian besar spesies yang ditemukan termasuk kelompok karnivora, dengan makannya terdiri dari insekta air dan darat, serta avertebrata bentik lainnya. Keberadaan kelompok mangsa ini sangat berkaitan erat dengan ketersediaan vegetasi riparia yang berada di bagian tepi sungai maupun anak sungai. Rekomendasi yang diberikan meliputi implementasi pengelolaan hutan yang baik di daerah tangkapan air untuk mempertahankan pola hidrologi dan kondisi debit air secara alami serta perlindungan zona-zona riparia yang ada sebagai sumber energi bagi ekosistem sungai dan sebagai penyanggah terhadap bahan masukan dari daratan.

Keywords: Endemic, Rainbowfish, Stream, Vogelkop

PENDAHULUAN

Papua merupakan salah satu daerah yang memiliki tingkat keanekaragaman dan endemisitas spesies flora dan fauna yang tinggi. Walaupun informasi biologi sudah mulai banyak terungkap dan diduga daerah ini memiliki sekitar 50% dari total keanekaragaman hayati Indonesia (Conservation International, 1999). Takson yang mulai terungkap pada dekade

belakangan ini yaitu ikan air tawar. Ikan- ikan air tawar di New Guinea seperti yang telah dilaporkan oleh Allen (1991) berjumlah 329 spesies. Berdasarkan beberapa penemuan terbaru (diantaranya Allen, 1996; 1997 & 2001a, b; Allen *et al.*, 2000; Allen & Renyaan, 2000; Allen & Hadiaty, 2011; Graf & Ohee, 2009) jumlah spesies ikan air tawar meningkat dan kemungkinan bisa bertambah lagi karena masih banyak lokasi di Papua yang belum disurvei.

Vogelkop (Kepala Burung) sebagai salah satu unit biogeografi New Guinea diyakini masih belum banyak informasi mengenai spesies dan distribusi fauna ikan air tawarnya. Oleh karena itu perlu adanya penelitian untuk mendeskripsikan keanekaragaman, persebaran, status konservasi, dan kelompok trofik fauna ikan pada perairan tawar di Aifat Timur Kabupaten Maybrat sebagai informasi dasar bagi upaya konservasinya.

METODE

Contoh ikan dikumpulkan dari berbagai sistem sungai di Aifat Timur, Kabupaten Maybrat, Papua Barat. Posisi geografi dan elevasi dari setiap lokasi penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Contoh ikan dikumpulkan dengan menggunakan alat tangkap serok, *hand-net*, jaring insang dan serta pengamatan secara visual dengan peralatan masker dan snorkel. Upaya penangkapan (alat tangkap dan periode) pada setiap lokasi berbeda-beda disesuaikan dengan kondisi perairan dan alokasi waktu yang tersedia (Tabel 2). Contoh ikan yang diperoleh dipilah-pilah berdasarkan spesies dan lokasi, dilanjutkan dengan pengambilan gambar dengan menggunakan akuarium lapangan dan peralatan fotografi.

Spesimen difiksasi dalam larutan formalin 10% selama beberapa hari dan selanjutnya dipindahkan ke dalam larutan etanol 70% untuk identifikasi lebih lanjut di laboratorium. Spesimen ikan disimpan di Laboratorium Zoologi FMIPA & Perikanan FPPK-UNIPA, Manokwari.

Setiap spesies ikan dianalisis distribusi dan status trofiknya. Analisis distribusi spesies dikelompokkan ke dalam beberapa daerah geografi, yaitu Semenanjung Vogelkop bagian selatan dan Bomberai bagian utara, New Guinea, dan New Guinea bagian selatan dan Australia bagian utara. Sedangkan untuk menganalisis

Tabel 1. Posisi geografi dan elevasi setiap lokasi

Lokasi	Kode	Posisi Geografi		Elevasi (M.D.P.L.)
		Lintang	Bujur	
Sungai Anekau (Ayata)	S1 (SW1)	01°18'39,9"	132°39'31,9"	168
Sungai Yamas (Ayata)	S2 (SW2)	01°18'41,4"	132°39'22,4"	175
Sungai Aimaku (DN_57_17)	S3	01°19'49,0"	132°40'06,0"	123
Anak Sungai Yum (Aisa)	S4	01°22'21,0"	132°43'43,4"	85
Sungai Yasi (Aisa)	S5 (SW3)	01°19'46,2"	132°42'59,9"	173
Sungai Aikrer Usem (Aisa)	S6 (SW4)	01°21'58,8"	132°43'32,5"	80
Sungai Koh (Aisa)	S7	01°19'33,1"	132°42'33,5"	192
Sungai Kamundan	S8 (SW5)			
Sungai Frarao (Fly Camp)	S9	01°20'18,8"	132°38'53,0"	101
Sungai Aisen (Fly Camp)	S10	01°20'44,8"	132°38'32,2"	100

status trofik, maka semua spesies ikan akan dikelompokkan ke dalam kategori tipe pemakan yang meliputi karnivora, omnivora dan herbivora. Pengelompokkan sebaran geografi dan status trofik berdasarkan informasi dari sejumlah referensi yaitu Allen (1985, 1991, 1995), Allen *et al.* (2000), dan Pusey *et al.* (2004). Selain itu juga diidentifikasi kategori dan kriteria *redlist* dari

setiap spesies ikan yang berhasil dikoleksi berdasarkan IUCN.

Untuk analisis tingkat kesamaan spesies ikan di antara lokasi penelitian digunakan indeks kesamaan Sorensen (Krebs, 1989) sebagai berikut:

$$S_s = \frac{2a}{2a + b + c}$$

dengan S_s = indeks kesamaan Sorensen, a = jumlah spesies yang terdapat di kedua lokasi (lokasi A dan lokasi B), b = jumlah spesies yang hanya terdapat di lokasi A, dan c = jumlah spesies yang hanya terdapat di lokasi B.

Sebagai informasi penunjang, maka di setiap lokasi pengumpulan contoh ikan dilakukan

pengambilan koordinat (lintang dan bujur) dan elevasi dengan menggunakan GPS, pengukuran parameter perairan, pengamatan kondisi kecerahan perairan, aliran air dan naungan kanopi. Selain itu, parameter lingkungan yang juga diukur meliputi suhu air dan derajat keasamaan (pH).

Tabel 2 . Upaya tangkap yang dilakukan pada setiap lokasi

Site	Upaya Tangkap	
	Alat	Periode (jam)
Sungai Anekau (Ayata)	Serokan	1-2
Sungai Yamas (Ayata)	Serokan, hand net	1-2
Sungai Aimaku (DN_57_17)	Serokan, hand net	1
Anak Sungai Yum (Aisa)	Jaring insang	1
Sungai Yasi (Aisa)	Serokan dan observasi	1
Sungai Aikrer Usem (Aisa)	Hand net, serokan dan observasi	2-3
Sungai Koh (Aisa)	Serokan	1
Sungai Kamundan	Jaring insang	4
Sungai Frarao (Fly Camp)	Jaring insang, hand net, serokan dan observasi	3-4
Sungai Aisen (Fly Camp)	Jaring insang, hand net, serokan dan observasi	5-6

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Perairan

Kondisi perairan yang diamati meliputi ordo sungai, kecepatan aliran, dan kecerahan, serta pengukuran suhu dan pH air secara *in-situ*. Hasil pengamatan dan pengukuran parameter fisik dan kimia perairan lokasi penelitian ditampilkan pada Tabel 3.

Semua lokasi ini merupakan hulu sungai yang termasuk dalam bagian crenal (ordo 1) dan ritral (ordo 2-4). Kedua bagian ini meliputi sungai-sungai berukuran kecil (*stream*) dan anak-anak sungai (*tributary*) yang terdapat di pegunungan atau perbukitan dengan kemiringan lebih dari 0,15% (Angelier 2003). Kedua bagian sungai ini dicirikan dengan aliran air yang cepat dan bergolak, substrat kasar yang terutama terdiri atas batuan dan kerikil, serta dengan konsentrasi oksigen terlarut yang sama dengan kejenuhan (Angelier 2003).

Suhu pada semua lokasi air relatif sama, kecuali Sungai Kamundan yang relatif lebih tinggi. Perbedaan suhu air pada beberapa lokasi dan Sungai Kamundan diduga berkaitan dengan

perbedaan waktu pengukuran dan kondisi naungan vegetasi riparia di bagian tepi sungai. Lokasi dengan suhu air lebih rendah terutama ditemukan pada sungai dengan kondisi naungan kanopi vegetasi yang lebih rapat.

Nilai pH pada semua lokasi menunjukkan bahwa kondisi perairan bersifat normal sampai basa, yaitu dengan kisaran 7-8. Sifat yang cenderung basa ini diduga disebabkan oleh kadar kalsium yang cukup tinggi dari sedimen berkapur di sekitar lokasi dan di bagian hulu.

Naungan kanopi vegetasi di bagian atas aliran sungai umumnya rapat, kecuali di lokasi Sungai Aikrer Usem dan Kamundan. Keberadaan vegetasi pada bagian tepi sungai-sungai kecil berperan penting sebagai sumber utama karbon dan nutrisi bagi berbagai biota perairan, di antaranya avertebrata dan ikan (Vannote *et al.* 1980, Schlosser 1995). Selain itu, juga berperan sebagai habitat berbagai avertebrata, di antaranya insekta air (Grenouillet *et al.* 2002) yang merupakan makanan utama ikan pelangi (Manangkalangi *et al.* 2010).

Tabel 3. Kondisi fisik dan kimia perairan lokasi penelitian

Site	Ordo	Kecepatan Aliran	Kecerahan	Suhu (°C)	pH	Naungan Kanopi
Sungai Aneka (Ayata)	2	Cepat	Jernih	24,5-25	7	Rapat
Sungai Yamas (Ayata)	2	Cepat	Jernih	25	7-8	Rapat
Sungai Aimaku (DN_57_17)	2	Cepat	Jernih	25	7-8	Rapat
Anak Sungai Yum (Aisa)	2	Agak cepat	Keruh	25	7	Rapat
Sungai Yasi (Aisa)	2	Cepat	Jernih	24,5	7-8	Rapat
Sungai Aikrer Usem (Aisa)	3	Cepat	Jernih	25	7	Agak terbuka
Sungai Koh (Aisa)	1	Agak cepat	Jernih	25	7-8	Rapat
Sungai Kamundan	4	Cepat	Keruh	25,5	7	Terbuka
Sungai Frarao (Fly Camp)	3	Cepat	Jernih-agak keruh	25	7-8	Rapat
Sungai Aisen (Fly Camp)	3	Cepat	Jernih-agak keruh	25	7-8	Rapat

Tabel 4. Spesies yang ditemukan pada sistem sungai di Aifat Timur

Taksa	Nama Umum	Nama Lokal ¹	Kategori ²
ATHERINIFORMES			
Melanotaeniidae			
<i>Melanotaenia irianjaya</i>	Irian jaya rainbowfish	Meniah	Not Evaluated
BELONIFORMES			
Hemirhamphidae			
<i>Zenarchopterus ornithocephala</i>	Vogelkop river garfish	Som	Not Evaluated
PERCIFORMES			
Apogonidae			
<i>Glossamia aprion</i>	Mouth almighty	Meriam	Not Evaluated
Eleotrididae			
<i>Oxyeleotris fimbriata</i>	Fimbriate gudgeon	Sati	Not Evaluated
Gobiidae			
<i>Glossogobius</i> sp.	Goby	Sakufra	-
Terapontidae			
<i>Hephaestus lineatus</i>	Lined grunter	Aot	Not Evaluated
SILURIFORMES			
Plotosidae			
<i>Neosilurus brevidorsalis</i>	Short-finned tandan	Mekan	Not Evaluated

Keterangan: ¹ Maybrat (Aifat); ² IUCN

Setiap sistem sungai mempunyai suatu kondisi aliran dengan karakteristik tertentu yang berkaitan dengan kuantitas dan sifat temporal aliran seperti pola aliran musiman, waktu, frekuensi, dan lamanya kondisi ekstrim (misalnya banjir dan kekeringan) yang bisa diprediksi (Poff *et al.* 1997), sehingga spesies asli umumnya memiliki siklus hidup, adaptasi tingkah laku atau morfologi untuk mengatasi variabilitas kondisi aliran ini (Lytle & Poff 2004). Namun demikian, adanya aktivitas penebangan hutan di daerah tangkapan air bisa memodifikasi struktur beserta

fungsi daerah yang dipengaruhi aliran, dan merubah keseimbangan secara hidrologi, geomorfologi dan vegetasi di bagian tepi sungai (Campbell & Doeg 1989). Beberapa hasil penelitian sebelumnya (Stone & Wallace 1998; Nislow & Lowe 2006) menunjukkan bahwa dampak aktivitas penebangan hutan berkaitan dengan peningkatan konsentrasi masukan sedimen dan suhu air, dan secara bersamaan akan merubah dasar rantai makanan pada ekosistem tersebut. Peningkatan sedimentasi sebagai dampak aktivitas ini akan merubah kepadatan,

biomassa dan komposisi spesies makrovertebrata (Campbell & Doeg 1989; Death *et al.* 2003; Martel *et al.* 2007), sehingga akan mengganggu suplai makanan dan aktivitas reproduksi komunitas ikan di sungai (Berkman & Rabeni 1987).

Keanekaragaman dan Distribusi Spesies Ikan

Secara keseluruhan spesies ikan air tawar yang ditemukan pada beberapa sistem sungai di Aifat Timur berjumlah tujuh spesies (Tabel 4 dan Gambar 2-6). Bleher (1984) dalam Allen (1985) juga melaporkan keberadaan beberapa spesies ikan yang sama (*Melanotaenia irianjaya*, *Oxyeleotris*, *Glossogobius*, *Hephaestus* dan *Zenarchopterus*) pada beberapa anak Sungai Kamundan. Diduga masih ada beberapa spesies yang belum terungkap, khususnya di Sungai Kamundan, diantaranya ikan sembilang (Ariidae) dan belanak (Mugilidae) (Allen 1991). Head (2002) melaporkan terdapat 10 spesies ikan air tawar di sekitar wilayah ini.

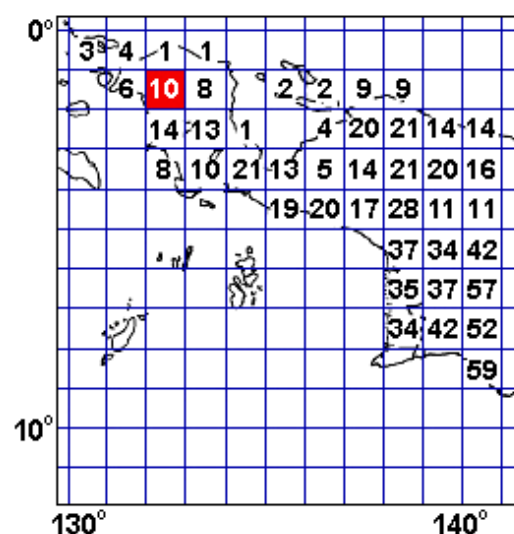
Semua spesies ikan yang ditemukan termasuk dalam kategori “*Not Evaluated*” (IUCN, 2011). Di antara spesies yang ditemukan, terdapat satu spesies (*Melanotaenia irianjaya*) yang ditemukan pada hampir semua lokasi (Tabel 5). Keberadaan spesies ini pada hampir semua lokasi diduga berkaitan dengan kemampuan adaptasinya pada berbagai tipe habitat yang ada. Sungai Aikrer Usem dan Sungai Aisen menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies ikan yang lebih tinggi (5 spesies) dibandingkan lokasi lain di Aifat Timur. Hal ini diduga berkaitan dengan posisi kedua lokasi dalam sistem sungai yang berada pada ordo yang lebih tinggi, yaitu diduga terdapat pada ordo sungai ketiga. Beberapa hasil penelitian menunjukkan hubungan yang erat di antara ordo sungai dan kekayaan spesies ikan (Paller 1994; Fairchild *et al.* 1998). Osborne & Wiley (1992) menemukan bahwa sungai yang merupakan gabungan dari beberapa anak sungai menyediakan lebih beranekaragam mikrohabitat dibandingkan anak sungai di bagian atasnya (ordo lebih kecil), sehingga keanekaragaman ikan lebih tinggi.

Tingkat kesamaan spesies ikan antar lokasi cukup tinggi, kecuali Sungai Koh (S7) dan Kamundan (S8) (Tabel 6). Tentunya posisi lokasi dalam sistem sungai yang ada diduga sebagai

penyebab utama. Posisi yang sama dari lokasi dalam sistem sungai menggambarkan kondisi lingkungan yang relatif sama.

Variasi komposisi spesies ikan, selain dipengaruhi posisi lokasi dalam sistem sungai (ordo) (Tabel 3), juga diduga berkaitan variasi dari upaya penangkapan (alat tangkap dan periode) (Tabel 2). Penggunaan variasi alat tangkap dan periode penangkapan yang lebih lama lebih memungkinkan untuk mendapatkan keanekaragaman spesies ikan yang lebih tinggi. Ramos *et al.* (2006) bahwa perbedaan komposisi ikan juga dipengaruhi oleh metode yang digunakan, upaya dalam pengumpulan contoh, luasan areal pengumpulan contoh, dan kondisi lingkungan. Kondisi ini ditunjukkan dari hasil pengumpulan contoh ikan yang relatif sedikit pada lokasi Sungai Kamundan.

Perbandingan jumlah spesies ikan air tawar dari berbagai lokasi di New Guinea (Tabel 7) menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis ikan air tawar di Vogelkop relatif lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya di Papua, namun endemisitasnya lebih tinggi. Keanekaragaman ikan air tawar yang rendah di Vogelkop juga ditunjukkan dalam Gambar 1 (Head 2002). Kelompok zoogeografi dari ikan-ikan di Aifat Timur ditunjukkan pada Tabel 8. Sebagian besar spesies ikan di lokasi ini memiliki daerah zoogeografi di Semenanjung Vogelkop bagian selatan dan Bomberai bagian utara.



Gambar 1. Distribusi dan keanekaragaman spesies ikan air tawar di New Guinea. Jumlah spesies dalam skala grid 1°

Tabel 5. Persebaran spesies ikan di Aifat Timur

Taksa	Lokasi									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
<i>Melanotaenia irianjaya</i>	+	+	+	+	+	+		+	+	+
<i>Zenarchopterus ornithocephala</i>						+				+
<i>Glossamia aprion</i>									+	
<i>Oxyeleotris fimbriata</i>	+	+	+			+	+		+	+
<i>Glossogobius</i> sp.						+				
<i>Hephaestus lineatus</i>	+		+	+	+	+			+	+
<i>Neosilurus brevidorsalis</i>								+		+

Keterangan: + ditemukan pada lokasi

Tabel 6. Tingkat kesamaan spesies ikan di antara lokasi dengan Indeks Sorensen

Lokasi	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
S2	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-
S3	1,00	0,80	-	-	-	-	-	-	-
S4	0,80	0,50	0,80	-	-	-	-	-	-
S5	0,80	0,50	0,80	1,00	-	-	-	-	-
S6	0,75	0,57	0,75	0,57	0,57	-	-	-	-
S7	0,50	0,67	0,50	0,00	0,00	0,33	-	-	-
S8	0,40	0,50	0,40	0,50	0,50	0,29	0,00	-	-
S9	0,86	0,67	0,86	0,67	0,67	0,67	0,40	0,33	-
S10	0,75	0,57	0,75	0,57	0,57	0,80	0,33	0,57	0,67

Ket. Bagian yang diarsir menunjukkan tingkat kesamaan spesies ikan yang relatif rendah.

Tabel 7. Perbandingan ikan air tawar dari berbagai lokasi di Papua

Lokasi	Jumlah spesies (selain introduksi)	Jumlah spesies endemik (endemik lokal)	Persentase endemik
Kepala Burung (Vogelkop)			
Ayamaru ¹	4	2	50,0
Aifat Timur ²	7	3	42,9
Bagian Utara			
Wapoga ³	46	3	6,5
Mamberamo ⁴	28	6	17,1
Bagian Selatan			
Lorentz ⁵	60	2	3,3
Mappi ⁶	33	0	-
Asmat ⁶	45	1	2,22
Digul ⁷	40	0	-
Kaliki ⁸	8	0	-

Keterangan: ¹Manangkalangi (2010), ²Penelitian ini, ³Allen *et al.* (2002), ⁴Allen & Renyaan (2000), ⁵Weber (1913) dalam Allen & Renyaan (2000), ⁶Manangkalangi & Simatauw (2009), ⁷Allen & Boesman (1982), ⁸Binur (2009)

Tabel 8. Zoogeografi fauna ikan air tawar di Aifat Timur

Daerah Zoogeografi	Jumlah Spesies	Persentase
- Semenanjung Vogelkop bagian selatan dan Bomberai bagian utara	3	42,9
- New Guinea	2	28,6
- New Guinea bagian selatan dan Australia bagian utara	2	28,6
Total:	7	100,0

Sebagian besar spesies ikan yang ditemukan termasuk dalam kategori karnivora (Tabel 9) dan dominasi kelompok ini merupakan ciri khas pada sistem sungai tropis (Allen *et al.*, 2002). Umumnya makanan terdiri dari insekta air dan darat, serta avertebrata benthik lainnya. Keberadaan kelompok makanan ini sangat terkait erat dengan kondisi vegetasi riparia yang berada di bagian tepi sungai maupun anak sungai sebagai habitatnya.

Tabel 9. Kelompok trofik fauna ikan di Aifat Timur

Kelompok Makan	Persentase
Karnivora	71,4
Omnivora	28,6
Herbivora	-



Gambar 2. *Glossamia aprion* (Apogonidae)



Gambar 3. *Oxyeleotris fimbriata* (Eleotridae)



Gambar 4. *Hephaestus lineatus* (Terapontidae)



Gambar 5. *Melanotaenia irianjaya* (Melanotaeniidae)



Gambar 6. *Neosilurus brevidorsalis* (Plotosidae)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini maka simpulan yang diperoleh adalah tujuh spesies ikan air tawar yang teridentifikasi belum termasuk dalam daftar merah (*Redlist*) IUCN. Level endemisitas spesies ikan air tawar di Aifat Timur cukup tinggi mencapai 42,9%. Ternyata kelompok trofik fauna ikan umumnya didominasi oleh karnivora (71,4%) dan sisanya adalah omnivora (28,6%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kunjungan lapangan dan akomodasi untuk mengumpulkan data iktiofauna dan mendokumentasikan spesimen dibantu sepenuhnya oleh PT. Bima Cakrawala Nusantara. Trima kasih kepada Mr. Neville Kemp dari PT. Ekologika Consultants yang telah memfasilitasi penelitian ini sejak perencanaan dan persiapan awal hingga penyelesaian laporan. Terima kasih khusus kepada masyarakat setempat yang telah mengizinkan pengambilan sampel ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen GR, Boeseman M. 1982. A collection of freshwater fishes from western New Guinea with descriptions of two new species. *Records of the Western Australian Museum* 10: 67-103.
- Allen GR. 1985. Three new rainbowfishes (*Melanotaeniidae*) from Irian Jaya and Papua New Guinea. *Revue fr. Aquariol*, 12: 53-62.
- Allen GR. 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Christensen Research Institute, Madang, Papua New Guinea. 268 p.
- Allen GR. 1995. Rainbowfishes in nature and the aquarium. Tetra Press, Melle, Germany. 180 p.
- Allen GR, Renyaan S. 2000. Fishes of the Wapoga River System, northwestern Irian Jaya, Indonesia. *Dalam: Mack AL. & LE. Alonso (eds.). A Biological Assessment of the Wapoga River Area of Northwestern Irian Jaya, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment No. 14. Conservation International, Washington DC. p. 47-53.*
- Allen GR. 1996. Two new species of rainbowfishes (*Melanotaenia: Melanotaeniidae*), from the Kikori River system, Papua New Guinea. *Revue fr. Aquariol*, 23: 9-16.
- Allen GR. 1997. A new species of rainbowfish (*Melanotaenia: Melanotaeniidae*), from the Lakekamu Basin, Papua New Guinea. *Revue fr. Aquariol*, 24: 37-42.
- Allen GR. 2001a. A new species of rainbowfish (*Glossolepis: Melanotaeniidae*) from Irian Jaya, Indonesia. *Fishes of Sahul*, 15: 766-775.
- Allen GR. 2001b. *Letipes multiradiatus*, a new species of freshwater goby (*Gobiidae*) from Irian Jaya, Indonesia. *Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*, 4: 121-124.
- Allen GR, Hortle KG, Renyaan SJ. 2000. Freshwater fishes of the Timika Region New Guinea. PT. Freeport Indonesia, Timika, Indonesia. 175 p.
- Allen GR, Ohee H, Boli P, Bawole R, Warpur M. 2002. Fishes of the Yongsu and Dabra areas, Papua, Indonesia. *Dalam: Richards J. & S. Suryadi (eds.). A Biodiversity Assessment of Yongsu – Cyclops Mountains and the southern Mamberamo Basin, Papua, Indonesia. RAP Bulletin of Biological Assessment No. 25. Conservation International, Washington DC. p. 67-72.*
- Allen GR, Hadiaty RK. 2011. A new species of rainbowfish (*Melanotaeniidae*), from western New Guinea (West Papua Province, Indonesia). *Fishes of Sahul*, 25: 602-607.
- Angelier E. 2003. Ecology of streams and rivers. Enfield, New Hampshire: Science Publisher, Inc.
- Berkman HE, Rabeni CF. 1987. Effect of siltation on stream fish communities. *Environmental Biology of Fishes* 18: 285-294.
- Binur R. 2010. Komposisi jenis ikan air tawar di daerah lahan basah Kaliki, Merauke Papua. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 10(2): 165-178.
- Campbell IC, Doeg TJ. 1989. Impact of timber harvesting and production on streams: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 40: 519-539.
- Conservation International. 1999. The Irian Jaya biodiversity conservation priority-setting Workshop. Final report. Washington, DC: Conservation International.
- Death RG, Baillie B, Fransen P. 2003. Effects of *Pinus radiata* logging on stream invertebrate communities in Hawke's Bay, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 37: 507-520.
- Fairchild GW, Horwitz RJ, Nieman DA, Boyer MR, Knorr DF. 1998. Spatial variation and historical change in fish assemblages of the Schuylkill River drainage, southeast Pennsylvania. *American Midland Naturalist*, 139: 282-295.
- Graf J, Ohee HL. 2009. *Glossolepis* from Northern New Guinea. *Fishes of Sahul*, 23: 502-512.
- Grenouillet G, Pont D, Seip KL. 2002. Abundance and species richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in river. *Ecography*, 25: 641-650.
- Heads M. 2002. Regional patterns of biodiversity in New Guinea animals. *Journal of Biogeography*, 29: 285-294.
- IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.1. www.iucnredlist.org. Diunduh pada tanggal 30 Juli 2011.
- Krebs CJ. 1989. Ecological methodology. Harper Collins Publishers, New York. 654 p.
- Lytle DA, Poff NL. 2004. Adaptation to natural flow regime. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 94-100.
- Manangkalangi E, Simatauw FFC. 2009. Ikan air tawar dan estuaria dalam penilaian kawasan bernilai konservasi tinggi di Kabupaten Mappi dan Asmat, Provinsi Papua. Laporan. 55 hal.

- Manangkalangi E. 2010. Keanekaragaman dan penyebaran biota air di Danau Ayamaru dan perairan sungai di sekitarnya. Laporan. 24 hal.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjafei DS, Sulistiono. 2010. Preferensi makanan ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. Jurnal Iktiologi Indonesia, 10: 123-135.
- Martel N, Rodríguez MA, Bérubé P. 2007. Multi-scale analysis of responses of stream macrobenthos to forestry activities and environmental context. *Freshwater Biology*. 52: 85-97.
- Nislow KH, Lowe WH. 2006. Influences of logging history and riparian forest characteristics on macroinvertebrates and brook trout (*Salvelinus fontinalis*) in headwater streams (New Hampshire, USA). *Freshwater Biology* 51: 388-397.
- Osborne LL, Wiley MJ. 1992. Influence of tributary spatial position on the structure of warm water fish assemblages. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 671-681.
- Poff NL, Allan JD, Bain MB, Karr JR, Prestegard KL, Richter BD, Sparks RE, Stromberg JC. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* 47: 769-784.
- Paller MH. 1994. Relationships between fish assemblage structure and stream order in South Carolina coastal plain streams. *Transactions of the American Fisheries Society*, 123: 150-161.
- Pusey B, Kennard M, Arthington A. 2004. *Freshwater fishes of north-eastern Australia*. CSIRO. Collingwood, Australia. 684 pp.
- Ramos S, Cowen RK, Ré P, Bordalo AA. 2006. Temporal and spatial distributions of larval fish assemblages in the Lima estuary (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66: 303-314.
- Schlösser IJ. 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. *Hydrobiologia* 303: 71-81.
- Stone MK, Wallace JB. 1998. Long-term recovery of a mountain stream from clearcut logging: the effects of forest succession on benthic invertebrate community structure. *Freshwater Biology* 39: 151-169.
- Vannote RL, Minshall GW, Cummins KW, Sedell JR, Cushing CE. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences* 37: 130-137.