

Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan
Volume 10, No.1, April 2019
ISSN: 2086-3861
E-ISSN: 2503-2283

Struktur Vegetasi Riparia dan Implikasinya Terhadap Kondisi Habitat Ikan Pelangi Arfak, *Melanotaenia Arfakensis* di Sungai Nimbai, Manokwari Papua Barat

Structure of Riparian Vegetation and Its Implications for The Habitat Conditions of Arfak Rainbowfish, *Melanotaenia Arfakensis* at The Nimbai Stream, Manokwari, West Papua

Paskalina Th. Lefaan^{1)*}, Hans Fence Zakeus Peday²⁾, Simon Petrus Oktovianus Leatemia³⁾, Luky Sembel⁴⁾, Emmanuel Manangkalangi³⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Papua, Manokwari

²⁾Jurusan Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Papua, Manokwari

³⁾Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari

⁴⁾Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Manokwari

Penulis Korespondensi: E-mail: tresiadiaz@yahoo.com

(Diterima Januari 2019/Disetujui Maret 2019)

ABSTRAK

Vegetasi riparia memunyai peran penting dalam menjaga kestabilan perairan, salah satunya adalah sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan struktur vegetasi riparia sehingga dapat diketahui implikasinya terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak di Sungai Nimbai. Penelitian dilakukan pada tiga tipe hutan, yaitu hutan riparia primer, hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka. Pengumpulan contoh vegetasi riparia dilakukan secara *purposif sampling* menggunakan petak contoh. Petak berukuran 2 m x 2 m digunakan untuk mencuplik pertumbuhan tingkat semai dan tumbuhan bawah, petak ukuran 5 m x 5 m untuk pertumbuhan tingkat pancang, sedangkan petak ukuran 10 m x 10 m dan 20 m x 20 m, masing-masing untuk pertumbuhan tingkat tiang dan pohon. Hasil identifikasi diperoleh total 35 jenis tumbuhan bawah dan 51 tumbuhan tingkat pohon di ketiga tipe hutan riparia. Berdasarkan hasil analisis struktur vegetasi diketahui bahwa kondisi hutan riparia primer dan hutan riparia sekunder masih relatif mendukung kehidupan ikan pelangi arfak dibandingkan hutan riparia terbuka. Kerapatan tingkat pohon yang lebih tinggi berkaitan dengan tutupan tajuk yang berimplikasi terhadap suhu air menjadi lebih dingin dan kurang berfluktuasi, masukan serasah lebih besar ke rantai makanan di sungai, dan menyanggah partikel tersuspensi masuk ke sungai. Juga fungsi vegetasi riparia dalam aktivitas pemijahan, substrat penempelan telur dan habitat pembesaran larva ikan pelangi arfak. Hasil penelitian ini menunjukkan arti penting struktur vegetasi riparia terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak. Pemahaman mengenai struktur vegetasi juga menjadi informasi dasar bagi upaya rehabilitasi habitat ikan endemik ini untuk mempertahankan keberadaan populasinya alami.

Kata penting: ikan pelangi arfak, Manokwari, sungai, vegetasi riparia

ABSTRACT

Riparian vegetation has an important role in maintaining water stability, one of which is the river. This study aims to describe the structure of riparian vegetation so that its implications can be seen for the conditions of rainbow arfak habitat on the Nimbai River. The study was conducted in three forest types, namely primary riparia forest, secondary riparia forest and open riparia forest. Sample

To Cite This Paper: Lefaan, P. Th., Peday, H. F. Z., Leatemia, S. P. O., Sembel, L., Manangkalangi, E. 2019. Struktur Vegetasi Riparia Dan Implikasinya Terhadap Kondisi Habitat Ikan Pelangi Arfak, *Melanotaenia Arfakensis* Di Sungai Nimbai, Manokwari Papua Barat., *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 10 (1) :38-56

Journal Homepage: <http://samakia.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

collection of riparian vegetation was carried out by purposive sampling using sample plots. Plots measuring 2 m x 2 m are used to sample seedling and understory growth, plots measuring 5 m x 5 m for growth at the stake level, while plots measuring 10 m x 10 m and 20 m x 20 m, for growth of pole and tree levels respectively. The identification results obtained a total of 35 species of understory and 51 tree-level plants in all three types of riparian forests. Based on the analysis of vegetation structure, it is known that the condition of primary riparia forest and secondary riparian forest still relatively supports the life of arfak rainbow fish compared to open riparian forest. Higher tree level density associated with canopy cover which has implications for the temperature of the water to be colder and less fluctuating, input larger litter into the food chain in the river, and hold suspended particles into the river. Also, the function of riparian vegetation in spawning activities, substrate attaching eggs and nursery habitat for arfak rainbow fish larvae. The results of this study indicate the importance of riparian vegetation structure on the condition of rainbow arfak fish habitat. An understanding of the structure of vegetation is also a basic information for efforts to rehabilitate this endemic fish habitat to maintain the existence of a natural population.

Key words: arfak rainbowfish, Manokwari, riparian vegetation, stream

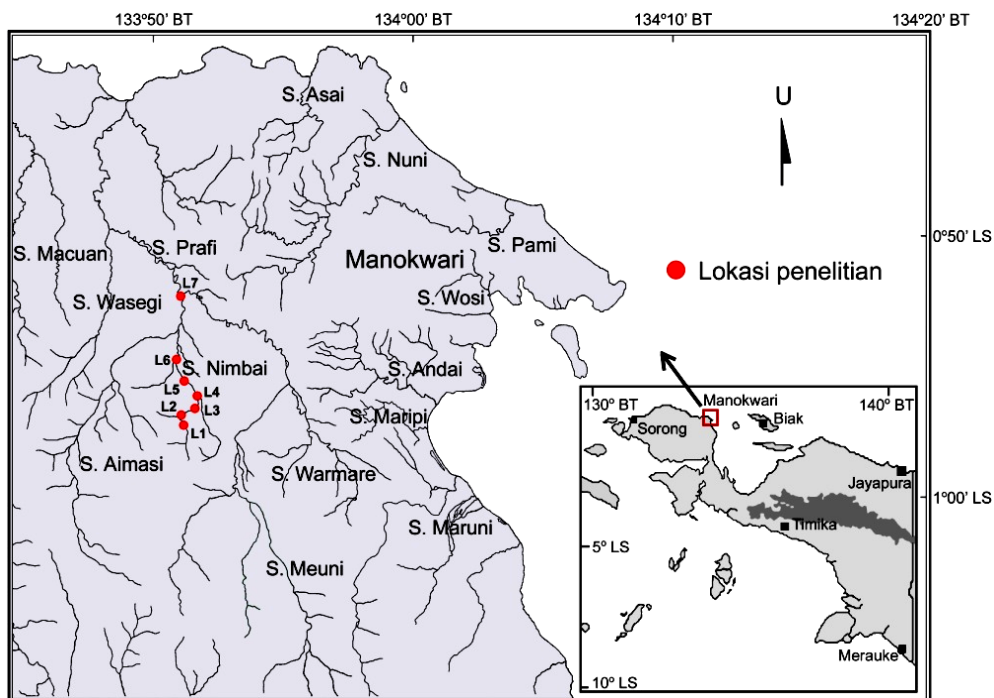
PENDAHULUAN

Sungai merupakan salah satu ekosistem perairan yang berperan penting dalam mendukung kehidupan manusia dan biota yang hidup di dalamnya. Sungai Nimbai yang merupakan salah satu sungai yang termasuk dalam sistem Sungai Prafi di Kabupaten Manokwari saat ini keberadaannya banyak mengalami perubahan akibat aktivitas manusia, di antaranya pembukaan lahan untuk pertanian, perkebunan kelapa sawit, dan permukiman penduduk di sekitar sungai (Manangkalangi, 2009; Manangkalangi *et al.*, 2014). Padahal di dalam perairan sungai ini hidup berbagai macam biota, di antaranya ikan pelangi arfak yang endemik dan sembilan jenis ikan asli lainnya (misalnya, *Awous grammepomus*, *Sicyopterus cyanocephalus*, *Stiphodon semoni*, *Belobranchus segura*, *Kuhlia marginata*, *Anguilla megastoma*), serta berbagai ordo makrozoobentos (Ephemeroptera, Diptera, Hymenoptera, Trichoptera, Coleoptera, Odonata, Hemiptera, Megaloptera, dan Oligochaeta) (Manangkalangi *et al.*, 2014). Fungsi ekosistem sungai yang menunjang kehidupan berbagai biota sangat dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi riparia yang berada di sekitar sungai atau tepi sungai.

Keberadaan tumbuhan riparia di daerah tepi sungai berperan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem sungai. Tumbuhan riparia (kombinasi di antara komposisi jenis, tingkat pertumbuhan, kerapatan tegakan, dan naungan tajuk) berperan dalam mencegah erosi tepi sungai (Beeson dan Doyle, 1995; Prosser *et al.*, 2001) dan menyanggah kekeruhan air sebagai akibat masukan partikel tersuspensi dari aliran permukaan ke dalam sistem sungai (Sutherland *et al.*, 2002; dos Santos *et al.*, 2015), serta menjaga kestabilan suhu perairan sungai yang berada di bagian bawahnya (Lynch *et al.*, 1984). Selain itu, produksi primer dan sekunder yang berasal dari daerah riparia merupakan sumber energi utama pada jaring makanan di ekosistem sungai (Vannote *et al.*, 1980; Schlosser, 1995). Serasah dari vegetasi riparia yang jatuh ke dalam sistem sungai merupakan makanan bagi kelompok makroavertabrata pencabik (*shredder*), kelompok penyaring (*filterer*), dan pengumpul (*collector*) (Cummins dan Klug, 1979; Cummins *et al.*, 1989; Graça, 2001). Dalam rantai makanan selanjutnya, keberadaan kelompok makroavertabrata ini berperan penting sebagai makanan bagi ikan pelangi arfak (Manangkalangi *et al.*, 2010) dan beberapa jenis ikan lainnya yang hidup di sungai (Allen dan Renyaan, 2000; Allen *et al.*, 2002; Pusey *et al.*, 2004). Selain terkait dengan sumber makanan, keberadaan vegetasi riparia, khususnya bagian vegetasi yang terendam dalam kolom air berperan sebagai habitat pemijahan dan substrat penempelan telur, serta tempat pembesaran bagi larva ikan pelangi arfak (Manangkalangi *et al.*, 2009a; b). Mempertimbangkan peranan penting vegetasi riparia secara ekologis dalam menjaga kestabilan ekosistem sungai, maka perlu dilakukan penelitian untuk mendeskripsikan struktur vegetasi riparia di Sungai Nimbai dan implikasinya terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak dalam upaya konservasi *in-situ* ikan endemik ini.

MATERI DAN METODE

Penelitian struktur vegetasi riparia dilakukan pada bulan Juni dan Juli 2012 di Sungai Nimbai pada tujuh lokasi. Ketujuh lokasi ini dikelompokkan menjadi tiga tipe hutan riparia, yaitu L1-L2 (hutan riparia primer), L3-L5 (hutan riparia sekunder) dan L6-L7 (hutan riparia terbuka) (Gambar 1). Secara umum ketiga tipe hutan ini merupakan hutan dataran rendah yang berada pada ketinggian antara 115 m dan 207 m di atas permukaan laut (Manangkalangi *et al.*, 2014), menyebar di sepanjang kaki Pegunungan Arfak. Hutan riparia primer merupakan kawasan yang dekat daerah hulu sungai dan masih relatif alami, belum banyak mendapat pengaruh aktivitas masyarakat. Hutan riparia sekunder merupakan areal hutan yang berbatasan dengan hutan primer, berada di sekitar aliran sungai yang sedang mengalami suksesi sekunder akibat aktivitas perladangan berpindah, perkebunan kelapa sawit dan aktifitas lainnya. Sedangkan hutan riparia terbuka merupakan kawasan yang berada di tepian aliran sungai utama ke arah hilir dan telah mengalami tekanan akibat aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit secara komersial, kebun masyarakat, permukiman penduduk, dan penggembalaan ternak secara bebas (lepas) oleh masyarakat.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Untuk mendapatkan gambaran mengenai struktur komunitas vegetasi riparia di tiga tipe hutan maka dilakukan pengambilan contoh vegetasi riparia secara *purposif sampling* menggunakan petak contoh. Petak berukuran 2 m x 2 m digunakan untuk mencuplik fase pertumbuhan semai dan tumbuhan bawah, petak ukuran 5 m x 5 m untuk fase pertumbuhan pancang, sedangkan petak ukuran 10 m x 10 m dan 20 m x 20 m, masing-masing untuk fase pertumbuhan tiang dan pohon. Identifikasi dilakukan mengacu pada Sudarnadi (1996) dan Lekitoo *et al.* (2010).

Selanjutnya contoh tumbuhan yang berada di setiap petak dikelompokkan berdasarkan jenis dan dihitung jumlah individunya. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis meliputi frekuensi (F) dan frekuensi relatif (FR) (Cox, 2002), kerapatan (K) dan kerapatan relatif (KR) (Cox, 2002; Fachrul, 2007), dominasi (D) dan dominasi relatif (DR) (Fachrul, 2007), dan indeks nilai penting (INP). INP untuk tumbuhan bawah, fase pertumbuhan semai dan pancang dihitung dari nilai FR + KR, sedangkan untuk fase pertumbuhan tiang dan pohon diperoleh dari FR + KR + DR.

Untuk melihat implikasi vegetasi riparia terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak, maka diukur parameter suhu air dan konsentrasi gas oksigen terlarut serta pengamatan persebaran ikan ini di setiap lokasi dalam dua periode (Juni-Juli dan September-Oktober). Pengukuran suhu dan konsentrasi gas oksigen terlarut dilakukan dengan DO meter dalam dua periode pengukuran, yaitu

Juni-Juli (P1) dan September-Oktober (P2). Untuk memastikan kehadiran ikan pelangi arfak di setiap lokasi, maka dilakukan pengamatan secara visual di dalam kolom air dengan alat bantu *masker* dan *snorkel* dan/atau dilakukan penangkapan contoh ikan dengan menggunakan alat *hand net* (panjang 3 m, tinggi 2 m dan ukuran mata jaring 1 mm) yang terbuat dari waring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi jenis tumbuhan di lokasi penelitian

Berdasarkan hasil identifikasi vegetasi riparia di tiga tipe hutan riparia di Sungai Nimbai diperoleh 86 jenis tumbuhan dari 47 suku, dengan komposisi 35 jenis (40,7%) adalah tumbuhan bawah dari 20 suku dan 27 marga, 51 jenis tumbuhan tingkat pohon (59,3%) dari 27 suku dan 39 marga.

a. Tumbuhan bawah

Sebaran jenis tumbuhan bawah di setiap tipe hutan riparia disajikan pada Tabel 1. Kelompok tumbuhan bawah yang mendominasi di ketiga tipe hutan riparia adalah suku Asteraceae 22,86% (delapan jenis), Poaceae 14,29% (lima jenis), dan Cyperaceae 8,57% (tiga jenis) yang ditemukan pada hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka, sedang suku-suku lainnya 54,28% (terdiri atas satu dan dua jenis). Kelompok suku Asteraceae, Poaceae, Cyperaceae dan suku-suku lainnya yang ditemukan di lokasi penelitian merupakan jenis umum yang banyak dijumpai di hutan-hutan lain di Indonesia (Aththorick, 2005; Hilwan *et al.*, 2013). Beberapa suku ini (misalnya, Acanthaceae, Asteraceae, Commelinaceae, dan Poaceae) termasuk dalam kelompok tumbuhan yang mampu beradaptasi pada kondisi tanah yang kering dalam periode waktu yang cukup lama (*xerofita*) (Zhang dan Kirkham, 1995; Pérez-García dan Meave, 2004; Lombardini, 2006) sebagai ciri khas zona riparia yang terbuka pada musim kemarau.

Tabel 1. Jenis dan sebaran tumbuhan bawah yang ditemukan berdasarkan tipe hutan riparia.

Suku dan jenis	Tipe hutan riparia		
	Primer	Sekunder	Terbuka
Acanthaceae			
<i>Acanthus</i> sp.	-	+	-
Araceae			
<i>Colocasia</i> sp.	-	+	-
Asteraceae			
<i>Bidens</i> sp.	-	+	-
<i>Bidens</i> sp.1	-	-	+
<i>Bidens</i> sp.2	-	-	+
<i>Bidens pilosa</i>	-	+	+
<i>Crassocephalum crepidioides</i>	-	-	+
<i>Mikania micrantha</i>	-	+	-
<i>Sigesbeckia orientalis</i>	-	-	+
<i>Spilanthes</i> sp.	-	+	-
Bignoniaceae			
<i>Tecomanthe</i> sp.	-	+	-
Blechnaceae			
<i>Blechnum</i> sp.	+	-	-
Comelinaceae			
<i>Commelina</i> sp.	-	+	+
Convolvulaceae			
<i>Mirremia peltata</i>	-	+	+
Cyperaceae			
<i>Cyperus bifax</i>	-	+	-
<i>Cyperus rotundus</i>	-	+	+
<i>Cyperus</i> sp.	-	-	+
Davalliaceae			
<i>Davallia</i> sp.	+	-	-
Dennstaedtiaceae			
<i>Stenochlaena palustris</i>	-	+	-
Fabaceae			
<i>Pueraria javanica</i>	-	+	+
Lamiaceae			
<i>Leonotis nepetifolia</i>	-	+	+

Lanjutan Tabel 1.

Suku dan jenis	Tipe hutan riparia		
	Primer	Sekunder	Terbuka
Melastomaceae			
<i>Melastoma</i> sp.	+	+	-
Mimosaceae			
<i>Mimosa pudica</i>	-	-	+
Poaceae			
<i>Eleusine indica</i>	-	+	+
<i>Paspalum</i> sp.	-	+	-
<i>Saccharum</i> sp.	-	+	-
<i>Saccharum</i> sp.1	-	-	+
<i>Saccharum</i> sp.2	-	-	+
Selaginellaceae			
<i>Selaginella</i> sp.	+	+	-
Solanaceae			
<i>Solanum</i> sp.	-	-	+
Thelypteridaceae			
<i>Cyclosorus</i> sp.	+	-	-
<i>Thelypteris</i> sp.	-	+	-
Verbenaceae			
<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	-	+	-
<i>Stachytarpheta</i> sp.	-	-	+
Zingiberaceae			
<i>Alpinia</i> sp.	+	+	-
Jumlah jenis	6	22	17

Keterangan: (+) = kehadiran jenis, (-) = ketidakhadiran jenis

Tumbuhan bawah di hutan riparia primer tersusun atas enam jenis dari enam suku yang didominasi oleh suku-suku dari kelompok paku-pakuan (Pteridophyta), yaitu Blechnaceae (*Blechnum* sp.), Davalliaceae (*Davallia* sp.), Selaginellaceae (*Selaginella* sp.), dan Thelypteridaceae (*Cyclosorus* sp). Dominannya keempat jenis tumbuhan ini karena mampu beradaptasi dengan baik terutama di bawah naungan dan kelembaban yang tinggi. (tepi sungai). Di lokasi penelitian, keempat jenis ini dijumpai membentuk koloni di sepanjang tepian sungai dengan perakaran yang kadang-kadang berada di dalam air. Kehadiran tumbuhan paku-pakuan dan jenis tumbuhan bawah lainnya di ekosistem hutan selain sebagai sumber keragaman hayati, juga berperan dalam pembentukan tanah, melindungi tanah terhadap erosi, melindungi organisme tanah, membantu menciptakan iklim mikro di lantai hutan, serta membantu proses pelapukan serasah hutan sehingga meningkatkan kesuburan tanah (Arini dan Kinho, 2012; Kunarso dan Azwarand, 2013).

Jika dilihat dari kekayaan jenis, maka hutan riparia sekunder memunyai jumlah jenis tumbuhan bawah tertinggi disusul hutan riparia terbuka dan terendah di hutan riparia primer. Adanya perbedaan jumlah jenis tumbuhan bawah yang menyolok di antara hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka dengan hutan riparia primer diduga berkaitan dengan kemampuan adaptasi jenis-jenis tersebut terhadap kondisi lingkungan yang berbeda terutama intensitas cahaya.

b. Tumbuhan Tingkat Pohon

Tumbuhan tingkat pohon di hutan riparia primer ditemukan sebanyak 35 jenis dari 20 suku, hutan riparia sekunder 17 jenis dari 12 suku dan hutan terbuka lima jenis dari empat suku. Sebaran jenis-jenis tumbuhan tingkat pohon di setiap tipe hutan riparia disajikan pada Tabel 2.

Suku-suku dengan jumlah jenis terbanyak adalah Euphorbiaceae (enam jenis), Moraceae (enam jenis), Meliaceae (empat jenis), dan Sterculiaceae (tiga jenis). Euphorbiaceae di hutan riparia primer dijumpai sebanyak empat jenis dari marga *Macaranga*, *Mallotus* dan *Pimelodendron*, di hutan riparia sekunder dua jenis dari marga *Macaranga* dan *Mallotus*, dan di hutan riparia terbuka juga dua jenis dari marga *Glochidion* dan *Macaranga*. Sedangkan Moraceae didominasi oleh marga *Ficus* yang terdapat di hutan riparia primer dan hutan riparia sekunder. *Macaranga*, *Mallotus* dan *Ficus* merupakan jenis-jenis pionir yang mampu tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada daerah terbuka dengan sedikit naungan, mempunyai pertumbuhan yang cepat (*fast growing species*) (Poorter *et al.*, 2008; Wright *et al.*, 2010) dan merupakan jenis yang khas pada vegetasi hutan sekunder di dataran rendah. Kehadiran jenis-jenis pionir menandakan bahwa areal hutan telah mengalami gangguan atau suksesi (de Fretes *et al.*, 2002; Corlett dan Primack, 2011). Sedangkan suku Dipterocarpaceae adalah tumbuhan berkayu yang sering kali dirujuk sebagai

jenis klimaks (Bazzaz, 1996) yang dicirikan oleh densitas kayu yang tinggi dan area daun spesifik yang kecil yang menunjukkan respon yang lemah terhadap ketersediaan sumberdaya, pertumbuhan yang lambat dan kandungan K dedaunan (*foliar*) yang tinggi (King *et al.*, 2006; Rozendaal *et al.*, 2006). Kelompok ini hanya ditemukan di tipe hutan riparia primer (Tabel 2).

Tabel 2. Jenis-jenis tumbuhan tingkat pohon yang ditemukan pada lokasi penelitian.

Nama suku dan jenis	Tipe hutan riparia dan fase pertumbuhan											
	Primer				Sekunder				Terbuka			
	S	Pa	T	Po	S	Pa	T	Po	S	Pa	T	Po
Anacardiaceae												
<i>Anacardium</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus taetensis</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Apocynaceae												
<i>Alstonia scholaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Araliaceae												
<i>Tetraplasandra</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Burseraceae												
<i>Haplolobus floribundus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Clusiaceae												
<i>Garcinia laticima</i>	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Garcinia</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyatheaceae												
<i>Cyathea rumpiana</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Cyathea</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Datiscaceae												
<i>Octomeles sumatrana</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tetrameles</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Dilleniaceae												
<i>Dillenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Dipterocarpaceae												
<i>Anisoptera</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dipterocarpus</i> sp.	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elaeocarpaceae												
<i>Sloanea</i> sp.	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae												
<i>Glochidion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Macaranga aleuritoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Macaranga mappa</i>	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Macaranga</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mallotus</i> sp.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pimelodendron amboinicum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabaceae												
<i>Pterocarpus indicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Flacourtiaceae												
<i>Homalium foetidum</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Icacinaceae												
<i>Gonocaryum</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lauraceae												
<i>Actinodaphne nitida</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dahaasia</i> sp.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lanjutan Tabel 2.

Meliaceae											
<i>Aglaia</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Disoxylum molesimus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Disoxylum molle</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Disoxylum</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae											
<i>Artocarpus communis</i>	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>Ficus fariagata</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.2	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.3	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Musaceae											
<i>Musa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Myristicaceae											
<i>Horsfieldia sylvestris</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Knema</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae											
<i>Syzygium</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piperaceae											
<i>Piper aduncum</i>	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Poaceae											
<i>Neololeba</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Rubiaceae											
<i>Anthocephalus cadamba</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Morinda citrifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Rutaceae											
<i>Euodia elleryana</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lunasia amara</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapindaceae											
<i>Pometia pinnata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Sonneratiaceae											
<i>Duabanga</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Sterculiaceae											
<i>Sterculia</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sterculia macrocarpa</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Sterculia macrophylla</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah jenis	8	13	12	13	1	7	9	9	-	2	3
Total			35			17				5	

Keterangan: s = semai, Pa = pancang, T = tiang, Po = pohon, + = kehadiran jenis, - = ketidakhadiran jenis

Jenis-jenis yang menyusun tingkat pohon di ketiga tipe hutan riparia dijumpai pada berbagai fase pertumbuhan, yaitu fase semai, pancang, tiang, dan pohon (Tabel 2). Namun tidak semua jenis tumbuhan ditemukan dengan fase pertumbuhan lengkap, artinya ada jenis yang dijumpai pada satu, dua atau tiga fase pertumbuhan saja. Misal di hutan riparia primer, *Garcinia latissima* ditemukan pada fase pertumbuhan tiang dan pohon, *Dipterocarpus* sp. (fase semai, pancang dan tiang), *Macaranga map a* (fase tiang dan pohon), *Homalium foetidum* (fase pancang dan pohon), *Dahaasia* sp. (fase semai dan tiang), *Ficus* sp. (fase semai, pancang dan tiang). Di hutan riparia sekunder, *Cyathea rumpiana* ditemukan pada fase pancang dan pohon, *Macaranga mappa* (fase pancang dan tiang), *Artocarpus communis* (fase semai dan pohon), *Ficus* sp.2 (fase pancang, tiang dan pohon), *Ficus* sp.3 (fase tiang dan pohon), *Piper aduncum* (fase pancang dan tiang), dan *Sterculia macrocarpa* (fase pancang, tiang dan pohon). Sedangkan di hutan riparia terbuka setiap jenis yang ditemukan hanya berada pada satu fase pertumbuhan saja. Jenis-jenis yang tidak dijumpai pada fase pertumbuhan semai dan pancang di hutan riparia primer dan sekunder diduga merupakan jenis yang intoleran. Penyinaran matahari merupakan salah satu faktor yang menentukan pertumbuhan semai dan pancang, disamping faktor lain seperti ketersediaan air dan unsur hara, persaingan ruang tumbuh serta sifat fisik dan kimia tanah. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Arief (1994), tumbuh-tumbuhan intoleran tidak akan mampu hidup di bawah lantai hutan yang lembab dan gelap. Pada hutan yang relatif stabil dengan pohon-pohon berukuran tinggi (fase tiang dan pohon), kanopi pepohonan kontinu dan daun cukup lebar sehingga sinar matahari sulit menembus hingga ke lantai hutan, menyebabkan regenerasi alami pepohonan berjalan lambat karena sangat sedikit semai dan pancang yang mampu bertahan hidup pada kondisi dengan intensitas cahaya yang rendah begitu pula sebaliknya bila kawasan hutan tersebut menjadi terbuka, regenerasi pepohonan berlangsung dengan cepat. Namun di hutan riparia terbuka yang

mendapat banyak tekanan akibat aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk dijadikan lahan perkebunan kelapa sawit secara komersial dan pengembalaan ternak lepas oleh masyarakat, tumbuhan pada fase semai tidak ditemukan. Kondisi ini diduga akibat aktivitas tersebut lahan dibersihkan untuk lahan kelapa sawit dan ternak yang dilepas bebas dapat merusak semai, misalnya dengan mematikan tunas-tunas yang masih muda, atau memakan atau mematah-matahkan tunasnya. Sebaliknya jenis-jenis yang tidak dijumpai pada fase pertumbuhan tiang dan pohon mungkin pertumbuhan dari jenis-jenis tersebut belum sampai ke fase tersebut atau ketika mencapai kedua fase pertumbuhan tersebut telah dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitarnya untuk memenuhi kebutuhan, misalnya sebagai bahan bangunan, pagar atau kayu bakar.

Berdasarkan Tabel 2, ada satu jenis tumbuhan yang ditemukan di tiga tipe hutan riparia yaitu *Piper aduncum* walaupun berada pada fase pertumbuhan yang berbeda. *Piper aduncum* merupakan jenis tumbuhan yang diintroduksi ke Indonesia pada tahun 1860. Di beberapa wilayah, seperti Papua New Guine, jenis ini merupakan tumbuhan asing yang telah menginvasi wilayah tersebut selama tiga dekade terakhir. Jenis ini sukses menginvasi suatu wilayah karena memiliki distribusi geografi alami yang luas, mampu mengkolonisasi area yang terganggu secara agresif, mampu menekan jenis pionir lainnya, memiliki biji yang relatif kecil dengan produksi yang tinggi setiap tahun dan mudah tersebar oleh angin atau satwa terutama burung dan kelelawar, dan periode anakan yang pendek (cepat dewasa) (Jaramillo dan Manos, 2001; Lepš *et al.*, 2002). Jenis ini melakukan invasi secara sempurna karena telah melalui tiga tahapan, yaitu migrasi, penyesuaian atau adaptasi dan agregasi (Indriyanto, 2006).

Bila dilihat dari jumlah jenis dari semua fase pertumbuhan (Tabel 2), hutan riparia primer memunyai kekayaan jenis lebih banyak disusul hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka. Keberadaan jenis-jenis di ketiga lokasi penelitian, selain ditentukan oleh kemampuan adaptasi jenis-jenis tersebut terhadap kondisi lingkungan tempat tumbuh yang berbeda juga sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia di dalam hutan tersebut. Fase pertumbuhan yang ditemukan dari setiap jenis tumbuhan di setiap tipe hutan riparia dapat menggambarkan kemampuan regenerasi dari jenis tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Muhdi *et al.* (2012), yang mengatakan bahwa jumlah pohon dan struktur tegakan dapat menggambarkan tingkat ketersediaan tegakan pada setiap fase pertumbuhannya, sehingga keduanya diduga berpengaruh terhadap kemampuan regenerasi atau pertumbuhan tegakan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hutan riparia primer lebih stabil dibanding hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka, demikian pula hutan riparia sekunder lebih stabil daripada hutan riparia terbuka.

Struktur vegetasi

a. Tumbuhan bawah

Tumbuhan bawah menurut Soerianegara dan Indrawan (2005), adalah semua vegetasi yang bukan pohon dan tidak dapat tumbuh mencapai tingkat pohon. Hasil analisis vegetasi tumbuhan meliputi frekuensi (F), kerapatan (K) dan indeks nilai penting (INP) pada tipe hutan riparia dapat dilihat pada Tabel 3.

Frekuensi

Frekuensi kehadiran *Selaginella* sp. di hutan riparia primer memunyai nilai yang paling tinggi. Jenis ini ditemukan pada semua petak pengamatan, sedang lima jenis lainnya ditemukan pada setengah dari jumlah petak pengamatan. Secara umum tumbuhan bawah di hutan ini dapat dikatakan memunyai kemampuan menyebar yang relatif sama. Di hutan riparia sekunder *B. pilosa*, *C. rotundus* dan *L. nepetifolia* memunyai nilai paling tinggi sedang di hutan riparia terbuka adalah *Commelina* sp. dan *Solanum* sp. Berdasarkan hukum Frekuensi Raunkiaer secara umum dapat dikatakan bahwa jenis-jenis yang menyusun tiga tipe hutan berdistribusi normal (Indriyanto, 2006; Fachrul, 2007).

Kerapatan

Selaginella sp. memunyai kerapatan tertinggi di hutan riparia primer, di hutan riparia sekunder kerapatan tertinggi ditemukan pada *C. rotundus* sedang di hutan riparia terbuka oleh *Cyperus* sp. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa jenis-jenis dengan frekuensi kehadiran yang tinggi umumnya juga memiliki kerapatan yang tinggi, namun ada pengecualian terutama di hutan riparia terbuka. Hal ini diduga berkaitan dengan cara hidup setiap jenis apakah soliter atau berumpun. Kerapatan total untuk semua jenis tumbuhan tertinggi di hutan riparia terbuka (327466,5 individu.Ha⁻¹) dan terendah di hutan riparia primer (35200 individu.Ha⁻¹).

Tabel 3. Frekuensi, kerapatan (individu.Ha^{-1}) dan indeks nilai penting (%) tumbuhan bawah pada lokasi penelitian

Suku dan jenis	Tipe hutan riparia								
	Primer			Sekunder			Terbuka		
	F	K	INP	F	K	INP	F	K	INP
Acanthaceae									
<i>Acanthus</i> sp.	-	-	-	0,25	625	3,375	-	-	-
Araceae									
<i>Colocasia</i> sp.	-	-	-	0,25	625	3,375	-	-	-
Asteraceae									
<i>Bidens</i> sp.	-	-	-	0,25	1250	3,625	-	-	-
<i>Bidens</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	0,33	18333	10,347
<i>Bidens</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	0,33	5000	6,275
<i>B. pilosa</i>	-	-	-	0,75	33750	22,863	0,33	833,3	5,003
<i>C. crepidioides</i>	-	-	-	-	-	-	0,33	3333,3	5,766
<i>M. micrantha</i>	-	-	-	0,50	8750	9,747	-	-	-
<i>S. orientalis</i>	-	-	-	-	-	-	0,33	10000	7,802
<i>Spilanthes</i> sp.	-	-	-	0,25	625	3,375	-	-	-
Lamiaceae									
<i>L. nepetifolia</i>	-	-	-	0,75	29375	21,114	0,33	3333,3	5,766
Melastomaceae									
<i>Melastoma</i> sp.	0,50	1250	17,837	0,25	1250	3,625	-	-	-
Mimosaceae									
<i>Mimosa pudica</i>	-	-	-	-	-	-	0,33	833,3	5,003
Poaceae									
<i>E. indica</i>	-	-	-	0,50	4375	7,998	0,33	27500	13,146
<i>Paspalum</i> sp.	-	-	-	0,25	4375	4,873	-	-	-
<i>Saccharum</i> sp.	-	-	-	0,25	900	3,485	-	-	-
<i>Saccharum</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	0,33	10000	7,802
<i>Saccharum</i> sp.2	-	-	-	-	-	-	0,33	15833	9,583
Selaginellaceae									
<i>Selaginella</i> sp.	1,00	18750	81,838	0,50	6875	8,998	-	-	-
Solanaceae									
<i>Solanum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1,00	800	14,633
Thelypteridaceae									
<i>Cyclosorus</i> sp.	0,50	1250	17,837	-	-	-	-	-	-
<i>Thelypteris</i> sp.	-	-	-	0,25	9375	6,872	-	-	-
Verbenaceae									
<i>S. jamaicensis</i>	-	-	-	0,25	1250	3,625	-	-	-
<i>Stachytarpheta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0,33	833,3	5,003
Zingiberaceae									
<i>Alpinia</i> sp.	0,50	200	14,854	0,25	1200	3,605	-	-	-
Total	3,50	35200	200	8,00	250225	200	6,95	327466,5	200

Indeks nilai penting

Indeks nilai penting (INP) merupakan suatu besaran yang digunakan untuk melihat seberapa besar peran suatu jenis tumbuhan di dalam komunitasnya. Semakin tinggi INP suatu jenis tumbuhan terhadap jenis lainnya maka semakin tinggi pula peranan jenis tersebut terhadap komunitasnya dan sebaliknya. Nilai INP untuk tumbuhan bawah dipengaruhi oleh nilai frekuensi relative dan kerapatan relatif.

Selaginella sp. merupakan jenis dengan INP tertinggi di hutan riparia primer sedang *Blechnum* sp. dan *Davallia* sp. merupakan kodominan. Di hutan riparia sekunder *C. rotundus* mempunyai INP tertinggi dan *Bidens pilosa* merupakan kodominan. Sementara di hutan riparia terbuka INP tertinggi dimiliki oleh *Cyperus* sp. dan *C. rotundus* merupakan kodominan. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa belum tentu jenis dengan frekuensi yang tinggi atau kerapatan yang tinggi mempunyai INP yang tinggi pula karena itu kedua parameter tersebut belum dapat menggambarkan peran atau penguasaan jenis jika berdiri sendiri tetapi harus merupakan gabungan dari kedua parameter.

b. Tumbuhan tingkat pohon

Hasil analisis vegetasi tingkat pohon pada fase semai, pancang, tiang, dan pohon meliputi frekuensi (F), kerapatan (K), dominasi (D), dan indeks nilai penting setiap jenis tumbuhan yang ditemukan di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Frekuensi

Frekuensi kehadiran semua jenis tumbuhan fase semai di hutan riparia primer sama sehingga dapat dikatakan bahwa jenis-jenis tersebut juga mempunyai kemampuan menyebar yang sama di lingkungannya. Pada fase pancang di hutan riparia primer *Cyathea* sp. mempunyai frekuensi yang paling tinggi, sedangkan di hutan riparia sekunder adalah *P. aduncum* sementara di hutan riparia terbuka kedua jenis tumbuhan yang ditemukan pada fase ini mempunyai kemampuan menyebar yang sama.

Semua jenis tumbuhan di hutan riparia primer yang ditemukan pada fase tiang dan fase pohon mempunyai frekuensi kehadiran yang sama, sedangkan di hutan riparia sekunder jenis-jenis dengan frekuensi kehadiran tinggi di fase tiang adalah *Ficus* sp. 1, *Ficus* sp. 2 dan *P. aduncum*, fase pohon adalah *A. communis*. Sementara di hutan riparia terbuka semua jenis yang ditemukan pada fase tiang mempunyai frekuensi kehadiran yang sama.

Kerapatan

Kerapatan pada fase semai di hutan riparia primer antara 1250 individu. Ha⁻¹ dan 5000 individu. Ha⁻¹, dengan kerapatan tertinggi *Dipterocarpus* sp. (dari kerapatan total 17500 individu. Ha⁻¹) dan di hutan riparia sekunder 25000 individu. Ha⁻¹ (hanya satu jenis, *A. communis*). Kehadiran jenis ini diduga sengaja ditanam oleh masyarakat atau disebarkan oleh hewan herbivora pemakan buah.

Kerapatan total fase pancang di hutan riparia primer adalah 2800 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis tertinggi adalah *Cyathea* sp. sedang 12 jenis lainnya mempunyai kerapatan yang sama. Kerapatan total di hutan riparia sekunder adalah 2900 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis yang paling tinggi adalah *P. aduncum*, dan di hutan riparia terbuka dari kerapatan total 4000 individu. Ha⁻¹, 3200 individu. Ha⁻¹ di antaranya disumbangkan oleh *P. aduncum*.

Kerapatan total fase tiang di hutan riparia primer adalah 175 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis paling tinggi adalah *Anacardium* sp. dan *M. mappa* sedang 10 jenis lainnya mempunyai kerapatan yang sama. Kerapatan total di hutan riparia sekunder adalah 137,8 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis yang paling tinggi adalah *Musa* sp. Sedangkan di hutan riparia terbuka dari kerapatan total 62,5 individu. Ha⁻¹, 37,5 individu. Ha⁻¹ ditemukan dari jenis *A. communis*.

Untuk fase pohon kerapatan total di hutan riparia primer adalah 175 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis paling tinggi adalah *H. foetidum* sedang 12 jenis lainnya mempunyai kerapatan yang sama. Kerapatan total di hutan riparia sekunder adalah 108,1 individu. Ha⁻¹ dengan kerapatan jenis yang paling tinggi adalah *A. communis*. Kerapatan fase pohon di lokasi ini masih lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya (Polak, 2000; de Fretes *et al.*, 2002; van Heist *et al.*, 2010) pada lokasi hutan primer di Papua lainnya yang relatif lebih alami (416-805 individu pohon. Ha⁻¹).

Tabel 4. Frekuensi, kerapatan (individu.Ha⁻¹) dan indeks nilai penting (%) fase pertumbuhan semai dan pancang pada lokasi penelitian

Suku dan jenis	Tipe hutan riparia								
	Primer			Sekunder			Terbuka		
	F	K	INP	F	K	INP	F	K	INP
FASE SEMAI									
Clusiaceae									
<i>Garcinia</i> sp.	0,50	2500	26,786	-	-	-	-	-	-
Dipterocarpaceae									
<i>Dipterocarpus</i> sp.	0,50	5000	41,071	-	-	-	-	-	-
Lauraceae									
<i>Dahaasia</i> sp.	0,50	1250	19,643	-	-	-	-	-	-
Moraceae									
<i>A. communis</i>	-	-	-	0,25	25000	200	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.	0,50	1250	19,643	-	-	-	-	-	-
Piperaceae									
<i>P. aduncum</i>	0,50	2500	26,786	-	-	-	-	-	-
Rutaceae									
<i>E. elleryana</i>	0,50	1250	19,643	-	-	-	-	-	-
<i>L. amara</i>	0,50	2500	26,786	-	-	-	-	-	-
Sterculiaceae									
<i>S. macrophylla</i>	0,50	1250	19,643	-	-	-	-	-	-
Total	4,00	17500	200	0,25	25000	200	-	-	-

Lanjutan Tabel 4

FASE PANCANG										
Anacardiaceae										
<i>R. taetensis</i>	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Burseraceae										
<i>H. floribundus</i>	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Cyatheaceae										
<i>C. rumpiana</i>	-	-	-	0,25	200	16,897	-	-	-	-
<i>Cyathea</i> sp.	1,00	400	28,571	-	-	-	-	-	-	-
Dipterocarpaceae										
<i>Dipterocarpus</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae										
<i>Glochidion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	1,00	800	70,00	-
<i>M. mapp</i>	-	-	-	0,25	400	23,793	-	-	-	-
<i>Mallotus</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Flacourtiaceae										
<i>H. foetidum</i>	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Meliaceae										
<i>Aglaia</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
<i>Disoxylum</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae										
<i>Ficus</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.1	-	-	-	0,50	300	30,345	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.2	0,50	200	14,286	0,25	200	16,897	-	-	-	-
Myristicaceae										
<i>H. sylvestris</i>	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Myrtaceae										
<i>Syzygium</i> sp.	0,50	200	14,286	-	-	-	-	-	-	-
Piperaceae										
<i>P. aduncum</i>	0,50	200	14,286	0,75	1200	71,379	1,00	3200	130,00	-
Poaceae										
<i>Neololeba</i> sp.	-	-	-	0,25	500	27,241	-	-	-	-
Sterculiaceae										
<i>S. macrocarpa</i>	-	-	-	0,25	100	13,448	-	-	-	-
Total	7,00	2800	200	2,50	2900	200	2,00	4000	200	

Tabel 5. Frekuensi, kerapatan (individu.Ha⁻¹), dominasi dan indeks nilai penting (%) fase pertumbuhan tiang dan pohon pada lokasi penelitian

Suku dan jenis	Tipe hutan riparia											
	Primer				Sekunder				Terbuka			
	F	K	D	INP	F	K	D	INP	F	K	D	INP
FASE TIANG												
Anacardiaceae												
<i>Anacardium</i> sp.	0,50	25	0,00004	38,004	-	-	-	-	-	-	-	-
Araliaceae												
<i>Tetraplasandra</i> sp.	-	-	-	-	0,25	6,3	0,00001	18,168	-	-	-	-
Clusiaceae												
<i>G. laticima</i>	0,50	12,5	0,00001	19,322	-	-	-	-	-	-	-	-
Dipterocarpaceae												
<i>Dipterocarpus</i> sp.	0,50	12,5	0,00002	23,168	-	-	-	-	-	-	-	-
Elaeocarpaceae												
<i>Sloanea</i> sp.	0,50	12,5	0,00001	19,322	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae												
<i>M. aleuritoides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	12,5	0,0001	67,619
<i>M. mapp</i>	0,50	25,0	0,00005	41,850	0,25	6,3	0,00001	18,168	-	-	-	-
<i>Macaranga</i> sp.	0,50	12,5	0,00001	19,322	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mallotus</i> sp.	-	-	-	-	0,25	12,5	0,00001	22,668	-	-	-	-
Fabaceae												
<i>P. indicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	12,5	0,0001	67,619
Icacinaceae												
<i>Gonocaryum</i> sp.	0,50	12,5	0,00002	23,168	-	-	-	-	-	-	-	-
Lauraceae												
<i>A. nitida</i>	0,50	12,5	0,00001	19,322	0,25	6,3	0,00001	18,168	-	-	-	-
<i>Dahaasia</i> sp.	0,50	12,5	0,00004	30,861	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae												
<i>A. communis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,50	37,5	0,0005	164,762
<i>F. fariagata</i>	0,50	12,5	0,00002	23,168	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.	0,50	12,5	0,00001	19,322	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.2	-	-	-	-	0,50	25	0,00002	45,335	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.3	-	-	-	-	0,50	25	0,00003	50,598	-	-	-	-

To Cite This Paper: Lefaan, P, Th., Peday, H, F, Z., Leatemia, S, P, O., Sembel, L., Manangkalangi, E. 2019. Struktur Vegetasi Riparia Dan Implikasinya Terhadap Kondisi Habitat Ikan Pelangi Arfak, *Melanotaenia Arfakensis* Di Sungai Nimbai, Manokwari Papua Barat., *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 10 (1) :38-56

Journal Homepage: <http://samakia.ibrahimy.ac.id/index.php/JSAPI>

Lanjutan tabel 5

Musaceae													
<i>Musa</i> sp.	-	-	-	-	0,25	31,3	0,00006	62,626	-	-	-	-	-
Myristicaceae													
<i>Knema</i> sp.	0,50	12,5	0,00002	23,168	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piperaceae													
<i>P. aduncum</i>	-	-	-	-	0,50	18,8	0,00003	46,099	-	-	-	-	-
Sterculiaceae													
<i>S. macrocarpa</i>	-	-	-	-	0,25	6,3	0,00001	18,168	-	-	-	-	-
Total	6,00	175,0	0,00026	300,000	3,00	137,8	0,00019	300,000	1,50	62,5	0,0007	300,000	
FASE POHON													
Apocynaceae													
<i>A. scholaris</i>	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00009	26,862	-	-	-	-	-
Clusiaceae													
<i>G. laticima</i>	0,50	12,5	0,00017	24,074	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyatheaceae													
<i>C. rumpiana</i>	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00003	20,739	-	-	-	-	-
Datisceae													
<i>O. sumatrana</i>	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00005	22,780	-	-	-	-	-
<i>Tetrameles</i> sp.	0,50	12,5	0,00029	30,596	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dilleniaceae													
<i>Dillenia</i> sp.	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00002	19,719	-	-	-	-	-
Dipterocarpaceae													
<i>Anisoptera</i> sp.	0,50	12,5	0,00013	21,900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elaeocarpaceae													
<i>Sloanea</i> sp.	0,50	12,5	0,00008	19,183	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Euphorbiaceae													
<i>M. mappa</i>	0,50	12,5	0,00006	18,096	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. amboinicum</i>	0,50	12,5	0,00017	24,074	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flacourtiaceae													
<i>H. foetidum</i>	0,50	25,0	0,00040	43,717	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Meliaceae													
<i>D. molesimus</i>	0,50	12,5	0,00014	22,444	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. molle</i>	0,50	12,5	0,00015	22,987	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moraceae													
<i>A. communis</i>	-	-	-	-	0,50	33,3	0,00033	84,478	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.2	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00007	24,821	-	-	-	-	-
<i>Ficus</i> sp.3	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00002	19,719	-	-	-	-	-
Rubiaceae													
<i>M. citrifolia</i>	-	-	-	-	0,25	8,3	0,00005	22,780	-	-	-	-	-
Rutaceae													
<i>E. elleryana</i>	0,50	12,5	0,00006	18,096	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapindaceae													
<i>P. pinnata</i>	0,50	12,5	0,00004	17,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sonneratiaceae													
Sterculiaceae													
<i>Sterculia</i> sp.	0,50	12,5	0,00009	19,726	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. macrocarpa</i>	-	-	-	-	0,25	16,7	0,00032	58,102	-	-	-	-	-
Total	6,50	175	0,00184	300,000	2,50	108,1	0,00098	300,000					

Dominasi

Nilai dominasi jenis tumbuhan hanya diukur dan dihitung untuk tingkat pertumbuhan pohon dari fase tiang dan fase pohon. Nilai dominasi fase tiang paling tinggi di hutan riparia primer ditemukan pada *M. mappa* disusul *Anacardium* sp. dan *Dahaasia* sp. Di hutan riparia sekunder adalah *Musa* sp., disusul *Ficus* sp.3 dan *P. aduncum*. Sedangkan di hutan riparia terbuka, dominasi paling tinggi ditemukan pada *A. communis*.

Untuk fase pohon, di hutan riparia primer didominasi oleh *H. foetidum*, disusul *Tetrameles* sp., *G. laticima* dan *P. amboinicum*. Sedangkan di hutan riparia sekunder nilai dominasi tertinggi adalah *A. communis* disusul *S. macrocarpa*. Tingginya nilai dominasi tiap jenis selain ditentukan oleh diameter batang per individu juga oleh kerapatan.

Indeks nilai penting

Dipterocarpus sp. merupakan jenis dengan INP tertinggi di hutan riparia primer pada fase semai sedangkan *Garcinia* sp., *L. amara* dan *P. aduncum* menempati urutan kedua, masing-masing dengan nilai INP 26,786%. *Dipterocarpus* sp., *Garcinia* sp. dan *L. amara* merupakan jenis-jenis

yang umum dijumpai pada hutan dataran rendah sedangkan *P. aduncum* merupakan tumbuhan asing invasif. Keempat jenis ini dapat dikatakan merupakan jenis-jenis yang memiliki peran yang sangat penting di dalam keseimbangan ekosistem. Sedangkan *E. alleryana*, *Ficus* sp., *Dahaasia* sp., dan *S. macrophylla* mempunyai INP yang sama yaitu 19,643%.

Fase pancang di hutan riparia primer didominasi oleh *Cyathea* sp. sementara jenis lainnya adalah kodominan (INP masing-masing 14,286%). Di hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka didominasi oleh *P. aduncum*. Untuk fase tiang di hutan riparia primer, secara umum *M. mappa*, *Anacardium* sp, dan *Dahaasia* sp., berperan di habitatnya karena mempunyai INP lebih tinggi dibanding jenis-jenis lainnya.

Fase pohon di hutan riparia primer didominasi oleh *H. foetidum* (Flacourtiaceae), namun berdasarkan suku maka Meliaceae (dua jenis) merupakan suku yang mendominasi. Jenis *A. communis* mempunyai peran penting di hutan riparia sekunder pada fase ini, dengan INP tertinggi. Sunaryo *et al.*, (2012), mengemukakan bahwa secara ekologi besarnya nilai penting yang dimiliki oleh setiap jenis tumbuhan merupakan indikasi bahwa jenis-jenis tersebut dianggap dominan di habitatnya.

Karakteristik struktur vegetasi pada setiap tipe hutan riparia

Karakteristik struktur vegetasi riparia berdasarkan tipe hutan ditampilkan pada Tabel 6. Hasil ini merupakan ringkasan dari Tabel 1-5 yang menyajikan informasi jumlah jenis, frekuensi, kerapatan, dominasi secara komparatif di antara tipe hutan. Kekayaan jenis dan kerapatan tumbuhan bawah lebih tinggi pada hutan riparia sekunder dan hutan riparia terbuka. Perbedaan ini diduga berkaitan dengan kemampuan adaptasi jenis-jenis tersebut terhadap kondisi lingkungan yang berbeda terkait dengan penutupan tajuk dan intensitas cahaya. Sebaliknya pada tumbuhan tingkat pohon, jenis dan kerapatan tertinggi ditemukan pada tipe hutan riparia primer. Selain itu keberadaan beberapa jenis tumbuhan klimaks (suku Dipterocarpaceae) dan pionir (suku Euphorbiaceae) yang menjadi indikator kondisi hutan primer dan hutan sekunder yang telah mulai terganggu. Berbagai informasi karakteristik vegetasi ini memiliki implikasi terhadap kondisi suhu air, kelarutan gas oksigen dalam air, sumbangan serasah sebagai sumber utama rantai makanan di ekosistem sungai, dan kejernihan air serta habitat ikan pelangi arfak.

Tabel 6. Karakteristik struktur vegetasi riparia berdasarkan tipe hutan riparia

Karakteristik	Kategori hutan riparia		
	primer	sekunder	terbuka
Tumbuhan Bawah			
<i>Jumlah jenis</i>	6	22	17
<i>Frekuensi</i>	3,50	8,00	6,95
<i>Kerapatan</i>	35200,0	250225,0	327466,5
Tumbuhan Pohon			
<i>Jumlah jenis:</i>			
- semai	8	1	0
- pancang	13	7	2
- tiang	12	9	3
- pohon	13	9	0
Total jenis	35	17	5
<i>Frekuensi:</i>			
- semai	4,00	0,25	0,00
- pancang	7,00	2,50	2,00
- tiang	6,00	3,00	1,50
- pohon	6,50	2,50	0,00
<i>Kerapatan (individu.Ha⁻¹):</i>			
- semai	17500	25000	0
- pancang	2800	2900	4000
- tiang	175	137,8	62,5
- pohon	175	108,1	0
<i>Dominasi:</i>			
- tiang	0,00026	0,00019	0,00007
- pohon	0,00184	0,00098	0,00000

Implikasi struktur vegetasi pada tipe hutan riparia terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak

Vegetasi riparia mempunyai fungsi penting dalam mendukung kehidupan biota yang ada di perairan sungai, termasuk ikan pelangi arfak yang endemik di beberapa sungai di sekitar Manokwari (Allen, 1990; Tapilatu dan Renyaan, 2005; Sabariah *et al.*, 2005; 2006; Manangkalangi *et al.*, 2009a;b; 2014). Keberadaan tiga tipe hutan riparia yang tergambar dari berbagai karakteristik struktur vegetasinya (Tabel 1-5 dan diringkas dalam Tabel 6) sebagai dampak berbagai aktivitas antropogenik memiliki implikasi terhadap kondisi habitat ikan pelangi arfak (Tabel 7). Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis vegetasi di Sungai Nimbai diketahui bahwa hutan riparia primer mempunyai jumlah jenis lebih banyak dibanding hutan riparia sekunder dan paling sedikit adalah di hutan riparia terbuka. Hal ini dapat menunjukkan bahwa kondisi di hutan riparia primer lebih stabil dengan kerapatan tingkat pertumbuhan pohon yang lebih tinggi. Kekayaan dan kerapatan jenis pohon yang tinggi memiliki kontribusi terhadap penutupan tajuk yang lebih besar terhadap lingkungan di bagian bawahnya, termasuk kolom air sungai. Penutupan tajuk ini berperan penting sebagai penyanga suhu air, agar lebih dingin dan kurang berfluktuasi (Lynch *et al.*, 1984). Hasil penelitian Lemenih *et al.* (2004) menunjukkan bahwa penutupan tajuk, kerapatan dan ukuran jenis tumbuhan berkayu memberikan implikasi terhadap suhu lingkungan di bagian bawahnya. Berkurangnya tutupan tajuk secara signifikan akan meningkatkan suhu dan variabilitas suhu udara harian di lingkungan bagian bawah vegetasi hutan (Rambo dan North, 2009).

Berdasarkan hasil pengukuran pada lokasi dan periode yang sama (Manangkalangi *et al.*, 2014), menunjukkan bahwa suhu air di sekitar tipe hutan sekunder dan terbuka cenderung lebih tinggi (Tabel 7). Jika dibandingkan dengan karakteristik habitat ikan pelangi arfak berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa suhu air di lokasi hutan primer dan sekunder masih sesuai untuk kehidupan ikan pelangi arfak (Tabel 7). Namun demikian konsentrasi oksigen di lokasi hutan sekunder, dalam periode tertentu lebih rendah dan tidak sesuai lagi untuk kehidupan ikan pelangi arfak. Suhu air sangat memengaruhi kelarutan gas oksigen dalam air. Pada kondisi suhu yang lebih tinggi, maka kelarutan oksigen akan lebih rendah. Selain dipengaruhi oleh perubahan kondisi vegetasi riparia di lokasi tipe sekunder dan terbuka, konsentrasi gas oksigen terlarut yang rendah juga dipengaruhi oleh masukan limbah organik yang berasal dari sisa pengolahan kelapa sawit yang dibuang ke sistem Sungai Nimbai (Manangkalangi *et al.*, 2014).

Kekayaan jenis dan kerapatan tumbuhan berkayu yang lebih tinggi di tipe hutan primer juga akan memberikan kontribusi yang besar terhadap sumbangan serasah yang masuk ke dalam sistem sungai sebagai sumber energi utama pada jaring makanan (Vannote *et al.*, 1980; Schlosser, 1995). Beberapa penelitian (Dantas dan Phillipson, 1989; Barlow *et al.*, 2007) menunjukkan perbedaan produksi serasah di antara tipe hutan, dan lebih tinggi pada tipe hutan primer daripada hutan sekunder. Kontribusi serasah yang masuk sangat terkait dengan keberadaan makroavertabrata air (Cummins dan Klug, 1979; Cummins *et al.*, 1989; Graça, 2001) sebagai makanan ikan pelangi arfak (Manangkalangi *et al.*, 2010). Hasil penelitian Leatemia *et al.* (2016) menunjukkan ada hubungan di antara kerapatan tegakan vegetasi riparia dengan kelimpahan dan keanekaragaman makroavertabrata air di Sungai Aimasi, dan kondisi ini diduga terkait dengan sumbangan serasah yang masuk sebagai sumber makanan dan ketersediaan habitat bagi makroavertabrata air.

Perubahan kondisi perairan sungai dalam kaitannya dengan aktivitas pembukaan areal hutan, termasuk konversi hutan riparia di bagian tepi sungai telah banyak dilaporkan (misalnya, dos Santos *et al.*, 2015; Lorion dan Kennedy, 2009; Lobón-Cerviá *et al.*, 2016). Perubahan persentase tutupan lahan yang diwakili melalui tingkat kerapatan tumbuhan memiliki implikasi terhadap erosi dan masukan partikel tersuspensi yang masuk ke sistem sungai melalui aliran permukaan. Salah satu dampak yang terjadi, yaitu masukan partikel tersuspensi yang berlebihan ke dalam sistem sungai akan menyebabkan meningkatnya kekeruhan air (Growth dan Davis, 1994; Sutherland *et al.*, 2002; dos Santos *et al.*, 2015). Pada hutan yang telah dikonversi (misalnya menjadi hutan sekunder dan lahan terbuka), cenderung berpotensi meningkatkan kekeruhan air sungai di sekitarnya. Kondisi ini akan sangat memengaruhi kehidupan ikan pelangi arfak. Jenis ikan ini umumnya ditemukan pada perairan sungai yang jernih (<58,1 NTU) (Tapilatu dan Renyaan, 2005; Manangkalangi, 2009; Kadarusman *et al.*, 2010). Keberadaan ikan ini pada kondisi perairan yang jernih diduga berkaitan dengan efektivitasnya dalam mencari makan. Hasil penelitian Manangkalangi *et al.* (2017) menunjukkan bahwa tingkat kekeruhan air yang lebih tinggi ($\geq 100,12$ NTU) sudah mulai memberikan dampak terhadap penurunan efektivitas mencari makan pada ikan pelangi arfak.

Selain itu juga, keberadaan vegetasi riparia di bagian tepi sungai, khususnya bagian yang terendam dalam air, menyediakan habitat pemijahan dan peletakkan telur, serta pembesaran bagi larva ikan pelangi arfak (Manangkalangi *et al.*, 2009a). Pada tipe habitat di bagian tepi ini, keberadaan struktur vegetasi yang terendam dalam air memperlambat aliran sehingga sesuai dengan kemampuan pergerakan larva yang terbatas (Heggenes, 1988) dan sebagai tempat perlindungan terhadap predasi (Rozas dan Odum, 1988; Grenouillet *et al.*, 2002). Habitat ini juga memiliki suhu air yang lebih hangat sehingga menunjang proses metabolisme dan kelimpahan makanan (makrovertebrata air) yang lebih tinggi (Manangkalangi *et al.*, 2009a;c) sehingga memungkinkan pertumbuhan tahap awal ini menjadi lebih cepat.

Tabel 7. Persebaran dan karakter fisik-kimiawi air di lokasi penelitian dan habitat ikan pelangi arfak.

Parameter	Periode	Tipe hutan riparia			Kisaran pada habitat ikan pelangi arfak ^{1,2,3}
		Primer	Sekunder	Terbuka	
Persebaran ikan pelangi arfak		+	+	-	
Suhu air (°C)	P1	-	25,0-27,5	29,2-31,8	22,1-28,6
	P2	24,0	26,0-28,0	28,0-32,0	
Gas Oksigen terlarut (mg. L ⁻¹)	P1	-	2,19-6,87	5,11-5,98	3,60-7,50
	P2	5,94-6,32	3,21-5,73	4,23-5,90	
Gas Oksigen terlarut (%)	P1	-	27,6-90,5	68,3-82,6	-
	P2	73,0-77,6	42,6-73,9	57,8-77,1	

Keterangan: + = hadir, - = tidak hadir, P1 = periode pengukuran pada Juni-Juli dan P2 = periode pengukuran pada September-Oktober, - tidak dilakukan pengukuran, ¹Tapilatu & Renyaan (2005), ²Sabariah *et al.* (2005), ³Manangkalangi *et al.* (2009a).

Status konservasi ikan pelangi arfak yang telah berada dalam daftar merah IUCN dengan kategori rentan (*vulnerable*) dan kriteria A2ce (IUCN, 2018) menjadi pertimbangan bahwa hasil penelitian ini memiliki implikasi dalam strategi konservasi bagi ikan ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa struktur vegetasi riparia memiliki arti penting bagi kondisi ekosistem sungai sebagai habitat ikan pelangi arfak yang endemik, oleh karena itu diperlukan implementasi pengelolaan hutan riparia primer yang masih ada dan rehabilitasi hutan riparia sekunder dan riparia terbuka, agar perairan sungai di sekitar bisa kembali menjadi habitat yang sesuai bagi ikan pelangi arfak.

KESIMPULAN

Hutan riparia primer dengan jumlah jenis tumbuhan lebih banyak 41 jenis dari 26 suku serta mempunyai kondisi lingkungan yang lebih stabil dibanding hutan riparia sekunder (39 jenis dari 28 suku) dan hutan riparia terbuka (22 jenis dari 14 suku). Kondisi vegetasi di hutan riparia primer dan sekunder masih dapat mendukung kehidupan ikan pelangi arfak, sementara di hutan riparia terbuka perlu dilakukan upaya rehabilitasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada DP2M DIKTI yang telah memberikan dana Penelitian Strategis Nasional No: 041/SP2H/PL/Dit.Litabmas/III/-2012 sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Kepada Martinus Iwanggin, Frengky N. Krey, Berty D. Arebo, Irman Rumengan, Alfred W. Nauw, Hadi Prayitno, dan Givan Y. Iryanto yang telah membantu pengumpulan data di lapangan juga disampaikan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.R. 1990. Les poissons arc-en-ciel (Melanotaeniidae) de la Péninsule de Vogelkop, Irian Jaya, avec description de trois nouvelles espèces. *Revue française d'Aquariologie*. 16(4): 101-112.
- Allen, G.R., Ohee, H., Boli, P., Bawole, R., Warpur, M. 2002. Fishes of the Yongsu and Dabra areas, Papua, Indonesia. In: Richards, J., Suryadi, S. (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. pp. 67-72.

- Allen, G.R., Renyaan, S. 2000. Fishes of the Wapoga River System, northwestern Irian Jaya, Indonesia. In: Mack, A.L., Alonso, L.E. (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. pp. 47-53.
- Arief, A. 1994. *Hutan: Hakikat dan pengaruhnya terhadap lingkungan*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta. 153 hal.
- Arini, D.I.D., Kinho, J. 2012. Keragaman jenis tumbuhan paku (Pteridophyta) di Cagar Alam Gunung Ambang Sulawesi Utara. *Info BPK Manado*. 2(1): 17-40.
- Aththorick, T.A. 2005. Kemiripan komunitas tumbuhan bawah pada beberapa tipe ekosistem perkebunan di Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Komunikasi Penelitian*. 17(5): 42-48.
- Barlow, J., Gardner, T.A., Ferreira, L.V., Peres, C.A. 2007. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*. 247(1-3): 91-97.
- Bazzaz, F.A. 1996. *Plants in changing environments*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 320 pp.
- Beeson, C.E., Doyle, P.F. 1995. Comparison of bank erosion at vegetated and non-vegetated channel bends. *Journal of the American Water Resources Association*. 31(6): 983-990.
- Corlett, R.T., Primack, R.B. 2011. *Tropical rain forest. An ecological and biogeographical comparison*. 2nd edition. A John Wiley & Sons. West Sussex, UK. 326 p.
- Cox, G.W. 2002. *General ecology: laboratory manual*. 8th edition. McGraw-Hill Companies, New York. 320 p.
- Cummins, K.W., Klug, M.J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 10: 147-172.
- Cummins, K.W., Wilzbach, M.A., Gates, D.M., Perry, J.B., Taliaferro, W.B. 1989. Shredders and riparian vegetation. *BioScience*. 39(1): 24-30.
- Dantas, M., Phillipson, J. 1989. Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian 'terra firme' rain forest. *Journal of Tropical Ecology*. 5(1): 27-36.
- de Fretes, Y., Rachman, I.A., Wally, E. 2002. Vegetation of the Dabra area, Mamberamo River Basin, Papua, Indonesia. In: Richards, J., Suryadi, S. (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. pp. 51-56.
- dos Santos, F.B., Ferreira, F.C., Esteves, K.E. 2015. Assessing the importance of the riparian zone for stream fish communities in a sugarcane dominated landscape (Piracicaba River Basin, Southeast Brazil). *Environmental Biology of Fishes*. 98(8): 1895-1912.
- Fachrul, M.F. 2007. *Metode sampling bioekologi*. PT. Bumi Aksara, Jakarta. 208 hal.
- Graça, M.A.S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams – a review. *International Review of Hydrobiology*. 86(4-5): 383-393.
- Grenouillet, G., Pont, D., Seip, K.L. 2002. Abundance and species richness as a function of food resources and vegetation structure: juvenile fish assemblages in rivers. *Ecography*. 25(6): 641-650.
- Growns, I.O., Davis, J.A. 1994. Effects of forestry activity (clearfelling) on stream macroinvertebrate fauna in south-western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 45(6): 963-975.
- Heggenes, J. 1988. Effects of short-term flow fluctuations on displacement of, and habitat use by, brown trout in a small stream. *Transactions of the American Fisheries Society*. 117(4): 336-344.
- Hilwan, I., Mulyana, D., Pananjung, W.G. 2013. Keanekaragaman jenis tumbuhan bawah pada tegakan sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.) dan trembesi (*Samanea saman*

- Merr.) di lahan pasca tambang batubara PT Kitadin, Embalut, Kutai Kartanagara, Kalimantan Timur. *Jurnal silvikultur tropika*. 4(1): 6-10.
- Indriyanto. 2006. Ekologi hutan. PT. Bumi Aksara, Jakarta. 224 hal.
- IUCN. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. <http://www.iucnredlist.org>. [accessed on 7 May 2018].
- Jaramillo, M.A., Manos, P.S. 2001. Phylogeny and patterns of floral diversity in the genus *Piper* (Piperaceae). *American Journal of Botany*. 88(4): 706-716.
- Kadariusman, Sudarto, Paradis, E., Pouyaud, L. 2010. Description of *Melanotaenia fasinensis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua, Indonesia with comments on the rediscovery of *M. ajamaruensis* and the endangered status of *M. parva*. *Cybium*. 34(2): 207-215.
- King, D.A., Davies, S.J., Tan, S., Noor, N.S.M. 2006. The role of wood density and stem support costs in the growth and mortality of tropical trees. *Journal of Ecology*. 94(3): 670-680.
- Kunarso, A., Azwarand, F. 2013. Keragaman jenis tumbuhan bawah pada tegakan hutan tanaman di benakat, Sumatera Selatan (*Understorey diversity on several plantation forest stands in Benakat, South Sumatra*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 10(2): 85-98.
- Leatemia, S.P.O., Wanggai, E.C., Talakua, S. 2016. Kelimpahan dan keanekaragaman makroavetabrata air pada kerapatan vegetasi riparian yang berbeda di Sungai Aimasi Kabupaten Manokwari. *The Journal of Fisheries Development*. 3(1): 25-38.
- Lekitoo, K., Matani, O.P.M., Remetwa, H., Heatubun, C.D. 2010. *Keanekaragaman Flora Taman Wisata Alam Gunung Meja Papua Barat (Jenis-jenis Pohon Bagian-1)*. Cetakan ke II. Balai Penelitian Kehutanan, Manokwari. 128 hal.
- Lemenih, M., Gidyew, T., Teketay, D. 2004. Effects of canopy cover and understory environment of tree plantations on richness, density and size of colonizing woody species in southern Ethiopia. *Forest Ecology and Management*. 194(1-3): 1-10.
- Lepš, J., Novotný, V., Čížek, L., Molem, K., Isua, B., Boen, W., Kutil, R., Auga, J., Kasbal, M., Manumbor, M., Hiuk, S. 2002. Successful invasion of the neotropical species *Piper aduncum* in rain forests in Papua New Guinea. *Applied Vegetation Science*. 5(2): 255-262.
- Lobón-Cerviá, J., Mazzoni, R., Rezende, C.F. 2016. Effects of riparian forest removal on the trophic dynamics of a Neotropical stream fish assemblage. *Journal of Fish Biology*. 89(1): 50-64.
- Lombardini, L. 2006. Ecophysiology of plants in dry environments. In: D'Odorico, P., Porporato, A. (eds.). *Dryland Ecohydrology*. Springer, Netherlands. pp. 47-65.
- Lorion, C.M., Kennedy, B.P. 2009. Riparian forest buffers mitigate the effects of deforestation on fish assemblages in tropical headwater streams. *Ecological Applications*. 19(2): 468-479.
- Lynch, J.A., Rishel, G.B., Corbett, E.S. 1984. Thermal alteration of streams draining clearcut watersheds: quantification and biological implications. *Hydrobiologia*. 111(3): 161-169.
- Manangkalangi, E. 2009. Makanan, pertumbuhan dan reproduksi ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 105 hal.
- Manangkalangi, E., Leatemia, S.P.O., Lefaan, P.T., Peday, H.F.Z., Sembel, L. 2014. Kondisi habitat ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis*, 1990 di Sungai Nimbai, Prafi Manokwari. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*. 14(1): 21-36.
- Manangkalangi, E., Rahardjo, M.F., Hadiaty, R.K., Hariyadi, S. 2017. Efektivitas ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis*, Allen 1990 dalam mencari makan pada tingkat kekeruhan air yang berbeda: suatu pendekatan laboratorium. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*. 17(3): 299-310.
- Manangkalangi, E., Rahardjo, M.F., Sjafii, D.S. 2009a. Habitat ontogeni ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis*) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. *Jurnal Natural*. 8(1): 4-11.

- Manangkalangi, E., Rahardjo, M.F., Sjafii, D.S., Sulistiono. 2009b. Musim pemijahan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. 9(1): 1-12.
- Manangkalangi, E., Rahardjo, M.F., Sjafii, D.S., Sulistiono. 2009c. Pengaruh kondisi hidrologi terhadap komunitas makroavertebrata di Sungai Aimasi dan Sungai Nimbai, Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 5(2): 99-110.
- Manangkalangi, E., Rahardjo, M.F., Sjafii, D.S., Sulistiono. 2010. Preferensi makanan ikan pelangi arfak (*Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990) di Sungai Nimbai dan Sungai Aimasi, Manokwari. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*. 10(2): 123-135.
- Muhdi, Elias, Murdiyarsa, D., Matangaran, J.R. 2012. Kerusakan tegakan tinggal akibat pemanenan kayu reduced impact logging dan konvensional di hutan alam tropika (Studi kasus di areal IUPHHK PT. Inhutani II, Kalimantan Timur). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 19(3): 303-311.
- Pérez-García, E.A., Meave, A.M. 2004. Heterogeneity of xerophytic vegetation of limestone outcrops in a tropical deciduous forest region in southern México. *Plant Ecology*. 175(2): 147-163.
- Polak, M. 2000. The botanical diversity in the Ayawasi area, Irian Jaya, Indonesia. *Biodiversity and Conservation*. 9(10): 1345-1375.
- Poorter, L., Wright, S.J., Paz, H., Ackerly, D.D., Condit, R., Ibarra-Manriquez, G., Harms, K.E., Licona, J.C., Martinez-Ramos, M., Mazer, S.J., Muller-Landau, H.C., Peña-Claros, M., Webb, C.O., Wright, I.J. 2008. Are functional traits good predictors of demographic rates? Evidence from five neotropical forests. *Ecology*. 89(7): 1908-1920.
- Prosser, I.P., Rutherford, I.D., Olley, J.M., Young, W.J., Wallbrink, P.J., Moran, C.J. 2001. Large-scale patterns of erosion and sediment transport in river network, with examples from Australia. *Marine and Freshwater Research*. 52(1): 81-99.
- Pusey, B., Kennard, M., Arthington, A. 2004. *Freshwater fishes of north-eastern Australia*. CSIRO, Collingwood, Australia. 684 pp.
- Rambo, T.R., North, M.P. 2009. Canopy microclimate response to pattern and density of thinning in a Sierra Nevada forest. *Forest Ecology and Management*. 257(2): 435-442.
- Rozas, L.P., Odum, W.E. 1988. Occupation of submerged aquatic vegetation by fishes: testing the roles of food and refuge. *Oecologia*. 77(1): 101-106.
- Rozendaal, D.M.A., Hurtado, V.H., Poorter, L. 2006. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. *Functional Ecology*. 20: 207-216.
- Sabariah, V., Simatauw, F., Kopalit, H. 2005. Ektoparasit dan endoparasit ikan rainbow (*Melanotaenia arfakensis*) dari Sungai Nuni-Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 1(2): 95-101.
- Sabariah, V., Manangkalangi, E., Kopalit, H. 2006. Variasi musim dan geografis parasit ikan rainbow arfak (*Melanotaenia arfakensis*) pada beberapa sungai di Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 2(1): 67-78.
- Schlosser, I.J. 1995. Critical landscape attributes that influence fish population dynamics in headwater streams. *Hydrobiologia*. 303(1-3): 71-81.
- Soerianegara, I., Indrawan, A. 2005. *Ekologi hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. 83 hal.
- Sudarnadi, H. 1996. *Tumbuhan monokotil*. Guharja, E. (editor). PT. Penebar Swadaya, Jakarta. 266 hal.
- Sunaryo, Uji, T., Tihurua, E.F. 2012. Komposisi jenis dan potensi ancaman tumbuhan asing invasive di Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Berita Biologi*. 11(2): 231-239.

- Sutherland, A.B., Meyer, J.L., Gardiner, E.P. 2002. Effects of land cover on sediment regime and fish assemblage structure in four southern Appalachian streams. *Freshwater Biology*. 47(9): 1791-1805.
- Tapilatu, R.F., Renyaan, A.W.A. 2005. Kajian aspek morfologis rainbowfish arfak (*Melanotaenia arfakensis*) pada habitat aslinya di beberapa daerah aliran sungai dalam kawasan lindung Pegunungan Arfak Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 1(2): 79-86.
- van Heist, M., Shell, D., Rachman, I., Gusbager, P., Raweyai, C.O., Yoteni, H.S.M. 2010. The forests and related vegetation of Kwerba, on the Foja foothills, Mamberamo, Papua (Indonesian New Guinea). *Blumea*. 55(2): 153-161.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 37(1): 130-137.
- Wright, S.J., Kitajima, K., Kraft, N.J.B., Reich, P.B., Wright, I.J., Bunker, D.E., Condit, R., Dalling, J.W., Davies, S.J., Diaz, S., Engelbrecht, B.M.J., Harms, K.E., Hubbell, S.P., Marks, C.O., Ruiz-Jaen, M.C., Salvador, C.M., Zanne, A. 2010. Functional traits and the growth-mortality trade-off in tropical trees. *Ecology*. 91(12): 3664-3674.
- Zhang, J., Kirkham, M.B. 1995. Water relations of water-stressed, split-root C4 (*Sorghum bicolor*; Poaceae) and C3 (*Helianthus annuus*; Asteraceae) plants. *American Journal of Botany*. 82(10): 1220-1229.