



UNIVERSITAS INDONESIA

**STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DAN
KUALITAS HABITAT DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA
ALAM TELAGA WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN
NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO, JAWA BARAT**

TESIS

**SRI SUPARDI WIBOWO
1706122132**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI PASCASARJANA BIOLOGI
DEPOK
2020**

n BBTNGGP
L2
01326



UNIVERSITAS INDONESIA

**STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DAN
KUALITAS HABITAT DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA
ALAM TELAGA WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN
NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO, JAWA BARAT**

TESIS

**SRI SUPARDI WIBOWO
1706122132**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI PASCASARJANA BIOLOGI
DEPOK
2020**



UNIVERSITAS INDONESIA

**STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DAN
KUALITAS HABITAT DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA
ALAM TELAGA WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN
NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO, JAWA BARAT**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains

**SRI SUPARDI WIBOWO
1706122132**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
PROGRAM STUDI PASCASARJANA BIOLOGI
DEPOK
JANUARI 2020**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
Dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan benar

Nama : SRI SUPARDI WIBOWO
NPM : 1706122132
Tanda Tangan : 
Tanggal : 6 Januari 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Sri Supardi Wibowo
NPM : 1706122132
Program Studi : Pascasarjana Biologi
Judul Tesis : Struktur Komunitas Capung (Odonata) dan Kualitas Habitat di Telaga
Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman
Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat

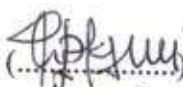
Telah berhasil saya pertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Pascasarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Adi Basukriadi, M.Sc


(.....)

Pembimbing : Nurul Laksmi Winarni, M.Sc., Ph.D


(.....)

Penguji : Dr.rer.nat. Yasman, S.Si., M.Sc


(.....)

Penguji : Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc


(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Januari 2020

JUDUL : STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DAN KUALITAS
HABITAT DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA ALAM TELAGA
WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE
PANGRANGO, JAWA BARAT

NAMA : SRI SUPARDI WIBOWO

NPM : 1706122132

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing



Dr. Adi Basukriadi, M.Sc
Pembimbing I



Nurul Laksmi Winarni, M.Sc., Ph.D
Pembimbing II

2. Penguji



Dr. rer.nat. Yasman, S.Si., M.Sc
Penguji I



Dr. rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc
Penguji II

Tanggal lulus : 6 Januari 2020

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wata'ala yang selalu mencurahkan rahmat, berkah, dan kasih sayang-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tesis ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Adi Basukriadi, M.Sc dan Ibu Nurul Laksmi Winarni, M.Sc. Ph.D, selaku dosen pembimbing atas bimbingan, kritik, saran, masukan, pengetahuan, kesabaran, keikhlasan, dan motivasi selama proses penelitian dan penyelesaian tesis.
2. Dr. rer. nat. Yasman, S.Si., M.Sc dan Dr. rer.nat Mufti Petala Patria, M.Sc selaku penguji atas kritik, saran, dan masukan yang diberikan untuk penelitian, penyusunan, dan penulisan tesis.
3. Dr. rer. nat. Yasman, S.Si., M.Sc selaku Ketua Departemen Biologi FMIPA UI dan Dr. Abinawanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Biologi serta seluruh dosen dan staf Departemen Biologi FMIPA UI atas dukungan dan motivasinya selama proses perkuliahan maupun penulisan tesis.
4. Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Wilayah 1, Seksi Konervasi Wilayah II, Bogor dan Balai Besar Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis.
5. Bapak Hendrik, Bapak Hasan, Bapak Seno, Bapak Zul Zainudin, Ibu Mira, Kang M. Arif Gunawan serta punggawa basecamp Montana yang telah menerima penulis sebagai bagian dari keluarga, memberikan penulis pengalaman dan pengetahuan berharga serta membantu penulis selama proses penelitian.
6. Kedua orang tua tercinta, Almarhumah Mama Sri Lestari dan Papa Pilipus Sarru Tandirogang, kaka-kaka tersayang Arni Ridha Handayani, Sara Hasniata Rihayati, Hardik Musanasdi dan Uchay Novianto Ardiansyah yang telah memberikan semangat dan dukungan moril maupun materil bagi penulis.

7. Teman-teman pascasarjana biologi genap angkatan 2018, Yusup Fawzi Yahya, Dicky Larisdo Sihombing, Sapta Imam Santoso, Fakih Mahendra, Citra Fatmala, Riskhey Nuradiliyanti dan Tresna Puspa Herdani yang telah memberikan semangat, motivasi, secangkir kopi dan keceriaan bagi penulis.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama perkuliahan dan penyelesaian tesis ini.

Penulis mohon maaf atas segala kekurangan, tutur kata serta tindakan. Penulis berharap tesis ini dapat menjadi salah satu sumber informasi dan pengembangan ilmu pengetahuan bagi seluruh pihak terkait.

Depok, 6 Januari 2020



Penulis

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Supardi Wibowo
NPM : 1706122132
Program Studi : Pascasarjana Biologi
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Spesies Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk diberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Struktur Komunitas Capung (Odonata) dan Kualitas Habitat di Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat

Beserta perangkatnya yang ada jika diperlukan. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*data base*) merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Depok
Pada Tanggal : 6 Januari 2020
Yang Menyatakan,



(Sri Supardi Wibowo)

ABSTRAK

Nama : Sri Supardi Wibowo
Program Studi : Pascasarjana Biologi
Judul : Struktur Komunitas Capung (Odonata) dan Kualitas Habitat di Telaga Saat, Taman Wisata Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat
Pembimbing : Dr. Adi Basukriadi, M.Sc.; Nurul Laksmi Winarni, M.Sc., Ph.D.

Capung (Odonata) adalah organisme yang sangat efektif digunakan sebagai spesies indikator untuk penilaian habitat akuatik. Karena Odonata sangat spesifik terhadap pemilihan habitat dan menjadi spesies kharismatik di habitat akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan, menganalisis struktur komunitas Odonata, menginterpretasikan kualitas habitat dan melihat hubungan antara kualitas habitat terhadap distribusi spesies Odonata di Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru dataran tinggi Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Agustus 2019. Pengambilan data spesies, jumlah individu Odonata dan variabel habitat menggunakan metode *fixed point counts* dengan 59 titik pengamatan. Analisis komunitas Odonata dilakukan dengan model kelimpahan spesies, indeks keanekaragaman spesies (Shannon-Wiener, Margalef, Simpson), indeks kemerataan dan indeks similaritas Jaccard. Kualitas habitat di tiga telaga dianalisis menggunakan *Principal Component Analysis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva *rarefaction* di tiga telaga terlihat sudah mendatar atau mencapai titik asymptote. Kurva akumulasi spesies di Telaga Warna dan Telaga Biru tampak sudah mendatar atau mencapai titik asymptote, sedangkan Telaga Saat masih menaik tajam. Total 157 individu terdapat 11 spesies, 5 famili dan 2 subordo yang ditemukan di tiga telaga. 9 spesies di Telaga Saat, 6 spesies di Telaga Warna, dan 4 spesies di Telaga Biru. Tampak semakin tinggi suatu telaga cenderung semakin sedikit keanekaragaman spesies Odonata yang diperoleh. Telaga Saat memiliki nilai indeks keanekaragaman spesies paling tinggi, sedangkan Telaga Warna terendah. Telaga Biru memiliki nilai indeks kemerataan paling tinggi, sedangkan Telaga Warna terendah. Indeks similaritas Jaccard menunjukkan komunitas Odonata di Telaga Warna dan Telaga Saat paling mirip ($C_j = 0.25$). Variabel yang sangat mempengaruhi kualitas habitat di tiga telaga pada komponen 1 dan komponen 2 adalah intensitas cahaya dan oksigen terlarut. Kualitas habitat di Telaga Saat dan Telaga Warna terdapat kemiripan, sedangkan di Telaga Biru terpisah. Kemiripan kualitas habitat di kedua telaga ditunjukkan oleh variabel oksigen terlarut (DO), suhu air, dan keberadaan plastik. Terdapat 5 spesies Odonata memiliki korelasi signifikan dengan variabel habitat. *A. pygmaea* berkorelasi dengan kelimpahan (0.53), *A. rubescens* dengan kelembapan udara (0.52), tumbuhan akuatik *A. philoxeroides* (0.50), dan tumbuhan perdu (0.52), *A. guttatus* dengan tumbuhan akuatik *Polygonum* sp. (0.57), *C. membranipes* dengan ketinggian (0.66), suhu air (-0.56), tumbuhan akuatik *Nasturtium* sp. (0.74), *Polygonum* sp. (0.72), dan tumbuhan riparian (0.66), serta *O. pruinosum* dengan kekayaan spesies (0.55) dan kelimpahan Odonata (0.58). Untuk keberhasilan konservasi spesies Odonata di tiga telaga harus dilakukan dengan cara melindungi habitatnya dari kerusakan dan modifikasi lahan.

Kata kunci : komunitas odonata, keanekaragaman spesies, kualitas habitat, *principal component analysis*, telaga, Jawa Barat
xv + 73 halaman : 11 gambar; 5 tabel; 15 lampiran
Bibliografi : 111 (1934–2019)

ABSTRACT

Name : Sri Supardi Wibowo
Study Program : Postgraduate of Biology
Title : Community Structure of Dragonfly (Odonata) and The Habitat Quality in Saat Lake, Nature Park Warna Lake, and Blue Lake Mount Gede Pangrango National Park, West Java.

The dragonfly (Odonata) was organism very successfull which used as indicator species for assessment of the aquatic habitat. Because their very specific toward preference the habitat and became flagship species in aquatic habitat. This research aims to compare, analyse the community structure of Odonata, interpret the habitat quality and seen the correlation between habitat quality to species distribution Odonata in the highland freshwater Lake Saat, Lake Warna and Lake Biru, Bogor, West Java. The research was conducted in May - August 2019. Data species, individual Odonata and variable habitat were collected using fixed point counts method at 59 observation point. Community of Odonata were analysed with species abundance model and diversity indices using Shannon-Wiener, Margalef and Simpson indices, as well as evenness index and similarities index using Jaccard method. The habitat quality in those lake were analyzed by Principal Component Analysis (PCA). The result showed that rarefaction curve in three lake have seem flattened or reached an asymptote. Species accumulation curve in Telaga Warna and Telaga Biru also flattened or reached asymptote point, while in Telaga Saat still showing increasing curve. A total of 157 individual of Odonata were recorded which belong to 11 species, 5 families and 2 suborder. At least 9 species were recorded in Telaga Saat, 6 species in Telaga Warna, and 4 species in Telaga Biru. It appears there will be more less species were recorded at high altitude. The index of species diversity of Odonata in Telaga Saat was the highest, while Telaga Warna was the lowest. The highest of evenness index was in Telaga Biru and the lowest was in Telaga Warna. The Jaccard index of similarity, it showed that Telaga Warna and Telaga Saat had the most similar communities ($C_j = 0,25$). The habitat quality in three lake were affected by variable light intensity on PC1 and dissolved oxygen on PC2. The habitat quality in Telaga Saat and Telaga Warna more similar quality at some points, while in Telaga Biru was separate. The similarity of habitat quality in two locations were showed from variables dissolved oxygen (DO), water temperature and emergence of plastic. The correlation showed significant between five Odonata species and habitat variable. *A. pygmaea* was correlation with abundance (0.53), *A. rubescens* with humidity (0.52), *A. philoxeroides* (0.50), and shrub (0.52), *A. guttatus* with of *Polygonum* sp. (0.57), *C. membranipes* with altitude (0.66), water temperature (-0.56), *Nasturtium* sp. (0.74), *Polygonum* sp. (0.72), and riparian vegetation (0.66), as well as *O. pruinosum* with species richness (0.55) and abundance (0.58). The succesful for conservation of Odonata species in those lake must be protected the habitat from destruction and land modification.

Keywords : community odonata, species diversity, habitat quality, principal component analysis, lake, West Java
xv + 73 pages : 11 plates; 5 tables; 15 appendices
Bibilography : 111 (1934—2019)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	viii
ASBTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
PENGANTAR PARIPURNA	1
 MAKALAH I: STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA ALAM TELAGA WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO, JAWA BARAT	
Abstrak	4
Pendahuluan	5
Metode penelitian	6
1. Lokasi dan waktu penelitian	6
2. Alat dan bahan	8
3. Teknik pengambilan data	8
4. Analisis data	9
Hasil dan Pembahasan	11
1. Struktur komunitas odonata	11
1.1. Kurva <i>individual rarefaction</i> dan akumulasi spesies	15
1.2. Model kelimpahan spesies	19
1.3. Indeks keanekaragaman spesies dan pemerataan	21
1.4. Similaritas komposisi spesies	23
1.5. Distribusi spesies odonata terhadap ketinggian.	25
Kesimpulan dan saran	26
Daftar acuan	27

MAKALAH II: KUALITAS HABITAT DAN KORELASINYA	
TERHADAP KOMUNITAS ODONATA DI TELAGA	
SAAT, TAMAN WISATA ALAM TELAGA WARNA DAN	
TELAGA BIRU TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE	
PANGRANGO, JAWA BARAT	
Abstrak	38
Pendahuluan	39
Metode penelitian	40
1. Lokasi dan waktu penelitian	40
2. Alat dan bahan	41
3. Teknik pengambilan data	42
4. Analisis data	42
Hasil dan pembahasan	43
1. Kondisi habitat di tiga telaga	43
2. Kualitas habitat di tiga telaga	47
3. Korelasi komunitas Odonata terhadap variabel habitat	49
Kesimpulan dan saran	51
Daftar acuan	53
DISKUSI PARIPURNA	65
KESIMPULAN DAN SARAN	69
DAFTAR ACUAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta lokasi penelitian	7
2. Kelimpahan relatif famili Odonata	15
3. Kurva <i>individual rarefaction</i> Odonata di tiga telaga.....	16
4. Kurva akumulasi spesies	18
5. Model kelimpahan spesies di tiga telaga	20
6. Indeks keanekaragaman spesies Odonata di tiga telaga	21
7. Indeks pemerataan (<i>evenness</i>) di tiga telaga.....	22
8. Indeks similaritas Jaccard dengan clustering clasiccal UPGMA	24
9. Peta lokasi penelitian	41
10. Area Telaga Warna yang tercover vegetasi.....	45
11. <i>Scatter plot</i> komponen utama 1 dengan komponen utama 2.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jumlah spesies dan individu di tiga lokasi	12
2. Pengelompokkan dan status spesies berdasarkan <i>The IUCN Red List</i>	14
3. Karakteristik parameter habitat di tiga telaga	44
4. Korelasi antara individu spesies dan variabel habitat	50
5. Nilai <i>eigenvalue</i> dan varians dari PCA	60

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Desain penelitian menggunakan metode <i>fixed point counts</i>	31
2.	Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Biru	32
3.	Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Warna.....	33
4.	Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Saat.....	34
5.	Data kelimpahan spesies berdasarkan metode peringkat atau Kelimpahan plot.....	35
6.	Hasil perhitungan indeks keanekaragaman spesies dan pemerataan	36
7.	Perhitungan indeks similaritas Jaccard	37
8.	Desain penelitian menggunakan metode <i>fixed point counts</i>	57
9.	Vegetasi akuatik di tiga telaga	58
10.	Presentase vegetasi riparian di tiga telaga.....	59
11.	Ringkasan nilai <i>eigenvalue</i> dan varians menggunakan PCA.....	60
12.	Grafik <i>scree plot eigenvalue</i> terhadap jumlah Principal Component.....	61
13.	Nilai <i>loading</i> seluruh variabel terhadap Principal Component (PC)	62
14.	Nilai korelasi antara setiap variabel	63
15.	Korelasi spesies Odonata terhadap variabel habitat.....	64

PENGANTAR PARIPURNA

Ordo Odonata merupakan kelompok insekta yang belum dapat dipastikan jumlah spesiesnya. Kalkman *et al.* (2008) mencatat terdapat 5.680 spesies larva Odonata. Chapman *et al.* (2013) memperkirakan jumlah spesies kurang dari 6.000 spesies dan bahkan mendekati 7.000 spesies (Kalkman *et al.* 2008). Ordo Odonata terbagi menjadi dua subordo yaitu (capung) Anisoptera dan (capung jarum) Zygoptera (Yule & Yong 2004). Dua subordo tersebut sangat bergantung pada habitat air tawar karena menghabiskan sebagian masa hidupnya di air. Nimfa dan dewasa dari Odonata merupakan predator bagi biota akuatik lainnya (Kalkman *et al.* 2008), terutama secara ekstensif memangsa nyamuk (Yule & Yong 2004).

Odonata merupakan insekta yang sangat efektif digunakan sebagai bioindikator atau indikator biologi untuk penilaian lingkungan akuatik (Samways *et al.* 2010; Kutcher & Bried 2014; Saha & Gaikward 2015; Miguel *et al.* 2017). Capung sangat spesifik terhadap pemilihan habitat dan menjadi penghubung antara dua habitat karena menempati ekosistem perairan dengan terestrial serta sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan akuatik (Miguel *et al.* 2017). Tinggi rendahnya kualitas habitat akuatik dapat menyebabkan terjadi kepunahan lokal pada spesies tertentu (Suhonen *et al.* 2010).

Habitat akuatik kerap kali memiliki permasalahan lingkungan seperti sedimentasi dan polusi air dari dampak praktik perkebunan dan aktivitas wisata, misalnya di Telaga Warna dan Telaga Pengilon Dieng, Jawa Tengah. Peningkatan kedatangan turis ke telaga tersebut juga memiliki dampak negatif, disebabkan karena perilaku turis yang tidak ramah lingkungan (Sudarmadji & Pudjiastuti 2018). Aktivitas turis diduga menghasilkan beberapa limbah yang mencemari lingkungan (Sudarmadji *et al.* 2013).

Kondisi tersebut serupa dengan beberapa telaga yang terletak di dataran tinggi, Jawa Barat. Habitat akuatik Telaga Saat dikelilingi oleh praktik perkebunan teh dan Taman Wisata Alam Telaga Warna dikelilingi oleh hutan dengan vegetasi yang rapat, namun sebagian sisinya mengalami modifikasi pada area riparian. Akses menuju Telaga Warna juga melalui lahan perkebunan teh. Sementara itu, Telaga Biru di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango merupakan habitat

akuatik yang berada di kawasan tipe hutan hujan tropis. Ketiga telaga sering dikunjungi wisatawan lokal maupun asing.

Potensi ancaman kepunahan spesies Odonata berasal dari aktivitas dan tekanan kebutuhan manusia terutama di wilayah Indo-Malaya (Kalkman *et al.* 2008; Clausnitzer *et al.* 2009). Beberapa spesies Odonata terhimpit pada sisa habitat hutan tropis yang kecil. Kerusakan hutan hujan tropis memungkinkan menjadi ancaman paling penting bagi keanekaragaman Odonata global. Kerusakan yang ditimbulkan berpotensi mengakibatkan kepunahan dari banyak spesies Odonata di kawasan tropis (Kalkman *et al.* 2008).

Data dan informasi mengenai keanekaragaman spesies Odonata pada habitat akuatik tropis dan kualitas habitat telaga di dataran tinggi Jawa Barat masih sangat minim. Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru terletak pada ketinggian yang berbeda di Jawa Barat. Novelo-Gutiérrez & Gómez-Anaya (2009) menyatakan bahwa pengaruh ketinggian dan penggunaan lahan terhadap keanekaragaman Odonata masih jarang. Hasil studi Leksono *et al.* (2017) menyatakan bahwa suatu ketinggian berpengaruh penting terhadap kelimpahan spesies Odonata, namun tidak mempengaruhi jumlah spesies dan keanekaragaman spesies.

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies merupakan topik paling penting dibidang studi ekologi dan konservasi (Watanabe & Suzuki 2008) serta struktur komunitas dalam ekosistem. Data keanekaragaman dan kelimpahan spesies Odonata dapat digunakan untuk melihat struktur komunitas Odonata dalam pemaparan Makalah I dan sebagai indikator kualitas air ketiga telaga (Monteiro-Júnior *et al.* 2015; Siddig *et al.* 2016). Struktur komunitas juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas perairan, sebab komposisi dan karakter suatu komunitas merupakan indikator yang cukup baik untuk menunjukkan kondisi suatu komunitas tersebut berada (Krebs 1989).

Kualitas habitat di Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru belum terinterpretasi dengan jelas. Parameter fisika-kimia digunakan untuk memperoleh kualitas habitat telaga meliputi suhu air, suhu lingkungan, kelembapan udara, intensitas cahaya, pH dan DO (*Dissolved oxygen*) (Agus *et al.* 2017). Keberadaan vegetasi riparian dan vegetasi akuatik juga perlu diketahui, karena kondisi lingkungan biotik maupun abiotik di sekitar telaga saling mempengaruhi secara

langsung ataupun tidak langsung. Kualitas habitat di tiga telaga tersebut akan dijelaskan lebih lanjut dengan analisis *Principal Component Analysis* dalam pemaparan Makalah II.

Penelitian struktur komunitas Odonata dan kualitas air dilakukan di Telaga Saat, Taman Wisata Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Lokasi penelitian mencakup kawasan ketiga telaga yang berada di wilayah administrasi Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi. Telaga Saat dikelola oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane. Telaga Warna dan Telaga Biru di bawah pengelolaan BKSDA dan Taman Nasional, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Metode penelitian dilakukan dengan metode *fixed point count* (Smallshire *et al.* 2010). Data yang dikumpulkan meliputi data faktor biotik dan abiotik pada lokasi penelitian. Data faktor biotik meliputi, jumlah spesies, jumlah individu tiap spesies, kelimpahan spesies untuk data struktur komunitas Odonata. Data abiotik yang dicatat meliputi suhu air, suhu lingkungan, kelembapan udara, intensitas cahaya, pH dan DO (*Dissolved oxygen*) untuk data kualitas habitat.

Hasil penelitian struktur komunitas Odonata dan kualitas habitat di ketiga telaga disajikan dalam dua makalah, antara lain yaitu Makalah I menjelaskan tentang struktur komunitas Odonata di Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Makalah II menjelaskan tentang kualitas habitat di Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Tesis ini diharapkan menjadi sumber informasi penting bagi pengelola kawasan dan secara luas dapat berkontribusi dalam upaya konservasi Odonata dan ekosistem akuatik, terutama kawasan telaga. Diharapkan penelitian ini dapat membuktikan secara ilmiah tentang teori pola diversitas berdasarkan ketinggian (*altitude*) dan memperkuat atau menyanggah teori tersebut. Secara luas, hasil penelitian tersebut dapat digunakan sebagai landasan untuk perbandingan studi komunitas Odonata selanjutnya sehingga upaya kegiatan konservasi terhadap spesies Odonata akan terwujud.

MAKALAH I

STRUKTUR KOMUNITAS CAPUNG (ODONATA) DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA ALAM TELAGA WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE PANGRANGO, JAWA BARAT

Sri Supardi Wibowo^{1*}, Adi Basukriadi², Nurul Laksmi Winarni³

¹Program Pascasarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok

³Research Center for Climate Change, Universitas Indonesia, Depok

*email: srisupardiwibowo94@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis struktur komunitas Odonata di tiga telaga yaitu, Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru yang berada di dataran tinggi Bogor, Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Agustus 2019. Pengambilan data spesies dan jumlah individu Odonata menggunakan metode *fixed point counts* dengan 59 titik pengamatan. Analisis komunitas Odonata dilakukan dengan model kelimpahan spesies, indeks keanekaragaman spesies (Shannon-Wiener, Margalef dan Simpson), indeks kemerataan dan indeks similaritas Jaccard. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurva *rarefaction* di Telaga Saat, Telaga Warna, dan Telaga Biru terlihat sudah mendatar. Kurva akumulasi spesies di Telaga Warna dan Telaga Biru tampak sudah mendatar. Dari total 157 individu Odonata yang ditemukan di tiga telaga terdapat 11 spesies, 5 famili dan 2 subordo. Di Telaga Saat dijumpai 9 spesies, Telaga Warna 6 spesies dan Telaga Biru 4 spesies. Tampak bahwa semakin tinggi lokasi telaga semakin sedikit spesies Odonata yang diperoleh. Telaga Saat memiliki nilai indeks keanekaragaman spesies paling tinggi, sedangkan Telaga Warna terendah. Indeks kemerataan tertinggi di Telaga Biru dan Telaga Warna terendah. Berdasarkan indeks similaritas Jaccard, komunitas Odonata di Telaga Warna dan Telaga Saat paling mirip ($C_j = 0,25$).

Kata kunci: komunitas odonata, keanekaragaman spesies, telaga, Jawa Barat

ABSTRACT

This research aims to compare and analyse the community structure of Odonata in Telaga Saat, Telaga Warna Nature Recreational Park and Telaga Biru Mount Gede Pangrango National Park located in the highland of Bogor, West Java. This research was conducted in May - August 2019. Data were collected using fixed point counts method from 59 observation points. Community of Odonata were analysed with species abundance model and diversity indices using Shannon-Wiener, Margalef and Simpson indices, as well as evenness index and similarities index using Jaccard method. The result showed that rarefaction curve in Telaga Saat, Telaga Warna, and Telaga Biru have seem flattened or reached an asymptote. Species accumulation curve in Telaga Warna and Telaga Biru also flattened or reached asymptote point. A total of 157 individual of Odonata were recorded which belong to 11 species, 5 families and 2 suborder. At least 9 species were recorded in Telaga Saat, 6 species in Telaga Warna, and 4 species in Telaga Biru. It appears there will be more less Odonata species were recorded at high altitude. The index of species diversity of Odonata in Telaga Saat was the highest, while Telaga Warna was the lowest. The highest of evenness index was in Telaga Biru and the lowest was in Telaga Warna. Based on Jaccard index of similarity, it showed that Telaga Warna and Telaga Saat had the most similar communities ($C_j = 0,25$).

Keywords: community odonata, species diversity, lake, West Java

PENDAHULUAN

Pulau Jawa merupakan salah satu pulau yang memiliki kepadatan populasi paling tinggi di Indonesia. Kepadatan populasi tersebut berdampak pada konversi lahan, pembangunan, dan tekanan kerusakan habitat yang sangat cepat (Laurance *et al.* 2014; Leksono *et al.* 2017). Kerusakan habitat terjadi dari wilayah perkotaan hingga mencapai hutan pegunungan. Tipe kerusakan habitat didominasi oleh kegiatan antropogenik yaitu dipengaruhi praktik urbanisasi, ekspansi pertanian dan perkebunan (Leksono *et al.* 2017). Seperempat habitat hutan hujan tropis yang masih tersisa menjadi terfragment oleh praktik tersebut (Wade *et al.* 2003).

Catatan spesies Odonata di pulau Jawa telah dilakukan oleh Lieftinck (1934) yang menemukan 142 spesies. Orr (2004) mencatat 156 spesies dan jumlah tersebut diperkirakan masih dapat bertambah lagi (Setiyono 2014). Berselang satu dekade, Indonesia Dragonfly Society (IDS) pada tahun 2014 mencatat 88 spesies di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Jawa Barat (Setiyono 2014). Jumlah tersebut hanya 62% dari yang pernah ditemukan Orr. Jika 38% spesies yang tersisa masih ada, maka spesies tersebut diperkirakan sudah sangat langka dan terancam punah.

Informasi mengenai keanekaragaman spesies Odonata di perairan tropis dataran tinggi masih minim, khususnya di wilayah pegunungan (Oppel 2005). Novelo-Gutiérrez & Gómez-Anaya (2009) dan Leksono *et al.* (2017) menyatakan bahwa penelitian mengenai pengaruh ketinggian dan penggunaan lahan suatu wilayah terhadap keanekaragaman spesies Odonata masih jarang dilakukan. Teori keanekaragaman berdasarkan ketinggian menyatakan bahwa keanekaragaman spesies akan menurun seiring dengan bertambahnya ketinggian suatu wilayah (Brown & Lomolino 1998; Cox & Moore 2010). Hasil studi Leksono *et al.* (2017) menyatakan bahwa ketinggian berkorelasi positif dengan kelimpahan Odonata dan berkorelasi negatif dengan *species richness* serta keanekaragaman spesies.

Perairan tropis di dataran tinggi puncak Bogor, Jawa Barat dijumpai kawasan telaga yang memiliki keunikan tipe habitat akuatik, luasan, ketinggian dan status lahan yang berbeda. Telaga tersebut adalah Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna, dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Suroto (2018) melakukan studi keanekaragaman dan struktur komunitas Odonata di Telaga Saat, dan menemukan 9 spesies. Namun, informasi mengenai struktur komunitas Odonata di Telaga Warna dan Telaga Biru masih belum tersedia.

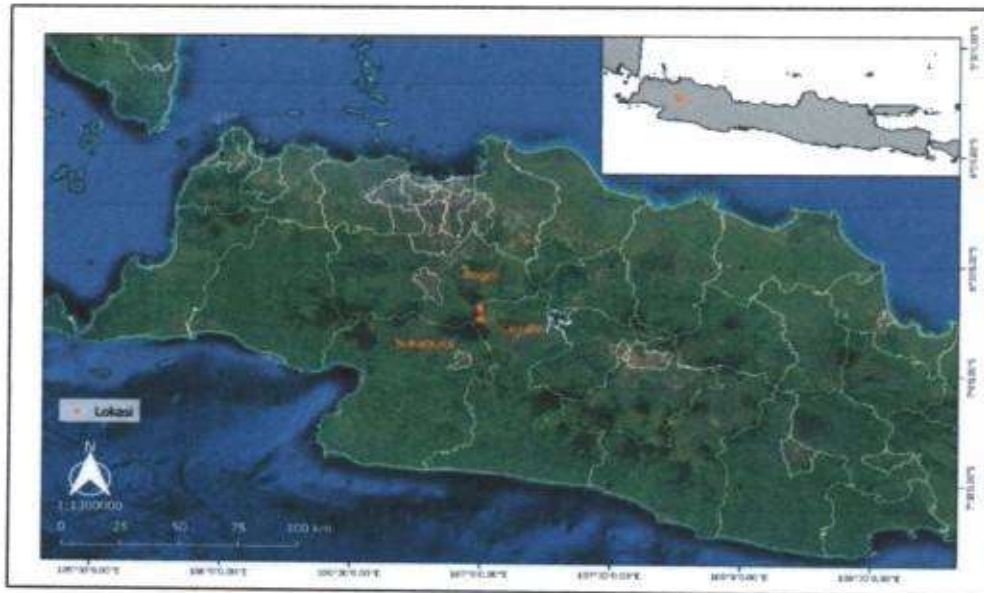
Tesis ini meneliti struktur komunitas Odonata di tiga telaga tersebut mencakup komposisi spesies, jumlah spesies, model kelimpahan spesies, indeks keanekaragaman jenis, indeks kemerataan dan indeks kesamaan spesies (Gotelli & Colwell 2001; Magurran 2004). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan dan menganalisis struktur komunitas Odonata di tiga telaga. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai dasar untuk upaya konservasi spesies Odonata, kawasan telaga dan menentukan spesies yang dapat ditetapkan sebagai spesies indikator untuk melihat kualitas air telaga tersebut.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Waktu penelitian pada bulan Mei – Agustus 2019. Secara geografis, lokasi Telaga Saat

terletak di antara $6^{\circ}41'354''$ LS dan $106^{\circ}59'697''$ BT, TWA Telaga Warna di antara $6^{\circ}42'177''$ LS dan $106^{\circ}59'774''$ BT, dan Telaga Biru TNGGP di antara $6^{\circ}44'909''$ LS dan $106^{\circ}59'640''$ BT. Secara administratif, tiga lokasi penelitian berada di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat (Gambar 1). Ketiga telaga tersebut berada di ketinggian yang tidak jauh berbeda yaitu, 1.443 mdpl, 1.477 mdpl dan 1.602 mdpl.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Telaga Saat memiliki luas 5,8 ha dan berada di tengah-tengah perkebunan teh yang berdekatan dengan hutan Gunung Suryakencana (Suroto 2018; PUPR 2019). Suhu udara berkisar 22° - 24°C dan kelembapan udara rata-rata 75,57%. Kawasan Taman Wisata Alam Telaga Warna memiliki luas 5 ha, sedangkan luas Telaganya $\pm 0,71$ ha. Telaga Warna memiliki curah hujan berkisar 2.896 – 3.070 mm/tahun (BBKSDA 2016), suhu udara berkisar 22° - 25°C dan kelembapan udara rata-rata 87,17%. Telaga Biru di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango memiliki luas 0,05 ha. Curah hujan cukup tinggi dengan rata-rata berkisar 3.000 – 4.200 mm/tahun, suhu udara berkisar 19° - 21°C dan kelembapan udara rata-rata 88,98%.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah kamera Nikon Coolpix P900, binokular (*Bushnell*), meteran gulung, Garmin GPS 73 (*Global Positioning System*), *insect net*, *small dip net*, *weathermeter*, alat tulis, buku catatan lapangan dan buku identifikasi Odonata (Orr 2005; Sigit *et al.* 2013; Orr & Kalkman 2015). Objek utama penelitian adalah Ordo Odonata fase dewasa, subordo Anisoptera atau capung dan Zygoptera atau capung jarum yang berada di kawasan Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

3. Teknik Pengambilan Data

A. Sampling

Pengambilan data menggunakan metode *fixed point counts* untuk pengamatan fase dewasa Odonata (Smallshire *et al.* 2010). Total *point counts* yang berhasil dibuat di tiga telaga yaitu 59 *point counts*, meliputi 31 *point counts* di Telaga Saat; 23 *point counts*; 5 *point counts* di Telaga Biru dengan tiga kali pengulangan sampling Odonata (Lampiran 1). Interval jarak titik pengamatan atau jarak antara *point counts* adalah 10 m (Lampiran 1). Jarak pandangan dari titik pengamatan atau *point counts* yaitu 2 m ke daratan (sisi kiri, kanan, dan belakang) serta 5 meter ke tengah telaga (Smallshire *et al.* 2010). Durasi pengambilan data setiap *point counts* adalah 3 menit. Pengambilan data hanya dilakukan ketika kondisi cuaca cerah (Monteiro-Júnior *et al.* 2015) pada pukul 09:00 – 15:00 selama 4 bulan.

B. Variabel pengamatan

Variabel pengamatan meliputi jumlah spesies dan jumlah individu setiap spesies. Perilaku terbang dewasa juga diamati. Identifikasi spesies Odonata dilakukan menggunakan buku panduan identifikasi Orr (2005); Sigit *et al.* (2013); Orr & Kalkman (2015).

4. Analisis Data

A. Pengelompokan Spesies

Data jumlah individu setiap spesies yang diperoleh dikategorikan ke dalam lima kelompok, yaitu (1) sangat umum (80 – 100 %), (2) umum (60 – 80 %), sesekali muncul (40 – 60 %), langka (20 – 40 %), dan sangat langka (< 20 %) (Adarsh *et al.* 2015; Leksono *et al.* 2017). Data dilengkapi dengan status spesies berdasarkan penilaian *IUCN Red List of Threatened Species*.

B. Kurva Akumulasi Spesies

Data jumlah spesies berdasarkan akumulasi *fixed point counts* digunakan untuk menyajikan kurva akumulasi spesies. Analisis kurva akumulasi spesies menggunakan model *nonlinear fit* dengan fungsi Michaelis-Menten (Canning-Clade *et al.* 2008). Kurva ini digunakan untuk memprediksi jumlah spesies dari usaha sampel yang dilakukan. Apabila kurva telah mendatar, maka jumlah spesies yang ada di lokasi kemungkinan sudah diperoleh seluruhnya (Magurran 2004).

Data jumlah spesies berdasarkan akumulasi jumlah individu digunakan untuk menyajikan kurva *individual rarefaction*. Software PAST versi 3.0. digunakan untuk membangun kurva *individual rarefaction* dan kurva akumulasi spesies.

C. Model Kelimpahan Spesies

Untuk memberikan gambaran mengenai dominasi spesies Odonata maka dibuat plot *relative abundance-rank abundance*. Data jumlah individu disederhanakan dengan nilai log₁₀ untuk menampilkan kelimpahan relatif.

D. Analisis Indeks Keanekaragaman Spesies

Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung nilai indeks keanekaragaman spesies di tiga lokasi telaga. Indeks keanekaragaman spesies yang digunakan adalah indeks Shannon-Wiener (H'), indeks Margalef (D) dan indeks Simpson (D_s) (Magurran 2004). Perhitungan menggunakan software PAST versi 3.0.

Indeks Shannon-Wiener mengacu pada rumus yang dikemukakan oleh Magurran (2004).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan :

H' : Indeks Shannon's Wiener

$p_i = n_i/N$: Proporsi dari jumlah individu yang ditemukan pada spesies i

N : Jumlah seluruh individu pada semua spesies

Indeks Margalef mengacu pada rumus yang dikemukakan oleh Magurran (2004).

$$D = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Keterangan :

D : Indeks Margalef

S : Jumlah spesies

N : Jumlah seluruh individu pada semua spesies

Indeks Simpson mengacu pada rumus yang dikemukakan oleh Magurran (2004). Apabila nilai indeks Simpson (D_s) yang diperoleh meningkat atau mendekati 1, maka menyatakan keanekaragaman spesies yang tinggi. Indeks Simpson biasanya diungkapkan sebagai $1 - D_s$ atau $1/D_s$ (Magurran 2004).

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Keterangan :

D_s : Indeks Simpson

n_i : jumlah individu yang ditemukan pada spesies i

N : Jumlah seluruh individu pada semua spesies

E. Analisis Indeks Kemerataan

Analisis indeks kemerataan dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya spesies yang paling mendominasi di tiap lokasi. Nilai kemerataan berdasarkan indeks Shannon-Wiener berkisar 0 – 1. Apabila nilai indeks kemerataan rendah atau mendekati 0, maka terdapat spesies yang mendominasi. Sebaliknya, jika nilai indeks kemerataan tinggi atau mendekati 1, maka tidak ada spesies yang mendominasi atau spesies terdistribusi merata (Magurran 2004; Fedor & Zvaríková 2019).

F. Analisis Indeks Similaritas Komunitas Odonata

Analisis indeks similaritas dilakukan dengan metode Jaccard indeks similaritas melalui pembuatan clustering classical UPGMA (*Unweighted Pair Method with Arithmetic Mean*). Metode berdasarkan jarak tersebut memanfaatkan perbedaan komposisi spesies antara dua lokasi untuk membuat pohon (Hammer & Harper 2006).

Indeks Similaritas Jaccard mengacu pada rumus yang dikemukakan oleh Magurran (2004).

$$C_j = \frac{a}{a + b + c}$$

Keterangan :

C_j : Indeks Similaritas Jaccard

a : Jumlah spesies yang hadir di kedua lokasi

b : Jumlah spesies yang hadir di lokasi ke 1

c : Jumlah spesies yang hadir di lokasi ke 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Komunitas Odonata

Dari total 59 *fixed point counts* diperoleh 11 spesies, 5 famili, dua subordo Odonata dengan total 157 individu. Sebanyak 9 spesies ditemukan di Telaga Saat, 6 spesies di Telaga Warna dan 4 spesies di Telaga Biru (Gambar 3 & Gambar 4). Komposisi spesies, famili, individu dan kehadiran spesies di tiga telaga dapat dilihat pada (Tabel 1).

Sembilan spesies yang ditemukan dan berhasil diidentifikasi di Telaga Saat adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinosum*, *Orthetrum sabina*, *Pantala flavescens*, *Agriocnemis femina*, *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis rubescens*, *Ischnura senegalensis* dan *Copera marginipes* (Lampiran 2). Enam spesies yang ditemukan di Telaga Warna adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinosum*, *Orthetrum sabina*, *Agriocnemis rubescens*, *Ischnura senegalensis*, dan *Vestalis luctuosa* (Lampiran 3). Empat spesies yang ditemukan di Telaga Biru adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinosum*, *Agriocnemis rubescens* dan *Coeliccia membranipes* (Lampiran 4) (Tabel 1).

Berdasarkan Adarsh *et al.* (2015) & Leksono *et al.* (2017), kelimpahan relatif *Agriocnemis rubescens* merupakan spesies sangat umum (87,96%) yang ditemukan di tiga telaga. Spesies yang masuk ke dalam kelompok umum (69,51%) adalah *Orthetrum pruinosum*. Tiga spesies masuk ke dalam kelompok langka (25,91%, 30,26%, 40%), yaitu *Anax guttatus*, *Agriocnemis pygmaea* dan *Coelliccia membranipes*. Enam spesies lainnya, yaitu *Orthetrum sabina*, *Pantala flavescens*, *Agriocnemis femina*, *Ischnura senegalensis*, *Copera marginipes* dan *Vestalis luctuosa* masuk ke dalam kelompok spesies sangat langka (7,23% - 1,64%) (Tabel 2).

Tabel 1. Jumlah spesies dan individu di tiga lokasi.

Famili and Spesies	Total Individu	Lokasi		
		Telaga Saat	Telaga Warna	Telaga Biru
Anisoptera				
Aeshnidae				
<i>Anax guttatus</i> (Burmesiter, 1839)	8	2	2	4
Libellulidae				
<i>Orthetrum pruinosum</i> (Förster, 1903)	32	20	5	7
<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1770)	5	3	2	*
<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	2	2	*	*
Zygoptera				
Coenagrionidae				
<i>Agriocnemis femina</i> (Brauer, 1868)	13	13	*	*
<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	23	23	*	*
<i>Agriocnemis rubescens</i> (Selys, 1877)	52	2	49	1
<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	12	10	2	*
Platycnemididae				
<i>Coelliccia membranipes</i> (Rambur, 1842)	8	*	*	8
<i>Copera marginipes</i> (Rambur, 1842)	1	1	*	*
Calopterygidae				
<i>Vestalis luctuosa</i> (Burmesiter, 1839)	1	*	1	*
Total Individu	157			

Berdasarkan penilaian *The IUCN Red List of Threatened Species*, 10 spesies Odonata yang ditemukan dikategorikan ke dalam “Least Concern” atau tidak menjadi fokus perhatian untuk konservasi. Sepuluh spesies tersebut diperkirakan tidak akan punah dalam waktu dekat. Sementara itu, satu spesies masuk ke dalam kategori “Near Threatened” atau hampir terancam, yaitu *Vestalis luctuosa* (Tabel 2). Spesies tersebut sangat sulit dijumpai dan hanya diperoleh satu individu di Telaga Warna. *Vestalis luctuosa* tampak lebih menyukai habitat yang ternaungi (Tabel 1).

Vestalis luctuosa di Telaga warna dan *Coeliccia membranipes* di Telaga Biru merupakan spesies stenotopic karena sangat sensitif terhadap cahaya matahari atau naungan, aliran air dan struktur vegetasi (Steytler & Samways 1995), dan diperkirakan sebagai spesies *specialist* karena membutuhkan habitat yang khusus. Spesies *specialist* memiliki kemampuan dispersal terbatas dan kompetitif yang kuat dalam kondisi habitat yang disukainya (Dolný *et al.* 2012). Lieftinck (1934) menyatakan bahwa spesies ini menyukai habitat aliran air yang kecil di dalam hutan pegunungan dengan ketinggian 2000 mdpl. Spesies tersebut seringkali terbang dengan *Euphaea variegata* dan *Rhinocypha fenestrata*. Menurut Samways *et al.* (1996), spesies *specialist* merupakan indikator yang lebih baik jika dibandingkan spesies *generalist*.

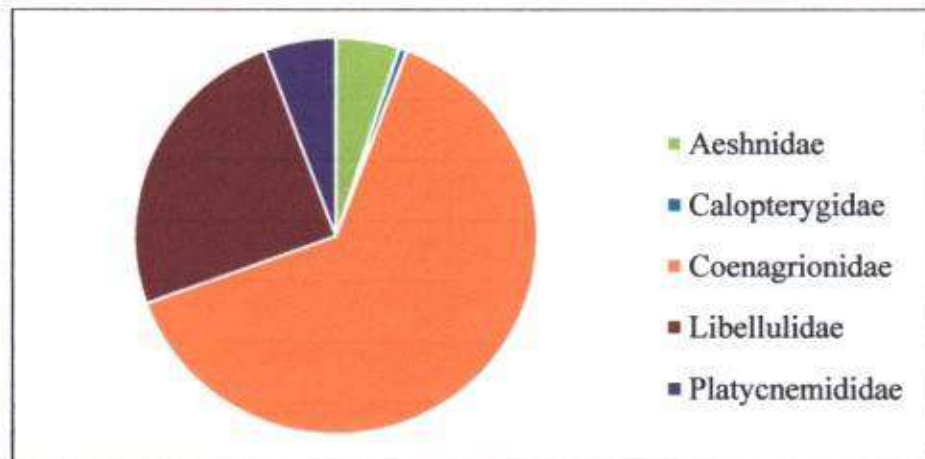
Anax guttatus, *Copera marginipes*, *Orthetrum pruinatum*, *Orthetrum sabina*, *Pantala flavescens*, *Agriocnemis femina*, *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis rubescens*, dan *Ischnura senegalensis* merupakan spesies eurytopic karena dominan menghuni habitat terbuka (Samways & Steytler 1996; Remsburg *et al.* 2008; Suhling *et al.* 2015). Spesies tersebut lebih dominan di habitat buatan manusia seperti persawahan, pertanian, dan perkebunan (Lieftinck 1934).

Spesies eurytopic memiliki toleransi habitat yang luas dan mengindikasikan kondisi lingkungan yang terganggu, sedangkan spesies stenotopic memiliki toleransi habitat yang sangat sempit dan sebagai indikator kualitas habitat yang baik (Stewart & Samways 1998; Kinvig & Samways 2000; Monteiro-Júnior *et al.* 2013; Monteiro-Júnior *et al.* 2015). Spesies eurytopic dan stenotopic ditandai oleh kondisi habitat seperti, kecepatan arus, ternaung atau tidak ternaung, fluktuasi air sungai dan keberadaan vegetasi riparian (Steytler & Samways 1995; Stewart & Samways 1998; Monteiro-Júnior *et al.* 2013).

Tabel 2. Pengelompokan dan status spesies berdasarkan IUCN Red List.

Nama lokal	Famili / Nama ilmiah	IUCN Red List status
Anisoptera (Capung Sejati)		
	Aeshnidae	
Capung barong bercakbiru	<i>Anax guttatus</i> (Burmesiter, 1839)	<i>Least Concern</i>
	Libellulidae	
Capung sambar merah	<i>Orthetrum pruinatum</i> (Förster, 1903)	<i>Least Concern</i>
Capung sambar hijau	<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1770)	<i>Least Concern</i>
Capung kembara	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	<i>Least Concern</i>
Zygoptera (Capung Jarum)		
	Coenagrionidae	
Capung jarum centil	<i>Agriocnemis femina</i> (Brauer, 1868)	<i>Least Concern</i>
Capung jarum kecil	<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	<i>Least Concern</i>
	<i>Agriocnemis rubescens</i> (Selys, 1877)	<i>Least Concern</i>
Capung jarum sawah	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	<i>Least Concern</i>
	Platycnemididae	
	<i>Coeliccia membranipes</i> (Rambur, 1842)	<i>Least Concern</i>
Capung hantu kakikuning	<i>Copera marginipes</i> (Rambur, 1842)	<i>Least Concern</i>
	Calopterygidae	
	<i>Vestalis luctuosa</i> (Burmesiter, 1839)	<i>Near Threatened</i>

Berdasarkan kelimpahan relatif famili, maka diperoleh hasil sebagai berikut: Coenagrionidae (63,69%), Libellulidae (24,84%), Platycnemididae (5,73%), Aeshnidae (5,10%) dan Calopterygidae (0,64%) (Gambar 2). Sebagian besar spesies yang ditemukan di tiga lokasi didominasi oleh famili Coenagrionidae dan Libellulidae. Kedua famili tersebut tersebar luas dalam skala global (Kalkman *et al.* 2008) dan diyakini sebagai famili terbesar saat ini (Rehn 2003). Libellulidae memiliki kisaran distribusi yang luas karena diasosiasikan dengan ukuran tubuh pada setiap spesies. Libellulidae memiliki tubuh berukuran besar untuk meningkatkan kemampuan dispersal (Dalzochio *et al.* 2011).



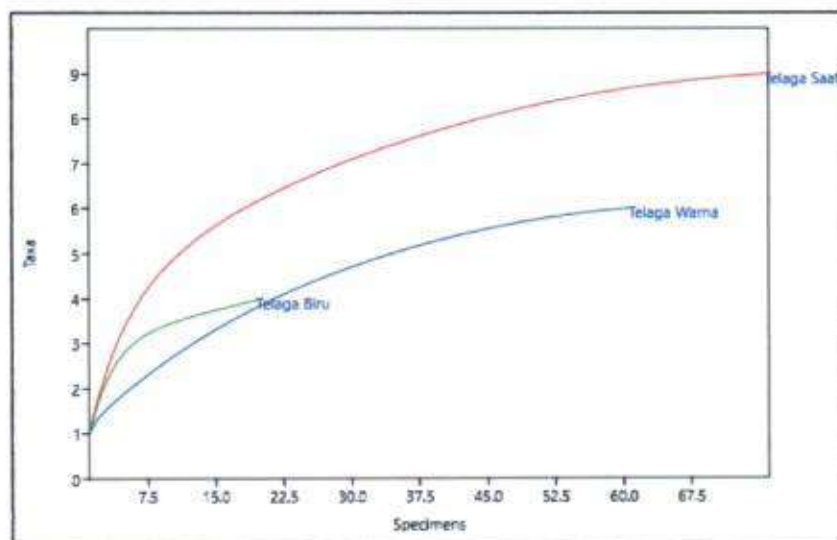
Gambar 2. Kelimpahan relatif famili Odonata

1.1. Kurva *Individual Rarefaction* dan Akumulasi Spesies

Kurva *individual rarefaction* di Telaga Saat, Telaga Warna, dan Telaga Biru sudah menunjukkan *species richness* yang ada di setiap lokasi, terlihat dari kurva yang mendatar atau mencapai titik asymptote (Gambar 3). Kemungkinan adanya pertambahan *species richness* di tiga lokasi sangat kecil jika individu yang dikumpulkan ditambah. Gambar 3 menjelaskan bahwa ketika 20 individu yang dikumpulkan *species richness* di Telaga Warna dan Telaga Biru sama yaitu 4 spesies, sedangkan di Telaga Saat 6 spesies. Setelah itu, pertambahan *species richness* hanya terjadi di Telaga Saat dan Telaga Warna hingga 6 – 9 spesies.

Kurva *rarefaction* di Telaga Saat tampak mendatar pada spesies ke – 9 dengan jumlah 76 individu yang dikumpulkan. Telaga Warna sekitar 60 individu yang terkumpul pada spesies ke – 6. Sementara itu, sekitar 20 individu yang dikumpulkan di Telaga Biru pada spesies ke – 4. Kurva *rarefaction* di Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru terlihat sudah mendatar atau mencapai titik asymptote. (Gambar 3).

Rarefaction merupakan teknik untuk memperkirakan atau menunjukkan jumlah spesies (*species richness*) dari individu yang dikumpulkan. *Rarefaction* dapat membandingkan komunitas secara langsung dari ukuran usaha sampling yang berbeda (Goteli & Colwell 2001; Rossi 2011; Kim *et al.* 2017).



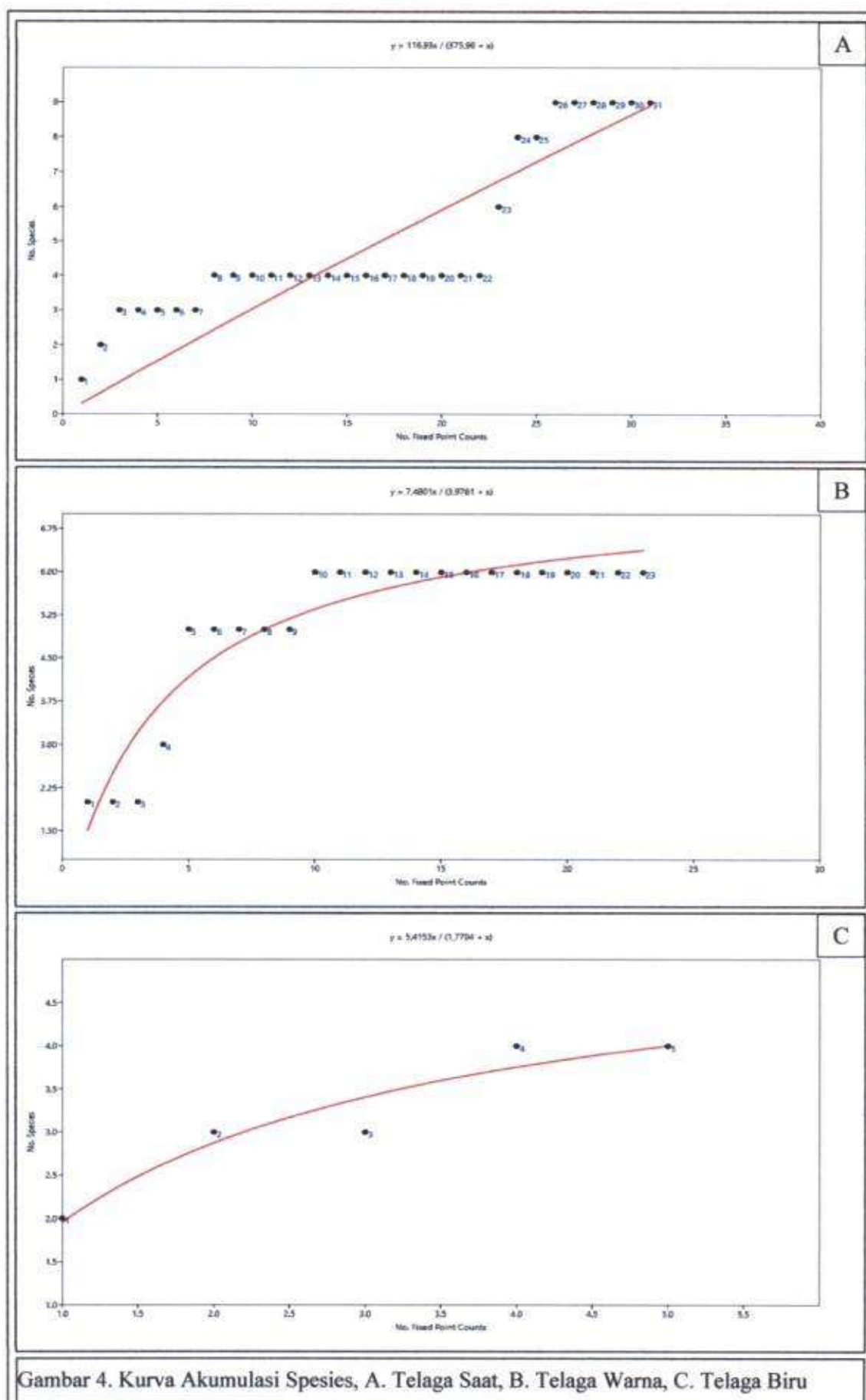
Gambar 3. Kurva *individual rarefaction* Odonata di tiga telaga

Gambar 4 memperlihatkan dua kurva akumulasi spesies yang sudah mendatar. Secara umum menunjukkan bahwa jumlah unit sampling dari *fixed point counts* pada penelitian ini sudah mewakili populasi. Artinya jumlah *fixed point counts* yang dilakukan di setiap telaga sudah tercukupi untuk mengungkap jumlah spesies maksimal. Kurva akumulasi spesies di Telaga Saat tampak berbeda, yaitu kurva yang masih menaik tajam (Gambar 4). Untuk kasus Telaga Saat, penambahan jumlah *fixed point counts* diperkirakan tidak akan mengubah jumlah spesies yang ada. Karena distribusi point 26 – 31 yang cenderung sudah mendatar (Gambar 4 A). Hal tersebut tampak jika kurva imajiner dibuat mengikuti distribusi point 1 - 31.

Apabila diperhatikan secara seksama kurva akumulasi di Telaga Saat sangatlah unik. Untuk Telaga Saat dari point 1, 2, dan 3 masing-masing terjadi penambahan 1 spesies. Di point ke 8 terjadi penambahan 1 spesies, namun hingga point ke 22 jumlah spesies tidak bertambah. Ketika di point 23 – 25 terjadi penambahan 4 spesies. Fenomena tersebut sangat menarik, ada kemungkinan point 23 – 25 terdapat banyak interaksi atau pertemuan beberapa spesies Odonata. Diperkirakan point tersebut merupakan habitat khusus bagi spesies Odonata tertentu.

Lain halnya yang terjadi di Telaga Warna, diawal point 1 – 3 sudah ditemukan 2 spesies. Point 4 mengalami penambahan 1 spesies, setelah itu di point 5 mengalami penambahan 2 spesies. Kondisi habitat di point 5 – 7 merupakan area terbuka (Lampiran 1), diperkirakan bahwa spesies yang hadir di point tersebut adalah dari famili Libellulidae. Ketika di point 10 hanya bertambah 1 spesies, dan sampai point ke 23 tidak terjadi penambahan spesies lagi.

Untuk akumulasi spesies di Telaga Biru, di point 1 sudah ditemukan 2 spesies. Point 2 mengalami penambahan 1 spesies dan di point 4 mengalami penambahan 1 spesies. Setelah itu di point 5 tidak mengalami penambahan spesies lagi. Kemungkinan spesies tidak akan bertambah lagi jika usaha *fixed point counts* ditambah, karena kurva sepenuhnya sudah mendatar atau mencapai asymptote (Gambar 4 C).



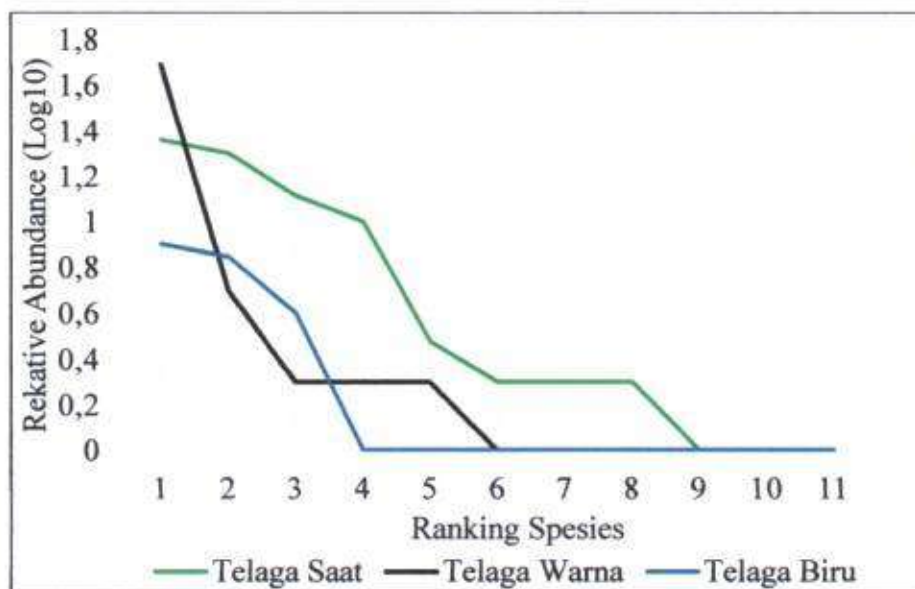
1.2. Model Kelimpahan Spesies

Model kelimpahan spesies Odonata di Telaga Saat dan Telaga Biru termasuk ke dalam model log-normal series. Keduanya memiliki pola kelimpahan yang merata. Sementara itu, di Telaga Warna cenderung menyerupai model log-series (Gambar 5). Model log-series di Telaga Warna menjelaskan bahwa ada spesies yang dominan, sedangkan model log-normal series menjelaskan bahwa tidak terdapat spesies yang dominan di Telaga Saat dan Telaga Biru.

Spesies yang paling dominan di Telaga Warna adalah *Agriocnemis rubescens*. Urutan selanjutnya adalah *Orthetrum pruinosum* yang mengalami penurunan kelimpahan secara drastis. Urutan ketiga hingga kelima adalah *Ischnura senegalensis*, *Orthetrum sabina* dan *Anax guttatus* yang kelimpahannya cenderung sama. Model log-normal di Telaga Saat dan Telaga Biru menggambarkan bahwa spesies pertama hingga ketiga cenderung sama kelimpahannya. Spesies keempat di Telaga Biru memiliki kelimpahan yang sangat rendah.

Perbedaan kelimpahan yang terjadi disebabkan oleh mikrohabitat lokal yang berbeda (Silva *et al.* 2010) di tiga telaga. Sebagian besar studi ekologi yang telah dilakukan menghasilkan model log-normal series dari model kelimpahan spesies (Magurran 2004; Ferreira & Petrere 2008). Hasil umum tersebut mendukung penggunaan model kelimpahan spesies sebagai indikator ekologi pada perubahan komunitas (Death 1996; Kevan *et al.* 1997; Tsirtsis *et al.* 2008; Silva *et al.* 2010).

Silva *et al.* (2010) menyarankan penggunaan model kelimpahan spesies geometric dan log-normal series, karena dapat menunjukkan proses intrinsik dalam struktur komunitas. Model klasik terdiri dari broken-stick, log-normal dan geometric series dibangun berdasarkan metode peringkat atau kelimpahan (Magurran 2004; Ferreira & Petrere 2008). Peringkat kelimpahan spesies Odonata di setiap telaga dapat dilihat dalam Lampiran 5.



Gambar 5. Model kelimpahan spesies Odonata di tiga telaga

Penerapan model kelimpahan spesies juga digunakan dalam studi Odonata oleh Johansson *et al.* (2006), namun model yang digunakan adalah *niche partitioning models* (Tokeshi 1990; 1993; 1996; 1999). Johansson *et al.* (2006) melihat pengaruh kehadiran dan ketidakhadiran ikan di danau terhadap pola kelimpahan spesies Odonata. Hasil studinya menyatakan bahwa *random assortment model* merupakan model yang sesuai menggambarkan kelimpahan Odonata. Model tersebut menjelaskan bahwa kelimpahan spesies bervariasi secara bebas satu sama lain.

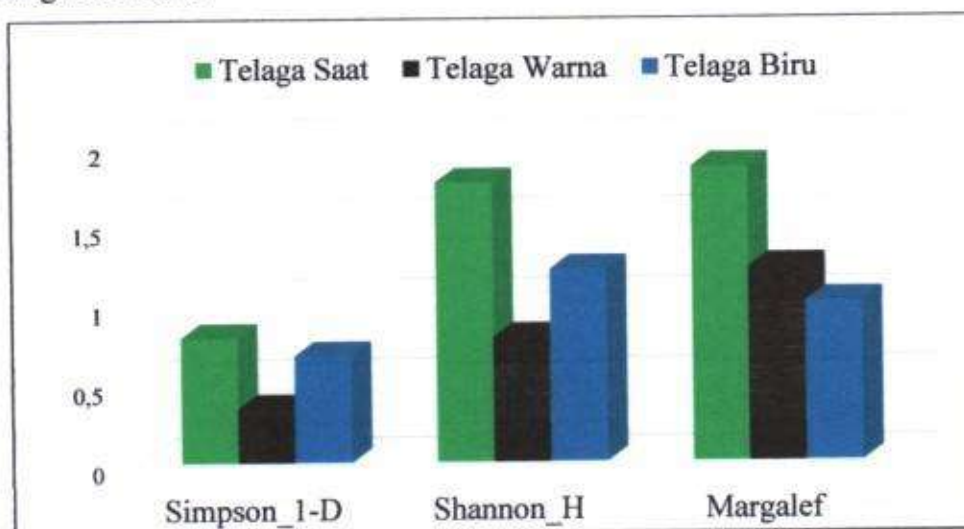
Kelimpahan relatif spesies menggambarkan kemampuan untuk bertahan hidup dan melindungi sumber dayanya (Johansson *et al.* 2006). Kelimpahan relatif setiap spesies di Telaga Saat adalah *A. pygmaea* (30,26%), *O. pruinosum* (26,31%), *A. femina* (17,10%), *I. senegalensis* (13,15%), *O. sabina* (3,94%), *A. rubescens* (2,63%), *A. guttatus* (2,63%), *P. flavescens* (2,63%) dan *C. marginipes* (1,31%). Kelimpahan relatif spesies di Telaga Warna adalah *A. rubescens* (80,32%), *O. pruinosum* (8,19%), *I. senegalensis* (3,27%), *O. sabina* (3,27%) *A. guttatus* (3,27%) dan *V. luctuosa* (1,63%). Sedangkan di Telaga Biru, *C. membranipes* (40%), *O. pruinosum* (35%), *A. guttatus* (20%) dan *A. rubescens* (5%). Terdapat 3 spesies yang dijumpai hadir di tiga telaga adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinosum*, dan

Agriocnemis rubescens. Spesies khas dataran tinggi biasanya dihuni oleh spesies *A. guttatus*, *O. pruinatum*, *C. membranipes* dan *V. luctuosa*.

1.3. Indeks Keanekaragaman Spesies & Kemerataan

Analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') di tiga telaga berkisar 0,78 – 1,75. Margalef (1972) menyatakan bahwa nilai indeks Shannon-Wiener yang diperoleh dari data empirik pada umumnya di antara 1,5 – 3,5 dan sangat jarang sekali diperoleh nilai maksimal yaitu 4. Nilai indeks Shannon-Wiener di Telaga Saat dan Telaga Biru berturut-turut adalah 1,75 dan 1,20. Hal itu menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies Odonata berada pada kategori medium. Sementara itu, nilai indeks Shannon-Wiener di Telaga Warna adalah 0,78 yang menunjukkan kategori rendah (Gambar 6).

Analisis indeks keanekaragaman Margalef dan Simpson di tiga telaga berturut-turut berkisar 1,00 – 1,84 dan 0,34 – 0,78 (Gambar 6). Keanekaragaman spesies Odonata berdasarkan indeks Margalef yaitu 1,84 di Telaga Saat, 1,21 di Telaga Warna dan 1,00 di Telaga Biru. Hal itu menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies medium di tiga telaga. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang didapat, tingkat keanekaragaman spesies Odonata di Telaga Saat dan Telaga Biru memiliki kategori yang sama berdasarkan Shannon-Wiener dan Margalef indeks.

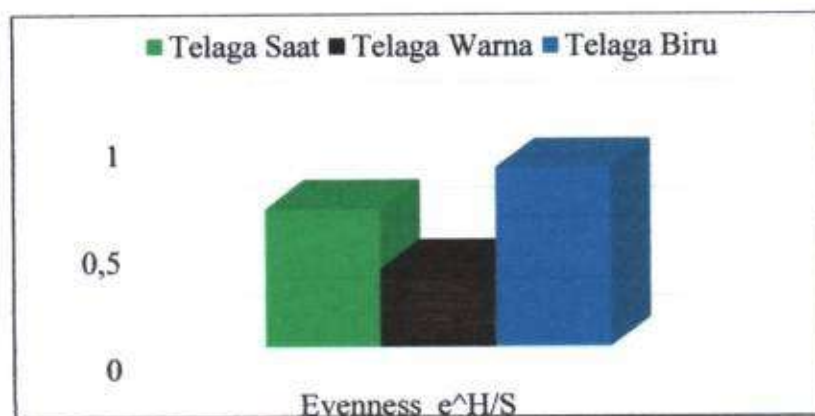


Gambar 6. Indeks keanekaragaman spesies Odonata di tiga telaga

Hasil indeks Simpson dan Shannon-Wiener menunjukkan pola diagram yang sama (Gambar 6). Telaga Saat memiliki tingkat keanekaragaman spesies tertinggi, kedua adalah Telaga Biru dan terendah di Telaga Warna. Sementara itu, indeks Margalef menunjukkan pola yang berbeda. Tingkat keanekaragaman spesies paling tinggi di Telaga Saat dan terendah di Telaga Biru. Perbedaan ini terjadi karena indeks Margalef lebih fokus pada kekayaan spesies mutlak di setiap telaga, sedangkan Shannon-Wiener dan Simpson indeks berdasarkan pada proporsi spesies dan bukan pada kekayaan spesies mutlak (Gamito 2010; Yoem & Kim 2011).

Nilai indeks Simpson yang diperoleh dapat memberikan penjelasan tingkat keanekaragaman spesies, pemerataan (*evenness*) dan spesies yang umum dijumpai (Magurran 2004; Fedor & Zvariková 2019). Nilai indeks Simpson yang diperoleh adalah 0,78 di Telaga Saat, 0,34 di Telaga Warna, dan 0,67 di Telaga Biru.

Nilai indeks pemerataan Odonata di tiga lokasi berkisar antara 0,36 – 0,83 (Gambar 7). Nilai pemerataan atau *evenness* di Telaga Saat dan Telaga Biru cenderung tinggi yaitu 0,64 dan 0,83. Nilai tersebut menjelaskan bahwa tidak ada spesies yang paling dominan di lokasi tersebut, sesuai dengan model kelimpahan spesies (Gambar 5). Beberapa spesies yang melimpah secara merata di Telaga Saat adalah *Agriocnemis pygmaea*, *Orthetrum pruinsum*, *Agriocnemis femina* dan *Ischnura senegalensis*, sedangkan di Telaga Biru oleh spesies *Coeliccia membranipes* dan *Orthetrum pruinsum*. Indeks pemerataan di Telaga Warna diperoleh 0,36 menyatakan bahwa terdapat spesies yang paling dominan di telaga tersebut. Spesies yang paling dominan di Telaga Warna adalah *Agriocnemis rubescens*.



Gambar 7. Indeks pemerataan (*evenness*) di tiga telaga

Agriocnemis rubescens merupakan spesies yang paling melimpah di Telaga Warna. Menurut kriteria Siddig *et al.* (2006) yang berdasarkan kelimpahan, spesies tersebut dapat menjadi spesies indikator dalam monitoring ekologi. *Agriocnemis rubescens* berasal dari pulau Jawa yang pertama kali tercatat oleh De Selys (1877). Lieftinck (1934) menyatakan hal yang sama, bahwa spesies tersebut ditemukan di Gunung Gede dan Puncak Pass: Telaga Warna, 1.480 mdpl. *A. rubescens* ditemukan melimpah sepanjang tahun di habitat tertentu seperti telaga pegunungan yang dikelilingi hutan, rawa, dan kolam. Kondisi habitat tersebut dapat ditemukan di Jawa Barat dan Jawa Tengah dengan ketinggian 800-1.500 mdpl.

Keanekaragaman spesies Odonata di Telaga Saat lebih tinggi dibandingkan di Telaga Biru dan Telaga Warna disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, luas area Telaga Saat lebih luas dibandingkan dengan dua telaga lainnya. Luas Telaga Saat 5,8 ha, lebih luas daripada Telaga Warna yang hanya 0,71 ha dan Telaga Biru seluas 0,05 ha. Teori pengaruh area yang dikembangkan oleh Alexander von Humboldt menyatakan bahwa area yang lebih luas mampu menampung keanekaragaman spesies yang lebih besar (Reece *et al.* 2011).

Alasan kedua adalah ketinggian suatu lokasi dan musim. Lokasi yang terletak di ketinggian rendah dengan musim hujan yang lebih panjang memiliki indeks keanekaragaman Shannon-Wiener paling tinggi (Joshi *et al.* 2008). Ketinggian terendah terdapat di Telaga Saat dan paling tinggi di Telaga Biru. Tiga lokasi telaga merupakan wilayah tropis yang mengalami musim kemarau dan musim hujan dalam periode waktu yang sama. Namun, pengambilan data dilakukan saat musim kemarau, berdampak pada surutnya permukaan air telaga sehingga kehadiran spesies Odonata menjadi sedikit.

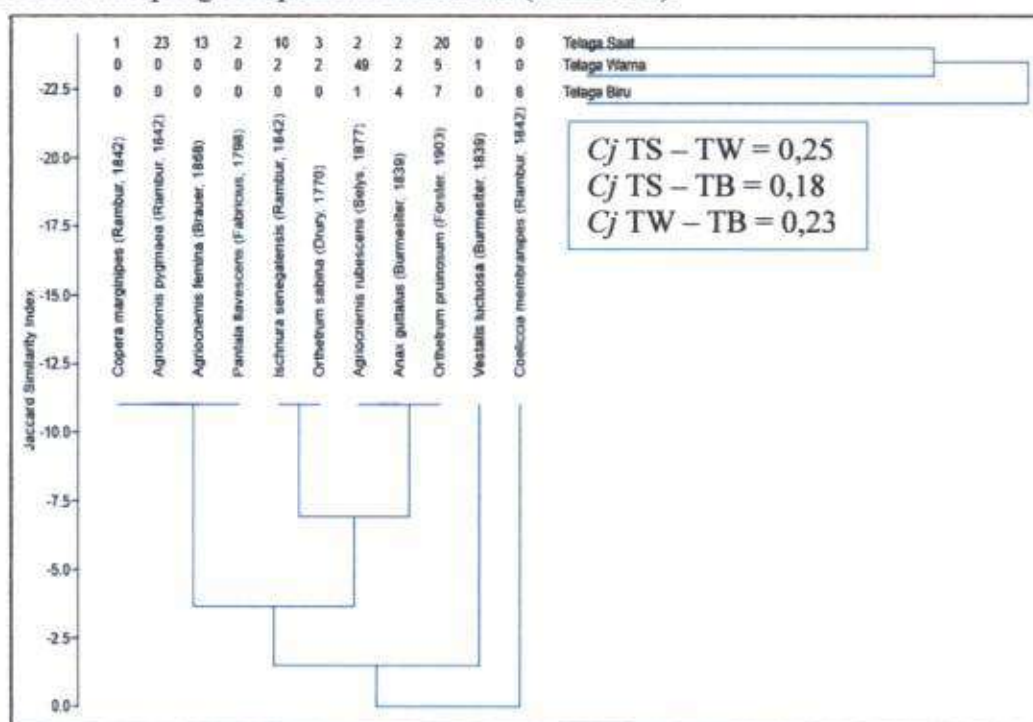
1.4. Similaritas Komposisi Spesies

Berdasarkan clustering clasical UPGMA menggunakan indeks similaritas Jaccard menunjukkan bahwa komposisi spesies di tiga lokasi terbagi menjadi lima kelompok. Kelompok pertama terdiri dari *Copera marginipes*, *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis femina* dan *Pantala flavescens*. Kelompok kedua terdiri dari *Ischnura senegalensis*, *Orthetrum sabina*. Kelompok ketiga terdiri dari *Agriocnemis rubescens*, *Anax guttatus* dan *Orthetrum pruinatum*. Kelompok

keempat dan kelima terpisah masing-masing yaitu *Vestalis luctuosa* dan *Coelicia membranipes* (Gambar 8).

Kedua spesies tersebut terpisah dari kelompok lain karena *V. luctuosa* hanya ditemukan di Telaga Warna dan *C. membranipes* hanya ditemukan melimpah di Telaga Biru. Apabila ditinjau dari studi ekologi capung yang pernah dilakukan bahwa spesies *C. membranipes* seharusnya berada di tiga telaga tersebut (Lieftinck 1934; Suroto 2018). Kelompok pertama adalah spesies yang hanya dijumpai di Telaga Saat. Kelompok kedua adalah spesies yang dijumpai di Telaga Saat dan Telaga Warna. Kelompok ketiga adalah spesies yang dijumpai di Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru. Kelompok empat dan lima berturut-turut adalah spesies yang hanya dijumpai di Telaga Warna dan Telaga Biru (Gambar 8).

Berdasarkan indeks similaritas Jaccard (C_j) menunjukkan kemiripan komposisi spesies Odonata di tiga telaga. Telaga Saat dan Telaga Warna memiliki nilai $C_j = 0,25$. Telaga Saat dan Telaga Biru memiliki nilai $C_j = 0,18$ dan Telaga Warna dan Telaga Biru memiliki nilai $C_j = 0,23$ (Lampiran 7). Dapat disimpulkan bahwa komposisi spesies di Telaga Saat dan Telaga Warna paling mirip dibandingkan Telaga Biru. Sementara itu, komposisi spesies di Telaga Biru terpisah sendiri dari pengelompokkan similaritas (Gambar 8).



Gambar 8. Indeks Similaritas Jaccard dengan Clustering clasical UPGMA

1.5. Distribusi Spesies Odonata Terhadap Ketinggian

Secara topografi, tiga telaga terletak di ketinggian yang berbeda. Ketinggian rata-rata di Telaga Saat adalah 1.443 mdpl, Telaga Warna 1.477 mdpl dan Telaga Biru 1.602 mdpl. Selisih ketinggian Telaga Saat dan Telaga Warna sebesar 34 m, sedangkan selisih dengan Telaga Biru sebesar 155-159 m. Meskipun selisih ketinggian tersebut tidak terlalu besar, faktor ketinggian diduga secara tidak langsung mempengaruhi tinggi rendahnya keanekaragaman spesies dalam komunitas. Ketinggian dapat menjadi faktor penting pada variabel lingkungan dalam menjelaskan komposisi spesies Odonata. Harabiš & Dolný (2010) menyatakan bahwa sulit untuk menentukan faktor yang menyebabkan distribusi Odonata pada suatu daerah dan hanya dapat diukur dengan pengujian pola distribusi lokal.

Gambar 8 menunjukkan bahwa *C. marginipes*, *A. pygmaea*, *A. femina*, dan *P. flavescens* terdistribusi hanya di ketinggian 1.443 mdpl., *I. senegalensis* dan *O. sabina* terdistribusi di ketinggian 1.443 – 1.477 mdpl., *V. luctuosa* hanya terdistribusi di ketinggian 1.477 mdpl., *C. membranipes* terdistribusi paling tinggi di ketinggian 1.602 mdpl. Tiga spesies yaitu *A. rubescens*, *A. guttatus*, dan *O. pruinatum* memiliki distribusi di ketinggian yang lebih luas, 1.443 - 1.602 mdpl. Wibowo *et al.* (2019) menyatakan bahwa *C. membranipes* merupakan spesies spesialis di dataran tinggi, yaitu di Telaga Biru.

Distribusi Odonata memiliki hubungan signifikan terhadap preferensi dan kisaran ketinggian (Harabiš & Dolný 2010). Beberapa studi sebelumnya mengungkapkan bahwa kekayaan spesies Odonata akan menurun dengan bertambahnya ketinggian (Borisov 1987; Samways 1989; Vick; 1989; Campbell *et al.* 2010). Spesies Odonata umumnya lebih menyukai habitat dataran rendah. Spesialis habitat terjadi pada spesies yang memiliki distribusi ketinggian yang lebih luas. Spesies tersebut dikategorikan sebagai spesies langka, tetapi bukan spesies terancam (Harabiš & Dolný 2010). Oleh karena itu, tidak semua habitat air tawar sesuai dihuni oleh Odonata.

Novelo-Gutiérrez & Gómez-Anaya (2009) menyatakan bahwa tidak ada korelasi antara ketinggian dan jumlah spesies dan keanekaragaman spesies. Hal itu terjadi karena ketersediaan ekosistem air yang terbatas di dataran tinggi (Harabiš & Dolný 2010). Sebaliknya, Hickling *et al.* (2005) & Dingemanse & Kalkman (2008) menyatakan bahwa variabel temperature terbukti sangat mempengaruhi ekologi Odonata, terutama phenologi dan distribusinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Struktur komunitas Odonata di tiga telaga memperlihatkan bahwa jumlah spesies (*species richness*) dan indeks keanekaragaman spesies tertinggi di Telaga Saat. Model kelimpahan spesies log-series dan indeks kemerataan mengungkap bahwa *Agriocnemis rubescens* merupakan spesies paling dominan di Telaga Warna. Komposisi spesies di Telaga Saat menunjukkan kemiripan dengan Telaga Warna berdasarkan indeks similaritas Jaccard. Keanekaragaman spesies Odonata cenderung menurun seiring bertambahnya ketinggian suatu telaga.

Saran yang diberikan yaitu perlu dilakukan studi lanjutan untuk pembandingan struktur komunitas Odonata ketika musim hujan dengan usaha sampling lebih banyak. Perlu juga dilakukan evaluasi penilaian terhadap dampak modifikasi lahan konservasi terutama di TWA Telaga Warna dengan monitoring keanekaragaman spesies Odonata secara berkala. Adapun upaya yang perlu dilakukan untuk melestarikan spesies Odonata dengan cara memberikan edukasi konservasi kepada masyarakat lokal dan turis untuk tidak membuang limbah domestik ke lingkungan akuatik.

Tiga spesies Odonata memiliki hubungan terhadap variabel habitat. *Agriocnemis rubescens* berhubungan dengan kelembapan udara, vegetasi akuatik dan perdu. *Anax guttatus* berhubungan dengan vegetasi akuatik. *Coelicia membranipes* berhubungan dengan ketinggian, vegetasi akuatik, dan vegetasi riparian. Dua spesies berhubungan terhadap jumlah spesies dan kelimpahan Odonata yaitu *Agriocnemis pygmaea* dan *Orthetrum pruinatum*.

Saran yang diberikan adalah pengelolaan kawasan Telaga Warna dan Telaga Biru dapat menjadi contoh bagi ekosistem akuatik lainnya untuk mempertahankan keberadaan spesies Odonata tertentu. Pengelolaan dan pemanfaatan tumbuhan air *Nasturtium* sp. (salada air) sebagai bahan makanan oleh masyarakat lokal secara berkala harus dipertahankan untuk meregulasi kadar oksigen terlarut di Telaga Biru. Sementara itu, perlu adanya penanaman vegetasi pohon di sekitar tepi Telaga Saat. Untuk penelitian lanjutan disarankan yaitu dilakukan pengukuran variabel tambahan seperti konduktivitas, turbiditas, *biochemical oxygen demand* (BOD), *Chemical oxygen demand* (COD), salinitas, total bakteri coliform dan beberapa kandungan logam berat di dalam air telaga untuk menjelaskan kualitas air yang lebih mendalam.

DAFTAR ACUAN

- Abell, R. 2002. Conservation biology for the biodiversity crisis: a freshwater follow-up. *Journal Conservation Biology* **16**: 1435—1437.
- Arthington, A.H., R.J. Naiman, M.E. McClain & C. Nilsson. 2010. Preserving the biodiversity and ecological services of rivers: new challenges and research opportunities. *Journal Freshwater Biology* **55**: 1—16.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam. 2016. *Informasi kawasan konservasi lingkup BBKSDA Jawa Barat*: 24—26.
- Bani, L., D. Massimino, L. Bottoni & R. Massa. 2006. A multiscale method for selecting indicators species and priority conservation areas: a case study for broadleaved forest in Lombardy, Italy. *Journal Conservation Biology* **20**(2): 512—526.
- Basyuni, M., M.S. Lubis & A. Suryanti. 2018. Habitat characteristic of macrozoobenthos in Naborsahan River of Toba Lake, North Sumatra, Indonesia. *IOP Conf. Series Earth and Environmental Sciences* **122**: 1—9.
- Buchwald, R. 1992. Vegetation and dragonfly fauna – characteristics and examples of biocenological field studies. *Journal Vegetatio* **101**: 99—107.
- Calvão, L.B., L. Juen, J.M.B. de Oliveira Junior, J.D. Batista & P.D.M. Júnior. 2018. Land use modifies Odonata diversity in streams of the Brazilian Cerrado. *Journal of Insect Conservation* **22**(5-6): 675—685.
- Carvalho, F.G. De., N.S. Pinto, J.M.B. Oliveira Junior & L. Juen. 2013. Effects of marginal vegetation removal on Odonata communities. *Journal Acta Limnologica Brasiliensia* **25**(1): 10—18.
- Clausnitzer, V., V.J. Kalkman, M. Ram, B. Collen, J.E.M. Baillie, M. Bedjanic, W.R.T. Darwall, K-D.B. Dijkstra, R. Dow, J. Hawking, H. Karube, E. Malikova, D. Paulson, K. Schutte, F. Suhling, R.J. Villanueva, N. von Ellenrieder & K. Wilson. 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Journal Biological Conservation* **142**(8): 1864—1869.
- Dimapinto, F.A., O.M. Nuneza & R.J.T. Villanueva. 2015. Species diversity of adult Odonata in selected areas of Lanao Del Sur, Philippines. *Journal Biodiversity and Environmental Sciences* **6**(5): 200—210.
- Dolný, A., F. Harabiš, D. Bárta, S. Lhota & P. Drozd. 2012. Aquatic insects indicate terrestrial habitat degradation: changes in taxonomical structure and functional diversity of dragonflies in tropical rainforest of East Kalimantan. *Journal Tropical Zoology* **25**(3): 141—157.
- Dudgeon, D. 2010. Prospects for sustaining freshwater biodiversity in the 21st century: linking ecosystem structure and function. *Journal Current Opinion Environmental Sustainability* **2**(5-6): 422—430.
- Dudgeon, D., A.H. Arthington, M.O. Gessner, Z.I. Kawabata, D.J. Knowler, C. Lévêque & C.A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Journal Biological Reviews* **81**(2): 163—182.
- Dufour, S. & P.M. Rodríguez-González. 2019. Riparian zone / riparian vegetation definition: principles and recommendations. Report, COST Action CA16208 CONVERGES: 1—20.
- Fathy, S.A., F.F.A. Hamid, M.A. Shreadah, L.A. Mohamed & M.G. El-Gazar. 2012. Application of principal component analysis for developing water quality index for selected coastal area of Alexandria Egypt. *Journal Resources and Environment* **2**(6): 297—305.

- Gajbhiye, S., S.K. Sharma & M.K. Awasthi. 2015. Application of principal components analysis for interpretation and grouping of water quality parameters. *International Journal of Hybrid Information Technology* 8(4): 89—96.
- Gardener, M. 2014. *Statistics for Ecologists Using R and Excel*. Second Edition. Pelagic Publishing: x + 574 hlm.
- Gvozdić, V., J. Brana, N. Malatesti & D. Roland. 2012. Principal component analysis of surface water quality data of the river drava in eastern Croatia. *Journal of Hydroinformatics* 14(4): 1051—1060.
- Hammer, Ø. & D.A.T. Harper. 2006. *Paleontological Data Analysis*. USA. Blackwell Publishing: ix + 345 hlm.
- Hampshire, N. 2019. Environmental fact sheet: Aquatic plants and their role in lake ecology. 1—2.
- Harabiš, F & A. Dolný. 2010. Ecological factors determining the density-distribution of Central European dragonflies (Odonata). *European Journal of Entomology* 107(4): 571—577.
- Jolliffe, I.T. 2002. *Principal Component Analysis: Second edition*. Springer Verlag. New York: xxix + 487 hlm.
- Kalkman, V.J., J-P. Boudot, R. Bernard, G.D. Knijf, F. Suhling & T. Termaat. 2018. Diversity and conservation of European dragonflies and damselflies (Odonata). *Journal Hydrobiologia* 811: 269—282.
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K-D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J.v. Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Journal Hydrobiologia* 595(1): 351—363.
- Kim, J.Y. & K-G. An. 2015. Integrated ecological river health assessments, based on water chemistry, physical habitat quality and biological integrity. *Journal Water* 7: 6378—6403.
- Kristensen, P.B., E.A. Kristensen, T. Riis, A.B. Alnoee, S.E. Larsen, P.F.M. Verdonshot & A. Baattrup-Pedersen. 2015. Riparian forest as a management tool for moderating future thermal condition of lowland temperature streams. *Journal Inland Waters* 5(1): 27—38.
- Lindenmayer, D.B., C.R. Margules & D.B. Botkin. 2000. Indicators of biodiversity for ecologically sustainable forest management. *Journal Conservation Biology* 14(4): 941—950.
- Macfarlane, W.W., J.T. Gilbert, M.L. Jensen, J.D. Gilbert, N. Hough-Snee, P.A. McHugh, J.M. Wheaton & S.N. Bennett. 2017. Riparian vegetation as an indicator of riparian condition: Detecting departures from historic condition across the North American West. *Journal of Environmental Management* 202: 447—460.
- Mahapatra, S.S., M. Sahu, R.K. Patel & B.N. Panda. 2012. Prediction of water quality using principal component analysis. *Journal Water Qual Expo Health* 4: 93—104.
- McGarigal, K., S. Cushman & S. Stafford. 2000. *Multivariate statistics for wildlife and ecology research*. Springer-Verlag. New York: xiii + 283 hlm.
- Megawati, C., M. Yusuf & L. Maslukah. 2014. Sebaran kualitas perairan ditinjau dari zat hara, oksigen terlarut dan pH di perairan Selat Bali bagian Selatan. *Jurnal Oseanografi* 3(2): 142—150.
- Miguel, T.B., J.M.B. Oliveira-Junior, R. Ligeiro & L. Juen. 2017. Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. *Journal Ecological Indicators* 81: 555—566.

DAFTAR ACUAN

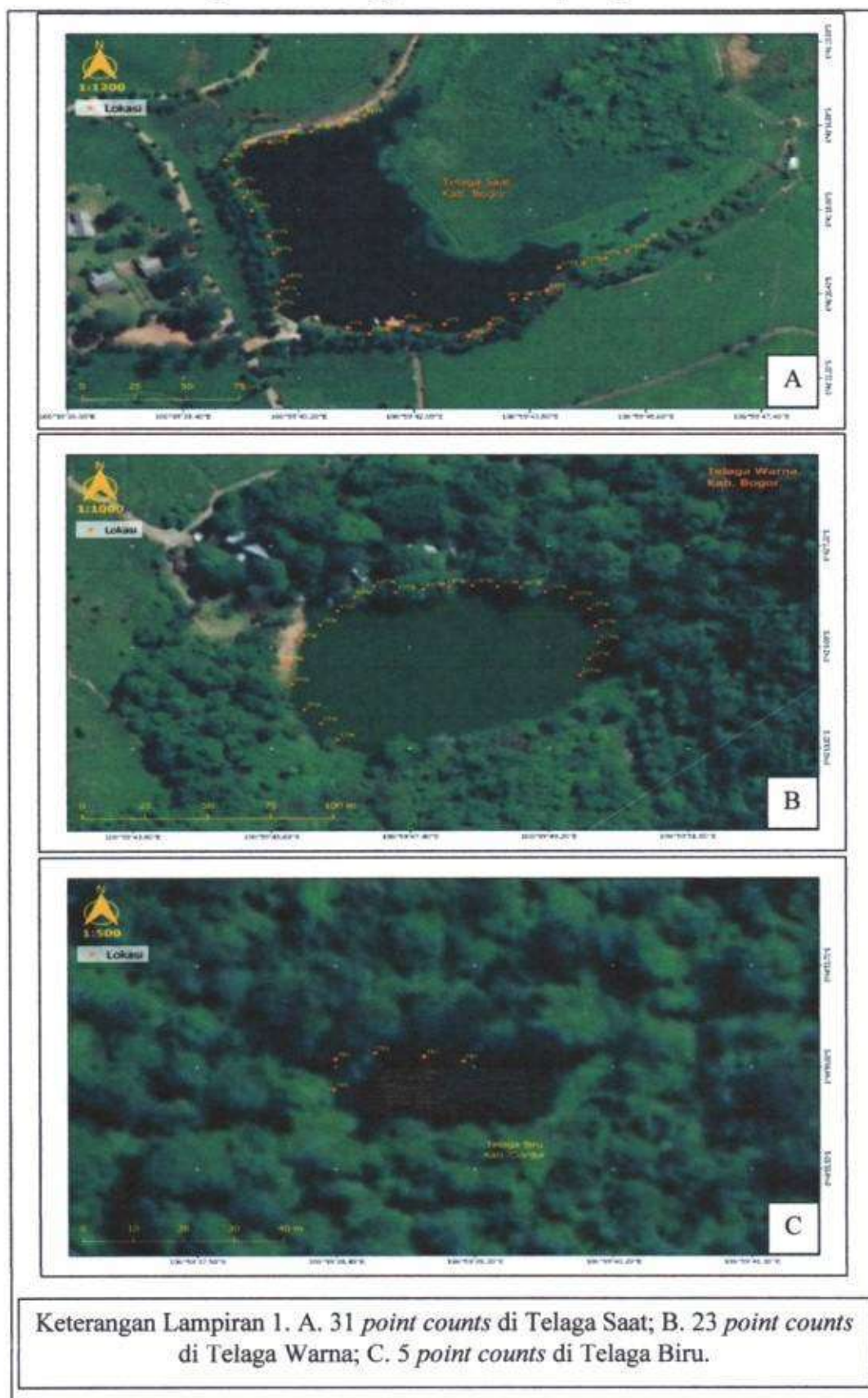
- Adarsh, C.K., R. Arunraj & P.O. Nameer. 2015. Odonata (Insecta) diversity of Chinnar Wildlife Sanctuary the southern Western Ghats, India. *Journal of Threatened Taxa* 7(2): 6910—6919.
- Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam. 2016. *Informasi kawasan konservasi lingkup BBKSDA Jawa Barat*: 24—26.
- Borisov, S.M. 1987. Ecology of two closely related dragonfly species in Tajikistan. *Journal Ekologiya* 1: 85—87.
- Brown, J.H. & M.V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Second edition. Sinauer Associates. Sunderland: xii + 691 hlm.
- Campbell, W.B., R. Novelo-Gutiérrez & J.A. Gomez-Anaya. 2010. Distributions of Odonate richness and diversity with elevation depend on windward and leeward aspect: implications for research and conservation planning. *Journal Insect Conservation Diversity* 3(4): 302—312.
- Canning-Clade, J., N. Valdivia, M. Molis, J.C. Thomason & M. Wahl. 2008. Estimation of regional richness in marine benthic communities: quantifying the error. *Journal Limnology and Oceanography: Methods* 6(11): 580—590.
- Cox, C.B. & P.D. Moore. 2010. *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. Eighth edition. John Wiley & Sons. United States of Amerika: xiv + 498 hlm.
- Dalzochio, M.S., J.M. Costa & M.A. Uchôa. 2011. Diversity of Odonata (Insecta) in lotic systems from Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul State, Brazil. *Journal Revista Brasileira de Entomologia* 55(1): 88—94.
- De Selys, L.E. 1877. Synopsis des Agrionines. Lég. *Agrion* (suite et fin).
- Death, R.G. 1996. The effect of habitat stability on benthic invertebrate communities the utility of species abundance distributions. *Journal Hydrobiologia* 317(2): 97—107.
- Dingemanse, N.J. & V.J. Kalkman. 2008. Changing temperature regimes have advanced the phenology of Odonata in the Netherlands. *Journal Ecological Entomology* 33(3): 1—9.
- Dolný, A., F. Harabiš, D. Bárta, S. Lhota & P. Drozd. 2012. Aquatic insects indicate terrestrial habitat degradation: changes in taxonomical structure and functional diversity of dragonflies in tropical rainforest of East Kalimantan. *Journal Tropical Zoology* 25(3): 141—157.
- Fedor, P. & M. Zvariková. 2019. Biodiversity indices. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* 1: 337—346.
- Gamito, S. 2010. Caution is needed when applying Margalef diversity index. *Journal Ecological Indicators* 10(2): 550—551.
- Gotelli, N.J. & R.K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4(4): 379—391.
- Hammer, Ø. & D.A.T. Harper. 2006. *Paleontological Data Analysis*. USA. Blackwell Publishing: ix + 345 hlm.
- Harabiš, F. & A. Dolný. 2010. Ecological factors determining the density-distribution of Central European dragonflies (Odonata). *European Journal of Entomology* 107(4): 571—577.

- Hickling, R., D.B. Roy, J.K. Hill & C.D. Thomas. 2005. A northward shift of range margins in British Odonata. *Journal Global Change Biology* 11(3): 502—506.
- Johansson, F., G. Englund, T. Brodin & H. Gardfjell. 2006. Species abundance models and patterns in dragonfly communities: effects of fish predator. *Journal Oikos* 114(1): 27—36.
- Joshi, P.C., K. Kumar & M. Arya. 2008. Assessment of insect diversity along an altitudinal gradient in Pinderi forest of Western Himalaya, India. *Journal of Asia-Pasific Entomology* 11(1): 5—11.
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K-D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J.v. Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Journal Hydrobiologia* 595(1): 351—363.
- Kevan, P.G., C.F. Greco & S. Belaoussoff. 1997. Log-normality of biodiversity and abundance in diagnosis and measuring of ecosystemic health: pesticide stress on pollinators on blueberry heaths. *Journal Applied Ecology* 34(5): 1122—1136.
- Kim, B-R., J. Shin, R.B. Guevarra, J.H. Lee, D.W. Kim, K-H. Seol, J-H. Lee, H.B. Kim & R.E. Isaacson. 2017. Deciphering diversity indices for a better understanding of microbial communities. *Journal Microbiology Biotechnology* 27(12): 2089—2093.
- Kinzig, R.G & M.J. Samways. 2000. Conserving dragonflies (Odonata) along streams running through commercial forestry. *Journal Odonatologica* 29(3): 195—294.
- Laurance, W.F., J. Sayer & K.G. Cassman. 2014. Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Journal Trends in Ecology and Evolution* 29(2): 107—116.
- Leksono, A. S., B. Feriwbisano, T. Arifanto & A.F. Pratama. 2017. The abundance and diversity of Odonata along an altitudinal gradient in East Java, Indonesia. *Journal Entomological Research* 47(4): 248—255.
- Lieftinck, M.A. 1934. An annotated list of the Odonata of Java, with notes on their distribution, habits and life history. *Journal Treubia* 14: 377—462.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford. United Kingdom: viii + 256 hlm.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity? *Journal Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* 44: 211—235.
- Monteiro-Júnior, C.S., L. Juen & N. Hamada. 2015. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Journal Ecological Indicator* 48: 303—311.
- Monteiro-Júnior, C.S., S.R.M. Couceiro, N. Hamada & L. Juen. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology* 16(2): 135—144.
- Novelo-Gutiérrez, R. & J.A. Gomez-Anaya. 2009. A comparative study of Odonata (Insecta) assemblages along an altitudinal gradient in the sierra de Coalcoman Mountains, Michoacan, Mexico. *Journal Biodiversity and Conservation* 18: 679—698.

- Oppel, S. 2005. Habitat associations of Odonata community in a lower montane rainforest in Papua New Guinea. *International Journal of Odonatology* 8: 679—698.
- Orr, A.G. & V. Kalkman. 2015. *Field guide to the dragonflies of New Guinea*. Brachytron. Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie and Libellenverenigin Vlaanderen: ii + 155 hlm.
- Orr, A.G. 2004. Critical species of Odonata in Malaysia, Indonesia, Singapore and Brunei. *International Journal of Odonatology* 7(2): 371—384.
- Orr, A.G. 2005. *A pocket guide: Dragonflies of Peninsular Malaysia and Singapore*. Malaysia, Sabah. Kota Kinabalu. Natural History Publication (Borneo): vi + 127 hlm.
- Reece, J.B., L.A. Urry, M.L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky & R.B. Jackson. 2011. *Campbell Biology* 9th ed. Pearson Benjamin Cummings: 1200—1202.
- Rehn, A.C. 2003. Phylogenetic analysis of higher-level relationships of Odonata. *Journal Systematic Entomology* 28(2): 181—239.
- Remsburg, A.J., A.C. Olson & M.J. Samways. 2008. Shade alone reduces adults dragonfly (Odonata, Libellulidae). *Journal Revista Brasileira de Entomologia* 54: 110—114.
- Rossi, J-P. 2011. rich: An R Package to Analyse Species Richness. *Journal Diversity* 3: 112—120.
- Samways, M.J. & N.S. Steytler. 1996. Dragonfly (Odonata) distribution patterns in urban and forest landscapes, and recommendations for riparian management. *Journal Biological Conservation* 78: 279—288.
- Samways, M.J. 1989. Taxon turnover in Odonates across a 3000 m altitudinal gradient in southern Africa. *Journal Odonatologica* 18(3): 263—274.
- Samways, M.J., P.M. Caldwell & R. Osborn. 1996. Spatial patterns of dragonflies (Odonata) as indicators for design of a conservation pond. *Journal Odonatologica* 25(2): 157—166.
- Setiyono, J. 2014. Java Odonata survey. *Journal Agrion* 18(2): 32—33.
- Siddig, A.A.H., A.M. Ellison, A. Ochs, C. Villar-Leeman & M.K. Lau. 2016. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Journal Ecological Indicators* 60: 223—230.
- Sigit, W, B Feriwibisono, M P Nugrahani, P I D Bernadeta and T Makitan. 2013. *Naga terbang wendit: Keanekaragaman capung perairan wendit, Malang, Jawa Timur*. Indonesia. Indonesia Dragonfly Society: xii + 164 hlm.
- Silva, D.d.p., P.D. Marco & D.C. Resende. 2010. Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Journal Ecological Indicators* 10: 744—752.
- Smallshire, D., T. Beynon & British Dragonfly Society Conservation Group. 2010. *Dragonfly monitoring scheme manual*. British Dragonfly Society: 1—12.
- Stewart, D.A.B. & M.J. Samways. 1998. Conserving dragonfly (Odonata) assemblages relative to river dynamics in an African Savana Game Reserve. *Journal Conservation Biology* 12(3): 683—692.
- Steytler, N.S. & M.J. Samways. 1995. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. *Journal Biological Conservation* 72: 381—386.

- Suhling, F., G. Sahlén, S. Gorb, V.J. Kalkman, K.-D.B. Dijkstra & J. Van Tol. 2015. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates – Chapter 35, Order Odonata*. Fourth Edition. Academic Press: 893—932.
- Suroto, A. 2018. Studi Odonata Pada Berbagai Habitat Basah di Wilayah Bogor: Keanekaragaman, Struktur, Komunitas, dan Deskripsi Kehidupan. *Tesis*. IPB. Bogor.
- Tokeshi, M. 1990. Niche apportionment or random assortment: species abundance patterns. *Journal of Animal Ecology* **59**(3): 1129—1146.
- Tokeshi, M. 1993. Species abundance patterns and community structure. *Journal Advances in Ecological Research* **24**(C): 111—186.
- Tokeshi, M. 1996. Power fraction: a new explanation of relative abundance patterns in species-rich assemblages. *Journal Oikos* **75**(3): 543—550.
- Tokeshi, M. 1999. *Species Coexistence: Ecological and Evolutionary Perspectives*. Blackwell Science. Oxford: x + 439 hlm.
- Tsirtsis, G., S. Spatharis & M. Karydis. 2008. Application of the lognormal equation to assess phytoplankton community structural changes induced by marine eutrophication. *Journal Hydrobiologia* **605**(1): 89—98.
- Vick, G.S. 1989. List of the dragonflies recorded from Nepal, with a summary of their altitudinal distribution (Odonata). *Journal Opuscula Zoologica Fluminense* **43**: 1—21.
- Wade, T.G., K.H. Riitters, J.D. Wickham & K.B. Jones. 2003. Distribution and causes of global forest fragmentation. *Journal Conservation Ecology* **7**(2): 7.
- Wibowo, S.S., A. Basukriadi & N.L. Winarni. 2019. Dragonfly species diversity (Odonata) in three telaga on the highland freshwater, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **394**: 1—8.
- Yoem, D.J. & J.H. Kim. 2011. Comparative evaluation of species diversity indices in the natural deciduous forest of Mt. Jeombong. *Forest Sciences and Technology* **7**(2): 68—74.

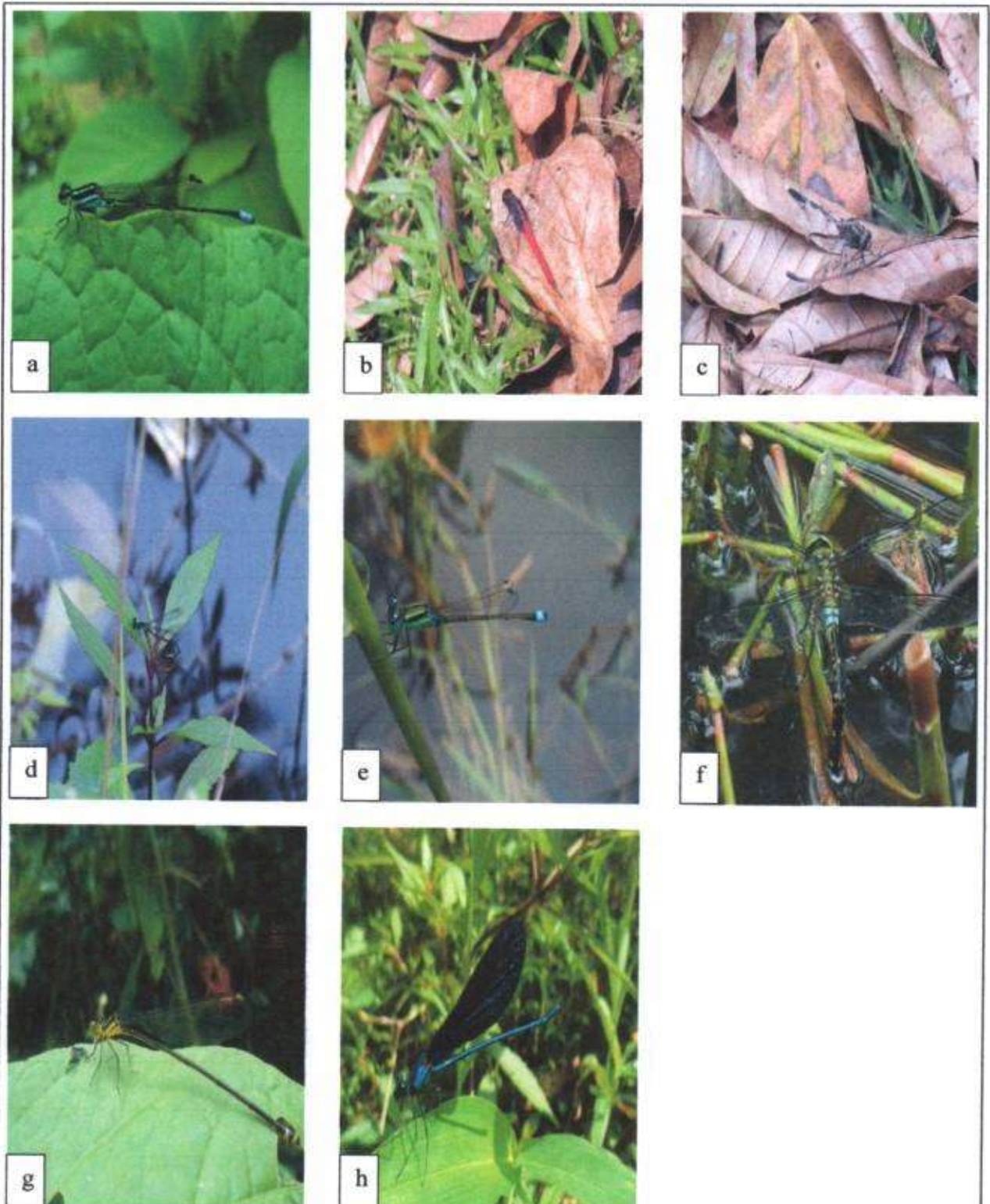
LAMPIRAN 1. Desain penelitian menggunakan metode *fixed point counts*



LAMPIRAN 2. Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Biru

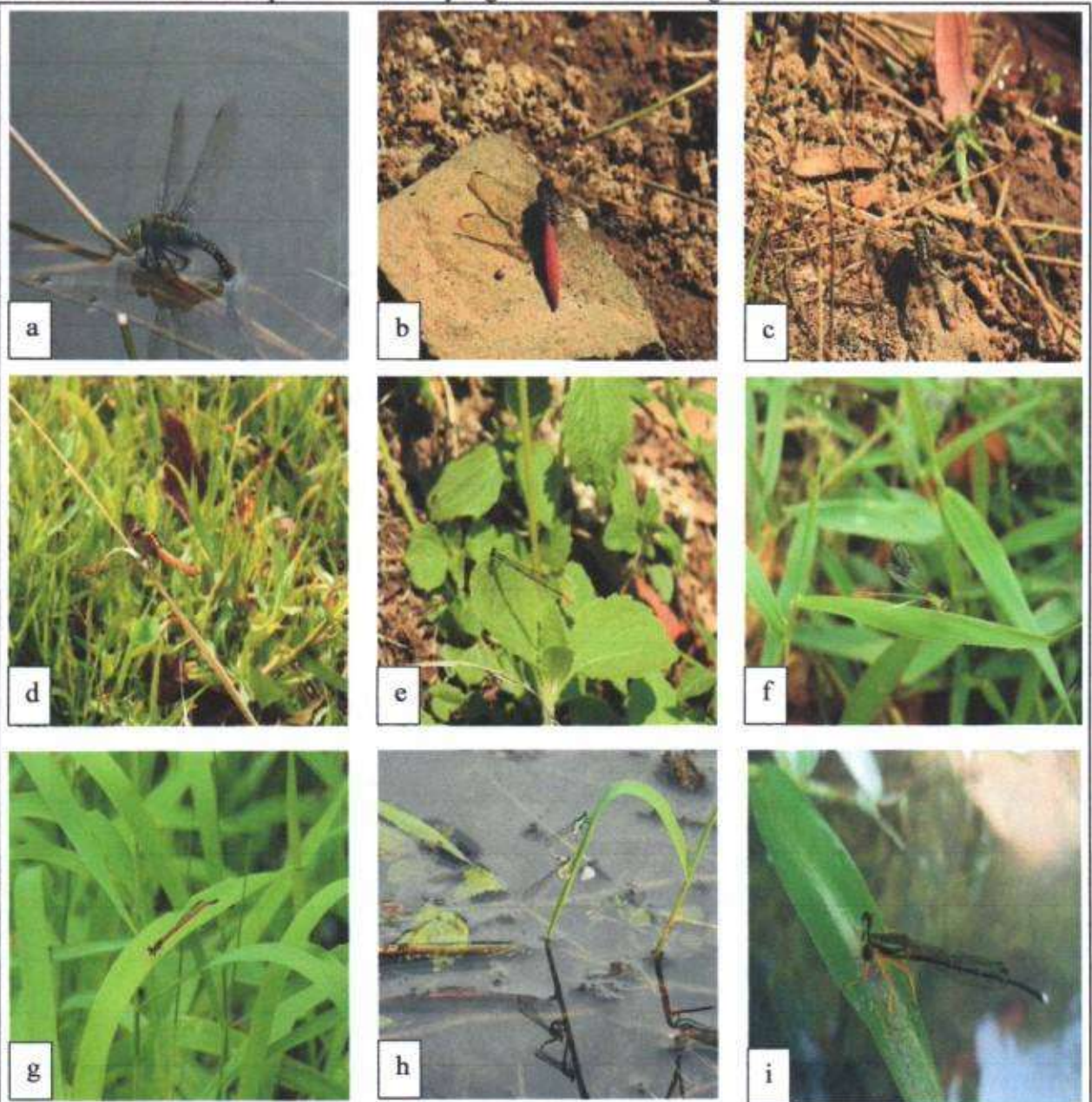


LAMPIRAN 3. Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Warna



Keterangan Lampiran 3. a & d. *Agriocnemis rubescens* (Selys, 1877); b. *Orthetrum pruinosum* (Förster, 1903); c. *Orthetrum sabina* (Drury, 1770); e. *Ischnura senegalensis* (Rambur, 1842); f. *Anax guttatus* (Burmesiter, 1839); g. *Coeliccia membranipes* (Rambur, 1842); h. *Vestalis luctuosa* (Burmesiter, 1839).

LAMPIRAN 4. Spesies Odonata yang ditemukan di Telaga Saat



Keterangan Lampiran 4. a. *Anax guttatus* (Burmesiter, 1839); b. *Orthetrum pruinatum* (Förster, 1903); c. *Orthetrum sabina* (Drury, 1770); d. *Pantala flavescens* (Fabricius, 1798); e. *Agriocnemis femina* (Brauer, 1868); f. *Agriocnemis pygmaea* (Rambur, 1842); g. *Agriocnemis rubescens* (Selys, 1877); h. *Ischnura senegalensis* (Rambur, 1842); i. *Copera marginipes* (Rambur, 1842).

LAMPIRAN 5. Kelimpahan spesies berdasarkan metode peringkat atau kelimpahan plot

Lokasi	Spesies	Individu	Log10	Peringkat ke-
Telaga Saat	<i>Agriocnemis pygmaea</i> (Rambur, 1842)	23	1,361	1
Telaga Saat	<i>Orthetrum pruinsum</i> (Förster, 1903)	20	1,301	2
Telaga Saat	<i>Agriocnemis femina</i> (Brauer, 1868)	13	1,113	3
Telaga Saat	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	10	1	4
Telaga Saat	<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1770)	3	0,477	5
Telaga Saat	<i>Pantala flavescens</i> (Fabricius, 1798)	2	0,301	6
Telaga Saat	<i>Anax guttatus</i> (Burmesiter, 1839)	2	0,301	7
Telaga Saat	<i>Agriocnemis rubescens</i> (Selys, 1877)	2	0,301	8
Telaga Saat	<i>Copera marginipes</i> (Rambur, 1842)	1	0	9

Lokasi	Spesies	Individu	Log10	Peringkat ke-
Telaga Warna	<i>Agriocnemis rubescens</i> (Selys, 1877)	49	1,690	1
Telaga Warna	<i>Orthetrum pruinsum</i> (Förster, 1903)	5	0,698	2
Telaga Warna	<i>Ischnura senegalensis</i> (Rambur, 1842)	2	0,301	3
Telaga Warna	<i>Orthetrum sabina</i> (Drury, 1770)	2	0,301	4
Telaga Warna	<i>Anax guttatus</i> (Burmesiter, 1839)	2	0,301	5
Telaga Warna	<i>Vestalis luctuosa</i> (Burmesiter, 1839)	1	0	6

Lokasi	Spesies	Individu	Log10	Peringkat ke-
Telaga Biru	<i>Coelicia membranipes</i> (Rambur, 1842)	8	0,903	1
Telaga Biru	<i>Orthetrum pruinsum</i> (Förster, 1903)	7	0,845	2
Telaga Biru	<i>Anax guttatus</i> (Burmesiter, 1839)	4	0,602	3
Telaga Biru	<i>Agriocnemis rubescens</i> (Selys, 1877)	1	0	4

LAMPIRAN 6. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman spesies dan indeks kemerataan.

Numbers	Plot								
	Telaga Saat	Lower	Upper	Telaga Warna	Lower	Upper	Telaga Biru	Lower	Upper
Taxa_S	9	8	9	6	5	6	4	4	4
Individuals	76	76	76	61	61	61	20	20	20
Dominance_D	0.2112	0.178	0.2632	0.6555	0.5195	0.8156	0.325	0.275	0.435
Simpson_1-D	0.7888	0.7365	0.8217	0.3445	0.1844	0.4805	0.675	0.565	0.725
Shannon_H	1.754	1.579	1.895	0.7846	0.4523	1.028	1.206	0.9958	1.335
Evenness_e^H/S	0.6418	0.5516	0.7404	0.3652	0.2948	0.4799	0.8347	0.6767	0.9501
Brillouin	1.589	1.429	1.719	0.6772	0.3775	0.9083	1.001	0.8154	1.113
Meslinick	1.032	0.9177	1.032	0.7682	0.6402	0.7682	0.8944	0.8944	0.8944
Margalef	1.847	1.616	1.847	1.216	0.973	1.216	1.001	1.001	1.001
Equitability_J	0.7981	0.7284	0.8628	0.4379	0.281	0.5767	0.8697	0.7183	0.9631
Fisher_alpha	2.656	2.256	2.656	1.65	1.289	1.65	1.504	1.504	1.504
Berger-Parker	0.3026	0.25	0.4079	0.8033	0.7049	0.9016	0.4	0.35	0.6
Chao-1	9	8	14	6	5	9	4	4	5

LAMPIRAN 7. Perhitungan indeks similaritas Jaccard

Perhitungan indeks similaritas Jaccard berdasarkan rumus;

$$Cj = \frac{a}{a + b + c}$$

Keterangan :

Cj = indeks similaritas Jaccard

a = total jumlah spesies yang hadir pada kedua lokasi

b = jumlah spesies yang hadir pada lokasi 1

c = jumlah spesies yang hadir pada lokasi 2

1. Indeks similaritas Jaccard antara Telaga Saat dengan Telaga Warna

$$Cj(ts - tw) = \frac{5}{5+9+6}$$

$$Cj(ts - tw) = \frac{5}{20}$$

$$Cj(ts - tw) = \mathbf{0,25}$$

2. Indeks similaritas Jaccard antara Telaga Saat dengan Telaga Biru

$$Cj(ts - tb) = \frac{3}{3+9+4}$$

$$Cj(ts - tb) = \frac{3}{16}$$

$$Cj(ts - tb) = \mathbf{0,18}$$

3. Indeks similaritas Jaccard antara Telaga Warna dengan Telaga Biru

$$Cj(tw - tb) = \frac{3}{3+6+4}$$

$$Cj(tw - tb) = \frac{3}{13}$$

$$Cj(tw - tb) = \mathbf{0,23}$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks similaritas Jaccard dari tiga telaga, diperoleh bahwa nilai indeks tertinggi terjadi pada lokasi Telaga Saat dan Telaga Warna. Sehingga dapat disimpulkan bahwa komposisi spesies di Telaga Saat dan Telaga Warna paling mirip ($Cj = 0,25$).

MAKALAH II

**KUALITAS HABITAT DAN KORELASINYA TERHADAP KOMUNITAS
ODONATA DI TELAGA SAAT, TAMAN WISATA ALAM TELAGA
WARNA DAN TELAGA BIRU TAMAN NASIONAL GUNUNG GEDE
PANGRANGO, JAWA BARAT**

Sri Supardi Wibowo^{1*}, Adi Basukriadi², Nurul Laksmi Winarni³

¹Program Pascasarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Depok

³Research Center for Climate Change, Universitas Indonesia, Depok

*email: srisupardiwibowo94@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan kualitas habitat bagi komunitas Odonata dan melihat hubungan antara kualitas habitat terhadap distribusi spesies Odonata di tiga telaga yaitu, Telaga Saat, Telaga Warna dan Telaga Biru di dataran tinggi Bogor, Jawa Barat. Telaga Warna dan Telaga Biru merupakan kawasan konservasi, sedangkan Telaga Saat merupakan kawasan wisata. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Agustus 2019. Pengukuran data abiotik menggunakan metode *fixed point counts* dengan 59 titik pengamatan. Informasi abiotik yang didata meliputi 8 variabel yaitu, ketinggian, suhu air, kelembapan udara, intensitas cahaya, suhu lingkungan, oksigen terlarut (DO), pH, dan kehadiran sampah plastik. Kualitas habitat di tiga telaga dianalisis menggunakan Principal Component Analysis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang mempengaruhi kualitas habitat di tiga telaga pada PC1 dan PC2 adalah intensitas cahaya dan oksigen terlarut. Terdapat kesamaan kualitas habitat di Telaga Saat dan Telaga Warna, sedangkan Telaga Biru terpisah. Kesamaan kualitas habitat di dua telaga ditunjukkan oleh variabel oksigen terlarut, suhu air dan keberadaan plastik. 5 spesies Odonata berkorelasi dengan variabel habitat. *A. pygmaea* berkorelasi dengan kelimpahan (0.53), *A. rubescens* dengan kelembapan udara (0.52), tumbuhan akuatik *A. philoxeroides* (0.50), dan tumbuhan perdu (0.52), *A. guttatus* dengan tumbuhan akuatik *Polygonum* sp. (0.57), *C. membranipes* dengan ketinggian (0.66), suhu air (-0.56), tumbuhan akuatik *Nasturtium* sp. (0.74), *Polygonum* sp. (0.72), dan tumbuhan riparian (0.66), serta *O. pruinosum* dengan kekayaan spesies (0.55) dan kelimpahan Odonata (0.58).

Kata kunci: kualitas habitat, *principal component analysis*, telaga, Jawa Barat

ABSTRACT

This research aims to interpret the habitat quality for communities Odonata and seen the correlation between habitat quality toward species distribution Odonata of Telaga Saat, Telaga Warna Nature Recreational Park and Telaga Biru Mount Gede Pangrango National Park located in the highland of Bogor, West Java. Telaga Warna and Telaga Biru were a conservation area, while Telaga Saat was a tourism area. This research was conducted in May--August 2019. The abiotic data were collected using fixed point counts method at 59 observation points. Eight variables of abiotic data collected were, altitude, water temperature, humidity, light intensity, environment temperature, dissolved oxygen (DO), pH, and emergence of plastic on water surface. Habitat quality in those lake were analyzed by Principal Component Analysis (PCA). The result showed that variable the habitat quality in three lake were affected by light intensity on PC1 and dissolved oxygen on PC2. The habitat quality in Telaga Saat and Telaga Warna more similar quality at some points, while in Telaga Biru was separate. The similarity of habitat quality in two locations were showed by dissolved oxygen (DO), water temperature and emergence of plastic. Five species Odonata were correlation significant to habitat variable. *A. pygmaea* was correlation with abundance (0.53), *A. rubescens* with humidity (0.52), *A. philoxeroides* (0.50), and shrub (0.52), *A. guttatus* with of *Polygonum* sp. (0.57), *C. membranipes* with altitude (0.66), water temperature (-0.56), *Nasturtium* sp. (0.74), *Polygonum* sp. (0.72), and riparian vegetation (0.66), as well as *O. pruinatum* with species richness (0.55) and abundance (0.58).

Keywords : habitat quality, *principal component analysis*, lake, West Java

PENDAHULUAN

Air tawar merupakan ekosistem yang dibutuhkan bagi seluruh aktivitas manusia dan keberlangsungan keanekaragaman spesies (Samways dalam Córdoba-Aguilar 2008; Arthington *et al.* 2010; Gajbhiye *et al.* 2015). Postel & Richter (2003); Millenium Ecocystem Assessment (2005) menyatakan bahwa sebagian besar ekosistem air tawar mengalami tekanan yang tidak dapat dihindari dan mengakibatkan biodiversitas air tawar menjadi terancam (Dudgeon *et al.* 2006). Faktanya ekosistem akuatik mengalami kehilangan biodiversitas lima kali lebih cepat dibandingkan ekosistem terrestrial (Dudgeon *et al.* 2006; Dudgeon 2010).

Odonata yang menempati ekosistem terrestrial dan akuatik semakin terancam oleh kegiatan deforestasi, degradasi habitat, hilangnya habitat dan frekuensi gangguan antropogenik (Dolný *et al.* 2012; Harabiš & Dolný 2012). Limbah domestik juga menyumbang dampak penurunan jumlah spesies (Orr 2004). Padahal sebagian besar spesies Odonata bergantung pada ekosistem akuatik dan hutan (Clausnitzer *et al.* 2009). Penurunan jumlah spesies Odonata yang terancam

disebabkan oleh kerusakan habitat juga terjadi di wilayah *temperate* dan Mediterania (Kalkman *et al.* 2008; Kalkman *et al.* 2018).

Permasalahan ekosistem akuatik lainnya seperti penebangan vegetasi riparian, pembangunan bendungan, limbah, tumpahan pestisida, modifikasi lahan, perubahan iklim, dan perilaku manusia menjadi fokus penting dalam perencanaan konservasi sumber daya air secara berkala. Permasalahan tersebut mempengaruhi kondisi fisik-kimia dan karakteristik habitat yang dapat menurunkan kualitas ekosistem akuatik (Silva *et al.* 2010; Suroto 2018). Odonata adalah organisme akuatik yang sering digunakan sebagai spesies indikator bagi kualitas lingkungan akuatik (Miguel *et al.* 2017), karena menempati dua ekosistem penghubung antara ekosistem akuatik dan terrestrial (Miguel *et al.* 2017), serta sangat sensitif terhadap perubahan habitat (Carvalho *et al.* 2013; Monteiro-Júnior *et al.* 2013; Oliveira Junior *et al.* 2015). Tiga telaga yang berada di dataran tinggi Bogor yaitu Telaga Saat, TWA Telaga Warna, dan Telaga Biru adalah habitat bagi Odonata.

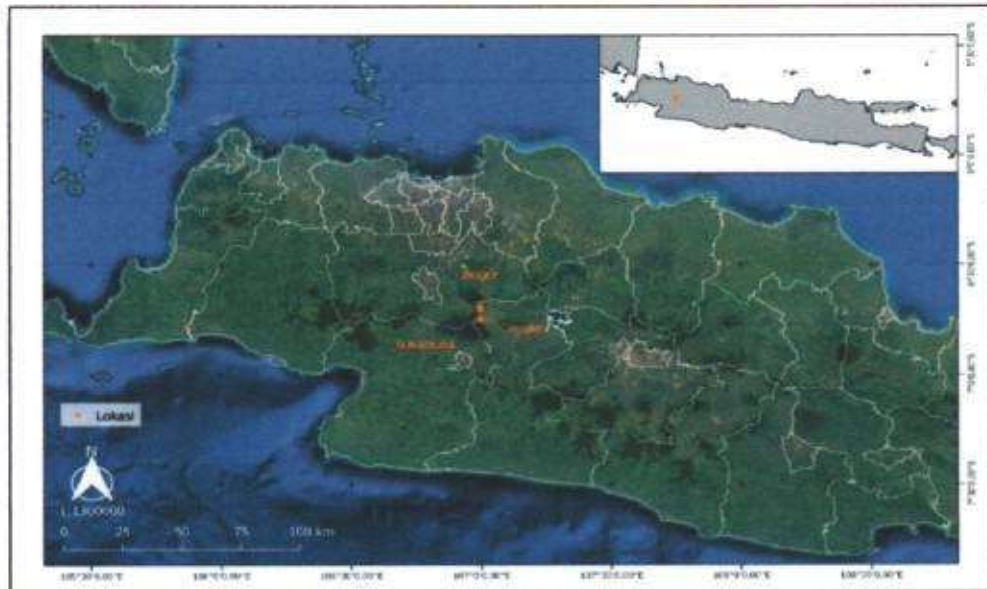
Tinggi rendahnya kualitas habitat akuatik dapat menyebabkan terjadinya kepunahan lokal pada beberapa spesies fauna air tawar, terutama Odonata (Suhonen *et al.* 2010). Informasi mengenai kualitas habitat di tiga telaga masih belum tersedia. Padahal kualitas habitat sangat dibutuhkan untuk mendukung keberhasilan pelestarian dan konservasi fauna air tawar (Abell 2002; Dudgeon *et al.* 2006). Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan kualitas habitat di tiga telaga bagi komunitas Odonata dan melihat hubungan antara variabel habitat terhadap distribusi spesies Odonata.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan Telaga Saat, TWA Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. Waktu penelitian pada bulan Mei – Agustus 2019. Secara geografis, lokasi Telaga Saat terletak di antara 6°41'354" LS dan 106°59'697" BT, TWA Telaga Warna di antara 6°42'177" LS dan 106°59'774" BT, dan Telaga Biru TNGGP di antara 6°44'909" LS dan 106°59'640" BT. Secara administratif, ketiga lokasi penelitian berada di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, dan Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat (Gambar 9). Ketiga

telaga tersebut berada di ketinggian yang tidak jauh berbeda yaitu, 1.443 mdpl, 1.477 mdpl dan 1.602 mdpl.



Gambar 9. Peta lokasi penelitian

Telaga Saat memiliki luas 5.8 ha dan berada di tengah-tengah perkebunan teh dan berdekatan dengan hutan Gunung Suryakencana (Suroto 2018; PUPR 2019). Suhu udara berkisar 22° - 24°C dan kelembapan udara rata-rata 75.57%. Kawasan TWA Telaga Warna memiliki luas 5 ha, sedangkan luas Telaganya ± 0.71 ha. Telaga Warna memiliki curah hujan berkisar 2.896 – 3.070 mm/tahun (BBKSDA 2016). Suhu udara berkisar 22° - 25°C dan kelembapan udara rata-rata 87.17%. Telaga Biru di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango memiliki luas 0.05 ha. Curah hujan cukup tinggi dengan rata-rata berkisar 3.000 – 4.200 mm/tahun, suhu udara berkisar 19° - 21°C dan kelembapan udara rata-rata 88.98%.

2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain yaitu kamera Nikon Coolpix P900, meteran gulung, Garmin GPS 73 (*Global Positioning System*), termometer, kertas indikator pH, lux meter, *weathermeter*, DO meter (*dissolved oxygen meter*), tabulasi data, buku identifikasi vegetasi akuatik dan vegetasi flora of java dan alat tulis. Objek penelitian ini adalah faktor abiotik meliputi air dan lingkungan di kawasan Telaga Saat, Taman Wisata Alam Telaga Warna dan Telaga Biru Taman Nasional Gunung Gede Pangrango.

3. Teknik Pengambilan Data

A. Sampling

Pengukuran faktor abiotik meliputi parameter air dan habitat menggunakan metode *fixed point counts* (Smallshire *et al.* 2010). Point pengukuran dilakukan sesuai dengan point pengamatan fase dewasa Odonata dalam makalah 1. Total *point counts* pengukuran yang berhasil dibuat di tiga lokasi telaga yaitu 59 *point counts*, meliputi 31 *point counts* di Telaga Saat; 23 *point counts*; 5 *point counts* di Telaga Biru dengan tiga kali pengulangan pengukuran diwaktu yang berbeda (Lampiran 8).

B. Variabel Habitat

Variabel habitat yang diukur adalah faktor abiotik meliputi ketinggian, suhu air, kelembapan udara, intensitas cahaya, suhu lingkungan, oksigen terlarut atau DO, derajat keasaman atau pH, dan sampah plastik dengan mencatat kehadirannya (*presence and absence*).

Selain itu juga dicatat jenis tumbuhan air dan vegetasi riparian yang ada di tiga telaga. Vegetasi riparian kemudian dikategorikan menjadi tumbuhan paku, perdu dan pohon.

4. Analisis Data

Data parameter habitat dianalisis menggunakan multivariate analysis dengan *Principal Component Analysis* atau PCA untuk melihat pengelompokkan parameter habitat. Analisis PCA digunakan untuk mereduksi kumpulan variabel yang saling berkorelasi menjadi variabel baru yang disebut komponen utama atau *Principal Component* atau PC (McGarigal *et al.* 2000; Smith 2002; Hammer & Harper 2006; Gajbhiye *et al.* 2015). *Principal Component* yang dipilih adalah berdasarkan pola kurva yang tampak menurun dan nilai *eigenvalue* yang > 1 . Rotasi varimax dilakukan terhadap komponen utama untuk mempermudah interpretasi (Jolliffe 2002).

Seluruh parameter habitat dikorelasikan dengan data Odonata meliputi, jumlah spesies, jumlah individu atau kelimpahan di setiap *point counts*, dan setiap spesies Odonata menggunakan software R (Gardener 2014; Touchon & McCoy 2016). Korelasi *Pearson* dilakukan untuk melihat hubungan antara kehadiran spesies Odonata dengan parameter habitat yaitu, ketinggian, suhu air, kelembapan udara, intensitas cahaya, suhu lingkungan, oksigen terlarut, pH, kehadiran plastik, *species richness* tumbuhan air, *Myriophyllum aquaticum*, *Scirpus mucronatus*, *Alternanthera philoxeroides*, *Poaceae*, *Polygonum barbatum*, *Nasturtium* sp., *Brugmansia suaveolens*, *Polygonum* sp., *species richness* vegetasi riparian, bentuk vegetasi riparian meliputi paku, perdu dan pohon.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Habitat di Tiga Telaga

Diperoleh nilai rata-rata dan standar eror seluruh variabel tertera dalam (Tabel. 3). Berdasarkan rata-rata ketinggian tampak bahwa Telaga Saat dan Telaga Warna tidak jauh berbeda yaitu 1442,52 dan 1476,74 mdpl, sedangkan Telaga Biru 1602 mdpl. Suhu air di Telaga Saat dan Telaga Warna yaitu 20,83° dan 21,43° C. Sementara itu, suhu air di Telaga Biru sebesar 18° C (Tabel. 3). Suhu air di Telaga Saat dan Telaga Warna lebih rendah 1° C berdasarkan studi Suroto (2018) dan data (BBKSDA 2016). Kondisi telaga dipengaruhi oleh aktifitas manusia dan perubahan iklim global (Zhang *et al.* 2017).

Kelembapan udara di tiga telaga relatif berbeda yaitu, tertinggi di Telaga Warna 87,17% dan terendah di Telaga Saat 66,96%. Intensitas cahaya terbesar di Telaga Saat adalah 19.714,29 lux, dan terendah di Telaga Biru 6.681,6 lux (Tabel 3). Kelembapan udara, intensitas cahaya, suhu lingkungan dan ketinggian saling terikat mempengaruhi satu sama lain. Suhu lingkungan di Telaga Saat adalah 22,58° C, di Telaga Warna 22,08° C, dan Telaga Biru 21,66° C (Tabel 3). Kelembapan udara dan ketinggian suatu lokasi dapat mempengaruhi keberadaan spesies Odonata (Dimapinto *et al.* 2015). Dari 11 spesies yang ditemukan dalam makalah 1, terdapat lima spesies yang memiliki korelasi signifikan dengan variabel habitat (Tabel 4).

Tabel 3. Karakteristik parameter habitat di tiga telaga

Lokasi	Min.	Max.	Mean	Sd.
Telaga Saat				
Ketinggian	1395	1452	1442,52	10,27
Suhu Air	19	23	20,83	0,93
Kelembapan	47	81	66,96	8,72
Intensitas Cahaya	4714	24729	19714,29	6592,10
Suhu Lingkungan	19,6	26,1	22,58	1,53
DO	45,8	154,6	85,62	18,08
pH	5	6	5,67	0,47
Telaga Warna				
Ketinggian	1471	1487	1476,74	4,37
Suhu Air	20	22	21,43	0,84
Kelembapan	78,7	100	87,17	6,77
Intensitas Cahaya	1134	24729	8170,91	8689,45
Suhu Lingkungan	19,2	25,2	22,08	1,69
DO	80,9	119,6	103,33	10,92
pH	6	6	6	0
Telaga Biru				
Ketinggian	1585	1607	1602	9,53
Suhu Air	17	19	18	0,70
Kelembapan	71,4	100	84,16	10,22
Intensitas Cahaya	2152	12364	6681,6	4167,16
Suhu Lingkungan	19,3	24	21,66	1,67
DO	1	101,9	47,28	46,47
pH	6	6	6	0

Presentase kandungan oksigen terlarut (DO) terbesar di Telaga Warna 103,33% dan terendah sebesar 47,28% di Telaga Biru. Oksigen terlarut dimanfaatkan semua organisme perairan untuk respirasi, pertukaran zat, dan penguraian zat organik oleh mikroorganisme (Salmin 2005; Megawati *et al.* 2014). Sementara itu, kadar pH di tiga telaga berkisar 5,67 – 6 yang mengindikasikan

bahwa kondisi pH air cenderung asam (Tabel. 3). Tiga telaga tersebut digunakan untuk rekreasi, kegiatan memancing dan tidak digunakan sebagai sumber air minum. Soeprbowati *et al.* (2017) menyatakan bahwa standar parameter kualitas air di Indonesia berdasarkan kadar pH berkisar 2,2 – 5,4.

Habitat di Telaga Warna cenderung lebih lembap, karena sebagian sisi habitatnya ternaungi oleh kanopi vegetasi (Gambar 10). Padahal habitat di Telaga Biru juga ternaungi oleh vegetasi yang bervariasi. Rapatnya kanopi mempengaruhi sinar matahari yang sulit untuk menembus permukaan air dan menyebabkan intensitas cahaya yang sedikit serta meregulasi suhu lingkungan. Sebaliknya, di Telaga Saat tidak terlalu lembap disebabkan oleh habitat yang terbuka dan vegetasi riparian tidak terlalu rapat (Lampiran 8).



Gambar 10. Area Telaga Warna yang tercover vegetasi

Telaga Warna memiliki kedalaman berkisar 1,3 m di bagian tepi hingga 12 m di bagian tengahnya. Perairan telaga tampak berwarna kehijau-hijauan disebabkan melimpahnya fitoplankton khususnya *Bacillariophyceae*, sedangkan warna hijau ke coklatan dan biru yang tampak di Telaga Biru disebabkan oleh jenis ganggang biru (Supriatna 2014). Substrat dasar bagian tengah telaga berupa tanah liat, sedangkan bagian tepinya di dominasi oleh substrat pasir dan bebatuan. Kualitas air telaga mendukung kehidupan nimfa dan ikan (Sulistiono *et al.* 2010). Habitat di tiga telaga mampu menyediakan berbagai jasa ekologi yang penting bagi aktivitas manusia dan organisme lain (Zhang *et al.* 2017).

Pada ekosistem perairan sering dijumpai vegetasi akuatik yaitu tumbuhan vaskular yang dapat beradaptasi di perairan dengan cara terendam (*submerged*),

mengambang (*floating*), dan muncul di air (Oyedeji & Abowei 2012; Zhang *et al.* 2017; Hampshire 2019). Vegetasi akuatik yang dijumpai di Telaga Biru yaitu, *Nasturtium* sp., *Polygonum* sp., dan *Brugmansia suaveolens*. Spesies *Myriophyllum aquaticum* dan *Scirpus mucronatus* dijumpai di Telaga Saat. Sementara itu, di Telaga Warna dijumpai spesies yaitu *Alternanthera philoxeroides*, *Myriophyllum aquaticum*, *Polygonum barbatum* dan *Poaceae* (Lampiran 9). Vegetasi akuatik memiliki hubungan yang kuat dan terikat dengan Odonata (Buchwald 1992). Fase dewasa Odonata menggunakan *sub-merged* vegetasi akuatik untuk hinggap, membentangkan sayap, proses peletakan telur (*oviposition*), menarik pasangan dan sebagai lokasi mencari makan (*feeding area*) (Buchwald 1992; Saha & Gaikwad 2015).

Kehadiran vegetasi riparian menyediakan regulasi iklim mikro dari kondisi telaga (Calvão *et al.* 2018). Di Telaga Saat diperoleh 6 spesies pohon dan 1 spesies paku. 70% vegetasi di dominasi oleh *Agathis dammara* (damar), 51,61% *Altingia excelsa* (rasamala), 12,90% *Coffea* sp. (kopi), 3,22% *Schima wallichii* (puspa), *Musa* sp. (pisang), *Malaleuca leucadendron* (kayu putih), dan *Cyathea* sp. (paku tiang) (Lampiran 10). Vegetasi tersebut tertata rapi di tepi telaga sekaligus berbatasan langsung dengan perkebunan teh.

Vegetasi riparian di Telaga Warna lebih bervariasi spesiesnya dibandingkan Telaga Saat. Diperoleh 16 spesies dalam bentuk pohon, perdu dan paku. Sebanyak 26,08% paling sering dijumpai vegetasi adalah *Brugmansia suaveolens* (kecubung), 13,04% *Ficus* sp., 8,69% *Cyathea* sp. (paku tiang), dan *Lithocarpus* sp., 4,34% *Cordyline* sp. (hanjuang), *Caryota mitis* (sarai), *Turpinia sphaerocarpa* (cempaka), *Sloanea sigun*, *Litsea* sp., *Solanum diphyllum*, *Breynia* sp., *Schefflera* sp., *Syzygium* sp., *Altingia excelsa* (rasamala), *Iresine herbstii* dan *Sauria* sp (Lampiran 10). Vegetasi tersebut tumbuh secara alami di tepi telaga serta kawasan Taman Wisata Alam. Menurut BBKSDA (2016) vegetasi di sekitar Telaga Warna dihuni *Castanea argentea* (saninten), *Schima wallici* (puspa), *Lithocarpus sundaicus* (pasang), *Litsea* sp. (huru), dan *Sloanea sigun* (beleketebe).

Diperoleh 12 spesies vegetasi riparian di Telaga Biru yaitu, 40% *Engelhardia spicata* (morosowo) dan *Pinanga coronata* (pinang), 20% *Schima wallichii* (puspa), *Actinodaphne* sp., *Ardisia* sp., *Magnolia* sp., *Castanopsis* sp. *Flacourtia*

sp., *Brugmansia suaveolens* (kecubung), *Eupatorium inulifolium*, *Schefflera rugosa* dan *Saurauia pendula* (Lampiran 10). Telaga Biru adalah kawasan wisata yang dikembangkan oleh Taman Nasional. Telaga tersebut berada di zona montana dengan ketinggian berkisar 1.500-2.400 mdpl (TNGGP 2019). Habitat di Telaga Biru merupakan hutan hujan tropis yang memiliki vegetasi sangat rapat dan beragam. Supriatna (2014) keragaman vegetasi di sekitar telaga dihuni oleh *Schima wallichii*, *Dacrycarpus imbricatus* dan *Podocarpus neriifolius*.

Zona riparian di pinggiran kali, sungai, dan telaga merupakan penghubung antara ekosistem akuatik dan terestrial (Richardson *et al.* 2007). Vegetasi riparian merupakan semua unit vegetasi di sepanjang kali, sungai, dan telaga yang secara fungsional berkaitan dengan sistem fluvial daerah sekitarnya (Dufour & Rodríguez-González 2019). Sistem fluvial merupakan proses yang terjadi pada posisi lansekap dimana air bergerak adalah kekuatan dominan (NRCS 2010). Berdasarkan strukturnya, vegetasi riparian diklasifikasikan menjadi tumbuhan semak, kayu dan vegetasi hutan. Sebagian besar vegetasi riparian didominasi oleh tumbuhan berkayu (Richardson *et al.* 2007). Vegetasi riparian sebagai indikator kondisi riparian karena menyebabkan kecepatan aliran sungai, tingkat air tanah, dan iklim lokal yang berkaitan dengan kondisi suhu di habitat akuatik (Richardson *et al.* 2007; Kristensen *et al.* 2015; Macfarlane *et al.* 2017; Trimmel *et al.* 2018).

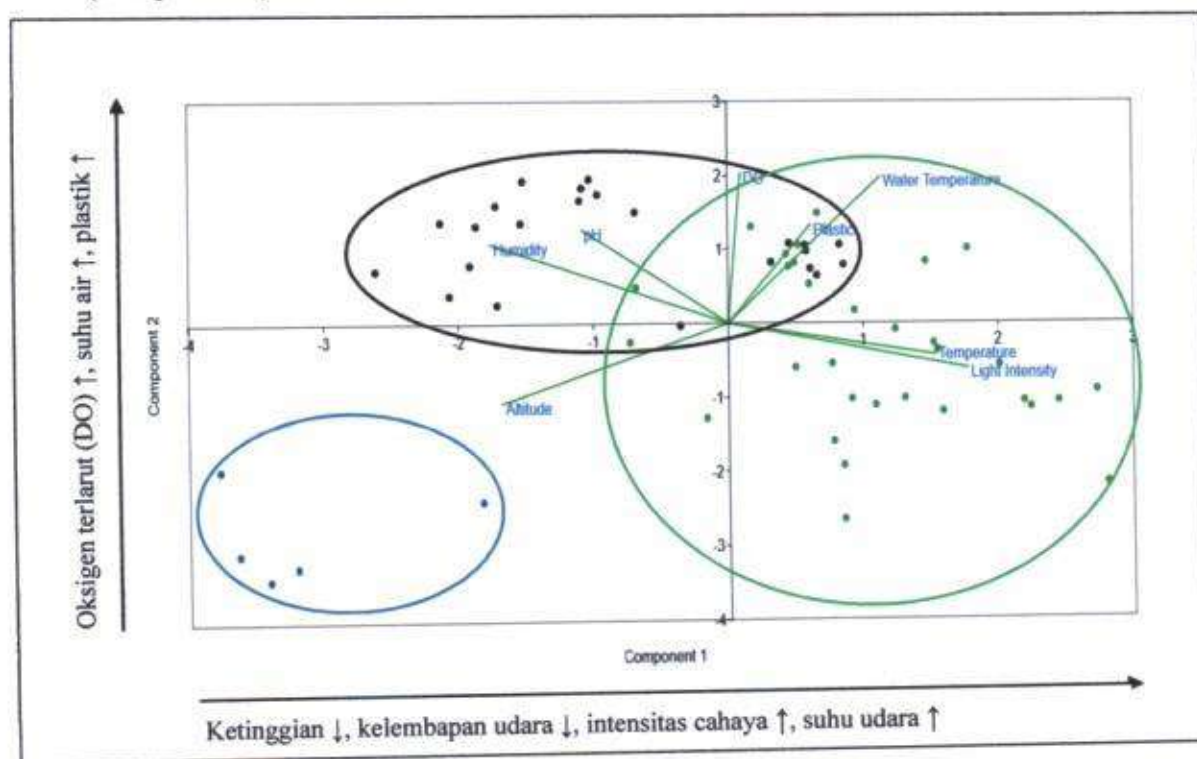
2. Kualitas Habitat di Tiga Telaga

Analisis PCA menghasilkan 8 komponen utama. Komponen utama 1 (PC1) memiliki nilai *eigenvalue* dan nilai presentase varians tertinggi dibandingkan dengan komponen utama lainnya. Setelah itu nilai *eigenvalue* dan nilai presentase mengalami penurunan pada tiap komponen utama berikutnya. Secara kumulatif, 8 komponen utama memiliki nilai *eigenvalue* dan varians masing-masing sebesar 2,64 – 0,13 dan 33,08% - 1,70% (Lampiran 11).

Berdasarkan grafik *scree plot*, hanya 2 komponen (PC1 dan PC2) yang dianggap penting dalam menentukan pengelompokkan kualitas habitat karena komponen lainnya mempunyai nilai *eigenvalue* < 1 dan memperlihatkan kurva yang mendatar setelah penurunan tajam antara PC2 dan PC3 (Gajbhiye *et al.* 2015) (Lampiran 12). Berdasarkan PC1 dan PC2, pengelompokkan habitat di tiga telaga

ditentukan oleh komponen PC1 yang lebih menggambarkan kondisi fisik telaga yaitu ketinggian, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan suhu udara. PC2 menggambarkan kondisi perairan telaga yaitu oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), suhu air, dan sampah plastik dengan *factor loading* > 0.4 (Lampiran 13).

Dengan demikian, dari *scatter plot* PC1 dan PC2, kualitas habitat Telaga Saat dan Telaga Warna tampak berdekatan. Telaga Saat memiliki suhu udara, intensitas cahaya yang semakin positif (tinggi), dan sebagian besar suhu air dan kandungan oksigen terlarut semakin negatif (rendah). Habitat di Telaga Warna memiliki kelembapan udara yang negatif (tinggi), suhu air dan oksigen terlarut yang positif (tinggi). Sementara itu, habitat di Telaga Biru tampak memisah dengan kedua telaga karena memiliki ketinggian dan kelembapan udara yang semakin negatif (tinggi), dengan suhu air dan oksigen terlarut semakin negatif (rendah) (Gambar 11) (Lampiran 14).



Gambar 11. *Scatter plot* komponen utama 1 dengan komponen utama 2 (● = Telaga Saat, ○ = Telaga Warna, dan ○ = Telaga Biru)

Berdasarkan *scatter plot* terdapat irisan antara habitat Telaga Saat dengan Telaga Warna. Hal ini menunjukkan bahwa ada kesamaan kualitas habitat di dua telaga tersebut. Kesamaan tersebut ditunjukkan oleh variabel oksigen terlarut (DO), suhu air dan keberadaan plastik. Terdapat dua titik habitat Telaga Saat yang cenderung lembab dan memiliki pH sama dengan habitat Telaga Warna. Sementara itu, kualitas habitat di Telaga Biru terlihat terpisah dari Telaga Saat dan Telaga Warna (Gambar 11).

Analisis PCA sering dilakukan untuk memberikan interpretasi dan pengelompokan terhadap parameter kualitas air (Mishra 2010; Fathy *et al.* 2012; Gvozdić *et al.* 2012; Mahapatra *et al.* 2012; Ružđjak & Ružđjak 2015; Gajbhiye *et al.* 2015), karakteristik habitat (Nasution *et al.* 2015; Basyuni *et al.* 2018), dan kualitas habitat (Kim & An 2015). Nasution *et al.* (2015) menyatakan bahwa parameter pH, total fosfor, total material organik, vegetasi akuatik, dan sediment berperan penting dalam distribusi dan eksistensi ikan di danau Towuti. Sedangkan, parameter yang berperan penting pada menentukan kondisi habitat di tiga telaga adalah intensitas cahaya, kelembapan udara, oksigen terlarut, dan suhu air yang dapat mempengaruhi distribusi Odonata.

3. Korelasi Komunitas Odonata Terhadap Variabel Habitat

Hasil korelasi antara 11 spesies dengan parameter habitat menunjukkan bahwa 5 spesies Odonata memiliki korelasi signifikan dan 6 spesies lainnya sama sekali tidak berkorelasi dengan variabel habitat (Lampiran 15). *Agriocnemis pygmaea* berkorelasi positif terhadap kelimpahan seluruh spesies Odonata di Telaga Saat. Ini menunjukkan bahwa kehadiran *A. pygmaea* dapat menjadi penanda spesies Odonata yang berlimpah di suatu lokasi (Lindenmayer *et al.* 2000; Bani *et al.* 2006; Siddig *et al.* 2016). Hal yang serupa juga diperlihatkan oleh *Orthetrum pruinatum* yang berkorelasi positif terhadap jumlah spesies Odonata dan kelimpahan spesies Odonata di tiga telaga sehingga *O. pruinatum* dapat menjadi penanda bagi kekayaan jenis dan kelimpahan Odonata (Lindenmayer *et al.* 2000; Bani *et al.* 2006; Siddig *et al.* 2016).

Agriocnemis rubescens memiliki korelasi positif terhadap kelembapan udara, tumbuhan air *Alternanthera philoxeroides* yang tercatat di Telaga Warna dan vegetasi perdu. *Anax guttatus* berkorelasi positif terhadap adanya *Polygonum* sp. *Coelliccia membranipes* memiliki korelasi positif terhadap ketinggian, tumbuhan *Nasturtium* sp., *Polygonum* sp., jumlah spesies vegetasi riparian dan korelasi negatif terhadap suhu air (Tabel 4).

Hasil korelasi menjelaskan bahwa *Agriocnemis rubescens* menyukai habitat telaga yang lembab. *Coelliccia membranipes* adalah spesies spesialis di dataran tinggi, karena menghuni habitat telaga yang tinggi dengan suhu air berkisar 17° – 19° C (Tabel 3). Keberadaan *Agriocnemis rubescens*, *Anax guttatus*, dan *Coelliccia membranipes* berasosiasi dengan vegetasi akuatik. Asosiasi tersebut juga terjadi antara makrofit *Stratiotes aloides* dengan *Aeshna viridis* untuk proteksi dari pemangsanya (Rantala *et al.* 2004). Karena spesies Odonata sangat bergantung oleh tipe vegetasi akuatik tertentu atau satu spesies tumbuhan (Schindler *et al.* 2003; Rantala *et al.* 2004).

Tabel 4. Korelasi antara individu spesies dan variabel habitat

Spesies	Korelasi	
	Positif	Negatif
<i>Agriocnemis femina</i>	*	*
<i>Agriocnemis pygmaea</i>	Kelimpahan	*
<i>Agriocnemis rubescens</i>	Kelembapan udara, A. <i>philoxeroides</i> , Perdu	*
<i>Anax guttatus</i>	<i>Polygonum</i> sp.	*
<i>Coelliccia membranipes</i>	Ketinggian, <i>Nasturtium</i> sp., <i>Polygonum</i> sp., Vegetasi riparian	Suhu air
<i>Copera marginipes</i>	*	*
<i>Ischnura senegalensis</i>	*	*
<i>Orthetrum pruinosum</i>	Jumlah spesies, Kelimpahan	*
<i>Orthetrum sabina</i>	*	*
<i>Pantala flavescens</i>	*	*
<i>Vestalis luctuosa</i>	*	*

Keterangan : (*) Samasekali tidak berkorelasi

Studi Steytler & Samways (1995) menunjukkan bahwa spesies *I. senegalensis* berkorelasi positif dengan struktur vegetasi rumput-rumputan yang kisaran tingginya 0 – 25 cm, dan korelasi negatif dengan habitat ternaung. Genus *Agriocnemis* memiliki korelasi positif dengan rumput-rumputan pendek (0 – 25 cm), rumput-rumputan tinggi (> 50 cm), dan korelasi negatif dengan habitat ternaung (Steytler & Samways 1995).

Vestalis luctuosa dan *Coelliccia membranipes* merupakan spesies stenotopic di Telaga Warna dan Telaga Biru. Namun demikian, kemungkinan kedua spesies dapat berlaku sebagai spesies indikator perlu penelitian yang lebih mendalam. Kedua spesies tersebut membutuhkan ruang habitat yang khusus dan sempit. Hasil korelasi menunjukkan bahwa *V. luctuosa* tidak berkorelasi dengan salah satu variabel habitat. Sementara itu, *C. membranipes* berkorelasi positif dengan ketinggian, tumbuhan akuatik *Nasturtium* sp., *Polygonum* sp., dan jenis vegetasi riparian (Tabel 4). Hasil tersebut semakin memperjelas bahwa spesies *C. membranipes* sangat membutuhkan dua jenis tumbuhan akuatik tersebut untuk bertengger, peletakan telur, *mating* dan mencari makan. *C. membranipes* dapat menjadi spesies indikator bagi kondisi habitat Telaga Biru. Ketidak hadirannya dapat menjadi peringatan dini bagi menurunnya kondisi habitat Telaga Biru.

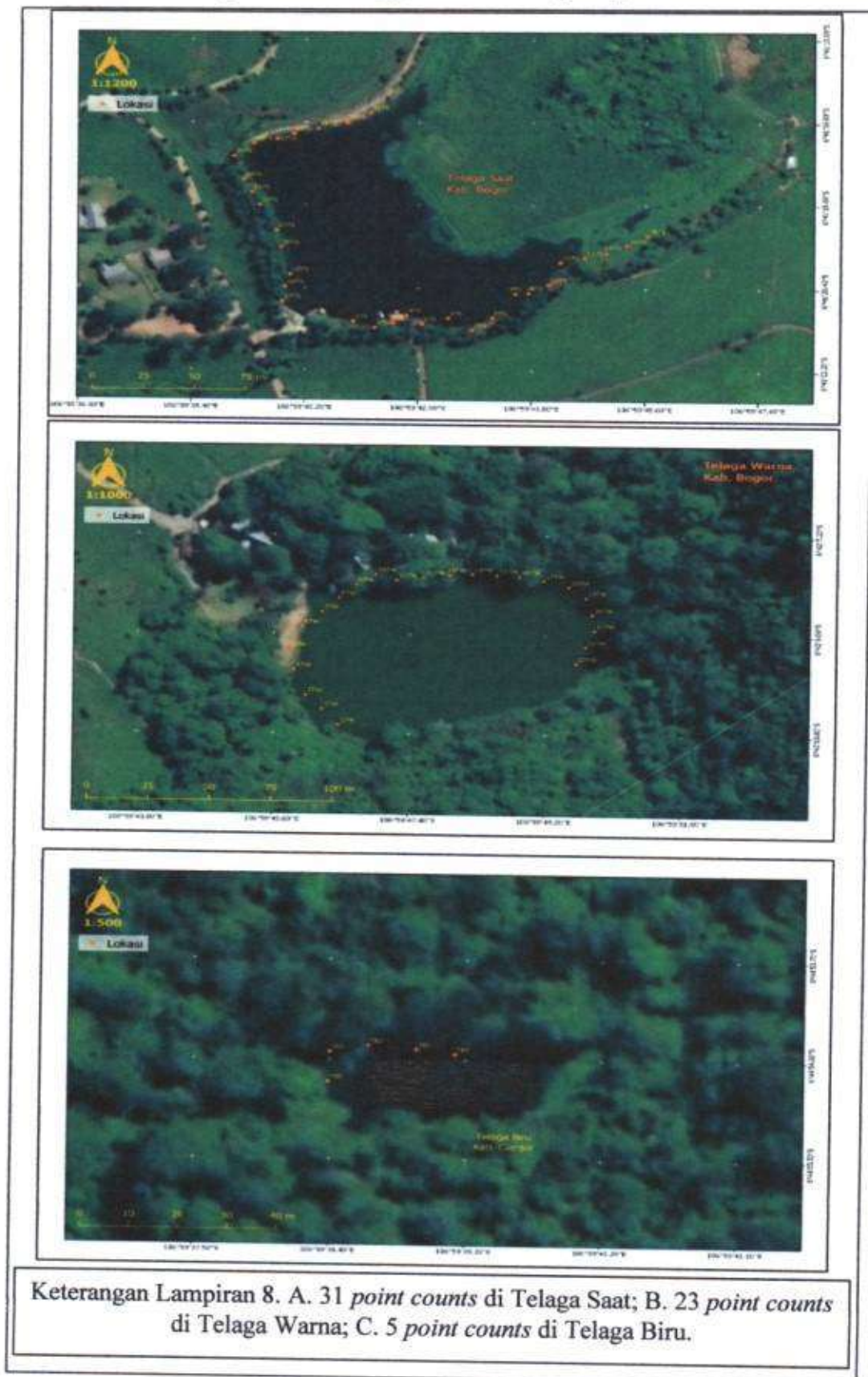
KESIMPULAN DAN SARAN

Kondisi habitat di tiga telaga ditentukan oleh variabel intensitas cahaya, kelembapan udara, oksigen terlarut dan suhu air yang mempengaruhi distribusi spesies Odonata. Variabel yang mempengaruhi kualitas habitat di tiga telaga pada komponen 1 dan komponen 2 (PC1 vs PC2) adalah intensitas cahaya dan oksigen terlarut. PC1 menggambarkan kondisi fisik telaga yaitu ketinggian, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan suhu udara. Sedangkan, PC2 menggambarkan kondisi perairan telaga yaitu oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), suhu air, dan sampah plastik. Beberapa lokasi di Telaga Saat dan Telaga Warna memperlihatkan kesamaan kualitas habitat terutama oleh variabel oksigen terlarut (DO), suhu air dan keberadaan plastik. Kualitas habitat di Telaga Biru terpisah dari dua telaga lainnya.

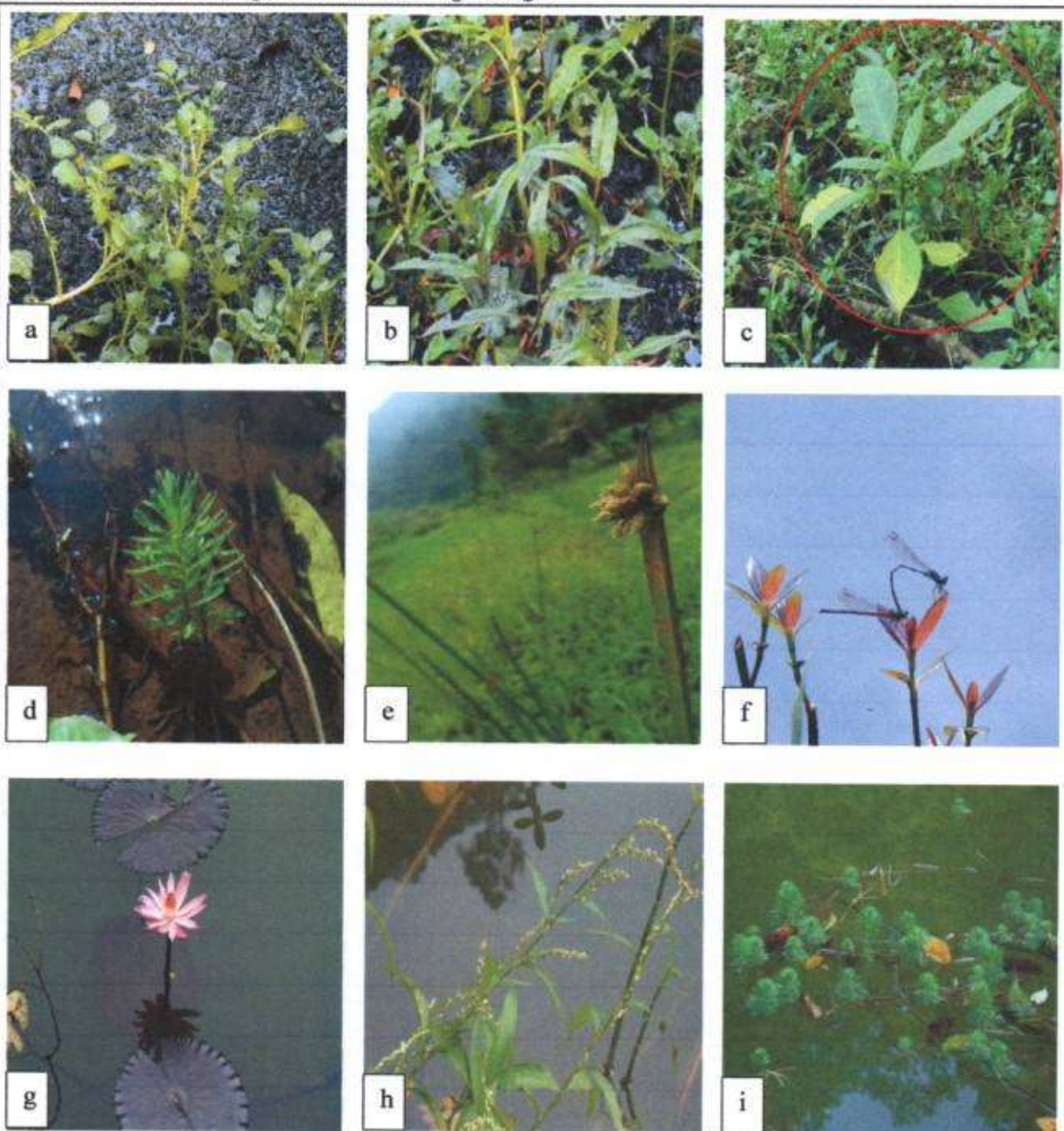
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being*. World Resources Institute. Washington DC.
- Mishra, A. 2010. Assessment of water quality using principal component analysis: A case study of the river ganges. *Journal of Water Chemistry and Technology* **32**(4): 227—234.
- Monteiro-Júnior, C.S., S.R.M. Couceiro, N. Hamada & L. Juen. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal Odonatology* **16**(2): 135—144.
- Nasution, S.H., S. Sulastri & Z.A. Muchlisin. 2015. Habitat characteristics of Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia - the home of endemic fishes. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Intenational Journal of the Bioflux Society* **8**(2): 213—223.
- Natural Resources Conservation Service. 2010. *Understanding fluvial system: wetlands, streams, and flood plains*. United States Department of Agriculture: iv + 26 hlm.
- Oliveira Junior, J.M.B., Y. Shimano, T.A. Gardner, R.M. Hughes, P. Marco Júnior & L. Juen. 2015. Neotropical dragonflies (Insecta: Odonata) as indicators of ecological condition of small streams in the eastern Amazon. *Journal Austral Ecol* **40**(6): 733—744.
- Orr, A.G. 2004. Critical species of Odonata in Malaysia, Indonesia, Singapore and Brunei. *International Journal of Odonatology* **7**(2): 371—384.
- Oyedeji, A.A & J.F.N. Abowei. 2012. The classification, distribution, control and economic importance of aquatic plants. *International Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **1**(2): 118—128.
- Postel, S & B. Richter. 2003. *Rivers for life: Managing water for people and nature*. Island Press: Washington DC. 220 hlm.
- Rantala, M.J., J. Ilmonen, J. Koskimäki, J. Suhonen & K. Tynkkynen. 2004. The macrophyte, *Stratiotes aloides*, protects larvae of dragonfly *Aeshna viridis* against fish predation. *Journal Aquatic Ecology* **38**(1): 77—82.
- Richardson, D.M., P.M. Holmes, K.J. Esler, S.M. Galatowitsch, J.C. Stromberg, S.P. Kirkman, P. Pyšek & R.J. Hobbs. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Journal Diversity and Distribution* **13**: 126—139.
- Ruždjak, A.M. & D. Ruždjak. 2015. Evaluation of river water quality variations using multivariate statistical techniques. *Journal Environmental Monitoring Assessment* **187**(215): 1—15.
- Saha, P.D. & S.M. Gaikwad. 2015. Odonata assemblage at a small marshy land in Khadki (Pune City) – An Assessment. *Journal of Entomology and Zoology Studies* **3**(1): 53—64.
- Salmin, S. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Jurnal Oseana* (3): 21—26.
- Samways, M.J. Chapter 8: Dragonflies as focal organisms in contemporary conservation biology In Córdoba-Aguilar, A. 2008. *Dragonflies and Damselflies*. United States. Oxford University Press: 97—108.
- Schindler, M., C. Fesl & A. Chovanec. 2003. Dragonfly associations (Insect: Odonata) in relation to habitat variables: a multivariate approach. *Journal Hydrobiologia* **479**(1): 169—180.

- Siddig, A.A.H., A.M. Ellison, A. Ochs, C. Villar-Leeman & M.K. Lau. 2016. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Journal Ecological Indicators* **60**: 223—230.
- Silva, D.d.p., P.D. Marco & D.C. Resende. 2010. Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Journal Ecological Indicators* **10**: 744—752.
- Smallshire, D., T. Beynon & British Dragonfly Society Conservation Group. 2010. *Dragonfly monitoring scheme manual*. British Dragonfly Society: 1—12.
- Smith, L.I. 2002. A tutorial on Principal Components Analysis. New Zealand. University of Otago: 1—28.
- Soeprbowati, T.R., S.W.A. Suedy & Hadiyanto. 2017. Diatoms and water quality of Telaga Warna Dieng, Java Indonesia. *Journal Earth and Environmental Sciences* **55**: 1—6.
- Steytler, N.S & M.J. Samways. 1995. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. *Journal Biological Conservation* **72**: 381—386.
- Suhonen, J., M. Hilli-Lukkarinen, E. Korkeamäki, M. Kuitunen, J. Kullas, J. Penttinen & J. Salmela. 2010. Local extinction of dragonfly and damselfly populations in low- and high-quality habitat patches. *Journal Conservation Biology* **24**(4): 1148—1153.
- Sulistiono, S., M.F. Rahardjo, C.P.H. Simanjuntak & A. Zahid. 2010. Komunitas ikan di Telaga Warna, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia* **10**(2): 191—197.
- Supriatna, J. 2014. *Berwisata alam di taman nasional*. Jakarta. Yayasan Obor Indonesia: xxviii + 469 hlm.
- Suroto, A. 2018. Studi Odonata Pada Berbagai Habitat Basah di Wilayah Bogor: Keanekaragaman, Struktur, Komunitas, dan Deskripsi Kehidupan. *Tesis*. IPB. Bogor.
- Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. 2019. Peta pendakian trekking map TNGGP. <https://booking.gedepangrango.org/include/dokumen/peta-pendakian-tnggp.pdf> diakses pada tanggal 29-11-2019 pukul 21.15.
- Touchon, J.C & M.W. McCoy. 2016. The mismatch between current statistical practice and doctoral training in ecology. *Journal Ecosphere* **7**(8): 1—11.
- Trimmel, H., P. Weihs, D. Leidinger, H. Formayer, G. Kalny & A. Melcher. 2018. Can riparian vegetation shade, mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river? *Journal Hydrology and Earth System Sciences* **22**(1): 437—461.
- Zhang, Y., E. Jeppessen, X. Liu, B. Qin, K. Shi, Y. Zhou, S.M. Thomaz & J. Deng. 2017. Global loss of aquatic vegetation in lake. *Journal Earth-Science Reviews* **173**: 259—265.

LAMPIRAN 8. Desain penelitian menggunakan *metode fixed point counts*



LAMPIRAN 9. Vegetasi akuatik di tiga telaga



Keterangan Lampiran 9. a *Nasturtium* sp., b. *Polygonum* sp., c. *Brugmansia suaveolens*, d. *Myriophyllum aquaticum*, e. *Scirpus mucronatus*, f. *Alternanthera philoxeroides*, g. *Nymphaea lotus*, h. *Polygonum barbatum* & i. *Myriophyllum aquaticum*.

LAMPIRAN 10. Presentase vegetasi riparian di tiga telaga

Telaga Saat		
No	Nama spesies	Presentase (%)
1	<i>Agathis dammara</i>	51,61
2	<i>Altingia excelsa</i>	12,90
3	<i>Coffea</i> sp.	3,22
4	<i>Cyathea</i> sp.	3,22
5	<i>Malaleuca leucadendron</i>	3,22
6	<i>Musa</i> sp.	3,22
7	<i>Schima wallichii</i>	3,22

Telaga Warna		
No	Nama spesies	Presentase (%)
1	<i>Altingia excelsa</i>	4,34
2	<i>Breynia</i> sp.	4,34
3	<i>Brugmansia suaveolens</i>	26,08
4	<i>Caryota mitis</i>	4,34
5	<i>Cordyline</i> sp.	4,34
6	<i>Cyathea</i> sp.	8,69
7	<i>Ficus</i> sp.	13,04
8	<i>Iresine herbstii</i>	4,34
9	<i>Lithocarpus</i> sp.	8,69
10	<i>Litsea</i> sp.	4,34
11	<i>Sauria</i> sp.	4,34
12	<i>Schefflera</i> sp.	4,34
13	<i>Sloanea sigun</i>	4,34
14	<i>Solanum diphyllum</i>	4,34
15	<i>Syngium</i> sp.	4,34
16	<i>Turpinia sphaerocarpa</i>	4,34

*Presentase vegetasi riparian berdasarkan jumlah kemunculan spesies dibagi dengan jumlah *fixed point counts* di setiap telaga.

Telaga Warna		
No	Nama spesies	Presentase (%)
1	<i>Actinodaphne</i> sp.	20
2	<i>Ardisia</i> sp.	20
3	<i>Brugmansia suaveolens</i>	20
4	<i>Castanopsis</i> sp.	20
5	<i>Engelhardia spicata</i>	40
6	<i>Eupatorium inulifolium</i>	20
7	<i>Flacourtia</i> sp.	20
8	<i>Magnolia</i> sp.	20
9	<i>Pinanga coronata</i>	40
10	<i>Sauria pendula</i>	20
11	<i>Schefflera rugosa</i>	20
12	<i>Schima wallichii</i>	20

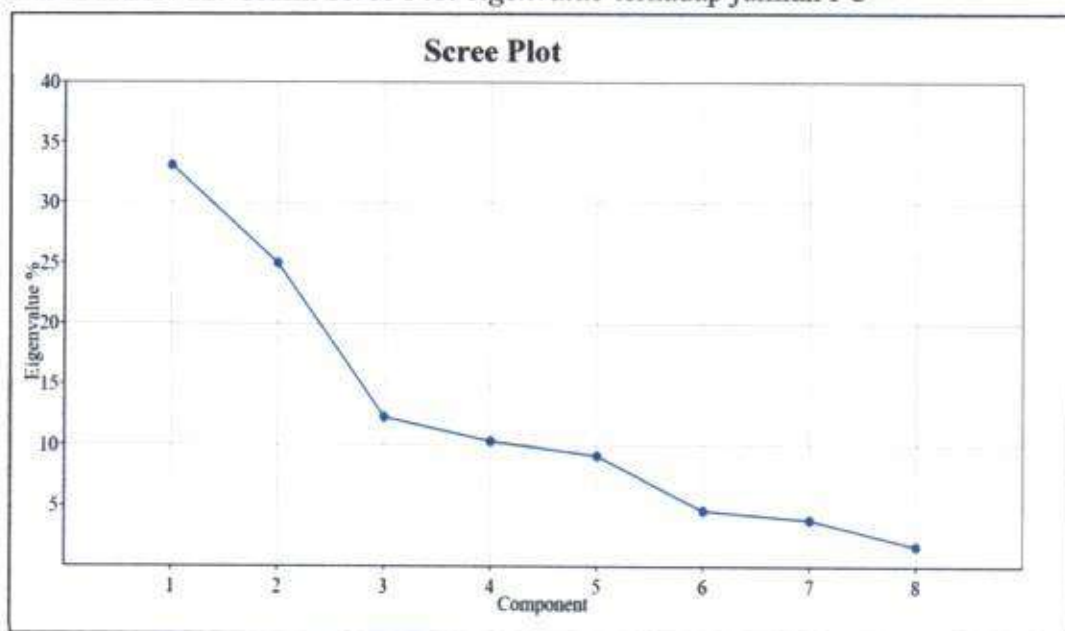
LAMPIRAN 11. Ringkasan nilai *eigenvalue* dan varians (%) menggunakan
Principal Component Analysis (PCA)

Tabel 5. Nilai *eigenvalue* dan varians (%)

PC	Eigenvalue	% variance
1	2.64675	33.084
2	1.99965	24.996
3	0.981828	12.273
4	0.825427	10.318
5	0.729177	9.1147
6	0.370408	4.6301
7	0.310726	3.8841
8	0.136042	1.7005

```
> pca1 <- princomp(X, scores = TRUE, cor = TRUE)
> summary(pca1)
Importance of components:
              Comp.1      Comp.2      Comp.3      Comp.4      Comp.5
Standard deviation  1.6268825  1.4140881  0.9908725  0.9085299  0.85391854
Proportion of Variance 0.3308433 0.2499556 0.1227285 0.1031783 0.09114711
Cumulative Proportion 0.3308433 0.5807990 0.7035275 0.8067058 0.89785295
              Comp.6      Comp.7      Comp.8
Standard deviation  0.6086116  0.55742826  0.36883883
Proportion of Variance 0.0463010 0.03884078 0.01700526
Cumulative Proportion 0.9441540 0.98299474 1.00000000
```

**Proportion of variance* menunjukkan nilai yang sama dengan presentase varians

LAMPIRAN 12. Grafik *Scree Plot eigenvalue* terhadap jumlah PC

LAMPIRAN 13. Nilai *loading* seluruh variabel terhadap Principal Component (PC)

Summary	Scatter plot	Scores	Loadings plot	Loadings	Scree plot			
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8
Altitude	-0.7233	-0.39819	0.25302	0.36128	0.21698	0.15798	-0.054406	0.22076
Water Tempe	0.48829	0.74261	0.099946	0.23381	0.050146	-0.18473	0.28584	0.16462
Humidity	-0.76002	0.40332	-0.099412	0.27137	-0.12206	0.25832	0.26696	-0.15261
Light Intensit	0.76376	-0.22997	-0.082531	-0.23135	0.34345	0.39412	0.17142	0.02784
Temperature	0.65972	-0.16218	0.075945	0.6675	0.22569	-0.025563	-0.11662	-0.14816
DO	0.040441	0.75917	-0.53925	0.087139	0.033142	0.17381	-0.2935	0.078679
pH	-0.46704	0.47601	0.21681	-0.23068	0.65718	-0.11498	-0.047364	-0.087854
Plastic	0.26306	0.49481	0.73997	-0.08188	-0.25062	0.21257	-0.15306	-0.016834

*Berdasarkan software PAST ver.3.0 dengan *value correlation*

LAMPIRAN 14. Nilai korelasi antara setiap variabel

```

> cor(x)
      altitude  watertemp  humidity lightintesity environmenttemp
altitude  1.0000000 -0.53663048  0.42812099  -0.43171973  -0.13365182
watertemp -0.5366305  1.00000000  -0.02074342   0.13781183   0.32367205
humidity  0.4281210 -0.02074342  1.00000000  -0.62640401  -0.43589676
lightintesity -0.4317197  0.13781183 -0.62640401  1.00000000  0.42379390
environmenttemp -0.1336518  0.32367205 -0.43589676  0.42379390  1.00000000
DO        -0.3685217  0.44860718  0.30319673  -0.08758988  -0.05362147
pH         0.2274004  0.11937070  0.35364119  -0.26088263  -0.35303232
plastic    -0.2458389  0.45235243 -0.04893569   0.01599067   0.05318499
      DO      pH      plastic
altitude -0.36852170  0.2274004  -0.24583885
watertemp  0.44860718  0.1193707  0.45235243
humidity  0.30319673  0.3536412  -0.04893569
lightintesity -0.08758988 -0.2608826  0.01599067
environmenttemp -0.05362147 -0.3530323  0.05318499
DO 1.00000000  0.2142574  0.05235180
pH  0.21425745  1.0000000  0.11158268
plastic 0.05235180  0.1115827  1.00000000
>

```

LAMPIRAN 15. Korelasi spesies Odonata terhadap variabel habitat

Variabel Habitat	<i>A. femina</i>	<i>A. pygmaea</i>	<i>A. rubescens</i>	<i>A. guttatus</i>	<i>C. membraipes</i>	<i>C. marginipes</i>	<i>I. senegalensis</i>	<i>O. prunosum</i>	<i>O. sabina</i>	<i>P. flavescens</i>	<i>V. luctuosa</i>
Ketinggian	-0.183	-0.148	0.133	0.351	0.664*	-0.066	-0.168	0.107	-0.054	-0.098	0.040
Suhu air	0.200	0.008	0.209	-0.243	-0.560*	0.017	0.132	-0.200	0.074	0.025	0.025
Kelembapan udara	-0.087	-0.059	0.521*	-0.155	0.114	-0.127	-0.109	-0.204	-0.167	-0.263	0.096
Intensitas cahaya	0.285	0.151	-0.349	0.034	-0.143	0.150	0.109	0.149	0.052	0.076	-0.121
Suhu udara	0.136	-0.051	-0.077	0.139	-0.095	0.089	0.038	0.230	0.293	0.186	-0.030
Oksigen terlarut	0.202	-0.029	0.332	-0.108	-0.270	-0.073	0.041	-0.068	0.008	-0.079	0.080
pH	-0.052	-0.216	0.239	0.109	0.102	-0.290	0.002	-0.216	-0.155	-0.165	0.084
Plastik	-0.122	-0.185	-0.025	-0.151	-0.169	0.083	-0.039	-0.127	-0.062	-0.087	-0.294
Jumlah spesies	0.156	0.315	-0.014	0.285	0.226	0.111	0.143	0.552*	0.274	0.485	0.049
Kelimpahan	0.189	0.530*	0.263	0.361	0.256	-0.023	0.012	0.589*	0.082	0.318	0.162
Vegetasi akuatik	0.017	-0.084	0.086	0.279	0.358	-0.024	0.029	0.073	-0.205	-0.034	0.111
<i>M. aquaticum</i>	0.283	0.187	-0.372	-0.063	-0.256	0.116	0.218	0.047	0.020	0.166	-0.211
<i>S. mucronatus</i>	0.338	-0.034	-0.078	-0.031	-0.029	-0.017	0.459	-0.057	-0.033	-0.024	-0.024
<i>A. philoxeroides</i>	-0.202	-0.167	0.508*	-0.154	-0.144	-0.083	-0.106	-0.185	-0.161	-0.119	0.294
<i>Poaceae</i>	-0.041	-0.034	0.456	0.236	-0.029	-0.017	-0.052	0.052	-0.033	-0.024	-0.024
<i>P. barbatum</i>	-0.086	-0.070	0.204	-0.065	-0.061	-0.035	-0.106	-0.118	-0.068	-0.050	0.322
<i>Nasturtium</i> sp.	-0.097	-0.079	-0.140	0.423	0.748*	-0.039	-0.120	0.222	-0.077	-0.056	-0.056
<i>B. suaveolens</i>	-0.059	-0.049	-0.112	0.145	0.429	-0.024	-0.074	-0.003	-0.047	-0.035	-0.035
<i>Polygonum</i> sp.	-0.073	-0.060	-0.138	0.573*	0.724*	-0.030	-0.091	0.349	-0.058	-0.043	-0.043
Vegetasi riparian	-0.172	-0.102	0.053	0.315	0.660*	0.042	-0.185	0.091	-0.136	-0.020	0.221
Paku	0.149	-0.060	0.123	-0.056	-0.052	-0.030	0.208	-0.101	-0.058	-0.043	-0.043
Perdu	-0.117	0.256	0.527*	0.338	0.180	-0.048	-0.145	0.276	-0.093	-0.068	0.510
Pohon	-0.069	0.111	-0.162	0.006	0.096	0.055	-0.107	0.028	-0.174	0.079	0.079

Keterangan : (*) ada korelasi signifikan, $p \text{ value} < 0.05$

DISKUSI PARIPURNA

Odonata merupakan *flagship species* di habitat ekosistem air tawar karena berperan penting sebagai predator dan sering digunakan sebagai spesies indikator untuk menilai kualitas lingkungan (Sahlén & Ekestubbe 2001; Balzan 2012; Nagy *et al.* 2019). Odonata sangat spesifik terhadap memilih habitat karena menjadi penghubung antara dua habitat yaitu habitat perairan dengan terestrial. Keberadaan spesies Odonata ditentukan oleh kondisi variabel lingkungan, karena sangat sensitif terhadap degradasi habitat air tawar (Sahlén & Ekestubbe 2001) dan perubahan lingkungan akuatik (Hassall 2015; Miguel *et al.* 2017). Odonata juga berperan penting dalam konservasi habitat air tawar (Clausnitzer *et al.* 2009; Kutcher & Bried 2014).

Penelitian struktur komunitas Odonata dan kualitas habitat telaga di Telaga Saat, TWA Telaga Warna, dan Telaga Biru TNGGP menyajikan beberapa hasil yang menarik untuk dikaji lebih lanjut. Pemilihan lokasi tiga telaga karena terletak di ketinggian yang berbeda, status fungsi habitat dan konservasi yang berbeda. Telaga Saat merupakan titik 0 km dari sungai Ciliwung Cisadane yang dikelola oleh Kementerian Perkejaan Umum dan Perumahan Rakyat, sedangkan Telaga Warna dan Telaga Biru merupakan kawasan konservasi yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Komunitas Odonata di tiga telaga diperoleh 11 spesies di antaranya, 9 spesies di Telaga Saat, 6 spesies di Telaga Warna, dan 4 spesies di Telaga Biru. Kurva *individual rarefaction* di Telaga Saat dan Telaga Warna terlihat sudah mendatar dan menunjukkan *species richness* yang ada di setiap lokasi. Kurva *rarefaction* di Telaga Biru belum sepenuhnya mendatar. Hal tersebut menunjukkan adanya kemungkinan pertambahan *species richness* jika individu Odonata yang dikumpulkan ditambah. Kurva akumulasi spesies di Telaga Warna dan Telaga Biru menunjukkan bahwa *sampling fixed point counts* yang dilakukan cukup untuk mengungkap prediksi jumlah spesies di dua telaga tersebut. Hal tersebut tampak dari kurva akumulasi yang sudah mendatar. Sementara itu, kurva akumulasi di Telaga Saat menaik tajam dan kemungkinan pertambahan jumlah spesies masih dapat terjadi jika *fixed point counts* ditambah.

Sembilan spesies yang ada di Telaga Saat adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinsum*, *Orthetrum sabina*, *Pantala flavescens*, *Agriocnemis femina*, *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis rubescens*, *Ischnura senegalensis* dan *Copera marginipes*. Enam spesies yang ada di Telaga Warna adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinsum*, *Orthetrum sabina*, *Agriocnemis rubescens*, *Ischnura senegalensis*, dan *Vestalis luctuosa*. Empat spesies yang ada di Telaga Biru adalah *Anax guttatus*, *Orthetrum pruinsum*, *Agriocnemis rubescens* dan *Coeliccia membranipes*.

Berdasarkan status penilaian IUCN dan pengelompokkan spesies, dua spesies yaitu *Vestalis luctuosa* dan *Coeliccia membranipes* merupakan spesies stenotopic. 9 spesies lainnya yaitu *Anax guttatus*, *Copera marginipes*, *Orthetrum pruinsum*, *Orthetrum sabina*, *Pantala flavescens*, *Agriocnemis femina*, *Agriocnemis pygmaea*, *Agriocnemis rubescens*, dan *Ischnura senegalensis* merupakan spesies eurytopic. Spesies stenotopic memiliki toleransi habitat yang sangat sempit dan sebagai indikator kualitas habitat yang baik, sedangkan spesies eurytopic memiliki toleransi habitat yang luas dan mengindikasikan kondisi lingkungan yang terganggu (Stewart & Samways 1998; Kinvig & Samways 2000; Monteiro-Júnior *et al.* 2013; Monteiro-Júnior *et al.* 2015).

Sebagian besar Anisoptera terdapat di area terbuka yang terpapar cahaya matahari dibandingkan Zygoptera yang terbatas di area ternaung, karena memiliki efisiensi termoregulasi yang tinggi (De Marco *et al.* 2005). Sembilan spesies diatas yang termasuk spesies eurytopic karena dominan menghuni habitat yang terganggu, terutama area pertanian dan perkebunan. Spesies tersebut cenderung menyukai habitat yang terbuka (Lieftinck 1934) dan menghuni habitat *non-forest* (Orr 2006). Contohnya pada *Pantala flavescens* memiliki kemampuan dispersal yang luas, sering disebut sebagai spesialis migrasi terbaik dan spesies *generalist* di habitat terbuka (Steytler & Samways 1995; Clausnitzer 2003; Suhling *et al.* 2015; Renner *et al.* 2016).

Berdasarkan hasil dan pola diagram indeks keanekaragaman spesies, Simpson dan Shannon-Wiener menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies Odonata di Telaga Saat paling tinggi dan Telaga Warna paling rendah. Sedangkan, Margalef indeks menunjukkan tingkat keanekaragaman spesies tertinggi di Telaga

Saat dan Telaga Biru terendah. Kategori keanekaragaman spesies Odonata di dua lokasi adalah medium atau sedang. Hasil indeks kemerataan (*evenness*) di tiga telaga menunjukkan bahwa di Telaga Saat dan Telaga Biru tidak terdapat spesies yang mendominasi, sedangkan di Telaga Warna terdapat spesies yang paling dominan yaitu *Agriocnemis rubescens*. Hal tersebut di dukung oleh model kelimpahan spesies yang terbentuk adalah log-series di Telaga Warna, log-normal series di Telaga Saat dan Telaga Biru. Lieftinck (1934) menyatakan bahwa *Agriocnemis rubescens* melimpah sepanjang tahun di Telaga Warna.

Berdasarkan analisis PCA, pengelompokkan habitat di ketiga telaga ditentukan oleh komponen PC1 yang menggambarkan kondisi fisik telaga yaitu ketinggian, kelembapan udara, intensitas cahaya, dan suhu udara dan PC 2 yang menggambarkan kondisi perairan telaga yaitu oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH), suhu air, dan sampah plastik. Komposisi spesies Odonata di Telaga Saat dan Telaga Warna paling mirip dibandingkan Telaga Biru. Sementara itu, komposisi spesies di Telaga Biru terpisah. Beberapa spesies tersebut diperkirakan berbagi kondisi habitat yang sama. Hal tersebut didukung oleh hasil analisis PCA bahwa kondisi kualitas habitat di Telaga Saat dan Warna memiliki irisan yang ditunjukkan oleh variabel oksigen terlarut (DO), suhu air, dan keberadaan sampah plastik.

Faktor abiotik atau variabel habitat menjadi salah satu faktor penting dalam kehadiran spesies Odonata di tiga telaga. Berdasarkan hasil korelasi menunjukkan bahwa *Agriocnemis rubescens* memiliki korelasi positif terhadap kelembapan udara, tumbuhan air *Alternanthera philoxeroides*, dan perdu. *Coeliccia membranipes* memiliki korelasi positif terhadap ketinggian, tumbuhan air *Nasturtium* sp., *Polygonum* sp., *species richness* vegetasi riparian dan korelasi negatif dengan suhu air. *Anax guttatus* berkorelasi positif dengan tumbuhan air *Polygonum* sp. Variabel habitat yang berhubungan mengindikasikan bahwa keberadaan ketiga spesies berhubungan erat dengan udara yang lembap, suhu air rendah, dan beberapa spesies tumbuhan air tertentu. Kondisi habitat di Telaga Warna ditunjukkan dengan kondisi udara yang lembap berkisar 78,7 – 100%, sedangkan di Telaga Biru terletak paling tinggi dengan suhu air berkisar 17° – 19° C. Keterkaitan *Coeliccia membranipes* sebagai spesies stenotopic dengan variabel

habitat dan faktor abiotik dapat menjadi indikator kualitas habitat yang baik bagi Telaga Biru.

Berdasarkan zonasi danau, semua spesies tumbuhan akuatik atau *macrophyte* yang tercatat dari tiga telaga berada di zona littoral (Wetzel 2001; Ostendorp 2004; Bertoni 2011). Tumbuhan air *submerged* dan alga bentic dapat hidup di zonasi tersebut, karena radiasi cahaya matahari mencapai dasar telaga untuk proses fotosintesis (Bertoni 2011). Tumbuhan akuatik tersebut digunakan Odonata untuk bertengger, peletakan telur (*oviposition*), menarik pasangan, *mating*, proteksi dari predator, mencari makan, dan perkembangan menuju fase dewasa (*emergence*) dari fase nimfa. Kemunculan spesies Odonata lebih sering terlihat pada permukaan zona littoral. Wibowo *et al.* (2019) menemukan sisa cangkang nimfa atau eksoskeleton bertengger di daun *Brugmansia suaveolens* di Telaga Biru dan dianggap penting bagi perkembangan nimfa menuju fase dewasa.

Odonata merupakan predator bagi akuatik lainnya (Kalkman *et al.* 2008). Mangsanya cukup beragam seperti aerial plankton, Diptera, bahkan sesamanya atau kanibalisme. Nimfa mendeteksi mangsa secara visual dan dengan *mechanoreceptors* (Yule & Yong 2004; Sánchez-Herrera & Ware 2012). Nimfa dan dewasa Odonata secara ekstensif memangsa nyamuk (Yule & Yong 2004). Keberadaan dan kepadatan nimfa nyamuk berkorelasi dengan suhu air (Sanford *et al.* 2013). Suhu air merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan nimfa nyamuk (Paaijmans 2008). Suhu air yang rendah dari 14° – 16° C dan lebih tinggi dari 30° C dapat menurunkan kecepatan perkembangan beberapa spesies nimfa nyamuk (Nikookar *et al.* 2017).

Kondisi suhu air di tiga telaga berkisar 17° – 23°C. Suhu terendah di Telaga Biru yaitu 17° – 19° C dan tertinggi di Telaga Saat yaitu 19° – 23° C. Kondisi habitat tiga telaga tersebut sangat mendukung keberadaan nyamuk yang sebagai mangsa Odonata. Pada umumnya nyamuk lebih melimpah pada suhu panas dibandingkan suhu dingin. Mangsa dari Odonata seharusnya lebih banyak berada di Telaga Saat. Karena kondisi habitat Telaga Biru yang berada di hutan tropis dan sangat lembab, hal tersebut juga menimbulkan nyamuk yang melimpah untuk dimangsa Odonata. Selain itu, sebagian besar spesies nimfa nyamuk yang ditemukan di alam berkisar pada pH 3.3 – 10.5 (Clements 1992).

Ancaman predator alami bagi nimfa dan dewasa Odonata juga terdapat di tiga telaga. Kehadiran ikan yang berada di Telaga Warna dan Telaga Biru dapat meregulasi kelimpahan nimfa. Setidaknya ada 8 spesies ikan air tawar yang dijumpai di Telaga Warna (Sulistiono *et al.* 2010) dan ikan mas yang dijumpai di Telaga Biru. Ketika observasi dilakukan juga ditemukan interaksi burung yang memakan capung dewasa. Burung insektivora tersebut belum diketahui jelas spesiesnya. Hal tersebut dapat menjadi peluang untuk penelitian selanjutnya mengenai spesies burung insektivora terutama memangsa capung.

Kehadiran sampah plastik di tiga telaga secara langsung menjadi ancaman nyata bagi habitat akuatik Odonata. Karena plastik dapat menyebabkan pencemaran air dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk menguraikannya. Pihak pengelola kawasan tiga telaga, sebaiknya memberikan larangan bagi pengunjung untuk tidak membawa dan membuang plastik ke area telaga dan sekitarnya. Untuk menjaga keberlanjutan dan kelestarian kawasan konservasi, terutama di Telaga Warna dan Telaga Biru.

Perlindungan ekosistem air tawar merupakan tindakan yang terbaik untuk melindungi spesies-spesies Odonata yang termasuk dalam kategori langka, terancam, dan endemik. Keberadaan spesies Odonata baik itu fase nimfa dan dewasa, terutama *Vestalis luctuosa* yang termasuk dalam spesies sangat langka dan hampir terancam punah harus menjadi prioritas dalam upaya konservasi. Kondisi populasi di Telaga Warna yang hanya sedikit juga mengancam terjadinya kepunahan lokal secara tiba-tiba. Ditambah lagi modifikasi habitat di tepi Telaga Warna dengan pendirian bangunan *cottage*. Padahal spesies *Vestalis luctuosa* membutuhkan habitat yang khusus, karena memiliki toleransi habitat yang sempit untuk keberlangsungan siklus hidupnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Keanekaragaman spesies Odonata cenderung menurun diikuti bertambahnya ketinggian suatu telaga. Keanekaragaman spesies Odonata paling tinggi di Telaga Saat dan paling rendah di Telaga Warna. Komposisi spesies di Telaga Saat dan Telaga Warna paling mirip dibandingkan di Telaga Biru. *Agriocnemis rubescens*

menjadi spesies yang paling dominan di Telaga Warna. Kehadiran nimfa dan dewasa Odonata mengindikasikan bahwa kualitas air di tiga telaga dalam kondisi baik. Dengan analisis PCA, Telaga Saat dan Telaga Warna juga mengandung kemiripan kualitas habitat variabel oksigen terlarut, suhu air, dan keberadaan sampah plastik, sementara Telaga Biru memperlihatkan kualitas habitat yang berbeda juga ditunjukkan oleh komposisi spesies yang berbeda. Kondisi habitat di tiga telaga ditentukan oleh variabel intensitas cahaya, kelembapan udara, oksigen terlarut dan suhu air yang mempengaruhi distribusi spesies Odonata. Keberadaan *Agriocnemis rubescens* dan *Coeliccia membranipes* berhubungan dengan faktor kelembapan udara, ketinggian, dan suhu air.

Tiga spesies Odonata berhubungan dengan spesies vegetasi akuatik tertentu. *Agriocnemis rubescens* berkaitan dengan *Alternanthera philoxeroides*. *Anax guttatus* berhubungan dengan *Polygonum* sp. dan *Coeliccia membranipes* berkaitan dengan *Nasturtium* sp. dan *Polygonum* sp. Tampak dari tiga spesies memanfaatkan vegetasi akuatik tersebut untuk bertengger, menarik pasangan, mencari makan, proteksi dari predator, dan *mating*.

Saran

Keberadaan nimfa dan dewasa Odonata di tiga telaga menandakan bahwa kualitas air dan habitat dalam keadaan baik. Untuk itu perlu pengawasan dan evaluasi terhadap habitat di tiga telaga tersebut. *Vestalis luctuosa* yang statusnya terancam dan sangat sedikit di Telaga Warna harus menjadi perhatian khusus bagi pengelola kawasan. Menyelamatkan keberadaan spesies Odonata harus diikuti dengan konservasi habitatnya.

Penanaman vegetasi di sekitar Telaga Saat perlu dilakukan untuk menjamin kualitas habitat dan kelestarian spesies Odonata. Pemanfaatan vegetasi akuatik yaitu *Nasturtium* sp. (salada air) di Telaga Biru sebagai bahan pangan oleh masyarakat lokal dapat dicontoh oleh kawasan telaga lainnya. Untuk lebih komprehensif terkait komunitas Odonata di dataran tinggi diperlukan kajian yang serupa pada habitat atau kawasan telaga lainnya di Pulau Jawa.

DAFTAR ACUAN

- Agus, M., Y. Pujiastuti & Y. Windusari. 2017. Diversity of the dragonfly (Odonata) as an indication of water quality. *Journal Science and Technology Indonesia* 2: 80—84.
- Balzan, M.V. 2012. Associations of dragonflies (Odonata) to habitat variables within the Maltese Islands: a spatio-temporal approach. *Journal of Insect Science* 12(87): 1—18.
- Bertoni, R. 2011. *Limnology of Rivers and Lakes*. UNESCO - Encyclopedia of Life Support System. 1—67.
- Chapman, R.F., S.J. Simpson & A.E. Douglas. 2013. *The insects: structure and function 5th edition*. New York. Cambridge University Press: xiii + 901 hlm.
- Clausnitzer, V. 2003. Dragonfly communities in coastal habitats of Kenya: indication of biotope quality and the need of conservation measures. *Journal Biodiversity and Conservation* 12: 333—356.
- Clausnitzer, V., V.J. Kalkman, M. Ram, B. Collen, J.E.M. Baillie, M. Bedjanic, W.R.T. Darwall, K-D.B. Dijkstra, R. Dow, J. Hawking, H. Karube, E. Malikova, D. Paulson, K. Schutte, F. Suhling, R.J. Villanueva, N. von Ellenrieder & K. Wilson. 2009. Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Journal Biological Conservation* 142(8): 1864—1869.
- Clements, A. 1992. *Development, nutrition and reproduction*. Vol 1. London. Chapman & Hall.
- De Marco, P., Jr.A.O. Latini & D.C. Resende. 2005. Thermoregulatory constraints on behavior: Patterns in a Neotropical dragonfly assemblage. *Journal Neotropical Entomology* 34: 155—162.
- Hassall, C. 2015. Odonata as candidate macroecological barometers for global climate change. *Journal Freshwater Science* 34(3): 1040—1049.
- Kalkman, V.J., V. Clausnitzer, K-D.B. Dijkstra, A.G. Orr, D.R. Paulson & J.v. Tol. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. *Journal Hydrobiologia* 595(1): 351—363.
- Kinvig, R.G & M.J. Samways. 2000. Conserving dragonflies (Odonata) along streams running through commercial forestry. *Journal Odonatologica* 29(3): 195—294.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York: xii + 654 hlm.
- Kutcher, T.E & J.T.Bried. 2014. Adult Odonata conservation as an indicator of freshwater wetland condition. *Journal Ecological Indicator* 38: 31—39.
- Leksono, A. S., B. Feriwbisono, T. Arifanto & A.F. Pratama. 2017. The abundance and diversity of Odonata along an altitudinal gradient in East Java, Indonesia. *Journal Entomological Research* 47(4): 248—255.
- Lieftinck, M.A. 1934. An annotated list of the Odonata of Java, with notes on their distribution, habits and life history. *Journal Treubia* 14: 377—462.
- Miguel, T.B., J.M.B. Oliveira-Junior, R. Ligeiro & L. Juen. 2017. Odonata (Insecta) as a tool for the biomonitoring of environmental quality. *Journal Ecological Indicators* 81: 555—566.
- Monteiro-Júnior, C.S., L. Juen & N. Hamada. 2015. Analysis of urban impacts on aquatic habitats in the central Amazon basin: Adult odonates as bioindicators of environmental quality. *Journal Ecological Indicator* 48: 303—311.

- Monteiro-Júnior, C.S., S.R.M. Couceiro, N. Hamada & L. Juen. 2013. Effect of vegetation removal for road building on richness and composition of Odonata communities in Amazonia, Brazil. *International Journal of Odonatology* **16**(2): 135—144.
- Nagy, H.B., Z. László, F. Szabó, L. Szöcs, G. Dévai & B. Tóthmérész. 2019. Landscape-scale terrestrial factors are also vital in shaping Odonata assemblages of watercourses. *Journal Scientific Reports* **9**: 1—8
- Nikookar, S.H., M. Fazeli-Dinan, S. Azari-Hamidian, S.N. Mousavinasab, M. Aarabi, S.P. Ziapour, Y. Esfandyari & A. Enayati. 2017. Correlation between mosquito larval density and their habitat physicochemical characteristics in Mazandaran Province, northern Iran. *Journal PloS Neglected Tropical Diseases* **11**(8): 1—19.
- Novelo-Gutiérrez, R. & J.A. Gomez-Anaya. 2009. A comparative study of Odonata (Insecta) assemblages along an altitudinal gradient in the sierra de Coalcoman Mountains, Michoacan, Mexico. *Journal Biodiversity and Conservation* **18**: 679—698.
- Orr, A.G. 2006. Odonata in Bornean tropical rain forest formations: diversity, endemism and implications for conservation management. In Cordero Rivera, A. (Ed.) *Forest and Dragonflies. Fourth WDA International Symposium of Odonatology*. Sofia-Moscow. Pensoft Publishers: 51—78.
- Ostendorp, W. 2004. New approaches to integrated quality assessment of lakeshores. *Journal Limnologia* **34**: 160—166.
- Paaijmans, K.P. 2008. Weather, water & malaria mosquito larvae – The impact of meteorological factors on water temperature and larvae of the Afro-tropical malaria vector *Anopheles gambiae* Giles. *Thesis*. Wageningen University.
- Renner, S., G. Sahlén & E. Périco. 2016. Testing dragonflies as species richness indicators in fragmented Subtropical Atlantic forest environment. *Journal Neotropical Entomology* **16**: 231—239.
- Saha, P.D. & S.M. Gaikwad. 2015. Odonata assemblage at a small marshy land in Khadki (Pune City) – An Assessment. *Journal of Entomology and Zoology Studies* **3**(1): 53—64.
- Sahlén, G. & K. Ekestubbe. 2001. Identification of dragonflies (Odonata) as indicator of general species richness in boreal forest lakes. *Journal Biodiversity and Conservation* **18**(5): 673—690.
- Samways, M.J., M.A. McGeoch, T.R. New. 2010. *Insect conservation: A handbook of approaches and methods*. Oxford University Press: xv + 441 hlm.
- Sánchez-Herrera, M & J.L. Ware. 2012. Biogeography of dragonflies and damselflies: highly mobile predators. In *Global Advances in Biogeography*. Dr. Lawrence Stevens (Ed.): 360 hlm.
- Sanford, M.R., S. Ramsay, A.J. Cornel, C.D. Marsden, L.C. Norris, S. Patchoke, E. Fondjo, G.C. Lanzaro & Y. Lee. 2013. A preliminary investigation of the relationship between water quality and *Anopheles gambiae* larval habitat habitats in western Cameroon. *Malaria Journal* **12**(225): 1—8.
- Siddig, A.A.H., A.M. Ellison, A. Ochs, C. Villar-Leeman & M.K. Lau. 2016. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in *Ecological Indicators*. *Journal Ecological Indicators* **60**: 223—230.
- Smallshire, D., T. Beynon & British Dragonfly Society Conservation Group. 2010. *Dragonfly monitoring scheme manual*. British Dragonfly Society: 1—12.

- Stewart, D.A.B & M.J. Samways. 1998. Conserving dragonfly (Odonata) assemblages relative to river dynamics in an African Savana Game Reserve. *Journal Conservation Biology* **12**(3): 683—692.
- Steytler, N.S & M.J. Samways. 1995. Biotope selection by adult male dragonflies (Odonata) at an artificial lake created for insect conservation in South Africa. *Journal Biological Conservation* **72**: 381—386.
- Sudarmadji, S. & H. Pudjiastuti. 2018. Impacts of agricultural practices and tourism activities on the sustainability of Telaga Warna and Telaga Pengilon lakes, Dieng Plateau, Central Java. *Journal Environment, Energy and Earth Sciences Web of Conferences* **31**: 8—30.
- Suhling, F., G. Sahlén, S. Gorb, V.J. Kalkman, K-D.B. Dijkstra & J. Van Tol. 2015. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates – Chapter 35, Order Odonata*. Fourth Edition. Academic Press: 893—932.
- Suhonen, J., M. Hilli-Lukkarinen, E. Korkeamäki, M. Kuitunen, J. Kullas, J. Penttinen & J. Salmela. 2010. Local extinction of dragonfly and damselfly populations in low- and high-quality habitat patches. *Journal Conservation Biology* **24**(4): 1148—1153.
- Sulistiono, S., M.F. Rahardjo, C.P.H. Simanjuntak & A. Zahid. 2010. Komunitas ikan di Telaga Warna, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia* **10**(2): 191—197.
- Watanabe, N.M & E. Suzuki. 2008. Species diveristy, abundance, and vertical size structure of rattans in Borneo and Java. *Journal Biodiversity Conservation* **17**(3): 523—538.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology – Lake and river ecosystem*. 3rd ed. Academic Press. San Diego: 1006 hlm.
- Wibowo, S.S., A. Basukriadi & N.L. Winarni. 2019. Dragonfly species diversity (Odonata) in three telaga on the highland freshwater, West Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **394**: 1—8.
- Yule, C.M & H.S. Yong. 2004. *Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region*. Academy of Sciences Malaysia.