

KODE/RUMPUN ILMU: 113/TEKNOBIOLOGI

A



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

**EKSPLORASI BIODIVERSITAS DAN KAJIAN EKOLOGI CAGAR
ALAM PULAU SEMPU INDONESIA**

TEMA PENELITIAN UNIVERSITAS
Kearifan Lokal

TOPIK PENELITIAN UNIT
Konservasi Sumberdaya Hayati

Dra. L. Indah Murwani Yulianti, M.Si
(NPP.07.92.397/NIDN.0523076701)

Ir. Ign. Pramana Yuda, M.Si. Ph.D
(NPP.02.94.481/NIDN. 0512116401)

Tim Peneliti Mahasiswa

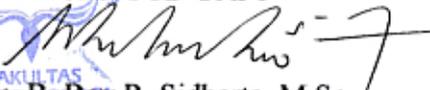
LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL KELOMPOK MONODISIPLIN
Program Studi Biologi
Fakultas Teknobiologi
Juni 2017

LEMBAR PENGESAHAN			
PROPOSAL PENELITIAN INTERNAL: PERORANGAN/KELOMPOK3 (MONODISIPLIN)			
1	Judul Proposal Penelitian	Eksplorasi Biodiversitas dan Kajian Ekologi Cagar Alam Pulau Sempu Indonesia	
2	Kategori Penelitian	A. Penelitian diorientasikan pada penerbitan artikel jurnal ilmiah	
		B. Penelitian diorientasikan menghasilkan HKI/Paten	
		C. Penelitian diorientasikan pada terciptanya buku ilmiah	
		D. Penelitian dilanjutkan Pengabdian pada Masyarakat	
3	Tema Penelitian Universitas	C. Kearifan Lokal	
4	Topik Penelitian Unit	Konservasi Sumberdaya Hayati	
5	Bahan SKS Penelitian	(3) sks	Berlaku semester Gasal 2016/2017
IDENTITAS PENELITI			
6	Nama Peneliti (Pengusul)	Dra. L. Indah Murwani Yulianti, M.Si	
	Jabatan/Golongan	Asisten Ahli/3b	
	NPP/NIDN	07.92.397	0523076701
	Bidang Keahlian	Biologi Lingkungan	
	Unit/Fakultas/Jurusan	Biologi	Teknobiologi
	Alamat rumah	Perumahan Pendowo Asri Blok i No 1 Pendowoharjo Sewon Bantul	
	No. Telp/Faks/e-mail	08112505427	e-mail:lindah@mail.uajy.ac.id
	Nama Peneliti	Ir. Ign. Pramana Yuda, M.Si. Ph.D	
	Jabatan/Golongan	Lektor kepala/iva	
	NPP/NIDN	02.94.481	0512116401
	Bidang Keahlian	Biologi Lingkungan	
	Unit/Fakultas/Jurusan	Biologi	Teknobiologi
	Alamat rumah	Kepuh Permai A. 61. Wedomartani	
	No. Telp/Faks/e-mail	08274487711	e-mail: pramyd@mail.uajy.ac.id
	Nama Peneliti Mahasiswa/NPM	Robert Fernando	130801338
		Sara Puspareni Prayitno	140801534
		Wayan Bindo Ade Brata	140801559
		Carolina Arum Permatasari	140801493
		Andie Wijaya Saputra	140801516
		Vitalis Edi Susilo	140801527
		Retnawan	130801353
		Agung Prakoso	150801659
		Kevin Isaac Tunardi	140801529
		Martin Aristo Cahyadi	140801485
		Thomas Afyn Dian S.	150801651
		G. Pramudito Rahmadi	150801678
		Henry Dharma	140801463
		Linda Oktavia	140801457
		F. Assisi Audi K. S.	150801585
		C. Evi Natallia	140801558
	Gesika Viona Christy	150801673	
7	Lokasi Penelitian	Cagar Alam Pulau Sempu Desa Tambakrejo, Kecamatan Sumbermanjing wetan, Kabupaten Malang	
	Waktu Pelaksanaan	Juni-Juli 2016	
8	Dana yang diusulkan	Dana UAJY	
		Rp. 12.500.000,-	

9	Jumlah Total	Rp. 12.500.000,-
	Terbilang	Dua belas juta lima ratus ribu
10	Spesifikasi outcome penelitian	Publikasi Penelitian, dan Seminar

Yogyakarta 9 Juni 2017



 Mengetahui dan Menyetujui
 Dekan FTB UAJY

 Drs. B. Boy R. Sidharta, M.Sc
 (NPP.09.90.324/NIDN.0524106201)

Pengusul,

 Dra. L. Indah Murwani Yulianti, MSi
 (NPP.07.92.397/NIDN.0523076701)

Mengetahui dan Menyetujui,
 Ketua LPPM

 Dr. I. Putu S. Sanjaya, S. E., M. Si., Ak., CA
 NPP.12.94.528/NIDN.0524107001

RINGKASAN

Cagar Alam Pulau Sempu merupakan salah satu cagar alam di Indonesia yang memiliki keadaan alam khas/unik dengan jenis tumbuhan dan/atau keanekaragaman tumbuhan beserta gejala alam dan ekosistemnya yang memerlukan upaya perlindungan dan pelestarian agar keberadaan dan perkembangannya dapat berlangsung secara alami. Upaya perlindungan dan pelestarian harus didukung dengan informasi dasar berkaitan dengan kawasan secara umum dan kekayaan yang ada di Cagar Alam itu sendiri agar menghasilkan kebijakan dan pengelolaan kawasan yang tepat.

Berdasarkan catatan kajian terkait pendataan kekayaan hayati atau ekologi pada Cagar Alam Pulau Sempu tergolong rendah. Kajian dasar tersebut penting dilakukan untuk menyediakan informasi yang dapat digunakan sebagai referensi penentuan kebijakan dan pengelolaan kawasan. Kegiatan tersebut terdorong menjadi semakin genting untuk dilakukan karena semakin tinggi kegiatan pariwisata yang dapat mempengaruhi kerusakan kawasan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti melakukan kajian keanekaragaman jenis dan kemelimpahan relatif pada avifauna di sekitar jalur Teluk Raas dan Telaga Lele dengan menggunakan metode *TSCs*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada area kajian dijumpai 33 jenis burung dari 19 famili dan sebanyak 15 jenis dikategorikan endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi. Jenis paling melimpah pada kawasan ini adalah Takur Tenggeret (*Megalaima australis*).

Kajian dua adalah keanekaragaman lepidoptera di sekitar jalur Teluk Raas dan Telaga Lele menggunakan metode *direct searching* dan *bait trap*. Hasil pendataan diketahui terdapat 22 jenis dari 6 famili dan berdasarkan perhitungan tingkat keanekaragaman menunjukkan tingkat keanekaragaman yang tinggi dengan nilai 0,86. Kajian ke-tiga adalah penentuan kualitas air dan keberlanjutan dari perairan air tawar Telaga lele dengan melakukan pengukuran indeks saprobitas, pengukuran fisik-kimia perairan dan kawasan sekitar Telaga Lele. Hasil penelitian

menunjukkan kualitas perairan Telaga Lele cukup baik dan alami dengan kriteria pencemaran rendah hingga sedang. Petensi keberlanjutan cukup tinggi berdasarkan faktor cemaran yang rendah hingga sedang dan kondisi kawasan sekitar memiliki tipe vegetasi dapat berperan mengurangi laju erosi dan pendangkalan.

Kata kunci: *Cagar Alam Pulau Sempu, Keanekaragaman, Kemelimpahan relatif, burung, gastropoda, lepidoptera, Kualita perairan air tawar, Telaga Lele*

PRAKATA

Upaya pelestarian dalam suatu kawasan konservasi harus didukung informasi dasar terkait kawasan secara menyeluruh dan terkhusus keanekaragaman hayati di dalamnya. Salah satu kawasan konservasi tersebut adalah Cagar Alam Pulau Sempu. Rendahnya kajian yang dilakukan pada kawasan dan semakin tingginya tingkat pariwisata pada daerah tersebut mendorong peneliti untuk melakukan kajian terhadap keanekaragaman dan kelimpahan relatif setiap jenis avifauna dan kajian keanekaragaman pada gastropoda dan lepidoptera serta kajian kualitas air terhadap perairan Telaga Lele.

Pelaksanaan penelitian ini telah terlaksana dengan baik didukung oleh berbagai pihak seperti Balai Besar BKSDA Jawa Timur, LPPM UAJY, Fakultas Teknobiologi, Presidium Mahasiswa dan KSB UAJY. Adapun bantuan dalam pelaksanaan di lapangan dari pihak Resort Konservasi CA Pulau Sempu.

Pelaksanaan observasi wilayah dan pendataan kekayaan hayati serta kajian ekologi pada Cagar Alam Pulau Sempu dilakukan sesuai dengan tema penelitian yang menjadi perhatian UAJY, yaitu Kearifan Lokal. Tema tersebut menekankan terhadap konservasi sumber daya hayati nusantara yang harus semakin dikembangkan dan dijaga agar mampu menjadi kekuatan untuk mendorong kemajuan kehidupan bangsa.

Adapun harapan dari hasil penelitian ini dapat berguna sebagai sumber informasi dan referensi untuk penentuan kebijakan dan pengelolaan kawasan konservasi. Adapun tindaklanjut dari penelitian ini perlu dilakukan perluasan

wilayah kajian dan nantinya dapat dilakukan pemantuan terhadap kekayaan Cagar Alam Pulau Sempu ini.



DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Ringkasan.....	iii
Prakata.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Lampiran	x
Pendahuluan	1
Tinjauan Pustaka	3
Tujuan dan Manfaat Penelitian	32
Metode Penelitian	34
Hasil dan Pembahasan	46
Kesimpulan dan Saran	83
Rencana Tindaklanjut dan Pengelolaan <i>Outcome</i>	85
Daftar Pustaka	86
Lampiran-lampiran	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis burung dilindungi di CAPS	7
Tabel 2. Indeks Saprobik Kualitas Air secara Biologis	23
Tabel 3. Status Kualitas Air Berdasarkan Nilai BOD ₅	29
Tabel 4. Indeks saprobitas.....	41
Tabel 5. Status kualitas air berdasarkan kadar Oksigen terlarut	42
Tabel 6. Status kualitas air erdasarkan nilai produktifitas primer atau BOD ₅	43
Tabel 7. Kemelimpahan relatif spesies burung di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur	47
Tabel 8. Kemelimpahan relatif spesies burung endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur..	48
Tabel 9. Hasil pendataan tumbuhan sebagai habitat dan sumber pakan bagi bucerotidae	50
Tabel 10. Deskripsi spesies hasil tangkapan menggunakan metode <i>bait trap</i> dan <i>direct searching</i>	58
Tabel 11. Densitas Relatif, Frekuensi Relatif dan Indeks Nilai Penting pada hasil tangkapan menggunakan metode <i>bait trap</i>	68
Tabel 12. Hasil pengukuran Indeks Saprobitas dan parameter fisik-kimia perairan Telaga Lele	74
Tabel 13. Data pendukung kualitas air Telaga Lele	80
Tabel 14. Hasil pengukuran indeks saprobitas dan parameter fisik kimia tiap plot di Telaga Lele	93
Tabel 15. Koordinat spesies endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi	94
Tabel 16. Skor Kemelimpahan relatif tiap 1 jam periode pengamatan spesies burung di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. <i>Bait trap</i>	15
Gambar 2. Peta area studi burung di CAPS	34
Gambar 3. Peta penelitian lepidoptera di CAPS	37
Gambar 4. Peta lokasi dan Plot Pengambilan Sampel air di Telaga Lele	39
Gambar 5. Peta distribusi burung endemik, dilindungi, dan bernilai konservasi tinggi	49
Gambar 6. Hasil pengamatan famili bucerotidae	52
Gambar 7. Elang Ular Bido (<i>Spilornis cheela</i>)	53
Gambar 8. Cangak Merah (<i>Ardea purpurea</i>)	54
Gambar 9. Jumlah spesies hasil tangkapan pada plot di jalur Teluk Raas menggunakan metode <i>bait trap</i>	67
Gambar 10. Jumlah Individu hasil tangkapan pada plot di jalur Teluk Raas menggunakan metode <i>bait trap</i>	67
Gambar 11. Kawasan Telaga Lele (Dokumentasi pribadi, 2016)	72
Gambar 12. Hasil identifikasi dan pengelompokan plangkon	75

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel 14. Hasil pengukuran indeks saprobitas dan parameter fisik kimia tiap plot di Telaga Lele	93
---	----



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang dijuluki *Megabiodiversity Country* yang dimaksudkan, bahwa Indonesia merupakan negara yang memiliki biodiversitas yang tinggi. Biodiversitas sendiri melingkupi seluruh flora-fauna yang ada di Indonesia, seperti halnya burung di Indonesia memiliki 1672 spesies burung, 427 spesies endemik di Indonesia. Sekitar 1500 jenis gastropoda tersebar di Indonesia. Diversitas kupu-kupu mencapai 2.500 spesies dengan tingkat endemisitas yang sangat tinggi, sekitar 35 % dari total jumlah spesiesnya. Enam dari tujuh spesies penyu di dunia dapat dijumpai di Indonesia. Terdapat berbagai jalur migrasi di kawasan laut Indonesia dan bertelur di beberapa pantai, seperti sepanjang Pantai Bantul, Pantai Taman kili-kili, Sukamede, Derawan, dan masih banyak lagi.

Data-data kekayaan hayati Indonesia tersebut merupakan hasil pendataan dan penelitian-penelitian yang sudah terlaksana hingga saat ini, namun jika berdasarkan kondisi geografis Indonesia masih banyak daerah di belum terekplorasi. Eksplorasi ataupun pendataan keanekaragaman sangat penting karena hasil dari kegiatan tersebut dapat menambah data keanekaragaman, data penemuan-penemuan baru dan mengungkapkan berbagai kondisi terbaru serta mengantar untuk menentukan berbagai tindakan tepat yang berhubungan dengan pelestarian satwa liar dan flora-flora.

Pulau-pulau terluar dan pulau-pulau kecil Indonesia, merupakan daerah yang belum banyak diketahui yang memiliki berbagai potensi atau kondisi unik yang banyak belum terungkap. Salah satu contohnya adalah Pulau Enggano yang merupakan terluar Indonesia berada di barat Pulau Sumatera telah ditetapkan menjadi area yang memiliki endemisitas yang tinggi dan penting untuk dilindungi. Terbatasnya pengetahuan akan daerah-daerah tersebut menjadi kebutuhan yang harus dipenuhi untuk memperoleh berbagai data terkait potensi, atau kondisi yang nantinya dapat dimanfaatkan dan dilestarikan.

Cagar Alam Pulau Sempu merupakan salah satu pulau terluar atau pulau-pulau kecil di selatan Pulau Jawa memiliki masalah yang sama, yaitu minimnya eksplorasi atau kajian pada wilayah terkait dengan keanekaragaman flora-fauna, namun usaha eksplorasi sudah sedikit banyak dilakukan oleh kelompok tertentu, terlebih BKSDA sendiri sebagai pengelola wilayah karena Pulau Sempu dinyatakan sebagai salah satu cagar alam di Indonesia. Pendataan keanekaragaman dan kajian tertentu ini sangat penting dilakukan karena hal ini berkaitan dengan upaya konservasi di Cagar Alam Pulau Sempu.

Adanya data keanekaragaman yang baik dan berbagai kajiannya spesifik seperti kemelimpahan atau populasi akan sangat membantu dalam penentuan program-program konservasi ke depan dan tentunya monitoring berkala kekayaan yang dimiliki Pulau Sempu sendiri sangat penting. Kondisi tersebut harus sangat diperhatikan, apalagi keterancaman dari pariwisata sangat kuat seperti yang terjadi di Segara anakan. Pelaksanaan observasi wilayah dan pendataan kekayaan hayati serta kajian ekologi pada Cagar Alam Pulau Sempu dilakukan sesuai dengan tema penelitian yang menjadi perhatian UAJY, yaitu Kearifan Lokal. Tema tersebut menekankan terhadap konservasi sumber daya hayati nusantara yang harus semakin dikembangkan dan dijaga agar mampu menjadi kekuatan untuk mendorong kemajuan kehidupan bangsa.

Berdasarkan kondisi tersebut menjadi latar belakang bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian ini yang dikemas dalam kegiatan “Eksplorasi Pulau Terluar Indonesia II: Eksplorasi Biodiversitas dan Kajian Ekologi Cagar Alam Pulau Sempu Indonesia”, dengan tujuan untuk melakukan pendataan keanekaragaman, kajian kemelimpahan pada burung dan lepidoptera serta kajian ekologi untuk penentuan kualitas perairan Telaga lele

II. TINJAUAN PUSTAKA

Biodiversitas atau keanekaragaman hayati adalah berbagai macam bentuk kehidupan, peranan ekologi yang dimilikinya dan keanekaragaman plasma nutfah yang terkandung di dalamnya (Mackinnon, dkk., 2000). Indonesia, Brazil, Kolombia dan Zaire merupakan empat negara terkaya di dunia dalam hal biodiversitas dan disebut megadiversitas. Indonesia dan Meksiko merupakan bagian dari enam kawasan biogeografi utama, yaitu kawasan Australia dan Indo-Melayu. Wilayah transisi ini disebut kawasan Wallacea, kawasan ini memiliki diversitas dan endemisitas yang sangat tinggi (Mittermeier dkk., 1998 dalam Supriatna, 2008).

Dua kawasan biogeografi Indonesia beserta bagian-bagiannya meliputi 17.000 pulau termasuk pulau terbesar kedua dan ke tiga di Bumi yaitu Kalimantan dan Papua sehingga mampu menandingi biodiversitas di Brazil. Namun, hal tersebut belum didukung oleh data ilmiah. Meskipun demikian tidak diragukan lagi bahwa Indonesia merupakan salah satu dari dua negara yang terkaya biodiversitasnya di dunia (Supriatna, 2008),

Indonesia menduduki peringkat pertama dalam hal diversitas mamalia yakni sebanyak 600 spesies dengan endemisitas sebesar 280 spesies, peringkat keempat untuk reptil sebanyak 411 spesies dengan endemisitas 150 spesies, amfibi memiliki peringkat ke-lima yakni sebanyak 270 spesies dengan 100 diantaranya merupakan spesies endemik, untuk burung pun menempati peringkat ke-lima. Total diversitas fauna tersebut sebanyak 2960 spesies, maka Indonesia berada pada peringkat ketiga di bawah Kolombia dan Brazil dan peringkat ke-dua untuk tingkat endemisitasnya di bawah Australia (Mittermeier dkk., 1998 dalam Supriatna, 2008).

Selain diversitas binatang yang berlimpah, biodiversitas tumbuhan juga Indonesia mencapai 30.000-35.000 spesies dan menempati urutan ke-lima di dunia. Total jenis tumbuhan berbunga tertinggi tercatat di Pulau Irian Jaya sebesar 19.000-20.000 spesies, kedua di Sumatera sebesar 14.000 spesies, Jawa sebesar 10.000 spesies, Sulawesi sebesar 9000 spesies, Maluku sebesar 65.000 spesies dan Nusa Tenggara sebesar 6.500 spesies (Supriatna, 2008)

Keanekaragaman hayati merupakan sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan hidup manusia. Keanekaragaman hayati juga menjadi penentu kestabilan ekosistem. Organisme, populasi, komunitas dan ekosistem merupakan sebagian dari tingkatan organisasi makhluk hidup, sehingga jenis dan sifat organisme, populasi dan komunitas akan mempengaruhi tipe dan karakteristik suatu ekosistem hutan (Indriyanto, 2005). Keanekaragaman hayati baik langsung atau tidak, berperan dalam kehidupan manusia baik dalam bentuk sandang, pangan, papan, obat-obatan, wahana wisata dan pengembangan ilmu pengetahuan. Peran tak kalah penting lagi adalah dalam mengatur proses ekologi sistem penyangga kehidupan termasuk penghasil oksigen, pencegahan pencemaran udara dan air, mencegah banjir dan longsor, penunjang keseimbangan hubungan mangsa dan pemangsa dalam bentuk pengendalian hama alami (Utomo, 2006).

Kawasan Suaka Alam (KSA) adalah kawasan dengan ciri khas tertentu, baik di daratan maupun di perairan yang mempunyai fungsi pokok sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. Sebagaimana diatur dalam PP RI No. 28 tahun 2011 di mana KSA terdiri dari Cagar alam dan Suaka Margasatwa dimana Cagar alam berperan penting dalam usaha konservasi sumber daya alam hayati dan penyedia jasa ekosistem yang tentunya bermanfaat luas bagi masyarakat.

Cagar Alam adalah KSA yang karena keadaan alamnya mempunyai kekhasan/keunikan jenis tumbuhan dan/atau keanekaragaman tumbuhan beserta gejala alam dan ekosistemnya yang memerlukan upaya perlindungan dan pelestarian agar keberadaan dan perkembangannya dapat berlangsung secara alami. Telah diatur dalam Pasal 33 PP RI No. 28 tahun 2011 Cagar alam dapat dimanfaatkan untuk kegiatan sebagai berikut:

- a. Penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan
- b. Pendidikan dan peningkatan kesadaran konservasi alam
- c. Penyerapan dan/atau penyimpanan karbon
- d. Pemanfaatan sumber plasma nutfah untuk penunjang budidaya.

Salah satu cagar alam yang berada di Malang, Jawa Timur adalah kawasan cagar alam Pulau Sempu merupakan cagar alam yang memiliki luasan seluas 877 ha. Berdasarkan *Besluit van den Gouverneur Generaal van Nederlandsch Indie* No. 69 dan No. 46 tanggal 15 Maret 1928 tentang *Aanwijzing van het natourmonument Poelau Sempoe* dengan luas 877 ha, Pulau Sempu resmi dijadikan sebagai cagar alam pada masa pemerintahan Hindia-Belanda (Sukistyanawati, 2016).

Sukistyanawati dkk. (2016) mengungkapkan bahwa cagar alam Pulau Sempu telah banyak dikenal di masyarakat sebagai salah satu destinasi wisatanya. Hal tersebut sangat bertolak belakang dengan status kawasan ini yang merupakan cagar alam yang telah ditetapkan jauh sebelum Indonesia merdeka, dimana difungsikan sebagai sumber simpanan plasma nutfah dan salah satu kegiatan yang diperbolehkan adalah pendidikan dan penelitian.

Permasalahan Cagar Alam Pulau Sempu (CAPS) yaitu tingginya minat masyarakat mengunjungi kawasan untuk tujuan berwisata. Maraknya kegiatan wisata alam yang sudah berkembang sejak tahun 1980an hingga akhir dekade 2010an tersebut maka perlunya dilakukan pendataan, penelitian ekologis, pendugaan populasi satwa liar terutama endemik, satwa dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi yang ada di wilayah ini (Sukistyanawati dkk., 2016). Keseluruhan upaya tersebut merupakan bentuk konservasi yang dapat dilakukan dalam mengatasi berbagai permasalahan di Cagar Alam Pulau Sempu, terutama kerusakan oleh wisatawan.

A. Avifauna

a. Keanekaragaman burung di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang cukup tinggi. Kekayaan avifauna di dunia, lebih dari 8.000 spesies burung yang diketahui dengan 1.539 jenis burung berada di Indonesia (17% dari total burung di dunia). Indonesia berada pada peringkat kelima dengan negara yang kaya akan spesies burung (Sujatnika dkk., 1995).

Indonesia termasuk kedalam negara *megabiodiversity* dengan kemelimpahan keanekaragaman hayati yang dimilikinya. Distribusi

kemelimpahan hayati di Indonesia secara geografis dipilah menjadi tujuh bagian, yakni wilayah biogeografi Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, serta Papua. Takson Aves (burung) diperkirakan bahwa 22 spesies berpotensi punah pada abad mendatang. Sejumlah 104 spesies burung dikategorikan terancam punah, sementara 152 spesies lain digolongkan mendekati terancam punah (Mardiastuti, 1999).

Keanekaragaman dan kelimpahan jenis burung yang ada pada suatu kawasan dapat mengindikasikan bagaimana keadaan di kawasan tersebut. Burung sebagai salah satu komponen dalam suatu ekosistem dapat menjadi indikator apakah lingkungan tersebut mendukung kehidupan suatu organisme atau penting bagi suatu ekosistem maupun bagi manusia (Rusmendro, 2009; Paramita dkk, 2015).

b. Keanekaragaman burung di Cagar Alam Pulau Sempu

Keanekaragaman burung cagar alam Pulau Sempu cukup tinggi dengan total jenis burung yang ditemukan berjumlah 105 jenis (Sukistyanawati dkk, 2016). Berdasarkan hasil survey Sukistyanawati dkk. (2016) menunjukkan bahwa terdapat 10 jenis burung yang endemik Jawa-Bali, dan Sulawesi, seperti Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*), Punai Penganten (*Treron griseicauda*), Takur tulong tumpuk (*Megalaima javensis*) dan Serindit Jawa (*Loriculus pusillus*), Pelatuk Jawa (*Chrysocolaptes strictus*) dan Cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*). Selain burung endemik, terdapat juga burung-burung yang memiliki nilai konservasi tinggi, yang masuk dalam Redlist IUCN yang berstatus *Near Threatened*, *Vulnerable*, dan *Endangered*.

Adapun burung-burung migrasi yang telah tercatat pada survei Sukistyanawati dkk. (2016) seperti Sikep-madu Asia (*Pernis ptilorhynchus*), Trinil Pantai (*Actitis hypoleucos*), Bubut pacar-jambul (*Clamator coromandus*) dan Cekakak Australia (*Halcyon sancta*). Hasil survey lain juga menunjukkan adanya burung-burung yang masuk ke dalam burung-burung dilindungi dengan jumlah 25 jenis seperti:

Tabel 1. Jenis-jenis burung dilindungi di Cagar Alam Pulau Sempu (Sukistyanawati dkk, 2016)

No	Jenis burung	Nama latin
1	Angsa-batu coklat	<i>Sula leucogaster</i>
2	Kuntul karang	<i>Egretta sacra</i>
3	Cangak merah	<i>Ardea purpurea</i>
4	Sikep madu Asia	<i>Pernis ptilorhynchus</i>
5	Elang-laut perutputih	<i>Haliaetus leucogaster</i>
6	Elang-alap Jambul	<i>Accipiter trivirgatus</i>
7	Elang-ular Bido	<i>Spilornis cheela</i>
8	Elang Jawa	<i>Nisaetus bartelsi</i>
9	Dara-laut tengkukhitam	<i>Sterna sumatrana</i>
10	Serindit Jawa	<i>Loriculus pusillus</i>
11	Raja-udang meninting	<i>Alcedo meninting</i>
12	Raja-udang Biru	<i>Alcedo coerulescens</i>
13	Udang api	<i>Ceyx erithaca</i>
14	Cekakak Jawa	<i>Halcyon cyanoventris</i>
15	Cekakak Sungai	<i>Halcyon chloris</i>
16	Cekakak Australia	<i>Halcyon sancta</i>
17	Julang emas	<i>Rhyticeros undulatus</i>
18	Kangkareng perut putih	<i>Anthracoceros albirostris</i>
19	Takur Tulung tumpuk	<i>Megalaima javensis</i>
20	Takur tenggeret	<i>Megalaima australis</i>
21	Paok pancawarna	<i>Hydrornis guajanus</i>
22	Burung madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>
23	Kipasan belang	<i>Rhipidura javanica</i>
24	Takur ungkut-ungkut	<i>Megalaima haemacephala</i>
25	Burungmadu kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>

c. Ekosistem hutan dataran rendah Cagar Alam Pulau Sempu

Menurut Kramadibrata dkk. (2010) dalam Purnomo dkk. (2013) Cagar Alam Pulau Sempu memiliki 3 ekosistem utama, yaitu hutan tropis dataran rendah, hutan mangrove, dan hutan pantai. Cagar Alam Pulau Sempu memiliki 70 jenis tumbuhan yang tergolong dalam 63 marga dan 31 suku. Ekosistem hutan tropis dataran rendah merupakan ekosistem terbesar yang melingkupi sebagian besar wilayah Cagar Alam Pulau Sempu. Vegetasi utama yang masuk dalam komposisi ekosistem tersebut seperti bendo (*Artocarpus elasticus*), triwulan (*Terminalia*), wadang (*Pterocarpus javanicus*), bayur (*Pterospermin javanicum*), walangan (*Pterospermum diversifolium*), kala putih (*Mollotus*

floribundus), bulu (*Ficus* sp.), laban (*Vitex pinnata*), dan serut wono (*Streptblus asper*).

Menurut Sulistyowati (2008) ekosistem Cagar Alam Pulau Sempu masih memiliki kekayaan flora yang cukup tinggi. bahkan beberapa jenis masuk ke dalam tingkat berbahaya dan dilindungi. Delapan puluh tujuh persen dari keanekaragaman spesies flora yang diketahui termasuk dalam kategori unik dan sangat unik. Kondisi ini menjelaskan bahwa sebagian besar jenis-jenis hayati Pulau sempu merupakan jenis yang memiliki tingkat kepunahan dan tingkat endemisitas yang cukup tinggi.

Pertumbuhan vegetasi membentuk tutupan yang rapat dan tumbuh secara alami dan rendahnya pemanfaatan oleh manusia membuat ekosistem yang terbentuk masih alami. Ekosistem hutan tropis dataran rendah memberikan potensi habitat dan ketersediaan pakan yang besar untuk satwa-satwa liar, bahkan satwa-satwa endemik, dilindungi, dan bernilai konservasi tinggi seperti elang jawa (*Nisaetus bartelsi*), cangak merah (*Ardea purpurea*), sikep madu asia (*Pernis ptilorhynchus*), elang-laut perut putih (*Haliaeetus leucogaster*), takur tulung tumpuk (*Megalaima javensis*), julang emas (*Rhyticeros undulatus*), kangkareng perut putih (*Anthracoceros albirostris*), kijang jawa (*Muntiacus muntjak*), lutung jawa (*Tracipithecus auratus*), ular sanca bodo (*Phyton molurus*). ular sanca kembang *Phyton reticulatus*, macan tutul (*Panthera pardusmelas*), dan kupu-kupu *Troides* sp. (Sukistyawanawati dkk., 2016).

d. Avifauna endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi

Avifauna endemik merupakan spesies-spesies burung yang mengalami endemisme. Endemisme merupakan gejala atau kondisi yang dialami oleh organisme tertentu untuk menjadi unik pada satu lokasi geografi tertentu, seperti pulau, lungkang (*niche*), negara, atau zona ekologi tertentu. Endemisme satwa terkhusus burung sangat tergantung pada isolasi geografik. Pulau-pulau yang jauh dan kecil dapat mempunyai tingkat endemisme burung yang tinggi. Spesies endemik memiliki resiko kepunahan yang tinggi, sehingga satwa endemik dijadikan sebagai prioritas utama dalam upaya pelestarian (Dyke, 2008).

Avifauna dilindungi merupakan spesies-spesies yang memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam PP no. 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa Bab III Pasal 5, yaitu mempunyai populasi yang kecil, adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam, dan daerah penyebaran yang terbatas (endemik). Adapun avifauna yang memiliki nilai konservasi tinggi merupakan spesies-spesies burung yang masuk dalam kategori terancam (*Critically endangered*, *Endangered* dan *Vulnerable*) menurut IUCN.

e. Kemelimpahan relatif

Kemelimpahan relatif merupakan representatif suatu spesies secara relatif dalam ekosistem tertentu (Hubbell, 2001). Kemelimpahan relatif merupakan salah satu kajian yang banyak digunakan untuk melakukan pendugaan populasi spesies langka atau endemik yang memiliki keterancamannya untuk punah. Spesies langka memiliki kecenderungan perjumpaan yang rendah dalam suatu komunitas (Whittaker, 1972).

Kemelimpahan dan distribusi suatu spesies memiliki 2 komponen yang terkait, yaitu komponen individual dan komponen populasi. Komponen individual merefleksikan adaptasi untuk menggunakan substrat atau sumber daya untuk hidup dalam kapasitas aktivitasnya yang dipengaruhi oleh toleransi pada kondisi fisik. Komponen populasi merefleksikan perubahan keseimbangan kelahiran dan kematian yang dipengaruhi kondisi regional dan interaksi antar populasi (Ricklefs, 2011).

Penentuan kemelimpahan relatif distandarisasi berdasarkan usaha atau waktu seperti penangkapan spesies target per waktu (malam hari) atau berdasarkan penglihatan per kilometer. Penentuan kemelimpahan relatif pada suatu spesies dipengaruhi oleh 3 faktor, yaitu musim, waktu, dan tahap reproduktif. Faktor-faktor tersebut merupakan refleksi dari perilaku spesies target. Perubahan musim memberikan perubahan fisik terhadap lingkungan, sehingga memberikan pengaruh terhadap perilaku spesies untuk beradaptasi. Waktu menggambarkan aktivitas setiap spesies per harinya. Tahapan reproduksi merupakan pola perilaku dalam aktivitas bereproduksi yang

berbeda-beda setiap spesies, sehingga dapat mempengaruhi tingkat perjumpaan (Magurran dan McGill, 2011).

B. Lepidoptera

a. Deskripsi Lepidoptera

Serangga (*Insecta*), merupakan kelompok utama dari hewan beruas (Arthropoda) yang bertungkai enam (tiga pasang) oleh karena itu mereka disebut pula dengan *Hexapoda* (dari bahasa Yunani) yang berarti berkaki enam. Serangga termasuk dalam kelas *insecta* (subfilum Uniramia) yang dibagi lagi menjadi 29 ordo, antara lain Diptera (misalnya lalat), Coleoptera (misalnya kumbang), Hymenoptera (misalnya semut, lebah, dan tabuhan), dan Lepidoptera (misalnya kupu-kupu dan ngengat) (Borror, 1992). Setiap kelompok serangga mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan musim dan iklim (Erawati dan Kahono, 2010).

Ordo Lepidoptera mencakup ngengat (*moth*) dan kupu-kupu (*butterfly*) (Triplehorn dan Johnson, 2005). Memiliki tubuh beruas-ruas dan 3 pasang kaki, sehingga kupu-kupu dan ngengat dimasukkan ke dalam kelas insekta atau serangga. Kupu-kupu dan ngengat merupakan serangga bersayap sehingga keduanya dikelompokkan ke dalam sub-kelas Pterygota (Noerdjito dan Aswari, 2003). Kata Lepidoptera berasal dari nama latin *lepido-* yang berarti sisik dan *-pteron* (jamak: *-ptera*) yang berarti sayap, sehingga Lepidoptera berarti kelompok serangga yang mempunyai sayap bersisik. Sisik-sisik ini tersusun seperti atap genteng dan memberikan corak serta warna pada sayap (Peggie, 2014).

Kupu-kupu dan ngengat merupakan serangga terbang, yang mengalami metamorfosa sempurna karena siklus hidupnya dimulai dari telur-larva-pupa-dewasa. Kupu-kupu dan ngengat (fase dewasa) menghisap nektar bunga dengan menggunakan mulutnya yang berbentuk selang pengisap yang disebut probosis untuk memenuhi kebutuhan makanannya (Noerdjito dan Aswari, 2003).

Menurut Stanek (1992) dalam Noerdjito dan Aswari (2003) perbedaan antara kupu-kupu dan ngengat dapat dilihat dari perilaku dan bentuknya yaitu :

1. Ngengat hinggap dengan kedua pasang sayap terbuka, sedang kupu-kupu tertutup atau terlipat secara vertikal (tegak) di atas tubuhnya pada saat istirahat (Peggie, 2014);
2. Ngengat aktif pada malam hari (nokturnal) dan umumnya tertarik cahaya lampu serta berwarna kusam (Peggie, 2014), sedang kupu-kupu aktif di siang hari (diurnal);
3. Ngengat mempunyai antena (sungut) pendek dan bentuknya mirip bulu, beberapa jenis ujungnya membesar (*clubed*), sedang antena kupu-kupu langsing, gilig seperti lidi dengan ujung membesar (*clubed*);

Ackery dkk (1999); Vane-Wright dan de Jong (2003) dalam Peggie (2014) menyebutkan kupu-kupu digolongkan ke dalam Hesperioidea dan Papilionoidea. Hesperioidea hanya mempunyai satu suku: Hesperidae, sedangkan Papilionoidea terdiri dari suku Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae, Lycaenidae, dan Riodinidae.

Kupu-kupu yang tergolong ke dalam suku Hesperidae berukuran kecil sampai sedang. Kupu-kupu jenis ini memiliki ciri-ciri antena kiri dan kanan berjauhan, bentuk tubuh relatif lebih gemuk dan kokoh, umumnya berwarna coklat dengan bercak putih atau kuning, ketiga pasang tungkainya berkembang dengan baik (Peggie, 2014).

Kupu-kupu suku Papilionidae umumnya berwarna menarik seperti merah, kuning, hijau, dengan kombinasi hitam dan putih. Kupu-kupu ini berukuran sedang sampai besar. Terdapat spesies yang mempunyai ekor yang ujungnya lebar serupa sendok spatula yang merupakan perpanjangan sudut sayap belakang. Mempunyai 3 pasang tungkai untuk berjalan, umumnya kupu-kupu di suku ini tetap mengepaskan sayap saat mengisap nektar (Peggie, 2014).

Anggota dari kupu-kupu suku Pieridae umumnya berwarna kuning dan putih, ada juga yang berwarna orange dengan sedikit hitam atau merah. Kupu-kupu ini berukuran kecil sampai sedang. Tidak ada perpanjangan sayap yang

menyerupai ekor, punya 3 pasang tungkai yang digunakan untuk berjalan (Peggie, 2014).

Suku Nymphalidae beranggotakan kupu-kupu yang sangat bervariasi, umumnya berwarna coklat, oranye, kuning, dan hitam dengan ukuran yang beragam mulai kecil hingga besar. Ciri utama dari kupu-kupu jenis ini ialah pasangan tungkai depan kupu-kupu jantan dan betina (kecuali pada kupu-kupu betina *Libytheinae*) biasanya tak berkembang sehingga tak berfungsi untuk berjalan. Pada kupu-kupu jantan, biasanya pasangan tungkai depan ini tertutup oleh kumpulan sisik yang padat menyerupai sikat (Peggie, 2014).

Suku *Lycaenidae* beranggotakan kupu-kupu dengan ukuran kecil berwarna biru, ungu, atau oranye dengan bercak metalik, hitam, atau putih. Banyak spesies dari suku ini mempunyai ekor sebagai perpanjangan sayap belakang. Tungkai depan pada kupu-kupu jantan tidak terlalu mengecil tetapi dengan tarsi yang pendek. Tungkai pada kupu-kupu betina normal dan tidak mengecil. Umumnya dijumpai pada hari yang cerah, di tempat yang terbuka (Peggie, 2014).

Suku *Riodinidae*, kupu-kupu yang termasuk anggota suku ini berukuran kecil sampai sedang. Tarsus dari tungkai depan pada jantan seperti sikat. Tarsus berkembang baik dengan 5 ruas pada betin, paling dekat kekerabatannya dengan *Lycaenidae*. Kupu-kupu ini terbang pada hari cerah, dan terbatas pada daerah yang berhutan, terutama pada semak-semak. Hanya sekitar 50 jenis yang diketahui di daerah Asia dan Australia yang tergolong dalam anak suku *Nemeobiinae* (Peggie, 2014).

Kupu-kupu memiliki peran penting terutama pada fase imago karena banyak melakukan pollinasi terhadap tumbuhan tertentu (Triplehorn dan Johnson, 2005), namun kupu-kupu bukan merupakan serangga penyerbuk utama seperti lebah dan tawon karena kupu-kupu tidak mempunyai organ khusus untuk membawa pollen atau serbuk sari (Peggie, 2014). Kupu-kupu mengisap nektar bunga dengan probosis yang terjulur seperti sedotan, serbuk sari bunga akan menempel pada probosis atau pada tungkainya dan kemudian akan menempel pada putik bunga berikutnya yang dikunjungi. Kupu-kupu juga dapat dikatakan

sebagai indikator kualitas lingkungan, kupu-kupu dapat digunakan dalam pemantauan lingkungan untuk mengamati perubahan habitat atau tingkat kerusakan habitat. Perubahan fungsi habitat akan mempengaruhi penyebaran kupu-kupu di suatu area (Peggie, 2014).

Jumlah jenis kupu-kupu yang telah diketahui di seluruh dunia diperkirakan ada sekitar 13.000, dan beberapa ribu jenis lagi yang belum di determinasi (Triplehorn dan Johnson, 2005). Peggie (2014) memaparkan data terbaru, dalam ordo Lepidoptera kupu-kupu hanya menjadi bagian kecil yaitu sekitar 17.500 spesies atau < 12% dari 155.000 spesies Lepidoptera yang ada di dunia. Ngengat atau dikenal juga sebagai kupu-kupu malam, merupakan bagian terbesar dari ordo Lepidoptera.

Jumlah spesies kupu-kupu Indonesia diperkirakan mencapai 2.500 spesies. Jumlah tersebut masih dibawah jumlah negara tropis Amerika Selatan seperti Peru dan Brasil yang memiliki sekitar 3.700 spesies. Walaupun jumlah spesies kupu-kupu Indonesia masih lebih rendah, tetapi kupu-kupu Indonesia mempunyai tingkat endemisitas yang sangat tinggi, mencapai 35 % dari total jumlah spesiesnya. Indonesia memiliki spesies endemik lebih banyak dibandingkan negara mana pun di dunia (Peggie, 2011).

Menurut Utoyo (2006) keanekaragaman kupu-kupu yang ditemukan pada suatu wilayah disebabkan karena faktor ketinggian lokasi yang mempengaruhi kekayaan tumbuhan inang. Sehingga semakin tinggi jumlah spesies kupu-kupu, menunjukkan semakin beragamnya tumbuhan inang pada daerah tersebut. Selain itu luas wilayah yang dilalui dapat juga mempengaruhi tingkat keanekaragaman spesies kupu-kupu (Sari dkk, 2013).

Menurut Widhiono (2014), kupu-kupu endemik yang hidup di Jawa antara lain *Cynitia iapsis*, *Cyrestis lutea*, *Elymnias ceryx*, *Euploa gamelia*, *Rohana nakula*, *Taenia trigreta*, *Mycalesis sudra*, *Ypthima nigricans*, *Neptis nisaia*, dan *Prioneris autothisbe*. Menurut Peggie (2011), kupu-kupu yang dilindungi di Indonesia adalah semua jenis kupu-kupu dari genus *Ornithoptera*, *Trogonoptera*, *Troides* dan 1 jenis dari *Nymphalidae* yaitu *Cethosia myrina*. Salah satu contoh spesies Lepidoptera yang terancam adalah *Troides helena*.

Troides helena digolongkan ke dalam famili Papilionidae. Spesies ini berwarna hitam dengan sayap belakangnya yang berwarna keemasan. Spesies betinanya berwarna coklat atau coklat tua dengan bintik-bintik hitam pada sayapnya. Kelangkaan *Troides helena* ini disebabkan oleh ketersediaan tanaman inang yaitu sirih hutan (*Aristolochia* spp.) yang makin berkurang.

b. Keanekaragaman Lepidoptera di Cagar Alam Pulau Sempu

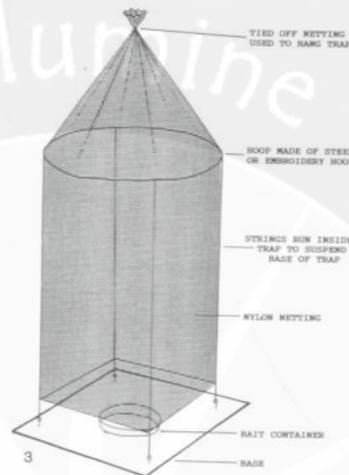
Berdasarkan inventarisasi yang dilakukan Sukistyanawati dkk. (2016) mengungkapkan bahwa di Pulau Sempu belum banyak dokumentasi tentang lepidoptera. Beberapa kali menjumpai *Troides* sp., namun belum bisa mendokumentasikan dengan baik karena sifatnya yang sangat jarang hinggap dan selalu terbang. Dokumentasi *Idea stollii* (Corbet and Pendlebury, 1956) yaitu jenis kupu-kupu yang mempunyai gerak terbang lambat, dengan sayap berwarna putih keabu-abuan dan terdapat bintik-bintik berwarna hitam. Berdasarkan pernyataan tersebut adalah nilai penting untuk melakukan inventarisasi lepidoptera di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu. Minimnya penelitian mengenai serangga di Pulau Sempu bertolak belakang dengan kenyataan Pulau Sempu sebagai cagar alam.

Pendataan lepidoptera tersebut perlu dilakukan karena Pulau Sempu adalah cagar alam yang berfungsi sebagai kawasan konservasi. Data keanekaragaman harus dimiliki oleh sebuah kawasan konservasi karena hal ini terkait dengan dasar pengelolaan kawasan untuk melestarikan kekayaan di dalamnya. Adapun hal yang mendasari pendataan lepidoptera karena peran penting dalam ekosistem seperti melakukan polinasi yang berpengaruh untuk tumbuhan dan makhluk hidup yang lain. Selain itu, Lepidoptera memiliki peran sebagai bioindikator karena Lepidoptera menyukai lingkungan yang bersih untuk mencari makan atau meletakkan telur.

c. Bait trap

Menurut Austin and Riley (1995) *Bait trap* adalah jenis perangkap gantung dan memiliki lubang di bagian bawah beserta umpan, dirancang sedemikian rupa agar menarik kupu-kupu dengan umpan atau *bait* yang berbau. *Bait trap* memiliki kelebihan seperti dapat menampung banyak spesimen dari

spesies yang umum ditemukan dalam waktu yang relatif singkat, umumnya penggunaan *bait trap* tidak mempengaruhi rasio kelamin dari lepidoptera yang ingin kita tangkap, *bait trap* dapat digunakan untuk metode *mark-release-recapture*, dan *bait trap* dapat digunakan untuk perhitungan populasi dari spesies lepidoptera tertentu (Platt, 1969).



Gambar 1. *Bait trap* (Austin dan Riley, 1995)

Umpan atau *bait* yang baik adalah jenis umpan yang dibuat di daerah bersuhu hangat. Salah satu jenis umpan yang baik adalah buah-buahan seperti pisang, mangga, dan lainnya. Umpan buah-buahan dibuat dengan cara meletakkan buah dalam kantong plastik hingga sedikit busuk (semi cair). Umpan buah adalah salah satu umpan yang menarik jenis Lepidoptera jantan dan betina. Sedangkan *stink bait* yang biasanya menggunakan daging busuk, ikan, dan feses hanya menarik Lepidoptera jantan, tetapi akan lebih baik dalam jumlah dan keanekaragaman Lepidoptera yang didapatkan (Austin dan Riley, 1995). Penggunaan umpan buah-buahan dan *stink bait* dalam *bait trap* yang sama akan meningkatkan kemungkinan tertangkapnya lepidoptera (Austin dan Riley, 1995).

d. Direct Searching

Teknik ini termasuk aktif mencari dan pengamatan. Teknik ini menyediakan indeks kelimpahan karena teknik ini tidak akan menangkap semua spesies dari daerah tertentu dan kerentanan untuk tertangkap akan bervariasi antar spesies dengan kondisi cuaca. Teknik ini dapat dijadikan standar untuk

membandingkan hasil tangkapan dari waktu dan daerah yang berbeda. Hal ini dapat dilakukan dengan standarisasi area yang dicari dan / atau tingkat usaha sampling, bersama-sama dengan waktu hari dan cuaca kondisi saat sampling dilakukan (Sutherland, 2006).

e. Sweep Net

Sweep net digunakan untuk menangkap invertebrata di vegetasi rendah, terutama lalat, laba-laba dan kumbang kecil. Jaringan yang digunakan dalam dua desain dasar, kain kasa ringan, terutama untuk menangkap serangga bersayap dan kasa manilla berat dan bingkai kokoh untuk vegetasi padat (Sutherland, 2006). Kekurangan dari *sweep net* ini adalah hanya mampu menangkap serangga yang tidak lari pada saat pengumpul mendekati vegetasi. Perubahan dalam penyebaran tegak, keadaan cuaca, siklus diel, dan perubahan dalam habitat akan mempengaruhi dalam penangkapan yang dilakukan dengan jaring sapu. *Sweep net* tidak dapat digunakan secara tepat pada vegetasi yang rendah seperti rumput dan vegetasi yang tinggi seperti tumbuhan muda (Michael, 1995) dalam (Pelawi, 2009).

f. Kerapatan/Densitas Relatif

Kerapatan atau densitas merupakan banyaknya individu dari suatu jenis yang dapat ditaksir, dihitung, dan ditemukan selama pengamatan. Kerapatan relatif merupakan jumlah individu suatu jenis dibagi jumlah individu seluruh jenis dinyatakan dalam persen (%). Kerapatan sangat dipengaruhi oleh jumlah ditemukannya spesies dalam daerah penelitian. Semakin banyak suatu spesies, maka kerapatan relatifnya semakin tinggi. Nilai kerapatan ini dapat menggambarkan bahwa jenis dengan nilai kerapatan tinggi memiliki pola penyesuaian yang besar (Fachrul, 2008).

g. Frekuensi Relatif

Frekuensi dapat dipakai sebagai parameter yang dapat menunjukkan distribusi atau sebaran suatu jenis dalam ekosistem dan memperlihatkan pola distribusi suatu jenis. Frekuensi relatif merupakan frekuensi suatu jenis dibagi dengan frekuensi total jumlah plot sampel dinyatakan dalam persen (%). Makin

tinggi nilai frekuensi suatu jenis, berarti jenis itu sering tercatat diberbagai tempat atau penyebarannya tinggi. (Fachrul, 2008).

h. Indeks Nilai Penting

Indeks nilai penting merupakan indeks yang menggambarkan atau mengindikasikan tingkat kepentingan habitat bagi suatu jenis (Fachrul, 2008). Bengen (2000) mengemukakan bahwa besarnya indeks nilai penting berkisar 0–300%. Indeks nilai penting didapat dengan menjumlahkan frekuensi relatif dan densitas relatif (Fachrul, 2008).

i. Indeks Keanekaragaman Simpson

Indeks keanekaragaman Simpson memiliki nilai yang berbanding lurus dengan tingginya keanekaragaman di tempat tersebut (Ekadinata, dkk., 2007). Indeks Simpson (1-D) memiliki rentan dari 0 (diversitas rendah) hingga 1 (diversitas tinggi). Indeks Simpson = $1 - \sum(P_i)^2$, dengan P_i adalah proporsi spesies i dalam komunitas (Krebs, 1999). Indeks keanekaragaman Simpson kurang sensitif jika digunakan untuk menghitung kemelimpahan spesies dan lebih cocok digunakan untuk spesies yang memiliki kemelimpahan tinggi (Moy dkk., 2013).

C. Kualitas perairan Telaga Lele

a. Perairan dan Pencemaran

Perairan yang terdapat didarat, berdasarkan *limnology* dibedakan menjadi dua yaitu, perairan lentik atau perairan tenang, misalnya danau, rawa, telaga dan perairan lotik atau disebut juga sebagai perairan berarus deras, seperti sungai, kanal, dan parit (Barus, 2001). Perairan mengalir mempunyai corak tertentu yang secara jelas membedakannya dari air menggenang walaupun keduanya merupakan habitat air tawar. Perbedaan tersebut dapat mempengaruhi bentuk serta kehidupan tumbuhan dan hewan yang menghuninya. Danau dan sungai memiliki karakter pembentukan alami yang berbeda. Danau terbentuk karena cekungannya sudah ada dan air yang mengisi cekungan itu, tetapi danau setiap saat dapat terisi oleh endapan sehingga memungkinkan terjadinya pendangkalan (Ewusie, 1990).

Sebaliknya, sungai terjadi karena airnya sudah ada sehingga air itulah yang membentuk dan menyebabkan tetap adanya saluran selama masih terdapat air yang mengisinya (Ewusie, 1990). Telaga merupakan genangan air tawar dangkal yang terbentuk secara alami dan masih dapat ditembus sinar matahari hingga bagian dasarnya. Telaga mendapat debit air secara periodik di musim hujan, pada musim kemarau kadang debit airnya menyusut drastis (Rachmawati, 2012). Telaga merupakan salah satu perairan yang menjadi penampung alami dari berbagai unsur nutrisi, bahan padat tersuspensi dan bahan kimia toksik yang akhirnya mengendap di dasarnya. Penampungan bahan-bahan tersebut berlangsung bertahun-tahun bahkan ratusan tahun pada telaga alami, sehingga proses pendangkalan dapat terjadi dan penurunan kualitas air akan menyebabkan terjadinya perubahan ekologis pada perairan (Silalahi, 2009). Rachmawati (2012), dalam tulisannya memaparkan ciri - ciri telaga yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Banyak- terdapat tumbuh-tumbuhan litoral.
2. Terletak pada tempat yang datar, kadang-kadang terdapat di pegunungan.
3. Air berwarna hijau sampai hijau kuning disebabkan oleh warna tumbuh- tumbuhan yang terkandung dalam air danau sehingga kecerahan air rendah.
4. Kadar nitrat dan *phospat* tinggi.
5. Pada musim panas terjadi pengurangan oksigen karena kegiatan plankton hewani.
6. Lumpur dasar danau, kaya akan bahan organik dan proses dekomposisi pada lumpur danau biasanya kuat.
7. Banyak terdapat fitoplankton sehingga sering terjadi *blooming*.

Perairan telaga merupakan perairan yang memiliki potensi sedimentasi tinggi. Sedimentasi adalah suatu proses pengendapan material yang dipindahkan oleh media air, angin, es atau gletser di suatu cekungan (Noor, 2014). Proses pemindahan material tersebut yang terjadi pada telaga dapat di sebabkan karena adanya erosi. Pendukung dari terjadinya erosi antara lain faktor topografi seperti

kemiringan lereng. Kemiringan lereng dibagi menjadi beberapa kelas yaitu datar (0-8 %), landai (8-15 %), agak curam (15-25 %), curam (25-45 %), dan sangat curam (≥ 45 %) (Departemen Kimpraswil, 2007 dalam Syah dan Hariyanto, 2013).

Adapun intensitas hujan yang tinggi memiliki energi yang besar dalam menghancurkan agregat tanah. Kecepatan aliran akan meningkat sejalan dengan semakin besarnya nilai dari kemiringan lereng dan daya angkut partikel-partikel tanah yang telah hancur akan semakin tinggi sehingga proses erosi semakin besar (Martono, 2004). Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah melindungi permukaan tanah dari tumbukan air hujan (menurunkan kecepatan terminal dan memperkecil diameter air hujan), menurunkan kecepatan dan volume air larian, menahan partikel-partikel tanah pada tempatnya melalui sistem perakaran dan seresah yang dihasilkan serta mempertahankan kemantapan kapasitas tanah dalam menyerap air. Semakin padat pertanaman maka semakin besar hujan yang terintersepsi sehingga erosi akan menurun. Selain itu, sistem perakaran dapat mengurangi erosi yaitu sistem perakaran yang luas dan padat dapat mengurangi erosi (Utomo, 1994).

Tanaman semak dan rumput memiliki potensi untuk dikembangkan dalam usaha konservasi air dan tanah. Rata-rata retensi tumbuhan untuk menahan air hujan pada penelitian ini antara lain untuk tanah (tanpa tumbuhan) 33%, rumput dan herba 77%, dan semak 81%. Persentase tertinggi adalah pada tumbuhan semak, yaitu 81%. Hal ini berarti tumbuhan semak dapat menahan air sebesar 81% dari debit air yang disiramkan (Sancayaningsih dan Alanindra, 2013). Pencemaran air adalah suatu keadaan air telah mengalami penyimpangan dari keadaan normalnya (Anggoro dkk, 2013). Pencemaran air dapat disebabkan masuknya suatu makhluk hidup, zat cair atau zat padat, suatu energi atau komponen lain ke dalam air, sehingga kualitas air menjadi turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan kegunaannya (Wardhana, 1995 dalam Harmayani dan Konsukartha, 2007).

Agen pencemar yang dapat berasal dari aktivitas manusia atau terjadi secara alami (Anggoro dkk., 2013). Salah satu contoh terjadinya pencemaran

adalah eutrofikasi, yaitu terjadinya proses pengkayaan perairan terutama oleh nitrogen dan fosfor, serta elemen lainnya seperti silikon, potassium, kalsium dan mangan yang menyebabkan pertumbuhan tidak terkontrol dari tumbuhan air yang dikenal dengan istilah blooming (Welch dan Lindell, 1992). Danau secara alami dapat terjadi eutrofikasi akibat dari pembakaran hutan, gempa bumi, erosi, atau input nutrisi berasal dari kotoran burung. Kebanyakan kasus eutrofikasi disebabkan ulah manusia (Soeprbowati dkk, 1998). Upaya pengendalian dan pencegahan tercemarnya ekosistem dapat dilakukan dengan penilaian kualitas suatu perairan. Menurut Anggoro (1983), untuk mengetahui kondisi suatu lingkungan perairan diperlukan analisa trosap yang bertumpu pada evaluasi parameter penyubur (bahan organik) dan parameter pencemar (*Saprobic Index/SI*).

b. Pencemaran bahan organik

Bahan organik adalah salah satu bahan penyubur yang merupakan kumpulan dari beragam senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi dan termasuk juga mikrobia heterotrofik dan ototrofik yang terlibat dan berada didalamnya (Madjid, 2008). Bahan organik dalam perairan dapat dibagi atas dua bagian, yaitu bahan organik terlarut yang berukuran $< 0,5 \mu\text{m}$ dan bahan organik tidak terlarut yang berukuran $> 0,5 \mu\text{m}$. Jumlah bahan organik terlarut dalam perairan biasanya melebihi rata-rata bahan organik tidak terlarut. Hanya berkisar 1/5 bahan organik tidak terlarut terdiri dari sel hidup. Semua bahan organik ini dihasilkan oleh organisme hidup melalui proses metabolisme dan hasil pembusukan (Mulya, 2008).

Bahan organik terlarut yang berasal dari daratan dapat berupa material dari hasil penguraian tumbuhan ataupun dapat berupa kotoran dan sampah. Penguraian organisme mati terjadi secara autolisis dan bakterial yang berjalan bersamaan. Adapun ekskresi maupun hasil metabolisme dari protozoa, alga, dan jasad renik perairan lainnya. Bahan-bahan yang larut tersebut memegang peranan penting dalam kehidupan makhluk perairan seperti senyawa-senyawa

nitrogen yakni purin (*allantoin*, asam urat), urea, Trimetilamin oksida, dan asam amino (glisin, alanin, taurin) (Riley dan Chester, 1971). Bahan organik yang tidak terlarut berukuran lebih besar dari 0,5 μm dan memiliki fungsi sebagai penyedia bahan makanan untuk organisme pada beberapa tingkatan tropik (Effendi, 2007).

Bahan organik ini juga memiliki peran terhadap perbaikan sifat kimia tanah terkait dengan dekomposisi bahan organik karena pada proses ini terjadi perubahan komposisi kimia bahan organik dari senyawa yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang lebih sederhana ini dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme karena menyediakan karbon sebagai sumber energi untuk tumbuh (Effendi, 2003). Bahan organik terlarut total atau *Total Organik Matter* (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*particulate*) dan koloid. Bahan ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999).

Konsentrasi tertinggi bahan organik terlarut terdapat pada permukaan perairan. Bahan organik total dapat dijadikan sebagai indikasi tingkat polusi. Bahan organik total pada permukaan air umumnya dibawah 10 mg/l, sedangkan didasaran kurang dari 2 mg/l (Chapman, 1996), sedangkan bahan organik terlarut yang ideal untuk budidaya yaitu kisaran 20 – 30 mg/l (Rakhman, 1999).

Adapun klasifikasi pencemaran bahan organik dalam perairan menurut Wardoyo (1975), sebagai berikut:

1. Polusi bahan organik kelas I (sedikit). Pada dasar perairan tidak terbentuk endapan atau lapisan hitam dari Ferrosulfida (FeS) warna substrat dasar coklat atau terang (liat atau kerikil) O_2 paling sedikit 8 ppm
2. Polusi bahan organik kelas II (sedang). Perairan berarus lambat, luas relatif sempit. Pada lapisan perairan kadang-kadang terdapat lapisan kehitam-hitaman, O_2 terlarut hampir 6 ppm

3. Polusi organik kelas III (kritis). Substrat pada lapisan perairan yang dalam berwarna hitam, kandungan oksigen rata-rata 4 ppm.
4. Polusi organik kelas IV (berat). Substrat lapisan perairan dasar dalam bentuk liat atau lumpur, hampir semua berwarna hitam, kandungan oksigen 2 ppm.
5. Polusi organik kelas V (sangat berat). Semua dasar perairan yang berhubungan dengan udara berwarna hitam legam, kandungan oksigen terlarut < 2 ppm dan biasanya mengandung racun.

c. Pengukuran kualitas perairan dengan indeks saprobitas

Saprobitas adalah sebuah sistem yang merupakan hubungan antara lingkungan akuatik dan ekologi. Hubungan tersebut terutama pada fenomena pada struktur komunitas dari algae, plankton, protozoa, bakteri dan fungi sebagai koresponden untuk menentukan kualitas air, karena merupakan indikator biologis yang peka terhadap kualitas air (Chapman, 1996). Tingkat saprobitas perairan diperoleh dari pengamatan dan analisis pada struktur komunitas tersebut dan ditentukan perolehan sebuah indeks, yaitu indeks saprobitas Kollwitz dan Marsson (1908) dalam Nemerow (1991). Indeks saprobik merupakan sistem yang tertua yang digunakan untuk mendeteksi pencemaran perairan dari bahan organik yang dikembangkan oleh Kollwitz dan Marsson (1908) dalam Nemerow (1991).

Saprobitas menggambarkan kualitas air yang berkaitan dengan kandungan bahan organik dan komposisi organisme. Komunitas biota bervariasi berdasarkan waktu dan tempat hidupnya. Suatu organisme dapat bertindak sebagai indikator dan mencirikan perairan tersebut (Sladeczek 1979 dalam Rachmawati, 2012). Sistem saprobik didasarkan pada zonasi yang berbeda yang mengalami pengkayaan bahan organik yang dikarakteristikan oleh tanaman (alga) dan hewan (bentos) secara spesifik. Adanya pencemar organik yang masuk ke dalam sungai terkait dengan serangkaian waktu dan jarak aliran yang akan menciptakan kondisi lingkungan yang berbeda di sepanjang sungai dan menghasilkan suksesi komunitas akuatik yang berbeda di sungai (Nemerow 1991).

Setiap jenis plankton merupakan penyusun dari kelompok saprobitas tertentu yang akan mempengaruhi nilai saprobitas. Plankton dapat digunakan sebagai indikator saprobitas karena plankton berperan penting mempengaruhi produktifitas primer perairan, bersifat toleran dan mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas perairan. Plankton mempunyai sifat bergerak mencari tempat yang sesuai dengan hidupnya. Apabila terjadi pencemaran hanya jenis plankton tertentu yang ditemukan dalam suatu perairan, sehingga plankton merupakan bioindikator yang tepat mengetahui kondisi suatu perairan (Utomo dkk, 2013).

Plankton adalah organisme yang hidup melayang dan hidup bebas di perairan dengan kemampuan pergerakan yang bebas. Plankton sangat mudah hanyut oleh gerakan massa air, dan organisme ini memiliki peranan penting dalam ekologi perairan (Castellani, 2009). Plankton berperan sebagai produser primer dalam jaringan makanan. Plankton terdiri dari fitoplankton dan zooplankton (Romimohtarto dan Juwana, 2007). Umumnya plankton merupakan makanan utama organisme perairan. Plankton juga merupakan salah satu parameter biologi yang memberikan informasi mengenai kualitas dan tingkat kesuburan perairan (Astuti, 2009).

Menurut Dresscher dan Mark (1974), indeks saprobik kualitas air secara biologis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Indeks Saprobik Kualitas Air secara Biologis (Dresscher dan Mark, 1974)

Beban Pencemaran	Derajat Pencemaran	Fase Saprobik	Indeks Saprobik
Banyak Senyawa Organik	Sangat tinggi	Polisaprobik Poli/ α – Mesosaprobik	-3 s/d -2 -2 s/d -1,5
Senyawa Organik dan Anorganik	Agak tinggi	α – Meso/polisaprobik α – Mesosaprobik	-1,5 s/d -1 -1 s/d -0,5
Sedikit Senyawa Organik dan Anorganik	Sedang	α / β – Mesosaprobik β / α – Mesosaprobik	-0,5 s/d 0 0 s/d +0,5
	Ringan/Rendah	β – Mesosaprobik β – Meso/oligosaprobik	

			+0,5 s/d +1 +1 s/d +1,5
	Sangat Ringan	Oligo/ β – Mesosaprobik Oligosaprobik	+1,5 s/d +2 +2 s/d +3

Fase saprobik adalah fase perombakan bahan-bahan organik. Polisaprobik adalah fase yang dilakukan oleh banyak jenis jasad renik α . Mesosaprobik adalah fase saprobik yang berlangsung pada tahap awal (bakteri) β . Mesosaprobik adalah fase saprobik yang berlangsung pada tahap lanjut oleh kelompok ciliata. Oligosaprobik adalah fase yang dilakukan oleh beberapa jasad renik (Dresscher dan mark, 1974).

Keanekaragaman plankton menunjukkan tingkat kompleksitas dari struktur komunitas. Keanekaragaman plankton akan berkurang jika suatu komunitas didominasi oleh satu atau sejumlah spesies tertentu. Hal ini terjadi jika terdapat gangguan terhadap lingkungan, dan pada kondisi tersebut terdapat organisme plankton yang mampu bertahan dan berkembang lebih baik dari pada jenis plankton lainnya. Salah satu penyebab penurunan indeks keanekaragaman adalah pencemaran (Astuti, 2009).

Fitoplankton adalah mikroorganisme nabati yang hidup melayang di dalam air, relatif tidak memiliki daya gerak sehingga keberadaannya dipengaruhi oleh gerakan air, serta mampu berfotosintesis karena sel tubuhnya mampu berfotosintesis karena sel tubuhnya mengandung klorofil (Davis, 1995 dalam Fachrul, 2007). Fitoplankton dapat ditemukan di seluruh massa air mulai dari permukaan sampai kedalaman dimana intensitas cahaya matahari masih memungkinkan untuk digunakan dalam proses fotosintesis (*zona eufotik*) merupakan komponen flora paling besar peranannya sebagai produsen primer di perairan (Toha, 1991 dalam Fachrul, 2007)

Salah satu sifat khas dari fitoplankton adalah dapat berkembang secara berlipat ganda dalam waktu yang relatif singkat, tumbuh dengan kerapatan tinggi, melimpah dan terhampar luas dan terhampar luas (Nontji, 1974 dalam

Fachrul, 2007). Fungsi fitoplankton di perairan sebagai makanan bagi zooplankton dan beberapa jenis ikan serta larva biota yang masih muda. Perkembangan fitoplankton sangat ditentukan oleh intensitas sinar matahari dan temperatur (Goldman dan Horne, 1983 dalam Fachrul, 2007).

Ciliata yang hidup bebas dapat memakan bakteri, ganggang, atau bahkan ciliata lainnya. Ciliates besar umum di lingkungan air tawar, khususnya air yang telah diperkaya zat organik, misalnya oleh limbah. Ciliata memberikan informasi mengenai pencemaran air. Tingginya keberadaan ciliata dalam suatu perairan mengindikasikan perairan yang penuh dengan luapan bahan organik, sehingga menunjukkan proses *polysaprobic* dan defisiensi oksigen, sehingga mempengaruhi kehidupan perairan. Paramecium dan Vorticella adalah ciliata yang paling sering sebagai indikator perairan yang masuk dalam kategori *polysaprobic* (Lynn dan Small, 1991).

Divisi Euglenophyta merupakan organisme bersel tunggal dengan susunan sel eukariota. Euglena memiliki dua buah flagel tipe cambuk berjumbai, dengan tonjolan lateral yang berupa bulu yang terletak pada satu barisan sepanjang flagel. Ciri khas *Euglena sp* yaitu dapat bergerak dengan cepat. Divisi Eulenophyta memiliki tipe klorofil a, b, dan karoten sel tidak dibungkus oleh dinding selulosa, melainkan oleh perikel berprotein, yang berada didalam plasmalema (Kasrina dkk, 2012).

Divisi Chrysophyta merupakan sel eukariotik terdapat membran inti dan nukleus. Spesies yang ditemukan yaitu *Navicula sp* dengan pergerakan yang lambat. Ciri khas *Navicula sp* bagian pinggirnya bergerigi pada bagian dalam yaitu dinding sel terdiri atas dua belahan atau katup yang saling menutup. Pigmen dominan karoten berupa xantofil yang memberikan warna keemasan. Pigmen lainnya adalah fukoxantin, klorofil a dan klorofil c. Memiliki dinding sel yang mengandung selulosa, silika, kalsium karbonat, dan beberapa kitin (Kasrina dkk, 2012). Menurut Bellinger dan Sige (2010), Chlorophyceae umumnya melimpah di perairan dengan intensitas cahaya yang cukup.

Menurut Muhammad dkk (2003), bahwa adanya kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae atau lebih dikenal sebagai diatom dalam kuantitas yang

banyak menunjukkan kualitas air yang bersih. Diatomae berperan sebagai organisme fotosintetik. Dinding sel membentuk dua buah katup yang disebut theca dan frustule. Kedua katup saling berhubungan dengan adanya connecting band yang melekat pada sisi kedua theca, membentuk ikatan yang disebut girdle band (Ndagu, 1999). Diatom merupakan fitoplankton yang paling sering ditemukan di perairan Indonesia (Nontji, 2008 dalam Radiarta, 2013). Banyaknya diatom di suatu perairan karena mempunyai kemampuan beradaptasi dengan lingkungan, bersifat kosmopolit, dan tahan terhadap kondisi ekstrim serta mempunyai daya reproduksi yang tinggi (Odum, 1971 dalam Radiarta, 2013).

d. Pengukuran kualitas perairan dari faktor fisik dan kimia

Pengukuran faktor lingkungan abiotik penting dilakukan untuk membantu penentuan kualitas perairan. Salah satu faktornya adalah faktor fisik yang sering menjadi faktor pembatas adalah suhu, cahaya, kecepatan arus (Suin, 2002). Beberapa faktor fisik lain yang membantu menentukan kualitas air adalah kekeruhan, warna, dan volume aliran. Adapun faktor kimia yang diwakili dengan pengukuran derajat keasaman, oksigen terlarut, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Silalahi, 2009). Suhu merupakan parameter yang sangat penting dalam lingkungan perairan dan berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung. Suhu permukaan di perairan Indonesia berkisar antara 26 – 30 °C (Rasyid, 2010).

Menurut hukum Vant Hoffs, kenaikan temperatur sebesar 10 °C dapat meningkatkan laju metabolisme dari organisme sebesar 2-3 kali lipat. Akibat meningkatnya laju metabolisme akan menyebabkan konsumsi oksigen meningkat. Naiknya temperatur akan mengakibatkan kelarutan oksigen dalam air menjadi berkurang. Kondisi tersebut menyebabkan organisme air akan mengalami kesulitan untuk melakukan respirasi (Barus, 2004); (Boney 1989, dalam Sudaryanti, 1989). Suhu memberikan pengaruh pada laju fotosintesis pada tumbuhan dan proses fisiologis hewan, khususnya derajat metabolisme

dan siklus reproduksi. Secara tidak langsung suhu mempengaruhi kelarutan CO₂ dan O₂ (Effendi, 2003).

Suhu perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk kedalam air. Suhu memberikan pengaruh pada berat jenis, viskositas dan densitas air, juga berpengaruh terhadap kelarutan gas dan unsur-unsur dalam air. Sedangkan perubahan suhu dalam kolom air akan menimbulkan arus secara vertikal. Secara langsung maupun tidak langsung, suhu berperan dalam ekologi dan distribusi plankton baik fitoplankton maupun zooplankton (Subarijanti, 1994). Suhu perairan yang lebih hangat selalu dijumpai kelimpahan fitoplankton yang tinggi. Intensitas cahaya berpengaruh terhadap laju fotosintesa dan pertumbuhan alga (Sulawesty, 2005).

Menurut (Wibisono, 2005), suhu yang masih dapat ditolerir oleh organisme berkisar antara 20 – 30 °C. Menurut Haslan (1995) dalam Effendi (2003), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 20° C– 30 °C. Tetapi suhu yang sesuai dengan perkembangan fitoplankton berkisar antara 25 – 30 °C, namun suhu yang optimal untuk pertumbuhan dari zooplankton antara 15 – 35 °C. Bagian spektrum cahaya yang efektif untuk fotosintesis adalah cahaya yang mempunyai panjang gelombang 390-710 nm dengan penyimpangan ±10 nm dan yang menyusun 0,46-0,48% dari keseluruhan energi matahari. Secara vertikal, kecerahan akan mempengaruhi intensitas cahaya yang akan menentukan tebalnya lapisan eufotik (Arfiati, 1992).

Faktor cahaya sangat penting dalam menduga distribusi fitoplankton karena intensitas cahaya sangat diperlukan dalam proses fotosintesis (Arfiati,1992). Kekeruhan adalah gambaran sifat optik air dari suatu perairan yang ditentukan berdasarkan banyaknya sinar (cahaya) yang dipancarkan dan diserap oleh partikel-partikel yang ada dalam air tersebut. Kekeruhan yang tampak di perairan dapat berasal dari bahan- bahan tersuspensi seperti lumpur, pasir, bahan organik dan anorganik, plankton dan organisme mikroskopik lainnya. Kekeruhan yang tinggi dapat mengganggu proses respirasi organisme perairan karena akan menutupi insang ikan. Kekeruhan juga menghalangi

penetrasi cahaya matahari ke dalam air sehingga secara tidak langsung mengganggu proses fotosintesis fitoplankton (Asmara, 2005).

Derajat Keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan (Effendi, 2003). Nilai derajat keasaman menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan perairan. Nilai derajat keasaman menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Nilai $\text{pH} = 7$ adalah netral, $\text{pH} < 7$ menunjukkan kondisi perairan yang masam, sedangkan nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan kondisi perairan yang basa. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH (Effendi, 2003).

Organisme akuatik dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah dan basa lemah dengan kisaran 7-8,5. Nilai pH air yang normal adalah netral antar 6 sampai 8, sedangkan pH air yang tercemar, misalnya limbah cair berbeda-beda nilainya tergantung jenis limbahnya (Kristanto, 2002). Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir bila pH rendah (Mackereth, dkk., dalam Effendi, 2003).

Barus (2004) menyatakan bahwa fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi. Semakin banyak karbondioksida yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH akan semakin rendah. Sebaliknya jika aktivitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi. Derajat keasaman perairan tawar berkisar dari 5-10. Derajat keasaman yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam yang bersifat toksik semakin tinggi yang tentunya akan mengancam kelangsungan hidup organisme akuatik. Sementara pH yang tinggi akan menyebabkan keseimbangan antara ammonium dan amoniak dalam air akan terganggu, dimana kenaikan pH di atas netral akan meningkatkan konsentrasi amoniak yang juga bersifat sangat toksik bagi organisme.

Oksigen terlarut merupakan faktor penting pengatur metabolisme tubuh organisme. Sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 35%) dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Oksigen diperlukan oleh organisme air untuk

menghasilkan energi yang sangat penting bagi pencernaan asimilasi makanan, pemeliharaan keseimbangan osmotik, dan aktivitas lainnya. Jika persediaan oksigen terlarut rendah maka perairan tersebut akan masuk dalam kondisi ekstrem mempengaruhi seluruh metabolisme organisme didalamnya (Novonty, 1994). Nilai minimum yang cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal adalah 2 mg/l (Wardhana, 1995).

Produktifitas primer atau BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. BOD₅ menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang di butuhkan oleh organisme hidup di dalam air untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan – bahan pencemar di dalam air. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang di butuhkan untuk mengoksidasi bahan – bahan pencemar tersebut (Wardana, 1995).

Nilai BOD₅ tinggi mengindikasikan air tersebut tercemar bahan organik (Lee dan Laksono, 1978). Pengukuran BOD didasarkan pada kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, artinya hanya terhadap senyawa yang mudah diuraikan secara biologis, sedangkan bahan kimia akan sangat sulit untuk diuraikan (Barus, 2001). Menurut Wardoyo (1989) status kualitas air berdasarkan nilai BOD₅ dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3. Status Kualitas Air Berdasarkan Nilai BOD₅

No	Nilai BOD ₅ (ppm)	Status Kualitas Air
1	≤ 2,9	Tidak Tercemar – Tercemar sangat ringan
2	3,0 - 5,0	Tercemar ringan
3	5,1 -14,9	Tercemar sedang
4	≥ 15	Tercemar berat

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan uji berdasarkan reaksi kimia tertentu untuk menentukan jumlah oksigen yang di butuhkan oleh bahan oksidan. Nilai COD merupakan parameter yang menerangkan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi organik maupun kimia. Nilai COD

menunjukkan nilai yang menyatakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk proses oksidasi terhadap total senyawa organik baik yang mudah atau sukar diuraikan secara biologis (Barus, 2001). Karbondioksida sangat larut dalam air dan karbondioksida yang berada di atmosfer terabsorpsi di permukaan air. Karbondioksida juga diproduksi di dalam air melalui respirasi yang dilakukan oleh biota akuatik dalam kondisi aerobik atau anaerobik. Konsentrasi CO_2 di permukaan air berada di rentang 20 mg/l untuk perairan yang tidak tercemar hingga 200 mg/l untuk perairan yang tercemar (Chapman, 1996).

Nutrien sangat dibutuhkan oleh fitoplankton dalam perkembangannya dalam jumlah besar maupun dalam jumlah yang relatif kecil. Setiap unsur hara mempunyai fungsi khusus pada pertumbuhan dan kepadatan tanpa mengesampingkan pengaruh kondisi lingkungan. Unsur N, P, K, dan S, sangat penting untuk pembentukan protein dan K berfungsi dalam metabolisme karbohidrat. Fe dan Na berperan dalam pembentukan klorofil, dan Si dan Ca merupakan bahan untuk dinding sel atau cangkang. Disamping itu silikat (Si) lebih banyak digunakan oleh diatom dalam pembentukan dinding sel (Wetzel, 2001).

Nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-) merupakan bagian dari siklus Nitrogen yang merupakan ion-ion anorganik alami. Aktifitas mikroba di tanah atau air menguraikan sampah yang mengandung nitrogen organik menjadi ammonia, kemudian dioksidasi menjadi nitrit dan nitrat. Nitrit dapat dengan mudah dioksidasi menjadi nitrat sehingga nitrat paling sering ditemukan di dalam air bawah tanah maupun air yang terdapat di permukaan (Thomson, 2004). Kandungan Nitrat dalam perairan merupakan sebuah nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk dapat tumbuh dan berkembang, tetapi nitrit merupakan senyawa toksik yang dapat mematikan organisme air. Secara alami kadar nitrat biasanya rendah, tetapi jika dalam suatu perairan memiliki kadar nitrat tinggi mengindikasikan terdapat cemaran yang dimungkinkan pupuk nitrat atau nitrogen, sehingga merangsang pertumbuhan alga yang tak terkendali (Alaerts, 1987).

Kadar nitrat–nitrogen pada perairan alami hampir tidak pernah lebih dari 0,1 mg/l, akan tetapi jika kadar nitrat lebih besar 0,2 mg/l, maka akan mengakibatkan eutrofikasi yang akan menstimulir pertumbuhan algae air secara pesat (Effendi, 2003). Fosfat merupakan unsur esensial disuatu perairan yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan tingkat tinggi dan alga sehingga dapat mempengaruhi produktivitas perairan. Fosfat terdapat dalam tiga bentuk, yaitu senyawa fosfor organik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma, dan senyawa organik terlarut yang terbentuk dari penguraian (Barus, 2004). Keberadaan fosfor memiliki peran penting sebagai pembentuk protein dan metabolisme organisme. Ortofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, berbeda dengan polifosfat harus mengalami hidrolisis (Boyd, 1982).

Ambang batas perairan berkaitan dengan kandungan fosfat tidak lebih dari 0,1 mg/l. Barus (2001), Boyd (1982) menyatakan bahwa kadar fosfat dalam perairan alami umumnya berkisar antara 0,005-0,02 ppm. Kadar fosfat melebihi 0,1 ppm, tergolong perairan yang *eutrof*. Wetzel (2001), menyatakan bahwa nitrat dan fosfat yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton masing-masing 3,9 mg/l – 15,5 mg/L dan 0,27 mg/l – 5,51 mg/l. Sumber utama fosfat secara alami adalah dari buangan metabolisme ikan yang dikeluarkan dalam bentuk amoniak, urin, dan bahan buangan lainnya (Erlania dkk, 2010).

Semakin tinggi nilai fosfat di perairan maka akan mempengaruhi produktivitas perairan yaitu dapat mengalami penurunan karena fosfat merupakan salah satu unsur hara utama yang diperlukan untuk menghasilkan asam nukleat, fosfolipit dan berbagai persenyawaan terfosforilasi. Fosfor mempunyai pengaruh membatasi atau mengatur produktivitas. Jumlah fosfor dalam bahan air kebanyakan sangat kecil dan dipengaruhi oleh keragaman musim (Aliffatur, 2012).

III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan

Eksplorasi Pulau Terluar Indonesia I ini memiliki beberapa tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat kelimpahan relatif avifauna endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi di jalur Teluk Raas dan jalur Waru-waru-Telaga lele, Cagar Alam Pulau Sempu?
2. Mengetahui spesies lepidoptera apa saja yang berada di Jalur Teluk Raas dan Jalur menuju Telaga lele Cagar Alam Pulau Sempu
3. Mengetahui famili lepidoptera yang banyak ditemukan di Jalur Teluk Raas dan Jalur menuju Telaga lele Cagar Alam Pulau Sempu
4. Mengetahui tingkat keanekaragaman lepidoptera di Jalur Teluk Raas Cagar Alam Pulau Sempu
5. Mengetahui kualitas perairan Telaga Lele
6. Mengetahui potensi keberlanjutan Telaga Lele ditinjau dari kualitas perairan dan kondisi kawasan

B. Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi kelimpahan relatif spesies avifauna yang masuk dalam kategori endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi di jalur Teluk Raas dan jalur Waru-waru-Telaga lele, Cagar Alam Pulau Sempu. Informasi tersebut dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan kawasan Cagar Alam Pulau Sempu.
2. Memberikan informasi mengenai famili dan spesies apa yang berada di Jalur Teluk Raas dan Jalur menuju Telaga lele Cagar Alam Pulau Sempu. Memberikan informasi mengenai tingkat keanekaragaman lepidoptera di Cagar Alam Pulau Sempu khusus di Jalur Teluk Raas. Memberikan informasi mengenai lepidoptera yang dapat dijadikan dasar perencanaan pengelolaan Cagar Alam Pulau Sempu bagi para *stakeholder* terkait.

3. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kondisi perairan Telaga Lele terkait keberlanjutan Telaga Lele sebagai salah satu daya dukung pelestarian satwa di Cagar Alam Pulau Sempu. Informasi tersebut dapat dijadikan data awal dan acuan untuk dikaji lebih lanjut serta dapat menjadi dasar pengelolaan kawasan.



IV. METODE PENELITIAN

A. Avifauna

a. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan bertempat di kawasan timur cagar alam Pulau Sempu diwakili pada jalur Teluk Raas ($8^{\circ}26'21.79''S$, $112^{\circ}41'52.75''E$), jalur Waru-waruu ke Telaga lele ($8^{\circ}26'7.46''S$, $112^{\circ}42'16.05''E$), Telaga Lele ($8^{\circ}26'39.07''S$, $112^{\circ}42'17.48''E$). Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Juli tahun 2016.



Gambar 1. Peta area studi burung di cagar alam Pulau Sempu (Sumber: Google earth)

b. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah binokuler, monokuler, *audio recorder*, buku catatan, pena, kamera, GPS, buku identifikasi

c. Tahapan penelitian

1. Pengambilan data (*Timed Species Counts Method*)

Pengumpulan data menggunakan metode *Timed Species Counts* mengacu pada Sutherland (1997) dan Widodo (2015). Metode ini dilakukan dengan berjalan perlahan sambil mengamati dan mencatat setiap spesies burung yang dilihat maupun didengar suaranya di area studi secara langsung dalam satu set periode pengamatan, dimana satu set periode pengamatan adalah 1 jam yang dibagi menjadi 6×10 interval menit. Spesies burung yang

ditemukan pertama kali dalam interval 10 menit pertama diberikan skor 6, pada 10 menit interval kedua diberi skor 5, pada 10 menit interval ketiga diberi skor 4, pada 10 menit interval keempat skor 3, pada 10 menit interval kelima skor 2 dan pada 10 menit interval keenam diberi skor 1. Bila spesies yang sama ditemukan pada suatu periode yang sama maka spesies tersebut tidak dihiraukan.

Pengamatan dimulai pada pukul 06.30 WIB sampai dengan 14.00 WIB. Pengamatan dibagi menjadi dua kelompok dibagi berdasarkan tempat pengamatan, yaitu di jalur Waru-Waru ke Telaga Lele dan Telaga Lele sedangkan kelompok yang lain mengamati di jalur Teluk Raas. Area studi dilakukan pada sepanjang jalur pengamatan. Pengamatan dilakukan menggunakan teropong binokuler, monokuler, dan kamera. Selain itu, suara yang terdengar direkam menggunakan *audio recorder*. Data yang diperoleh dicatat dan dilanjutkan dengan identifikasi.

2. Identifikasi spesies

Identifikasi dilakukan dengan dua acara, yaitu membandingkan data karakteristik burung hasil pengamatan dengan buku identifikasi (daftar spesies burung dan karakteristiknya) mengacu pada MacKinnon dkk. (2010), sedangkan rekaman suara diidentifikasi melalui website www.xeno-canto.org.

3. Peta distribusi

Peta distribusi dibuat dengan melakukan pengumpulan data koordinat. Koordinat lokasi burung (endemik, dilindungi, dan bernilai konservasi tinggi) yang ditemukan, ditandai menggunakan GPS dan dicatat untuk dijadikan acuan dalam pembuatan peta distribusi. Pembuatan peta distribusi menggunakan software *Basecamp Garmin*.

4. Pendataan vegetasi utama pada daerah kajian

Pendataan dilakukan pada daerah kajian, yaitu jalur Teluk Raas (8°26'21.79"S, 112°41'52.75"E), Jalur Waru-waru ke Telaga lele (8°26'7.46"S, 112°42'16.05"E) dengan luasan total *track* ±100000 m². Pendataan dilakukan dengan mencatat dan mendiskripsikan vegetasi utama.

Identifikasi dilakukan dengan membandingkan dengan buku identifikasi dan referensi lain.

5. Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menghitung rata-rata skor tiap spesies. Hasil rata-rata skor tiap spesies dilakukan pengurutan dari nilai skor tertinggi hingga terendah. Nilai skor tertinggi ditentukan sebagai spesies yang memiliki kelimpahan tertinggi, sedangkan nilai rata-rata skor terendah ditentukan sebagai spesies yang memiliki kelimpahan terendah. Rata-rata skor dihitung dengan rumus:

$$\text{Rata - rata skor} = \frac{\sum \text{skor spesies}}{(n) \text{ periode}}$$

B. Lepidoptera

a. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Cagar Alam Pulau Sempu, Kecamatan Sumbermanjing Wetan, Kabupaten Malang. Pengambilan data keanekaragaman kupu-kupu untuk selanjutnya dilakukan inventarisasi jenis, dilaksanakan di jalur Teluk Raas atau jalur "Telogo Pring" (8°26'23.46"S, 112°41'52.89"E) dan jalur menuju Telaga Lele (8°26'39.07"S, 112°42'17.48"E).

Pemasangan *bait trap* pada plot yang telah ditentukan untuk keperluan penelitian dilakukan pada tanggal 27 Juni 2016. Pengambilan data hasil tangkapan menggunakan *bait trap* serta keanekaragaman lepidoptera menggunakan metode *direct searching* dilakukan pada tanggal 28, 29, 30 Juni dan 1 Juli 2016 dimulai pada jam 08.00 hingga 14.00 WIB.



Gambar 3. Peta penelitian lepidoptera di Cagar Alam Pulau Sempu (Sumber: google earth)

b. Alat dan bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *bait trap*, *sweep net*, kamera digital, alat tulis, buku identifikasi, papan jalan, *tally sheet* lepidoptera metode *bait trap* dan *direct searching*, serta tali pramuka. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buah pisang busuk, ikan mentah cincang busuk, dan air mineral.

c. Tahapan penelitian

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian ini menggunakan metode *bait trap* dan *direct searching* menggunakan *sweep net*. Rancang bangun *bait trap* yang digunakan adalah berdasarkan Austin dan Riley (1995) dengan modifikasi.

1. *Direct searching*

Inventarisasi keanekaragaman jenis Lepidoptera dengan *direct searching* menggunakan *sweep net* dilakukan di jalur Teluk Raas dan Telaga Lele. Peneliti berjalan sepanjang jalur *tracking*, lepidoptera yang berada pada jalur *tracking* ditangkap menggunakan *sweep net*. Lepidoptera yang tertangkap kemudian didokumentasikan dengan kamera digital, lalu dicatat pada *tally sheet* yang tersedia.

2. *Bait Trap*

Bait trap yang digunakan pada penelitian ini memiliki bentuk tabung dengan ukuran panjang 100 cm dan berdiameter sebesar 30 cm serta terbuat dari paranet berwarna hitam berbahan plastik. Dengan menggunakan tali raffia, *bait trap* di satukan dengan dasar yang terbuat dari kayu berbentuk persegi dengan ukuran 30 cm x 20 cm. Pada bagian dasar *bait trap* direkatkan wadah yang digunakan untuk meletakkan umpan bagi Lepidoptera, wadah tersebut berbahan dasar plastik.

Pada penelitian ini, umpan yang digunakan untuk *bait trap* menggunakan kombinasi dari kedua jenis umpan yaitu buah pisang yang telah dilumatkan dan ikan yang telah dicincang. Umpan tersebut tidak diganti atau dibiarkan sampai membusuk di akhir penelitian. Cara peletakan *bait trap* diikat dengan tali, kemudian *bait trap* digantungkan di ranting pohon hingga ketinggian kurang lebih 3 meter dari tanah, dan usahakan agar *bait trap* terpapar sinar matahari.

Bait trap diletakkan di empat plot yang berbeda dan tersebar di sepanjang Jalur “Telogo Pring” yaitu plot 1 (S8.43476 E112.69366), plot 2 (S8.43844 E112.69655), plot 3 (S8.44210 E112.69727), dan plot 4 (S8.44626 E112.69916).

3. Identifikasi spesies

Identifikasi dan nomenklatur dari seluruh jenis Lepidoptera yang ditemukan mengikuti dan dicocokkan dengan (Peggie dan Amir, 2006), Schulze (1999), dan *The Database of the Zoological Collections Museum of Comparative Zoology-Harvard University* (<http://mczbase.mcz.harvard.edu/SpecimenSearch.cfm>). Identifikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil dokumentasi (foto) spesiemen yang dilakukan saat pengambilan data di lapangan dengan dokumentasi (foto) spesimen yang ada pada sumber acuan yang digunakan kemudian dicatat.

4. Analisis Data

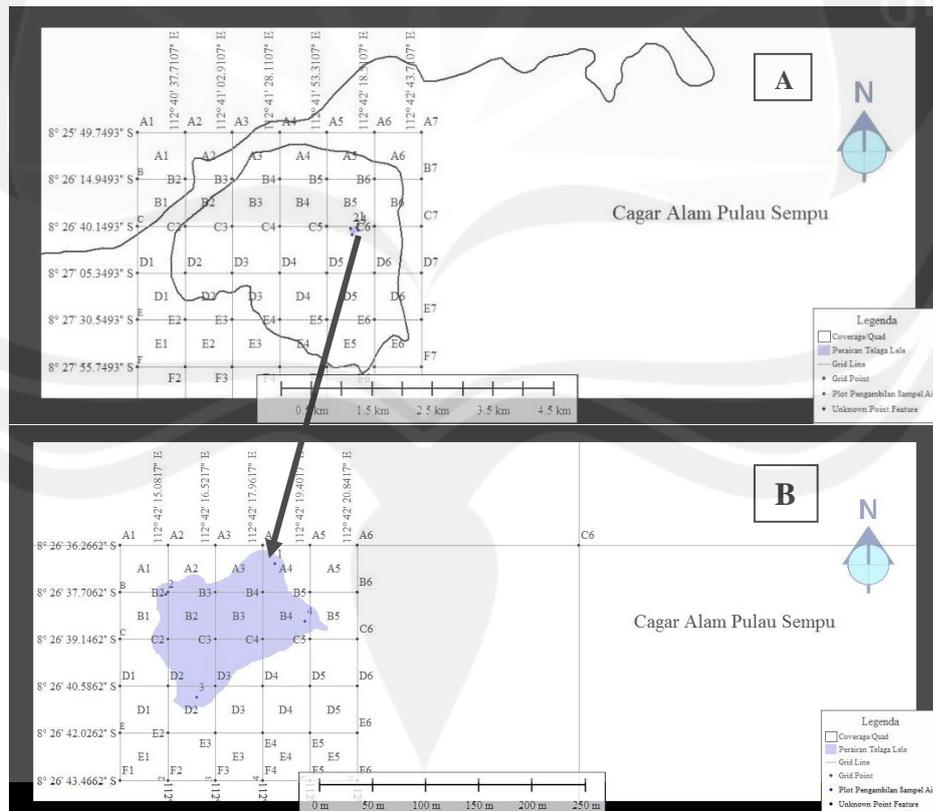
Parameter yang didapatkan dari penggunaan metode *bait trap* yaitu densitas relatif, frekuensi relatif, nilai penting, dan indeks keanekaragaman Simpson.

- Densitas Relatif (DR) $\frac{\text{Densitas absolute suatu jenis (KA)}}{\text{Total kerapatan seluruh jenis}} \times 100\%$
- Frekuensi Relatif (FR) $= \frac{\text{Frekuensi absolut (FA) suatu jenis}}{\text{Total frekuensi seluruh jenis}} \times 100\%$
- Nilai penting = Frekuensi relatif + Kerapatan relatif
- Indeks Simpson = $1 - \sum(P_i)^2$, rentan dari 0 (diversitas rendah) hingga 1 (diversitas tinggi)

C. Kualitas perairan Telaga Lele

a. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Telaga Lele, Cagar Alam Pulau Sempu yang berada pada koordinat $S8^{\circ} 26.651' E112^{\circ} 42.292'$. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni hingga Juli tahun 2016. Pengambilan sampling dilakukan secara acak ditentukan 4 titik pengambilan sampel yang mewakili Telaga Lele (Gambar 2).



Gambar 4. Peta lokasi dan Plot Pengambilan Sampel air di Telaga Lele
Keterangan: A: Cagar Alam Pulau Sempu, B: Plot pengambilan sampel air

b. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jaring plankton, botol film, botol jam gelap, botol jam transparan, pH meter, botol plankton, mikroskop trinokuler, *sedgewick rafter*, botol plastik, termometer, erlenmeyer, *syringe*, turbidimeter, *lux* meter, GPS, wadah, tali rafia, rol meter, sekop, kamera, karet, pro pipet, pipet ukur, *stopwatch*, dan pipet tetes.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, tisu, *aluminium foil*, plastik bening, larutan $MnSO_4$, larutan KOH-KI, larutan H_2SO_4 , $Na_2S_2O_3$, indikator amilum, indikator PP, larutan NaOH 0,002 N, sampel air telaga, dan sampel tanah tepi telaga.

c. Tahapan penelitian

1. Indeks Saprobitas

Indeks saprobitas digunakan untuk melihat indikasi cemaran pada telaga. Indeks saprobitas diperoleh melalui perhitungan penggolongan struktur komunitas berdasarkan Indeks Saprobik plankton (X) (Dresscher dan Mark, 1976). Sampel air diambil dari keempat titik lokasi, pengambilan sampel plankton dilakukan dengan mengambil air 10 l kemudian dilewatkan ke dalam jaring plankton (*Plankton Net*) yang pada bagian ujungnya dilengkapi dengan botol film.

Pengawetan sampel digunakan larutan alkohol 70% yang ditambahkan dalam botol film sebanyak 3-4 tetes kemudian dimasukkan kedalam box atau tas agar tidak terkena cahaya matahari secara langsung. Sampel air yang berisi plankton kemudian dibawa ke Laboratorium Teknobiologi Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk diidentifikasi.

Identifikasi plankton pada sampel air dilakukan dengan cara pengamatan sampel air di bawah mikroskop. Identifikasi terkhusus pada kelompok Ciliata, Euglenophyta, Chlorococcales dan Diatomae, serta Peridinae/Chrysophyceae/Conjugatae mengacu buku identifikasi *Freshwater Biology* (Edmonson, 1959). Perhitungan Indeks saprobitas mengacu pada (Dresscher dan Mark, 1976).

$$X = \frac{(C + 3D - B - 3A)}{(A + B + C + D)}$$

Keterangan: Indeks Saprobik plankton (X) (Dresscher dan Mark, 1976).

A: Grup Ciliata menunjukkan polisaprobitas.

B: Grup Euglenophyta, menunjukkan α -Mesosaprobitas.

C: Grup Chlorococcales + Diatomae, menunjukkan β - Mesosaprobitas.

D: Grup Peridinae/ Chrysophyceae / Conjugatae, Oligosaprobitas.

Indeks yang diperoleh dari kawasan digunakan untuk menunjukan kualitas perairan dengan cara membandingkan standar baku indeks saprobitas mengacu pada Ravera (1987).

Tabel 4. Indeks saprobitas (Ravera, 1987).

No	Indeks	Tingkat Polusi
1	1,0 – 1,5	Sangat rendah (<i>oligosaprobic</i>)
2	1,5 – 2,5	Menengah (<i>β-mesosaprobic</i>)
3	2,5 – 3,5	Tinggi (<i>α-mesosaprobic</i>)
4	3,5 – 4,0	Sangat tinggi (<i>Polysaprobic</i>)

2. Pengukuran Fisiko-kimia Perairan

Kualitas perairan diketahui dengan melakukan pengukuran beberapa faktor fisik, yaitu kekeruhan, warna, dan volume aliran. Adapun faktor kimia yang diwakili dengan pengukuran derajat keasaman, oksigen terlarut, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) (Silalahi, 2009).

a. Suhu

Suhu memberikan pengaruh pada laju fotosintesis pada tumbuhan dan proses fisiologis hewan, khususnya derajat metabolisme dan siklus reproduksi. Pengukuran suhu air dilakukan dengan menggunakan alat thermometer air raksa. Thermometer dimasukan kedalam air dan dibiarkan selama kurang lebih 3 menit. Selanjutnya thermometer diangkat, dan dibaca serta langsung dicatat. Pengukuran dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali setiap titik pengambilan sampel

b. Derajat keasaman (pH)

Derajat Keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Cara pengukuran keasaman dilakukan dengan menggunakan pH meter batan khusus untuk sampel air. Ujung elektroda dari pH meter dipastikan bersih dan dipastikan sekala sudah standar. Sampel berupa air tiap plot sebanyak 100 ml. setiap gati sampel pengukuran dilakukan pencucian ujung elektroda dengan air aquades dan diset lagi pada sekala normal. Pengukuran dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali setiap titik pengambilan sampel

c. *Dissolve Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut

Dissolve Oxygen (DO) atau oksigen terlarut merupakan faktor penting pengatur metabolisme tubuh organisme. Pengukuran Oksigen terlarut dengan cara sampel air sungai sebanyak 40 cc dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditetesi dengan $MnSO_4$ sebanyak 8 tetes dan digoyang secara perlahan. Selanjutnya, campuran ditambahkan KOH-KI sebanyak 8 tetes dan H_2SO_4 pekat sebanyak 0,5 cc melalui dinding Erlenmeyer kemudian digoyang secara perlahan.

Sampel air ditambahkan hingga volume total menjadi 50 cc, kemudian didiamkan selama 10-15 menit. Larutan campuran dititrasi dengan $Na_2S_2O_3$ hingga warna berubah menjadi kuning jerami, kemudian ditetesi indikator amilum sebanyak 8 tetes hingga terbentuk warna biru. Proses titrasi dilanjutkan hingga warna biru hilang dan volume titran yang digunakan dicatat. Nilai DO dihitung dengan rumus: DO pada mikroburet berskala 100 = jumlah skala x 0,04 ppm Hasil yang diperoleh dapat diketahui kualitas air berdasarkan kandungan oksigen terlarutnya sebagaimana disajikan dalam table 4 berikut:

Tabel 5. Status kualitas air berdasarkan kadar Oksigen terlarut (Jeffries dan Mills, 1996).

No	Kadar Oksigen Terlarut (mg/l)	Status Kualitas Air
1	> 6,5	Tidak Tercemar – Tercemar sangat ringan
2	4,5 - 6,4	Tercemar ringan
3	2,0 - 4,4	Tercemar sedang
4	< 2.0	Tercemar berat

d. *Carbon Dioksida Dissolve* (COD) atau Karbon Dioksida Terlarut

Karbondioksida terlarut merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam proses oksidasi kimia. COD perairan ditentukan dengan cara sampel air sungai sebanyak 20 cc dimasukkan dalam erlenmeyer, kemudian ditetesi dengan indikator PP sebanyak 3 tetes dan digoyang secara perlahan. Apabila terbentuk warna merah, berarti tidak ada CO₂ bebas dan pekerjaan dihentikan, namun apabila tidak terjadi perubahan warna, pekerjaan dilanjutkan dengan titrasi. Titrasi dilakukan dengan NaOH 0,002 N hingga timbul warna merah muda, kemudian volume titran yang digunakan dicatat. Nilai CO₂ terlarut dihitung dengan rumus:

$$\text{CO}_2 \text{ pada mikroburet berskala } 100 = V \text{ titran} \times 0,5 \text{ ppm}$$

e. Produktifitas primer atau BOD

Pengukuran BOD didasarkan pada kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, artinya hanya terhadap senyawa yang mudah diuraikan secara biologis, Pengukuran BOD dilakukan dengan menggunakan hasil pengukuran DO awal sebagai sampel 1, kemudian sampel yang ke dua diambil dan diinkubasi selama 5 hari. Setelah itu dilakukan pengukuran BOD dengan menghitung nilai DO awal dikurangi dengan nilai DO akhir yaitu sampel air yang ke dua tersebut.

Data yang diperoleh dapat diketahui tingkat pencemaran perairan sebagaimana disajikan dalam bentuk tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 6. Status kualitas air berdasarkan nilai produktifitas primer atau BOD₅ (Lee dan Laksono, 1978)

No	Nilai BOD ₅ (ppm)	Status Kualitas Air
1	≤ 2,9	Tidak Tercemar – Tercemar sangat ringan
2	3,0 - 5,0	Tercemar ringan
3	5,1 -14,9	Tercemar sedang
4	≥ 15	Tercemar berat

f. Kandungan unsur hara makro (N, P) dan Bahan Organik Total

Sampel diambil menggunakan botol plastik sebanyak 100 ml pada daerah dasar perairan, bagian endapan sedikit diaduk agar homogen dan dapat diambil. Sampel ditutup dengan rata lalu dilakukan pengujian di laboratorium. Pengujian dilakukan di UPT laboratorium pascapanen Institut Pertanian (INSTIPER) Yogyakarta.

g. Turbiditas atau kekeruhan

Turbiditas merupakan indikator yang menggambarkan keberadaan komponen mikro biotik maupun abiotik yang terlarut dalam suatu perairan. Metode yang digunakan adalah metode *Nephelometer* dengan menggunakan Turbidimeter. Metode ini tidak dipengaruhi oleh perubahan kecil pada desain parameter. Satuan kekeruhan dalam pengukuran nephelometer dinyatakan dalam NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil air telaga Tete setiap plot sebagai sampel. Pengambilan dilakukan secara tenang dan dimasukkan kedalam botol film kemudian ditutup rapat. Botol dilap agar kering lalu dimasukkan pada turbidimeter kemudian tekan tombol *start*. Alat akan mendeteksi nilai turbiditas dari sampel kemudian ditampilkan pada layar.

2. Parameter fisik kawasan sekitar Telaga Lele

a. Vegetasi

Pengambilan data vegetasi pada daerah sekitar kawasan Telaga Lele dilakukan secara deskriptif dengan melakukan penyusuran sekitar kawasan Telaga Lele. Penentuan struktur vegetasi dilakukan secara kualitatif.

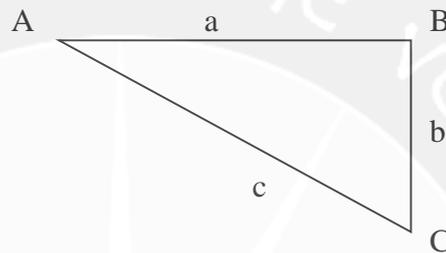
b. Intensitas cahaya

Pengukuran intensitas cahaya matahari dilakukan dengan menggunakan Lux Meter dengan pembagian 8 titik (A-H) secara acak pada daerah plot. Pengambilan sampel data intensitas cahaya sekitar

kawasan Telaga Lele dilakukan pada daerah Plot satu (S8° 26.614' E112° 42.306').

c. Kemiringan tanah

Pengukuran kemiringan tanah dilakukan secara sederhana pada keempat plot yang sudah ditentukan. Prinsip perhitungan adalah menggunakan segitiga dengan ilustrasi sebagai berikut:



Perhitungan:

$$\text{Kemiringan tanah (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Keterangan:

A: Titik ujung pengukuran

B: Tinggi titik A dari titik C secara vertical

C: Titik awal pengukuran

a: Jarak antara titik ujung pengukuran A dengan titik tinggi B

b: Jarak antara titik awal pengukuran C dengan titik tinggi B

c: jarak antara titik awal dengan titik akhir/ lereng yang diukur (10 m)

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Avifauna

Kemelimpahan relatif merupakan representatif suatu spesies secara relatif dalam ekosistem tertentu (Hubbell, 2001). Kemelimpahan suatu spesies memberikan gambaran suatu komposisi jenis dalam komunitas (Van Balen, 1984). Kajian kemelimpahan relatif terkhusus avifauna endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi di ekosistem hutan tropis dataran rendah, Cagar Alam Pulau Sempu dapat menjadi data awal dalam melakukan pendugaan populasi. Kajian ini dapat memberikan pendataan terbaru dan dapat dijadikan referensi dalam kajian selanjutnya dan sebagai acuan perumusan kebijakan.

Pengamatan dilakukan menggunakan metode *Timed Species Count* yang nantinya dapat diperoleh hasil kemelimpahan relatif burung yang ditemukan saat pengamatan dilakukan di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu. Kelimpahan merupakan total jumlah individu burung yang ditemukan selama pengamatan. Kemelimpahan relatif merupakan salah satu kajian yang banyak digunakan untuk melakukan pendugaan populasi spesies langka atau endemik yang memiliki keterancaman untuk punah (Whittaker, 1972). Kelimpahan relatif sangat dipengaruhi oleh jumlah individu dari masing-masing spesies burung yang dijumpai selama pengamatan.

Penentuan kemelimpahan dilakukan di jalur Teluk Raas dan jalur Waru-waru-Telaga lele, Cagar Alam Pulau Sempu menggunakan metode *Timed Species Count* dengan 22 periode. Hasil pengamatan dan pendataan diperoleh 33 spesies burung dari 19 famili di wilayah tersebut (Tabel 2). Berdasarkan data yang diperoleh diketahui bahwa kemelimpahan relatif setiap spesies berbeda. Perbedaan kemelimpahan tersebut dapat dipengaruhi 3 faktor utama, yaitu musim, waktu, dan tahap reproduktif, sehingga dapat mempengaruhi tingkat perjumpaan (Magurran dan McGill, 2011). Berdasarkan data kemelimpahan relatif (Tabel 2) diketahui bahwa spesies yang paling melimpah adalah Takur Tenggeret, Cipoh kacat, dan Julang Emas, sedangkan spesies yang memiliki

kemelimpahan relatif yang paling rendah diketahui adalah Cucak Kuricang, burung pelatuk (Picidae), dan Perling kumbang.

Tabel 7. Kemelimpahan relatif spesies burung di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur

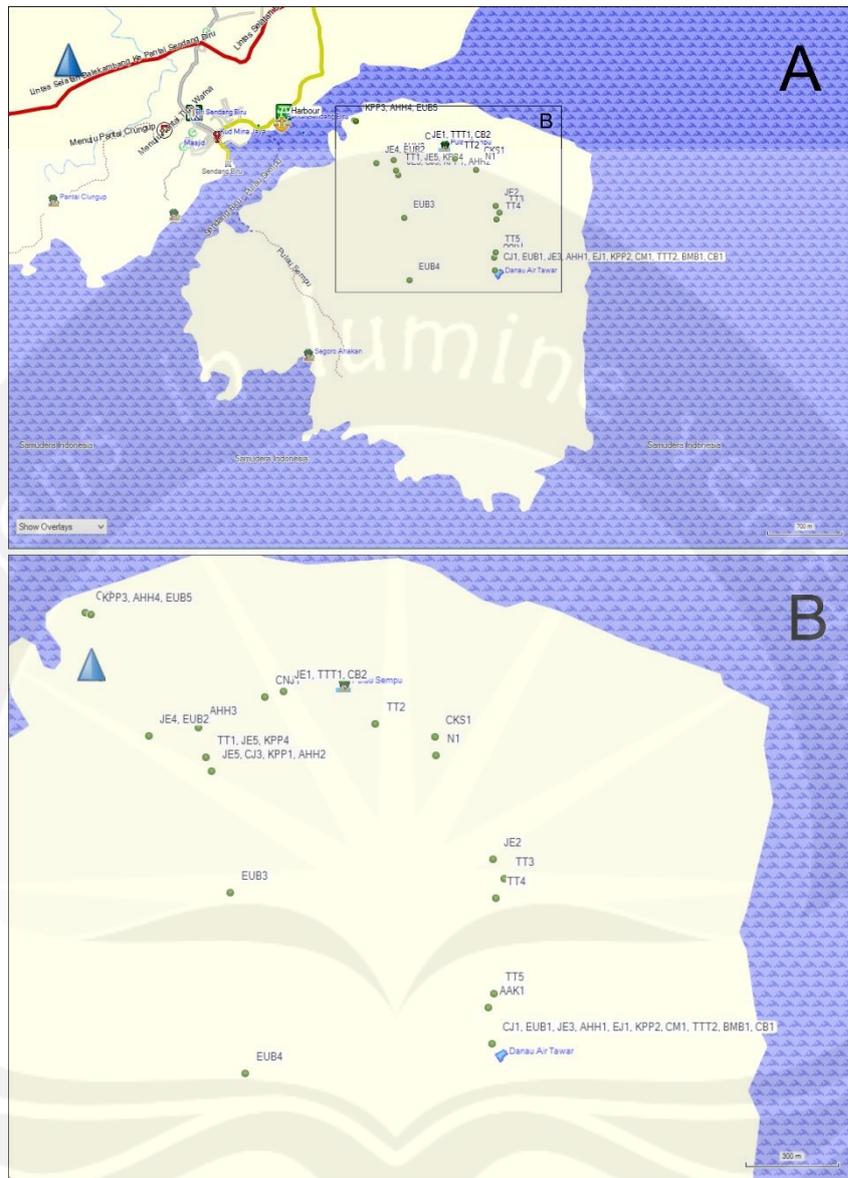
No	Suku	Spesies	Nama Lokal	M	R
1	Megalaimidae	<i>Megalaima australis</i>	Takur Tenggeret	3.455	1
2	Chloropsidae	<i>Aegithina tiphia</i>	Cipoh kacat	2.545	2
3	Bucerotidae	<i>Rhyticeros undulatus</i>	Julang Emas	2.136	3
4	Apodidae	<i>Collocalia linchi</i>	Walet Linci	2.000	4
5	Silviidae	<i>Orthotomus sepium</i>	Cinenen Jawa	1.773	5
6	Accipitridae	<i>Spilornis cheela</i>	Elang Ular Bido	1.636	6
7	Alcedinidae	<i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak Sungai	1.364	7
8	Bucerotidae	<i>Anthracoceros albirostris</i>	Kangkareng perut putih	1.273	8
9	Pycnonotidae	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Cucak Kutilang	1.000	9
10	Estrildidae	<i>Lonchura leucogastroides</i>	Bondol Jawa	0.864	10
11	Silviidae	-	Prenjak	0.818	11
12	Phasianidae	<i>Gallus varius</i>	Ayam Hutan Hijau	0.591	12
13	Ardeidae	<i>Ardea purpurea</i>	Cangak Merah	0.545	13
14	Nectariniidae	-	Burung Madu	0.500	14
15	Megalaimidae	<i>Megalaima javensis</i>	Takur Tulung Tumpuk	0.500	14
16	Pycnonotidae	<i>Pycnonotus goiavier</i>	Merbah Cerucuk	0.500	14
17	Accipitridae	<i>Nisaetus bartelsi</i>	Elang Jawa	0.409	15
18	Columbidae	<i>Chalcophaps indica</i>	Delimukan Zamrud	0.318	16
19	Alcedinidae	<i>Halcyon cyanoventris</i>	Cekakak Jawa	0.318	16
20	Cuculidae	<i>Cacomantis merulinus</i>	Wiwik Kelabu	0.273	17
21	Silviidae	<i>Orthotomus ruficeps</i>	Cinenen Kelabu	0.273	17
22	Eurylaimidae	<i>Eurylaimus javanicus</i>	Sempur Hujan Rimba	0.273	17
23	Silviidae	<i>Orthotomus sutorius</i>	Cinenen Pisang	0.273	17
24	Dicaeidae	<i>Dicaeum trochileum</i>	Cabai Jawa	0.227	18
25	Nectariniidae	<i>Chalcoparia singalensis</i>	Burung Madu Belukar	0.182	19
26	Columbidae	<i>Geopelia striata</i>	Perkutut Jawa	0.182	19
27	Accipitridae	<i>Falco peregrinus</i>	Alap-Alap Kawah	0.136	20
28	Rhipiduridae	<i>Rhipidura javanica</i>	Kipasan Belang	0.136	20
29	Chloropsidae	-	Cica Daun	0.136	20
30	Cuculidae	<i>Cacomantis sepulcralis</i>	Wiwik Uncuing	0.136	20
31	Chloropsidae	<i>Pycnonotus atriceps</i>	Cucak Kuricang	0.045	21
32	Picidae	-	Pelatuk	0.045	21
33	Sturnidae	<i>Aplonis panayensis</i>	Perling Kumbang	0.045	21

Sebanyak 42,4 % atau 15 spesies dari total spesies yang ditemukan adalah spesies burung yang masuk dalam kategori endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi. Data yang diperoleh tersebut diolah, dianalisis dan disajikan pada tabel 3.

Tabel 8. Kemelimpahan relatif spesies burung endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur

Suku	Spesies	Nama lokal	M	R
Megalaimidae	<i>Megalaima australis</i>	Takur Tenggeret	3,455	1
Bucerotidae	<i>Rhyticeros undulatus</i>	Julang Emas	2,136	3
Silviidae	<i>Orthotomus sepium</i>	Cinenen Jawa	1,773	5
Accipitridae	<i>Spilornis cheela</i>	Elang Ular Bido	1,636	6
Alcedinidae	<i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak Sungai	1,364	7
Bucerotidae	<i>Anthracoceros albirostris</i>	Kangkareng perut putih	1,273	8
Phasianidae	<i>Gallus varius</i>	Ayam Hutan Hijau	0,591	12
Ardeidae	<i>Ardea purpurea</i>	Cangak Merah	0,545	13
Nectariniidae	-	Burung madu	0,500	14
Megalaimidae	<i>Megalaima javensis</i>	Takur Tulung Tumpuk	0,500	14
Accipitridae	<i>Nisaetus bartelsi</i>	Elang Jawa	0,409	15
Alcedinidae	<i>Halcyon cyanoventris</i>	Cekakak Jawa	0,318	16
Dicaeidae	<i>Dicaeum trochileum</i>	Cabai Jawa	0,227	18
Nectariniidae	<i>Chalcoparia singalensis</i>	Burung Madu Belukar	0,182	19
Accipitridae	<i>Falco peregrinus</i>	Alap-Alap Kawah	0,136	20

Setiap spesies yang masuk dalam burung endemik Jawa, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi (Tabel 3) dilakukan penandaan pada area pengamatan. Penandaan distribusi spesies-spesies tersebut dilakukan dengan GPS berdasarkan titik-titik burung teramati dengan pandangan mata pada jalur Teluk Raas dan Jalur Waru-waru-Telaga Lele. Hasil *tagging* (koordinat) setiap spesies burung yang termasuk dalam kategori endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi (Tabel 5 (Lampiran)) diolah dalam aplikasi *Garmin BaseCamp* dan diperoleh peta distribusi pada area kajian (Gambar 1).



Gambar 5. Peta distribusi burung endemik, dilindungi, dan bernilai konservasi tinggi

Keterangan CKS= Cekakak Sungai, CNJ= Cinenen Jawa, JE= Julang Emas, AHH= Ayam Hutan Hijau, EUB= Elang Ular Bido, EJ= Elang Jawa, KPP= Kengkarengan Perut Putih, TT= Takur Tenggeret, CM= Cangak Merah, CJ= Cekakak Jawa, AAK= Alap-alap Kawah, BMB= Burung Madu Belukar, CB= Cabai Jawa, N=Nectariniidae

Vegetasi berkaitan sebagai penyusun ekosistem hutan tropis dataran rendah memiliki interaksi dengan kemelimpahan relatif burung-burung di Cagar Alam Pulau Sempu. Sebagai data pendukung dilakukan pendataan

vegetasi utama di kawasan kajian dan diperoleh hasil yang disajikan pada tabel 4 berikut:

Tabel 9. Hasil pendataan tumbuhan sebagai habitat dan sumber pakan bagi bucerotidae

No	Nama Lokal	Nama Spesies	Jumlah di		Total
			Track Telaga Lele	Track Raas	
1	Joho	<i>Terminalia bellirica</i>	2	1	3
2	Wiu	<i>Garuga floribunda</i> , <i>Decne</i>	2	1	3
3	Buluh Timun	<i>Ficus sp.</i>	7	1	8
4	Buluh Dranjang	<i>Ficus sp.</i>	2	-	2
5	Buluh Epek	<i>Ficus sp.</i>	8	-	8
6	Buluh Engko	<i>Ficus sp.</i>	1	-	1
7	Gebang	<i>Corypha utan</i>	3	1	4
8	Wedang	<i>Pterocarpus javanicus</i>	3	3	6
9	Triwulan	<i>Terminalia sp.</i>	9	29	38
10	Bendo	<i>Artocarpus elasticus</i>	23	18	41
11	Laban	<i>Vitex pinnata</i>	-	7	7
12	Walangan	<i>Pterostermum diversifolium</i>	2	2	4
13	Lintungan/Glindungan	<i>Bischofia javanica</i> Bl.	2	-	2
14	Gondang	<i>Ficus variegata</i> Bl.	3	-	3
15	Clumprit	<i>Terminalia microcarpa</i>	1	-	1
16	Beringin	<i>Ficus Benjamina</i> L.	1	-	1
17	Pluncing	<i>Spondias pinnata</i>	1	-	1
18	Nyampululang	<i>Calophyllum inophyllum</i>	2	-	2

Berdasarkan tabel 3 dapat diketahui bahwa kemelimpahan relatif tertinggi pada spesies burung endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi adalah Takur tenggeret (*Megalaima australis*) pada peringkat 1. Burung-burung endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi yang masuk dalam peringkat 10 besar secara berturut-turut adalah Takur tenggeret (*Megalaima australis*) pada peringkat 1, Julang Emas (*Rhyticeros undulates*) pada peringkat 3, Cinenen Jawa (*Orthotomus sepium*) pada peringkat 5, Elang Ular Bido (*Spilornis cheela*) pada peringkat 6, Cekakak Sungai (*Todiramphus*

chloris) pada peringkat 7 dan Kangkareng perut putih (*Anthracoceros albirostris*) pada peringkat 8. Kemelimpahan terendah diketahui pada Alap-alap Kawah *Falco peregrinus* pada peringkat 20. Adapun satwa prioritas, yaitu Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) masuk pada peringkat 15.

Takur tenggeret (*Megalaima australis*) dari famili Megalaimidae memiliki rata-rata skor kemelimpahan tertinggi, yaitu sebesar 3,455 sebagai burung paling melimpah dan dapat dikategorikan sangat mudah dijumpai di Kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur. Spesies burung Takur Tenggeret (*Megalaima australis*) memiliki rata-rata skor kemelimpahan tertinggi karena didukung oleh habitatnya yang sesuai dengan kondisi Cagar Alam Pulau Sempu. Kutilang Indonesia (2015) mengatakan bahwa burung Takur Tenggeret umum dijumpai di kawasan hutan primer dan tepi hutan dataran rendah hingga ketinggian 915 mdpl untuk daerah Bali dan 2000 mdpl untuk Pulau Jawa. Selain itu, ketersediaan makanan (buah dan serangga) yang melimpah menjadi faktor tingginya frekuensi perjumpaan dengan burung ini. (Kutilang Indonesia, 2015). Hal ini sesuai dengan teori Baskoro (2009) yang menyatakan bahwa peringkat perjumpaan dengan burung ini masuk dalam peringkat 1 (sangat mudah).

Menurut Red List IUCN, Takur Tenggeret (*Megalaima australis*) tergolong ke dalam klasifikasi *Least Concern* (LC) di mana masih bisa dijumpai dengan sangat mudah. Data kemelimpahan relatif Takur tenggeret diperoleh berdasarkan identifikasi melalui rekaman suara yang disesuaikan dengan waktu perjumpaan di lokasi pengamatan. Cukup sulit untuk berjumpa langsung dengan burung ini dikarenakan kondisi hutan yang sangat rimbun serta kenampakan burung berupa warna cenderung sama dengan warna habitatnya di lokasi pengamatan. Distribusi Takur Tenggeret di kawasan kajian banyak ditemui terutama pada jalur Waru-waruu-Telaga lele dan pada jalur Teluk Raas pada perbatasan ekosistem mangrove dengan ekosistem hutan tropis dataran rendah (Gambar 1).

Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) (Gambar 2) memiliki rata-rata skor sebesar 2.136 pada peringkat 3 di Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur.

Kemelimpahan relatif Julang emas yang tinggi didukung data distribusinya (Gambar 1). Julang emas ditemukan di beberapa titik pengamatan pada kedua jalur pengamatan. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, teramati bahwa Julang Emas berbaur dengan famili bucerotidae lain yaitu Kengkareng Perut Putih (*Anthracoceros albirostris*) (Gambar 2). Kemelimpahan relatif Kengkareng Perut Putih termasuk cukup tinggi dengan skor 1,273 pada peringkat 8.



Gambar 6. Hasil pengamatan family bucerotidae (Dokumentasi pribadi, 2016)
Keterangan: A: Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*), dan B: Kengkareng Perut Putih (*Anthracoceros albirostris*).

Julang emas dan Kengkareng Perut Putih merupakan salah satu burung yang dilindungi oleh UU No. 5 Tahun 1990 dan PP No. 7 Tahun 1999. Julang Emas dikategorikan ke dalam Appendix 2 menurut situs CITES dan least concern berdasarkan IUCN dengan keterangan mengalami penurunan populasi, sedangkan Kengkareng Perut putih termasuk dalam kategori least concern berdasarkan IUCN dengan keterangan populasinya masih stabil.

Frekuensi perjumpaan dengan Julang Emas dan Kengkareng Perut Putih termasuk cukup tinggi diasumsikan didukung habitat dan sumber pakan yang cocok di Cagar Alam Pulau Sempu. Ketersediaan pohon yang berfungsi sebagai habitat dan tempat bersarang merupakan salah satu hal yang sangat penting bagi kelangsungan hidup keluarga bucerotidae, terkhusus Julang emas dan Kengkareng Perut putih yang dijumpai di Cagar Alam Pulau Sempu. Salah satu syarat pohon yang dijadikan habitat sarang adalah ukuran diameter batang

yang sesuai dengan ukuran tubuhnya. Pohon-pohon yang sudah masuk dalam pendataan memiliki diameter yang relatif besar dan memiliki keadaan yang masih alami dan terjaga. Berkaitan dengan sumber pakan, Julang emas dan Kangkareng Perut putih merupakan *frugivorous*, disamping itu serangga seperti kumbang juga menjadi sumber pakan alternatif (Himmah dkk. 2010).

Vegetasi-vegetasi utama ekosistem hutan tropis dataran rendah pada Cagar Alam Pulau Sempu dapat tumbuh dengan baik dan memberikan habitat yang cocok bagi famili bucerotidae (Tabel 4). Hasil pendataan vegetasi utama pada kawasan kajian diketahui banyak spesies dari *Ficus* sp. yang buahnya digunakan sebagai sumber pakan bagi Julang Emas dan Kankareng Perut Putih. Adapun pohon-pohon besar seperti Triwulan (*Terminalia* sp.) dan Bendo (*Artocarpus elasticus*) digunakan sebagai tempat bertengger bagi Julang Emas dan Kangkareng Perut Putih.

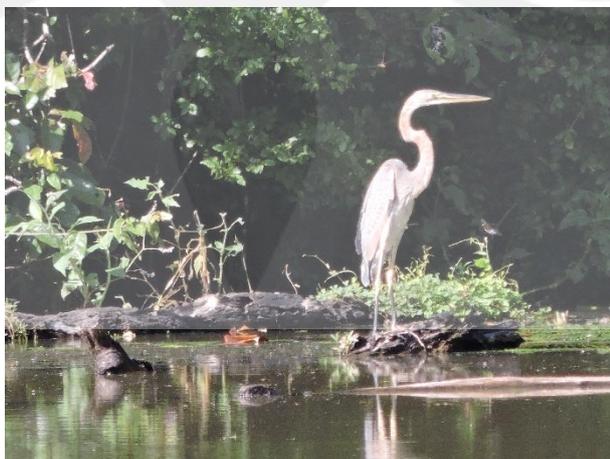
Elang Ular Bido (*Spilornis cheela*) (Gambar 3) merupakan burung dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999 dengan status konservasinya masuk ke dalam *Least Concern* berdasarkan data IUCN. Elang Ular Bido memiliki skor kelimpahan relatif 1,636 pada peringkat 6. Elang Ular Bido termasuk dalam spesies yang cukup melimpah di kawasan kajian dijumpai seluruh kawasan kajian (Gambar 1). Perjumpaan pada Elang Ular Bido cukup sering terjadi melalui pengamatan langsung saat *soaring*, dan bertengger. Spesies tumbuhan tinggi seperti Triwulan dan Bendo telah dijumpai saat pengamatan sebagai tempat bertenggernya. Berdasarkan skor kelimpahan tersebut dapat mengindikasikan bahwa Cagar Alam Pulau Sempu memberikan habitat dan ketersediaan pakan yang cukup.



Gambar 7. Elang Ular Bido (*Spilornis cheela*) (Dokumentasi pribadi, 2016)

Cekakak Sungai (*Todiramphus chloris*), Cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*) merupakan famili Alcedinidae yang dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999 dan Cekakak Jawa merupakan burung endemik Indonesia, terutama di Jawa dan Bali. Kemelimpahan relatif antara kedua spesies tersebut berbeda cukup jauh. Cekakak Sungai memiliki skor kemelimpahan relatif 1,364 pada peringkat 7, sedangkan Cekakak Jawa memiliki skor kemelimpahan relatif 0,227 pada peringkat 18.

Famili Alcedinidae sering dijumpai pada ekosistem perairan seperti sungai dan danau atau telaga. Cekakak sungai banyak dijumpai di jalur Waru-waru ke Telaga Lele karena terdapat banyak daerah aliran sungai sebagai tempat sumber pakan, sedangkan Cekakak Jawa dijumpai di Telaga Lele dan jalur Teluk Raas di perbatasan ekosistem mangrove dan ekosistem hutan tropis dataran rendah (Gambar 1). Rendah nilai kemelimpahan relatif Cekakak Jawa karena rendahnya frekuensi perjumpaan dan dapat dikatakan perjumpaanya hanya di Telaga Lele selama pengamatan dilakukan. Berdasarkan kondisi tersebut dapat diasumsikan bahwa populasi Cekakak Jawa rendah pada kawasan kajian ini. Adapun Cangak Merah (*Ardea purpurea*) (Gambar 4) termasuk burung yang dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999 dengan skor kemelimpahan relatifnya adalah 0,500 pada peringkat 13. Cangak merah hanya dijumpai pada kawasan Telaga Lele, sehingga mempengaruhi skor kemelimpahan relatif yang termasuk golongan rendah.



Gambar 8. Cangak Merah (*Ardea purpurea*) (Dokumentasi pribadi, 2016)

Burung Madu Belukar (*Chalcoparia singalensis*) memiliki skor kelimpahan relatif 0,182 pada peringkat 19. Adapun burung madu dari famili Nectariniidae memiliki skor kelimpahan relatif 0,545 pada peringkat 14, dan Alap-Alap Kawah (*Falco peregrinus*) memiliki skor kelimpahan 0,136 pada peringkat 20. Ketiga spesies tersebut merupakan burung yang dilindungi berdasarkan PP No. 7 Tahun 1999 dan kelimpahannya di kawasan kajian termasuk golongan rendah.

Berdasarkan pengamatan, frekuensi perjumpaan burung Madu Belukar sangat rendah dan ditambah kondisi lingkungan yang memiliki vegetasi dengan kerapatan tinggi, sehingga susah dalam pendataan. Adapun burung tersebut termasuk dalam famili Nectariniidae yang memiliki tubuh kecil dan sumber pakan bergantung pada nektar, serangga, sari bunga tropis dengan ketinggian yang memberikan keterbatasan pada pengamatan. Alap-alap Kawah juga memiliki frekuensi perjumpaan yang sangat rendah, sehingga memiliki skor kelimpahan relatif yang rendah juga, hal ini mengindikasikan populasinya diasumsikan rendah pada kawasan tersebut.

Burung endemik yang ditemukan pada pengamatan adalah Cinenen Jawa (*Orthotomus sepium*), Ayam Hutan Hijau (*Gallus varius*), Takur Tulung Tumpuk (*Megalaima javensis*), Cabai Jawa (*Dicaeum trochileum*) dan Cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*) yang merupakan burung endemik Jawa dan Bali yang ditemukan di daerah Telaga Lele. Cinenen Jawa merupakan burung endemik Pulau Jawa yang status konservasinya menurut IUCN adalah *Least Concern*. Kelimpahan relatif Cinenen Jawa menurut hasil pendataan, yaitu 1,773 pada peringkat 5. Berdasarkan hasil skor tersebut dapat diketahui bahwa Cinenen memiliki kelimpahan relatif yang tinggi, hal tersebut didukung hasil pengamatan di lapangan yang menunjukkan bahwa Cinenen Jawa banyak dijumpai sepanjang jalur pengamatan terutama jalur Waru-waru ke Telaga Lele.

Skor kelimpahan relatif kelompok burung endemik lain, yaitu Ayam Hutan Hijau memiliki skor 0,591 pada peringkat 12, Takur Tulung Tumpuk memiliki skor 0,500 pada peringkat 14, dan Cabai Jawa memiliki skor

0,227 pada peringkat 18. Berung-burung endemik tersebut termasuk dalam golongan kemelimpahan yang rendah. Ayam Hutan Hijau, Cabai Jawa termasuk status *least concern*, sedangkan Takur Tulung Tempu masuk dalam status *Near Threatened* dan terjadi penurunan populasi berdasarkan data IUCN.

Berdasarkan hasil pengamatan Ayam Hutan Hijau dijumpai pada jalur Teluk Raas di daerah perbatasan ekosistem mangrove dengan hutan tropis dataran rendah, dan di area Telaga Lele. Takur Tulung Tumpuk dan Cabai Jawa hanya dijumpai pada daerah awal jalur Waru-warung ke Telaga Lele dan di area Telaga Lele. Ayam Hutan Hijau sulit dijumpai secara langsung, identifikasi spesies melalui hanya melalui suara. Takur Tulung Tumpuk dan Cabai Jawa memiliki kemelimpahan yang rendah dapat dipengaruhi dalam pendataan karena kedua spesies burung tersebut cukup sulit dikenali. Takur Tulung Tempuk memiliki kenampakan dominan hijau, sehingga menyatu dengan warna lingkungan, sedangkan Cabai Jawa juga terkamuflase dengan lingkungan karena memiliki tubuh yang sangat kecil dengan warna dominan hitam.

Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) merupakan satwa prioritas konservasi yang tersebar di hutan hujan tropis Pulau Jawa. Elang Jawa merupakan burung endemik Jawa yang dinyatakan terancam punah berdasarkan data IUCN. Birdlife International bekerja sama dengan Kementerian Kehutanan Indonesia membuat jaringan pengamat burung di seluruh Pulau Jawa untuk melakukan pendataan Elang Jawa. Adapun kawasan Cagar Alam Pulau Sempu termasuk kawasan yang dilakukan survei Elang Jawa. Hasil penelitian Sukistyanawati (2016) menunjukkan perjumpaan Elang Jawa sebanyak 2 kali di Telaga Sat (08,45273 LS dan 112,70391 BT), pada survei tahun 2014 perjumpaan berada di Teluk air tawar dan pada tahun 2008 perjumpaan berada di Telaga Lele. Berdasarkan hasil tersebut diasumsikan terdapat 2 individu.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 1 diketahui Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*) memiliki skor kemelimpahan relatif 0,409 pada peringkat 15. Perjumpaan Elang Jawa pada pengamatan kawasan kajian hanya berada di

daerah Telaga Lele (Gambar 1) sebanyak 2 kali. Hasil skor kelimpahan relatif Elang Jawa termasuk dalam golongan rendah, hal ini terkait kemampuan reproduksinya yang rendah dan faktor luar yang mempengaruhi seperti fragmentasi habitat dan *deforestation*. Adapun kondisi adanya kompetisi diantara sesama Elang Jawa atau Raptor lainnya yaitu dalam segi penggunaan wilayah teritori untuk bersarang dan memperebutkan pakan (Sukistyanawati, 2016).

Keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa spesies endemik, dilindungi dan berstatus konservasi tinggi memiliki kelimpahan relatif yang tinggi seperti Julang emas (*Rhyticeros undulates*), Takur tenggeret (*Megalaima australis*), dan Cinenen Jawa (*Orthotomus sepium*). Adapun spesies dalam kategori tersebut yang masuk dalam kelimpahan relatif rendah seperti Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*), Takur Tulung Tumpuk (*Megalaima javensis*), Cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*), dan Burung Madu Belukar (*Chalcoparia singalensis*). Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa penting untuk mempertahankan kelestarian terutama spesies-spesies yang memiliki kelimpahan rendah tersebut.

Keberlanjutan kajian kelimpahan dan populasi penting untuk dilakukan untuk memberikan data sebagai dasar penentuan kebijakan pengelolaan Cagar Alam Pulau Sempu. Selain kajian tersebut penting untuk dilakukan program pembatasan akses masuk ke dalam Cagar Alam Pulau Sempu karena perkembangan potensi wisata yang sudah terjadi dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap kerusakan ekosistem di Cagar Alam Pulau Sempu.

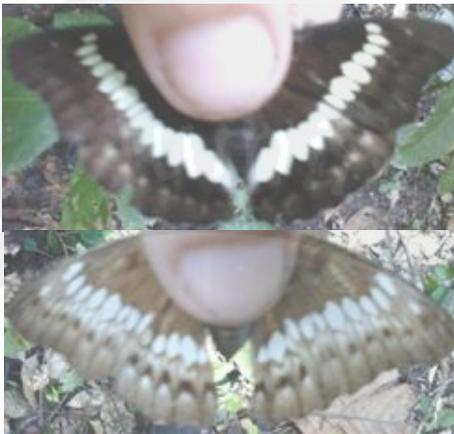
B. Lepidoptera

a. Hasil

Hasil inventarisasi keanekaragaman lepidoptera dengan menggunakan metode *bait trap* dan *direct searching* di jalur Teluk Raas atau jalur “Telogo Pring” (8°26'23.46"S, 112°41'52.89"E) dan jalur menuju Telaga Lele (8°26'39.07"S, 112°42'17.48"E) diperoleh 22 spesies yang berasal dari famili Crambidae, Geometridae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae, Tortricidae dan 4 jenis yang belum dapat diidentifikasi (Tabel 1).

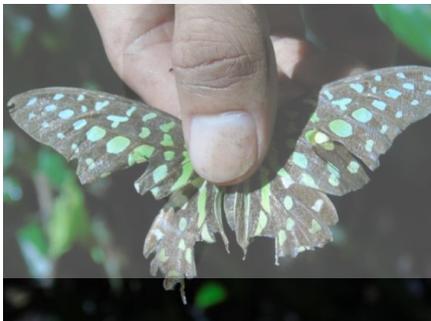
Tabel 10. Deskripsi spesies hasil tangkapan menggunakan metode *bait trap* dan *direct searching*

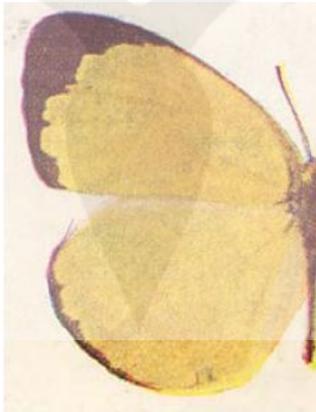
No	Spesies / Subspesies	Foto	Deskripsi
1.	<i>Lebadea martha alankara</i>	 <p>Gambar 1. <i>Lebadea martha alankara</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Limenitidinae. Dikenal dengan nama <i>the knight</i> , warna sisi bagian atas adalah merah kekuningcoklatan sedangkan sisi bawah berwarna coklat kusam, ujung sayap depan memiliki spot putih, kedua sayap dilintasi garis berwarna putih.
2.	<i>Tanaecia palguna</i>	 <p>Gambar 2. <i>Tanaecia palguna</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Limenitidinae. Kupu – kupu berwarna coklat dengan ukuran sedang, menyukai area padang rumput dan pepohonan rindang, di sekitar sumber air, terdapat bercak putih dan coklat tua yang

			membentuk alur simetris.
3.	<i>Bassarona teuta</i>	 <p>Gambar 3. <i>Bassarona teuta</i> (atas jantan dan bawah betina) (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Limenitidinae. Mempunyai nama lain <i>banded marquis</i>, individu jantan memiliki bagian atas yang berwarna coklat gelap, sayap depan dan belakang berwarna krem dan terdapat spot yang berkelanjutan, sisi bawah memiliki warna coklat pucat, betina hampir mirip dengan jantan namun lebih besar dan memiliki warna yang lebih pucat.</p>
4.	<i>Melanitis zitenius</i>	 <p>Gambar 4. <i>Melanitis zitenius</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Satyrinae. Dikenal dengan <i>great evening brown</i> memiliki sisi bawah cenderung berwarna kemerahan, sisi atasnya berwarna coklat, terdapat warna orange luas di bagian sayap depan dan terdapat spot hitam, spesies ini termasuk dimorfism dimana musim basah memiliki ocelli/spot yang lebih banyak dibanding musim kering.</p>

5.	<i>Elymnias hypermnestra</i>	 <p>Gambar 5. <i>Elymnias hypermnestra</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Satyrinae. Mempunyai nama lain <i>common palmfly</i>, sisi atas memiliki warna hitam kebiruan dengan seri spot biru di bagian tepi sayap depan, sisi bawah berwarna coklat dengan warna lebih terang pada ujung sayap depan, terdapat juga spot putih.</p>
6.	<i>Elymnias panthera dusara</i>	 <p>Gambar 6. <i>Elymnias panthera dusara</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Satyrinae. Mempunyai nama lain <i>studded palmfly</i>, warna tubuh coklat kehitaman dengan warna tepi yang lebih pucat, sisi bawah memiliki warna coklat keabuan, betina memiliki warna yang lebih cerah, bagian sayap belakang memiliki 6 spot.</p>
7.	<i>Polyura hebe fallax</i>		<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Charaxinae. Memiliki nama lain <i>plain nawab butterfly</i>, wingspan hingga 65 mm, sayap belakang memiliki dua buah ekor kecil, sisi atas sayap berwarna putih</p>

		<p>Gambar 7. <i>Polyura hebe fallax</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>kehijauan sedangkan sisi bawahnya berwarna coklat dan memiliki belang tengah berwarna hijau keperakan yang lebar, memiliki bordir tepi yang cukup lebar berwarna coklat gelap.</p>
8.	<p><i>Prothoe franck franck</i></p>	 <p>Gambar 8. <i>Prothoe franck franck</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Charaxinae. Mempunyai nama lain <i>blue begum</i>, sisi belakang memiliki warna coklat dan krem, sisi bawah sayap belakang memiliki warna abu kehijauan pada tepi, sisi atas memiliki warna biru metalik, sedangkan betina lebih besar dan memiliki warna lebih kehijauan, pejantan lebih tertarik pada kotoran hewan sedangkan betina tertarik pada buah busuk.</p>
9.	<p><i>Idea stollia stollia</i></p>	 <p>Gambar 9. <i>Idea stollia stollia</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili <u>Danainae</u>. Berwarna abu-abu keputihan pucat dengan bintik-bintik hitam. Pada keempat sayap terdapat vaskular berwarna hitam dan memiliki <i>wingspan</i> ± 15 cm.</p>

10.	<i>Cupha erymanthis synnara</i>	 <p>Gambar 10. <i>Cupha erymanthis synnara</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Nymphalidae dan Subfamili Heliconiinae. Warna dominan kuning, tergolong sangat aktif, spesies ini biasanya hinggap pada daun dengan waktu yang lama dan sering ditemukan pada daerah yang panas (Sari dkk., 2013).</p>
11.	<i>Papilio memnon memnon</i>	 <p>Gambar 14. <i>Papilio memnon memnon</i> (Schulze, 1999)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Papilionidae dan Subfamili Papilioninae. <i>Wingspan</i> jantan 98 mm dan betina 104 mm, <i>forewing</i> memiliki bagian <i>costa</i> melengkung cukup lebar, <i>apex</i> menumpul, pejantan memiliki bagian <i>ventral</i> dan <i>dorsal</i> dengan warna dasar hitam dan garis biru ke abu-abuan di setengah bagian luar sayap atas.</p>
12.	<i>Graphium agamemnon agamemnon</i>	 <p>Gambar 12. <i>Graphium agamemnon agamemnon</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Papilionidae dan Subfamili Papilioninae. <i>Wingspan</i> jantan 62 mm dan betina 65 mm, sayap tipis bersisik dan semi transparan, permukaan atas sayap berwarna hitam dengan bercak hujau apel, sayap bawah memiliki</p>

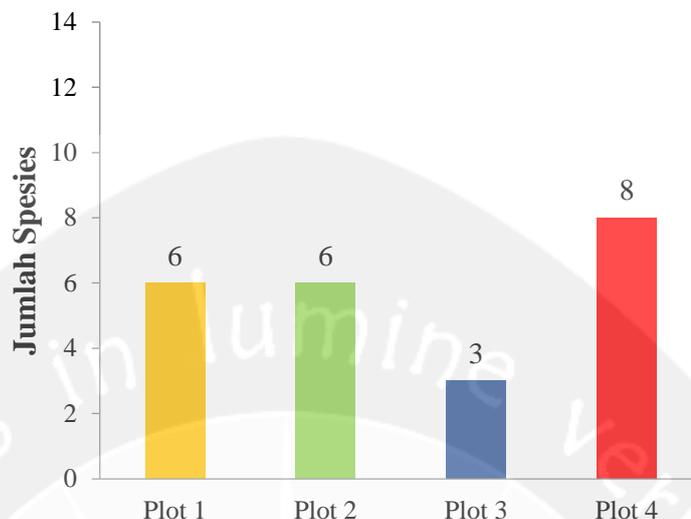
			<p>bentuk ekor pendek dan pada betina memiliki bentuk ekor yang lebih panjang dari jantan, bagian <i>ventral</i> memiliki warna hijau keunguan dengan bercak.</p>
13.	<p><i>Eurema hecabe sankapura</i></p>	 <p>Gambar 13. <i>Eurema hecabe sankapura</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Pieridae dan Subfamili Coliadinae. <i>Upperside</i> pada bagian pinggir berwarna hitam dengan garis bagian dalam yang lurus. <i>Wingspan</i> pada jantan 37 mm dan betina 40 mm. Pada bagian <i>forewing</i> memiliki bagian <i>apical</i> berwarna hitam yang berukuran cukup besar, <i>outer margin</i> berwarna hitam. <i>Ventral</i> memiliki bercak-bercak berwarna coklat.</p>
14.	<p><i>Eurema blanda blanda</i></p>	 <p>Gambar 14. <i>Eurema blanda blanda</i> (Schulze, 1999)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Pieridae dan Subfamili Coliadinae. Dikenal dengan nama <i>three-spot grass yellow butterfly</i> memiliki <i>wingspan</i> 35-45 mm, warna tubuh kuning sampai kuning cerah serta mempunyai tiga buah titik/spot dengan bordir sayap depan hitam.</p>

15.	<i>Appias albina albina</i>	 <p>Gambar 15. <i>Appias albina albina</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Pieridae dan Subfamili Coliadinae. Memiliki nama lain <i>common albatross butterfly</i>, pada individu jantan memiliki sisi atas sayap berwarna putih. Betina memiliki sayap berwarna putih dengan tepi hitam. Sisi bawah sayap depan memiliki warna yang sama dengan sisi atasnya sedangkan sisi bawah sayap belakang berwarna kuning.</p>
16.	<i>Proselena tanella</i>	 <p>Gambar 16. <i>Proselena tanella</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Tortricidae dan Subfamili Tortricinae. Ukuran tubuh kecil, tubuh dan sayap berwarna putih dengan corak bercak bercak berwarna orange hingga coklat.</p>
17.	<i>Donacaula sp</i>	 <p>Gambar 17. <i>Donacaula sp</i> (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p>Termasuk dalam Famili Crambidae dan Subfamili Schoenobiinae. Ukuran tubuh kecil, sayap menutupi tubuh horizontal. Sayap berwarna krem, kuning ke coklat muda. Memiliki bercak berwarna hitam, cukup mudah ditemukan di sepanjang jalur yang dilalui, hinggap di</p>

			permukaan daun pohon-pohon kecil dalam hutan.
18.	<i>Idaea biselata</i>	 <p>Gambar 18. <i>Donacaula</i> sp (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	Termasuk dalam Famili Geometridae dan Subfamili Sterrhinae. Dikenal dengan <i>Small Fan-footed Wave moth</i> , memiliki <i>wingspan</i> 19-21 mm. Sayap depan memiliki <i>fascia</i> bawah yang bergerigi dan berwarna coklat keabuan, <i>fascia</i> tengah dan depan memiliki warna coklat keabuan yang lebih pudar. Terdapat titik hitam pada sayap.
19.	Lepidoptera 1	 <p>Gambar 19. Lepidoptera 1 (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	Ukuran tubuh sedang, warna dasar sayap kecoklatan, bagian <i>disc</i> pada <i>hindwings</i> berwarna kebiruan, terdapat garis berwarna kehitaman yang bisa dilihat dengan jelas di bagian medial dari keempat sayap.
20.	Lepidoptera 2	 <p>Gambar 20. Lepidoptera 2 (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	Ukuran tubuh kecil, warna dasar sayap abu-abu gelap, seluruh bagian margin dari <i>forewings</i> dan <i>hindwings</i> berwarna kehitaman, bagian <i>disc</i> pada <i>forewings</i> terdapat spot berwarna hitam dengan dua spot putih.

21.	Lepidoptera 3	 <p data-bbox="635 656 1007 723">Gambar 21. Lepidoptera 3 (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p data-bbox="1074 309 1348 815">Ukuran tubuh kecil, warna tubuh dan sayap didominasi coklat muda, terdapat motif garis di daerah interspace dan termen sayap, memiliki <i>ocelli</i> hitam di daerah interspace sayap, mata berwarna coklat terang, <i>outer margin</i> berbentuk seperti renda-renda.</p>
22.	Lepidoptera 4	 <p data-bbox="635 1097 1007 1164">Gambar 22. Lepidoptera 4 (Dokumentasi Pribadi, 2016)</p>	<p data-bbox="1074 831 1348 1218">Ukuran tubuh sedang, tubuh berwarna hitam ke abu-abuan, terdapat pola garis di bagian sayap dorsal, sayap terbuka saat hinggap, <i>outer margin</i> seperti berenda, terdapat gerigi-gerigi yang kecil.</p>

Inventarisasi keanekaragaman jenis Lepidoptera dan kajian ekologiannya dilakukan dengan metode *bait trap*. *Bait Trap* diletakkan di empat plot yang berbeda dan tersebar di sepanjang Jalur Teluk Raas atau “Telogo Pring”, plot 1 (S8.43476 E112.69366), plot 2 (S8.43844 E112.69655), plot 3 (S8.44210 E112.69727), plot 4 (S8.44626 E112.69916), setiap plot memiliki kondisi fisik lingkungan yang berbeda. Sejumlah 14 jenis yang didapatkan dengan menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas, 8 spesies ditemukan pada plot 4, diikuti oleh plot 1 dan plot 2 dengan jumlah masing-masing 6 spesies, dan terakhir adalah plot 3 dengan jumlah 3 spesies (Gambar 2).



Gambar 9. Jumlah spesies hasil tangkapan pada plot di jalur Teluk Raas menggunakan metode *bait trap*

Jumlah seluruh individu hasil tangkapan menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas pada keempat plot berjumlah 44 individu, dengan jumlah terbanyak terdapat pada plot 2 yaitu 16 individu, diikuti oleh plot 4 dengan 12 individu. Hasil tangkapan pada plot 1 berjumlah 11 individu, dan terakhir adalah plot 3 dengan jumlah 3 individu (Gambar 3).



Gambar 10. Jumlah Individu hasil tangkapan pada plot di jalur Teluk Raas menggunakan metode *bait trap*

Kajian ekologi berkaitan dengan keberadaan lepidoptera dilakukan dengan menggunakan metode *bait trap*. Kajian ekologi tersebut terdiri dari kerapatan/densitas relatif, frekuensi relatif, nilai penting, dan untuk mengetahui

tingkat keanekaragaman pada area kajian digunakan indeks keanekaragaman Simpson. Hasil pengambilan sampel dengan metode *bait trap* pada jalur Teluk Raas atau jalur “Telogo Pring” diperoleh 14 spesies (termasuk 4 spesies yang tidak dapat teridentifikasi) dari 4 titik pengambilan sampel yang dilanjutkan untuk pengolahan serta analisis data (Tabel 2).

Sepuluh spesies Lepidoptera yang didapat diidentifikasi berasal dari famili Nymphalidae dan Tortricidae. Spesies *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* dari famili Nymphalidae adalah spesies dengan densitas relatif tertinggi yaitu 22,73% dan 20,45%. Frekuensi relatif tertinggi pada spesies *Tanaecia palguna* sebesar 17,39% diikuti spesies *Prothoe franck franck* sebesar 13,04%. sedangkan untuk INP spesies *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* sebesar 0,40 dan 0,33. Spesies yang memiliki densitas relatif terendah (2,27%), frekuensi relatif terendah (4,35%) dan INP terendah (0,07) yaitu *Proselena tanella*, *Polyura hebe fallax*, *Cupha erymantis synnara*, *Elymnias hypermnestra*, *Elymnias panthera dusara*, Lepidoptera 2, Lepidoptera 3, dan Lepidoptera 4.

Tingkat keanekaragaman lepidoptera berdasarkan perhitungan indeks Simpson menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas atau jalur “Telogo Pring” (8°26'23.46"S, 112°41'52.89"E) pada keempat plot menghasilkan nilai 0,86.

Tabel 11. Densitas Relatif, Frekuensi Relatif dan Indeks Nilai Penting pada hasil tangkapan menggunakan metode *bait trap*

Species (jenis)	Famili (Suku)	Total			DR (%)	F	F (Abs)	FR (%)	IN P
		D (Σ)	Pi	(Pi) ²					
<i>Proselena tanella</i>	Tortricidae	1,00	0,02	0,00	2,27	1,00	0,25	4,35	0,07
<i>Polyura hebe fallax</i>	Nymphalidae	1,00	0,02	0,00	2,27	1,00	0,25	4,35	0,07
<i>Cupha erymantis synnara</i>	Nymphalidae	1,00	0,02	0,00	2,27	1,00	0,25	4,35	0,07
<i>Tanaecia palguna</i>	Nymphalidae	10,00	0,23	0,05	22,73	4,00	1,00	17,39	0,40
<i>Lebadea martha alankara</i>	Nymphalidae	2,00	0,05	0,00	4,55	2,00	0,50	8,70	0,13
<i>Melanitis zitenius</i>	Nymphalidae	5,00	0,11	0,01	11,36	2,00	0,50	8,70	0,20

<i>Elymnias hypermnestra</i>	Nymphalidae	1,0 0	0,0 2	0,0 0	2,27	1,0 0	0,25	4,35	0,0 7
<i>Prothoe franck franck</i>	Nymphalidae	9,0 0	0,2 0	0,0 4	20,45	3,0 0	0,75	13,04	0,3 3
<i>Elymnias panthera dusara</i>	Nymphalidae	1,0 0	0,0 2	0,0 0	2,27	1,0 0	0,25	4,35	0,0 7
<i>Bassarona teuta</i>	Nymphalidae	6,0 0	0,1 4	0,0 2	13,64	2,0 0	0,50	8,70	0,2 2
Lepidoptera 1	-	4,0 0	0,0 9	0,0 1	9,09	2,0 0	0,50	8,70	0,1 8
Lepidoptera 2	-	1,0 0	0,0 2	0,0 0	2,27	1,0 0	0,25	4,35	0,0 7
Lepidoptera 3	-	1,0 0	0,0 2	0,0 0	2,27	1,0 0	0,25	4,35	0,0 7
Lepidoptera 4	-	1,0 0	0,0 2	0,0 0	2,27	1,0 0	0,25	4,35	0,0 7
Total		44, 0	1,0 0	0,1 4	100,0	22, 00	5,75	100,0	2,0 0

Keterangan D : Densitas
 Pi : Proporsi individu dalam komunitas
 DR : Densitas relatif
 F : Frekuensi
 F (Abs): Frekuensi *Absolute*
 FR : Frekuensi relatif
 INP : Indeks nilai penting

b. Pembahasan

Jumlah seluruh individu hasil tangkapan menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas pada keempat plot adalah 44 individu, yang berasal dari famili nymphalidae dan tortricidae. Famili nymphalidae merupakan famili yang paling banyak ditemukan pada keempat plot penelitian. Nymphalidae memiliki kemampuan adaptasi pada banyak kondisi lingkungan (Koneri dan Maabuat, 2016). Nymphalidae juga merupakan famili dari kupu-kupu yang memiliki jumlah jenis dan penyebaran yang terbesar dibandingkan famili yang lain (Rizal, 2007) dalam (Koneri dan Maabuat, 2016).

Tertangkapnya kupu-kupu dari famili nymphalidae dengan metode *bait trap* memiliki jumlah yang tinggi. Hal tersebut dapat disebabkan karena *bait* atau umpan yang digunakan, yaitu berupa ikan laut dan buah pisang yang telah dilumatkan. Kedua umpan tersebut dapat mengeluarkan aroma yang kuat dan menyebar di sekitar lingkungan setiap plot. Penggunaan umpan tersebut dalam

penelitian, diperkirakan merupakan salah satu penyebab kupu-kupu dari famili nymphalidae banyak tertangkap pada *bait trap*. Asumsi tersebut dapat berdasarkan perilaku nymphalidae yang merupakan famili kupu-kupu suka dengan sinar matahari dan bau busuk (Sulistiyani, 2013).

Spesies *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* dari famili Nymphalidae adalah spesies dengan densitas relatif tertinggi yaitu 22,73% dan 20,45% secara berturut-turut. Tingginya persentase densitas relatif kedua spesies tersebut disebabkan kedua spesies tersebut paling banyak ditemukan selama waktu penelitian (Tabel 1). Tingginya nilai densitas relatif menandakan bahwa spesies kupu-kupu *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* memiliki pola penyesuaian yang besar pada lingkungan tersebut.

Frekuensi relatif tertinggi adalah spesies *Tanaecia palguna* sebesar 17,39% diikuti spesies *Prothoe franck franck* sebesar 13,04%. Tingginya persentase nilai frekuensi relatif dikarenakan keduanya merupakan spesies yang paling sering tertangkap pada *bait trap* di setiap plot yang ada. Tingginya nilai frekuensi relatif menandakan bahwa spesies kupu-kupu *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* merupakan spesies yang dapat ditemukan pada diberbagai tempat (plot) atau persebarannya tinggi.

Indeks nilai penting (INP) spesies *Tanaecia palguna* dan *Prothoe franck franck* sebesar 0,40 dan 0,33. Spesies *Prothoe franck franck* dan *Tanaecia palguna* sangat tergantung pada hutan (Yong, dkk., 2012), sehingga dengan tingginya INP dari kedua spesies tersebut mengindikasikan bahwa hutan, khususnya di Cagar Alam Pulau Sempu penting bagi kehidupan kedua spesies tersebut.

Spesies kupu-kupu *Tanaecia Palguna* dan *Prothoe franck franck* merupakan anggota dari famili Nymphalidae. Menurut Purwowidodo (2015), besarnya proporsi jenis dari famili Nymphalidae disebabkan karena mereka cenderung bersifat polifage, artinya kupu-kupu ini mempunyai jenis makanan lebih dari satu macam. Sifat polifage memungkinkan Nymphalidae tetap dapat memenuhi kebutuhan akan tumbuhan inang meskipun tumbuhan inang

utamanya tidak tersedia. Hal ini menyebabkan kedua spesies dari famili Nymphalidae ini cukup banyak dijumpai di area studi.

Jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai sumber makanan oleh famili Nymphalidae sangat banyak di antaranya adalah *Annonaceae*, *Leguminosae* dan *Compositae* (Rahayuningsih dkk, 2012), sehingga famili Nymphalidae terdapat di banyak habitat, dengan jumlah jenis yang melimpah.

Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas atau jalur *Telogo Pring*, yaitu 14 jenis. plot 4 merupakan plot yang mendapatkan spesies paling banyak yaitu 8 jenis (Gambar 2). Plot 4 pada penelitian ini terdapat di daerah yang terbuka karena tutupan pohon tidak terlalu rapat, terdapat sungai kecil di sekitar tempat untuk meletakkan *bait trap*, serta tumbuhan yang ada pada plot 4 didominasi oleh tumbuhan berbunga.

Jumlah seluruh individu hasil tangkapan menggunakan metode *bait trap* di jalur Teluk Raas pada keempat plot berjumlah 44 individu, dengan jumlah terbanyak terdapat pada plot 2 yaitu 16 individu, diikuti oleh plot 4 dengan 12 individu. Hasil tangkapan pada plot 1 berjumlah 11 individu, dan terakhir adalah plot 3 dengan jumlah 3 individu. Hasil individu terbanyak diperoleh pada plot 2 dikarenakan plot 2 memiliki daerah yang cukup terbuka, jika dibandingkan dengan plot 1 dan 3. Menurut Koneri dan Maabuat (2016) habitat yang disukai kupu-kupu cenderung lembab, terdapat tumbuhan berbunga, daerahnya terbuka, dan ada sumber air.

Tingkat keanekaragaman lepidoptera berdasarkan perhitungan indeks Simpson menghasilkan nilai 0,86, berdasarkan Krebs (1999) indeks Simpson memiliki rentan dari 0 (diversitas rendah) hingga 1 (diversitas tinggi) sehingga dapat dikatakan keanekaragaman lepidoptera di area penelitian cukup tinggi karena mendekati angka 1 (diversitas tinggi). Keanekaragaman pada area penelitian cukup tinggi tidak terlepas dari fakta bahwa hutan di Cagar Alam Pulau Sempu bertipe hutan hujan tropis bawah, yang memiliki keanekaragaman spesies tumbuhan dan binatang sangat tinggi (Indriyanto, 2006).

C. Kualitas perairan Telaga Lele

Telaga Lele merupakan ekosistem perairan air tawar yang keadaannya masih cukup alami dengan vegetasi lebat ditepiannya. Kondisi Telaga Lele berdasarkan pengamatan memiliki air yang tenang dengan kekeruhan dipengaruhi oleh terjadinya hujan. Berdasarkan pengamatan disekitar kawasan tidak ditemukan adanya sumber aliran menuju telaga. Sumber aliran air utama adalah dari hujan yang dapat membawa material dari sekitar telaga. Daerah ini merupakan daerah terbuka dengan paparan sinar matahari yang cukup tinggi (Gambar 2).

Telaga Lele merupakan sumber air tawar bagi makhluk hidup di sekitarnya. Hasil pengamatan menunjukkan adanya beberapa satwa yang beraktivitas di sekitar Telaga Lele seperti babi hutan dan biawak ataupun aves seperti Cagak merah dan Elang Bido terlihat beraktifitas di sekitar telaga, sedangkan diperairan dapat ditemukan ikan air tawar seperti lele dan ikan gabus. Adapun tingginya perjumpaan pada spesies-spesies yang dijadikan bioindikator kualitas air seperti kupu-kupu, capung dan gastropoda di sekitar kawasan Telaga Lele. Tumbuhan air yang terdapat pada sekitar Telaga Lele berupa teratai air dan ganggang.



Gambar 11. Kawasan Telaga Lele (Dokumentasi pribadi, 2016)

Kualitas perairan suatu ekosistem memberikan informasi seberapa besar air tersebut memberikan pengaruh terhadap kehidupan yang ada didalam dan disekitarnya. Uji kualitas air perairan merupakan salah satu pencegahan ataupun pengelolaan ekosistem perairan dalam upaya menjaga kelestarian satwa terkait ekosistem tersebut. Salah satu perairan yang penting dilakukan kajian kualitas airnya adalah Telaga Lele. Telaga Lele merupakan telaga air tawar yang berada di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu. Telaga Lele merupakan salah satu sumber air tawar yang dibutuhkan sebagian besar satwa di Cagar Alam Pulau Sempu untuk hidup. Mengetahui kualitas perairan di Telaga Lele dapat memberikan data yang dapat dijadikan sebagai dasar penentuan kebijakan pengelolaan kawasan Cagar Alam Pulau Sempu.

Penentuan kualitas perairan dapat dilakukan dengan mengetahui indeks saprobiotas dan terkait parameter fisik dan kimia perairan seperti suhu, pH, turbiditas, COD, DO dan BOD₅, Bahan organik total dan kandungan total unsur hara makro nitrat dan *phospat* terlarut. Adapun karakteristik perairan secara kualitatif mencakup penampakan dan karakter perairan, sumber air, karakter tanah, kemiringan sekitar kawasan dan parameter biologi seperti flora dan fauna dalam ekosistem perairan.

Hasil kualitas perairan yang diperoleh berdasarkan tahapan penelitian menunjukkan bahwa kualitas perairan Telaga Lele adalah baik dan masih alami terjaga. Kondisi kualitas tersebut diperoleh berdasarkan hasil pengukuran indeks saprobitas dan faktor fisik-kimia perairan yang menunjukkan dalam kondisi perairan tidak tercemar. Berikut hasil pengukuran kualitas air dari beberapa parameter dapat dilihat dalam tabel 6.

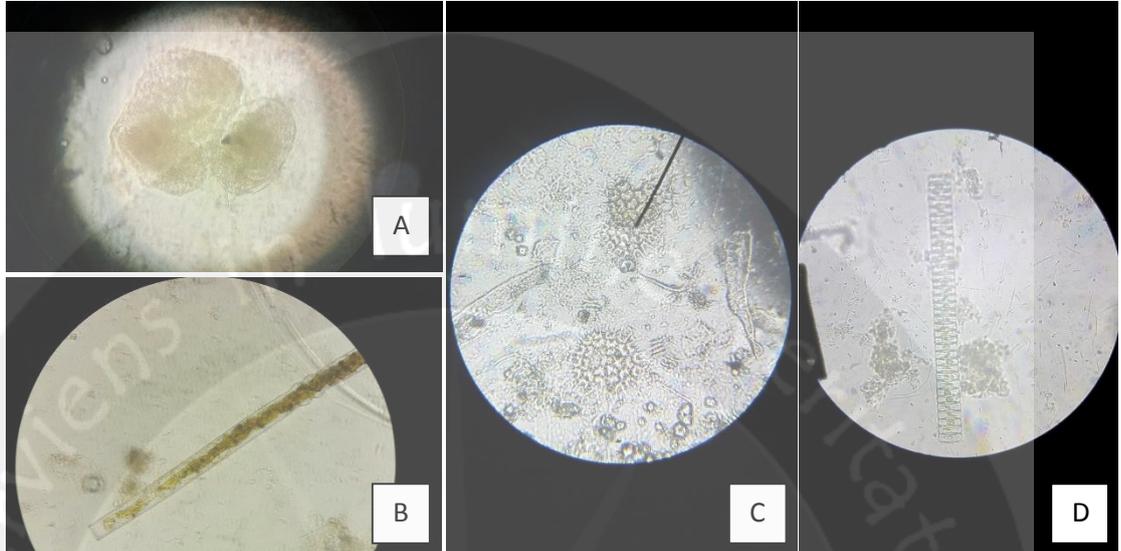
Tabel 12. Hasil pengukuran Indeks Saprobitas dan parameter fisik-kimia perairan Telaga Lele

No	Parameter	Metode dan pembanding	Rata-rat hasil pengukuran
1	Indeks Saprobitas	Indeks Saprobik plankton (X) (Dresscher dan Mark, 1976); Ravera, 1987).	1,05
2	PH	Elektrometri	7,14
3	Suhu	Termometer	26,4 °C
4	DO	Metode titrasi (Jeffries dan Mills, 1996)	3,67 ppm
5	BOD	Metode titrasi (Lee dan Laksono, 1978)	0,29 ppm
6	COD	Metode titrasi (Chapman, 1996).	0,21 ppm
7	Turbiditas	<i>Nephelometer</i>	48,97 NTU
8	N Total	Pengujian dilakukan di UPT laboratorium pascapanen Institut Pertanian (INSTIPER) Yogyakarta.	0,0022 %
9	P Total		0,00033 %
10	Bahan Organik total		0,0020 %

Hasil pengamatan pada sampel air secara mikroskopik dijumpai kelompok Euglenophyta, Conjugatae, Chlorococcales; dan Diatome (Gambar 3). Kelompok Ciliata menunjukkan polisaprobitas, kelompok Euglenophyta menunjukkan α -Mesosaprobitas, kelompok Chlorococcales + Diatomae menunjukkan β - Mesosaprobitas dan kelompok Peridinae/ Chrysophyceae / Conjugatae menunjukan Oligosaprobitas (Dresscher dan Mark, 1976). Indeks saprobitas ditentukan oleh jumlah dari ordo Ciliata, Euglenophyta, Chlorococcales + Diatomae, dan Chrysophyceae / Conjugatae (Dresscher dan Mark, 1976).

Hasil pengukuran indeks saprobitas yang diperoleh dari beberapa plot yang ditentukan sebagai cuplikan mewakili Telaga Lele, yaitu sebesar 1,05 (Tabel 6). Menurut Dresscher dan mark (1974); Ravera (1987) indeks saprobitas 1,05 menunjukkan tingkat polusi bahan organik masuk dalam kategori sangat rendah (oligosaprobik). Oligosaprobik merupakan zona pemulihan yang hanya terjadi pencemaran ringan dengan kandungan oksigen normal dan proses mineralisasi berlangsung dengan baik. Berdasarkan kondisi perairan tersebut

memungkinkan tumbuhan dan hewan dapat hidup baik di zona ini (Kolkwitz dan Marsson, 1909) dalam (Nemerow, 1991).



Gambar 12. Hasil identifikasi dan pengelompokan plangkon mengacu Dresscher dan Mark (1976) (Dokumentasi pribadi, 2016)
Keterangan: A: Euglenophyta; B: Conjugatae; C: Chlorococcales; dan D: Diatome

Hasil indeks saprobitas dipengaruhi keberadaan kelompok-kelompok tersebut. Tinggi-rendahnya keberadaan kelompok dipengaruhi kondisi lingkungan di kawasan Telaga Lele yang dapat diketahui melalui faktor fisik dan kimianya. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh data fisik-kimia air Telaga Lele (Tabel 6) yang memiliki rata-rata hasil pengukuran derajat keasaman air rata-rata 7,14; suhu air berkisar 26,4 °C; kadar oksigen terlarut (DO) mencapai 3,67 ppm, *Biological Oxygen Demand* (BOD₅) sebesar 0,38 ppm, dan CO₂ terlarut (COD) sebesar 0,21 ppm. Adapun turbiditas diketahui mencapai 48,97 NTU, unsur N total mencapai 0,0022 %, unsur P total mencapai 0,00033 % dan bahan organik total mencapai 0,0020%

Derajat keasaman (pH) memberikan pengaruh terhadap kehidupan perairan terkait perubahan tingkat metabolisme organisme perairan. Suhu juga memberikan pengaruh pada laju fotosintesis pada tumbuhan dan proses fisiologis hewan, khususnya derajat metabolisme dan siklus reproduksi. Secara tidak langsung suhu mempengaruhi kelarutan CO₂ dan O₂ (Effendi, 2003).

Berdasarkan nilai pH dari sampel air diperoleh rata-rata nilai sebesar 7,14 (Tabel 6) Menurut Effendi (2003) sebagian besar biota akuatik dapat hidup pada kisaran pH 7-8,5 dengan demikian maka dapat diketahui bahwa pada telaga tersebut tidak mengalami pencemaran dan berdasarkan nilai pH tersebut memberikan daya dukung terhadap kehidupan organisme didalamnya.

Suhu dapat menjadi faktor penentu atau pengendali kehidupan organisme akuatik (Rachmanda, 2011). Menurut (Wibisono, 2005) suhu yang masih dapat ditolerir oleh organisme berkisar antara 20–30 °C. Menurut Haslan (1995) dalam Effendi (2003), kisaran suhu optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 20– 30 °C. Hasil pengukuran suhu perairan Telaga Lele diperoleh suhu 26,4 °C (Tabel 6). Suhu tersebut masuk dalam rentang suhu normal perairan dan merupakan suhu optimal dalam pertumbuhan fitoplankton atau organisme lain.

Pengukuran kandungan nutrisi lain dalam sampel untuk mengetahui kualitas perairan dilakukan pengukuran pada kadar N dan P total. Penggunaan dua unsur ini adalah karena memiliki peran dan karakter spesifik sebagai kunci adanya pencemaran ataupun terjadinya eutrofikasi. Kadar N dan P total berpengaruh pada nutrisi yang berperan dalam pembentukan biomassa organisme perairan. Nitrogen merupakan bahan dasar penyusun protein yang diserap oleh tumbuhan air dalam bentuk amonia atau nitrat. Ketersediaan nitrogen mempengaruhi variasi spesies, kelimpahan serta kandungan nutrisi hewan dan tumbuhan akuatik. Nitrogen berperan pembentukan biomassa organisme perairan, juga merupakan pembentuk komposisi dan biomassa fitoplankton sebagai produsen perairan (Horne dan Goldman, 1994).

Kandungan P-total dalam kolom air sangat dipengaruhi oleh partikel yang berasal dari daratan yang masuk ke perairan akibat erosi dan aktivitas manusia, input nutrisi atmosfer dan pH (Horne dan Goldman, 1994). Fosfor memainkan peran utama dalam metabolisme biologis karena merupakan unsur penting pembentukan protein dan membantu metabolisme sel. Dengan demikian, fosfor menjadi faktor pembatas komposisi fitoplankton perairan sebagai produsen.

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh kandungan N dan P total secara berturut-turut sebesar 0,0022 % atau 2,2 ppm dan 0,00033 % atau 3,3 ppm (Tabel 6). Wetzel (2001) menyatakan bahwa nitrat yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah sebesar 3,9 ppm – 15,5 ppm. Berdasarkan rentang kadar nitrat tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur N total dalam perairan telaga lele masih cukup untuk mendukung keberadaan fitoplankton diatas sebagai produsen utama perairan. Wetzel (2001) juga menambahkan bahwa kadar P untuk pertumbuhan optimum dari fitoplankton adalah sebesar 0,27 ppm – 5,51 ppm, dari pernyataan ini maka diketahui bahwa sebenarnya di telaga lele menyediakan kandungan P yang cukup untuk pertumbuhan fitoplankton.

Hasil pengukuran N dan P total menunjukkan bahwa kuantitasnya masuk dalam rentang yang cukup untuk menyediakan kebutuhan hidup bagi fitoplankton. Kadar N dan P total tersebut dipengaruhi adanya limpahan material sekitar Telaga Lele seperti aliran air dari hujan yang membawa substrat pada badan air.

DO memberikan informasi mengenai kandungan oksigen yang terlarut dalam perairan. Hasil pengukuran mendapatkan rata-rata keseluruhan plot sebesar 3,67 ppm (Tabel 6). Menurut Wardana (1995) nilai minimum yang cukup mendukung kehidupan organisme perairan secara normal adalah 2 mg/l atau 2 ppm. Berdasar nilai tersebut diketahui bahwa keadaan oksigen masih berada diatas kisaran minimum yang berarti masih cukup oksigen terlarut untuk mendukung kehidupan organism aerobik dalam perairan tersebut. Data ini juga dapat digunakan sebagai data untuk mengetahui tingkat pencemaran Telaga Lele. Menurut Jeffries dan Mills (1996) kandungan DO antara 2,0–4,4 ppm menunjukkan tingkat pencemaran sedang. Tingkat pencemaran sedang pada Telaga Lele berdasarkan Jeffries dan Mills (1996) diasumsikan merupakan hasil pencemaran alami yang berasal dari masuk bahan organik dari sekitar kawasan dan pengaruh lingkungan dalam perairan tersebut.

Identifikasi lanjutan terhadap pencemaran bahan organik digunakan pengujian BOD₅ dan COD. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan

organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang di butuhkan untuk mengoksidasi bahan–bahan pencemar tersebut (Wardana, 1995). Nilai BOD₅ tinggi mengindikasikan air tersebut tercemar bahan organik (Lee dan Laksono, 1978). Hasil pengukuran BOD₅ pada sampel air diperoleh rata-rata hasil mencapai 0,29 ppm (Tabel 6). Menurut Wardoyo (1989) dalam Subagja dkk. (2010) nilai BOD pada sampel air tersebut menunjukkan kondisi perairan tidak tercemar hingga tercemar sangat ringan. Nilai BOD₅ yang masuk dalam kategori rendah tersebut menunjukkan bahwa oksigen yang dibutuhkan oleh organisme atau mikroorganisme untuk melakukan proses metabolisme perombakan bahan organik rendah.

COD menggambarkan adanya proses perombakan bahan organik maupun kimia pada ekosistem air. Kandungan CO₂ juga menjadi parameter seberapa besar oksigen yang diuraikan dalam proses oksidasi secara kimia. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan diperoleh rata-rata dari empat plot sebesar 0,21 ppm atau 0,21 mg/l (Tabel 6). Menurut Chapman (1996) konsentrasi CO₂ di permukaan air berada di rentang 20 mg/l untuk perairan yang tidak tercemar hingga 200 mg/l untuk perairan yang tercemar. Berdasarkan perbandingan nilai pengukuran COD dengan standar baku menunjukkan angka CO₂ sampel sangat kecil. Rendahnya kandungan CO₂ pada sampel air mengindikasikan bahwa perombakan bahan organik maupun kimia melalui proses oksidasi yang terjadi di perairan dalam keadaan sedikit.

Berdasarkan hasil pengukuran BOD₅ dan COD pada sampel air menunjukkan hasil yang saling mendukung dan menggambarkan bahwa aktivitas perombakan bahan organik pada sampel air Telaga lele tergolong rendah. Hasil pengukuran BOD dan COD tidak menggambarkan kandungan total bahan organik yang berada pada sampel air Telaga Lele, sehingga perlu dilakukan bahan organik total.

Bahan organik terlarut total atau *Total Organic Matter* (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (*particulate*) dan koloid. Bahan ini terus-menerus mengalami perubahan bentuk karena dipengaruhi oleh faktor fisika,

kimia dan biologi. Dekomposisi bahan organik di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain susunan residu, suhu, pH, dan ketersediaan zat hara dan oksigen (Rakhman, 1999). Bahan organik total dapat dijadikan sebagai indikasi tingkat polusi. Bahan organik total pada permukaan air umumnya dibawah 10 mg/l, sedangkan didasaran kurang dari 2 mg/l (Chapman, 1996), sedangkan bahan organik terlarut yang ideal untuk budidaya yaitu kisaran 20–30 mg/l (Rakhman, 1999). Adapun menurut Afu (2005) dalam Sembiring dkk. (2014) nilai konsentrasi *Total Organic Matters* yang aman adalah ≤ 30 mg/l.

Hasil pengukuran bahan organik total di Telaga lele mendapatkan hasil sebesar 0,0020% atau setara dengan 20 ppm atau 20 mg/l (Tabel 6). Berdasarkan nilai bahan organik total berikut dapat diketahui bahwa nilai tersebut termasuk tinggi melebihi standar baku menurut Chapman (1996). Jika dibandingkan dengan standar baku budidaya perikanan menurut Rakhman (1999) diketahui nilai tersebut masih dalam kisaran ideal. Kisaran tersebut merupakan kondisi ideal yang dapat mendukung dalam kehidupan perikanan berkaitan dengan ketersediaan daya dukung hidup seperti oksigen terlarut. Hasil pengukuran oksigen terlarut pada sampel air mendukung pernyataan Rakhman (1999) karena nilai oksigen terlarut yang diperoleh, yaitu 3,67 ppm yang menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut dapat mendukung kehidupan organisme aerobik dalam perairan tersebut.

Adapun perbandingan dengan standar nilai bahan organik total menurut Afu (2005) dalam Sembiring dkk. (2014) nilai bahan organik total pada sampel air masih ≤ 30 mg/l, sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan bahan organik total tersebut masih menunjukkan kondisi yang aman, tetapi nilai bahan organik total tersebut termasuk tinggi sehingga dapat berpotensi dalam proses eutrofikasi.

Tingginya bahan organik yang diperoleh sesuai dengan hasil pengukuran turbiditas yang menunjukkan kadar sebesar 48,97 NTU (Tabel 6). Menurut PP 82 tahun 2001 menyatakan bahwa ambang batas maksimal turbiditas adalah 5 NTU, dengan ini maka diketahui bahwa kekeruhan telaga lele cukup tinggi dan ini dapat diamati dari hasil diskripsi saat pengamatan diaman air memang berwarna keruh kecoklatan akibat adanya hujan. Kekeruhan ini mempengaruhi penetrasi

cahaya sehingga cahaya tidak sampai dasar atau kedalaman yang cukup. Ini menyebabkan proses fotosintesis kurang sedikit terhambat dan terbukti pada pengukuran DO memberikan hasil sebesar 3,67 ppm saja.

Penilaian kualitas dari parameter bahan organik total selain dinilai dari pengukuran bahan organik secara langsung, dapat dinilai dari ciri fisik perairan dan kadar DO. Menurut Wardoyo (1975) dalam Subagja dkk. (2010) berdasarkan ciri-ciri fisik dan oksigen terlarut dalam perairan Telaga Lele masuk dalam golongan perairan yang tercemar bahan organik kelas III (kritis). Klasifikasi tercemar bahan organik kelas III (kritis) tersebut memiliki ciri substrat pada lapisan perairan yang dalam berwarna hitam dan rata-rata oksigen 4 ppm.

Tingginya kandungan bahan organik pada perairan Telaga Lele diduga terpengaruh karena adanya curah hujan yang tinggi sebelum dilakukan pengukuran. Hujan dapat membawa material-material di sekitar kawasan dan dimungkinkan dapat menyebabkan erosi, sehingga meningkatkan limpahan substrat yang dapat menyebabkan adanya sedimentasi. Keberadaan sedimen melebihi kemampuan penguraian organism perairan mengakibatkan keadaan perairan menjadi anaerob karena adanya penggunaan O₂ dalam jumlah besar untuk merombak bahan tersebut.

Terkait adanya erosi dan proses dalam ekosistem Telaga Lele, terdapat beberapa parameter fisik sekitar kawasan yang mempengaruhi seperti kemiringan tanah, intensitas cahaya matahari, dan diskripsi vegetasi sekitar (Tabel 7)

Tabel 13. Data pendukung kualitas air Telaga Lele

No	Parameter	Hasil rata-rata
1	Kemiringan tanah	27,85 %
2	Intensitas cahaya	543,75 lux

Berdasarkan tabel 7 diketahui rata-rata kemiringan tanah sebesar 27,855% dan rata-rata intensitas cahaya sebesar 543,75 lux. Kemiringan 27,855 % masuk dalam kategori curam (25-45 %) (Departemen Kimpraswil, 2007) dalam (Syah dan hariyanto, 2013) dalam Kemiringan memberikan potensi erosi

yang lebih besar karena dengan adanya kemiringan tanah ini menyebabkan semakin cepatnya aliran permukaan air saat hujan, selain cepat juga memberikan kekuatan mengikat dan mencuci lapisan humus lebih besar.

Jenis tanah memegang peran penting dalam terjadinya erosi. Jenis tanah kawasan CAPS adalah litosol dan mediteran merah kecoklat-coklatan. Berdasarkan data dan pengamatan, tanah tersebut termasuk tanah yang gembur dengan bulir tanah yang halus dan kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Jenis tanah seperti ini secara fisik dapat dilihat sebagai lapisan humus yang tipis atau dangkal. Keadaan tanah tersebut berpotensi besar untuk terjadinya erosi, lapisan humus yang tipis dengan seresah yang cukup ringan memudahkannya untuk terbawa aliran air permukaan dari hujan masuk ke badan air telaga sehingga mengakibatkan sedimentasi di dasar telaga sebagaimana telah dinyatakan dalam penelitian Utomo (1994).

Adapun kondisi vegetasi di pinggir Telaga termasuk cukup rimbun. Vegetasi dominan merupakan semak dengan batang dan akar yang kuat serta daun yang lebar. Semak dapat meningkatkan menghambatan aliran air yang dibawa hujan. Meskipun demikian, tekstur tanah ini cukup berpotensi erosi bila aliran air yang melewati tanah cenderung cepat. Erosi juga didukung dengan curamnya beberapa bagian dari pinggir telaga yang memudahkan dan mempercepat aliran air bila terjadi hujan.

Vegetasi yang berada disekitar telaga dapat mengurangi partikel-partikel yang terbawa oleh air hujan yang menuju ke telaga dan mengendap di dasar telaga saat hujan berlangsung. Prameswari dan Sudarmono (2011) juga menambahkan bahwa adanya hutan di sekeliling danau sangat penting untuk menekan terjadinya aliran lumpur maupun meningkatkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah. Adapun kanopi tumbuhan mampu mengurangi kecepatan jatuhnya butiran air hujan ke permukaan tanah serta mampu mengurangi terjadinya erosi tanah. Berdasarkan data sekunder menunjukkan bahwa bahwa telaga ini tidak pernah mengalami kekeringan walaupun kemarau panjang ini berarti memberikan gambaran bahwa adanya vegetasi disekitar telaga sangat penting untuk konservasi air di telaga ini.

Maridi (2012) menambahkan bahwa vegetasi rumput mampu menahan sedimentasi. Adanya rerumputan menjadi filter sedimen yang terbawa aliran air saat hujan sehingga saat hujan turun air yang masuk ke telaga mengandung sedikit kandungan sedimen terlarut. Secara skematis sedimentasi dan erosi akibat air hujan secara alami sudah dihambat oleh adanya kamopi pohon, akar pohon dan terakhir pada tingkat yang lebih kecil oleh rumput atau vegetasi bawah pohon.

Berdasarkan pengamatan diketahui vegetasi bawah berupa rerumputan yang rendah. Hal tersebut dapat disebabkan adanya faktor pembatas berupa cahaya matahari dibawah naungan. Adanya vegetasi pohon dan perdu yang sangat rimbun dan tinggi hanya memberikan peluang kecil untuk cahaya matahari dapat menembus sampai vegetasi bawah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa intensitas cahaya matahari yang sampai ke bawah rata-rata hanya sekitar 543,75 lux sedangkan menurut Manuhara (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa intensitas cahaya yang baik untuk pertumbuhan tanaman adalah 1000-4000 lux, sehingga intensitas ini sangat kecil untuk mendukung terjadinya fotosintesis tumbuhan bawah naungan. Berdasarkan data tersebut dapat dipastikan adanya faktor cahaya menjadi factor pembatas utama dalam proses fotosintesis tumbuhan bawah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan Telaga Lele termasuk baik dan alami, namun Telaga Lele memiliki potensi erosi yang cukup besar yang dapat menyebabkan adanya sedimentasi. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi kehidupan perairan melalui terjadinya eutrofikasi dan pendangkalan. Berdasarkan kondisi tersebut perlu adanya pengendalian ekosistem untuk mendukung keberlanjutan keberadaan Telaga Lele sebagai sumber air tawar bagi satwa di Cagar Alam Pulau Sempu.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Kelompok avifauna endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi yang memiliki tingkat kelimpahan tinggi secara berturut-turut adalah Takur Tenggeret (*Megalaima australis*), Julang Emas (*Rhyticeros undulates*), Cinenen Jawa (*Orthotomus sepium*), Elang Ular Bido (*Spilornis cheela*), Cekakak Sungai (*Todiramphus chloris*), dan Kangkareng perut putih (*Anthracoceros albirostris*), sedangkan kelompok yang memiliki kelimpahan rendah secara berturut-turut adalah Ayam Hutan Hijau (*Gallus varius*), Cangak Merah (*Ardea purpurea*), Burung madu (Nectariniidae), Takur Tulung Tumpuk (*Megalaima javensis*), Elang Jawa (*Nisaetus bartelsi*), Cekakak Jawa (*Halcyon cyanoventris*), Cabai Jawa (*Dicaeum trochileum*), Burung Madu Belukar (*Dicaeum trochileum*), Alap-Alap Kawah (*Falco peregrinus*)
2. Spesies lepidoptera yang ditemui di Jalur Teluk Raas dan Jalur menuju Telaga lele Cagar Alam Pulau Sempu adalah *Lebadea martha alankara*, *Tanaecia palguna*, *Bassarona teuta*, *Melanitis zitenius*, *Elymnias hypermnestra*, *Elymnias panthera dusara*, *Polyura hebe fallax*, *Prothoe franck franck*, *Idea stolli stolli*, *Cupha erymanthis synnara*, *Papilio memnon Memnon*, *Graphium agamemnon agamemnon*, *Eurema hecabe sankapura*, *Eurema blanda blanda*, *Appias albina albina*, *Proselena tanella*, *Donacaula* sp, *Idaea biselata*, dan 4 spesies yang tak bisa teridentifikasi (lepidoptera 1, lepidoptera 2, lepidoptera 3, dan lepidoptera 4).
3. Famili lepidoptera yang banyak ditemukan di Jalur Teluk Raas dan Jalur menuju Telaga lele Cagar Alam Pulau Sempu adalah famili Nymphalidae, dilanjutkan oleh famili Pieridae, Papilionidae, Tortricidae, Crambidae, dan Geometridae.
4. Tingkat keanekaragaman lepidoptera berdasarkan perhitungan indeks Simpson menghasilkan nilai 0,86, sehingga dapat dikatakan

keanekaragaman lepidoptera di area penelitian cukup tinggi karena mendekati angka 1 (diversitas tinggi).

5. Kualitas perairan Telaga Lele cukup baik dan alami dengan kriteria pencemaran rendah hingga sedang
6. Petensi keberlanjutan cukup tinggi berdasarkan faktor cemaran yang rendah hingga sedang dan kondisi kawasan sekitar memiliki tipe vegetasi dapat berperan mengurangi laju erosi dan pendangkalan

B. Saran

1. Kajian terkait inventaris kekayaan hayati seperti avifauna dan lepidoptera perlu dilakukan pada daerah lain dalam kawasan Cagar Alam Pulau Sempu
2. Kajian pada avifauna dan lepidoptera selanjutnya diharapkan mengukur parameter fisik dan kimia daerah kajian, terkhusus lepidoptera sebaiknya membuat spesimen awetan.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dokumentasi (foto) dalam kualitas yang baik, alokasi waktu yang lebih panjang.

VII. RENCANA TINDAKLANJUT DAN PENGELOLAAN OUTCOME

Rendahnya aktivitas kajian pada Cagar Alam Pulau Sempu dan adanya potensi kerusakan kawasan dari aktivitas pariwisata menjadi pendorong peneliti untuk melakukan tindaklanjut dari penelitian ini, yaitu meneruskan kegiatan eksplorasi dan beberapa kajian pada daerah yang lain pada kawasan Cagar Alam Pulau Sempu. Hal tersebut bertujuan untuk meningkatkan pendataan kekayaan hayati dan memperoleh informasi penting terkait kondisi kawasan yang nantinya berguna dalam pengelolaan kawasan. Adapun kegiatan untuk membagikan informasi berkaitan dengan penelitian dan publikasi, peneliti melakukan presentasi pada acara Konferensi Peneliti dan Pemerhati Burung Indonesia III yang terselenggara di Bali Tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, S. S. S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Aliffatur, N. R. 2012. Struktur Komunitas Plankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Telaga Beton Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta. *Naskah Skripsi S1*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Anggoro, S. 1983. *Tropic Saprobic Analisis: Metode Evaluasi Kelayakan Lokasi Budidaya Biota Aquatic*. Jurusan Ilmu Perairan. Fakultas Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Anggoro, S., Soedarsono, P. dan Suprobo, H. D. 2013. Penilaian Pencemaran Perairan di Polder Tawang Semarang Ditinjau dari Aspek Saprobitas. *Journal of Management of Aquatic Resources* 2 (3): 109-118.
- Arfiati, D. 1992. *Survey Pendugaan Kepadatan Fitoplankton Sebagai Produktivitas Primer di Rawa Bureng, Desa Sukosari, Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, Jawa Timur*. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya, Malang.
- Asmara, A. 2005. Hubungan Struktur Komunitas Plankton dengan Kondisi Fisika-Kimia Perairan Pulau Pramuka dan Pulau Panggang, Kepulauan Seribu. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan ITB, Bogor.
- Astuti, L. P, Hendra, S. 2009. Kelimpahan dan Komposisi Fitoplankton di Danau Sentani, Papua. *Limnotek* 16: 88-98.
- Austin, G. T. dan Riley, T. J. Portable Bait Traps For The Study Of Butterflies. *Tropical Lepidoptera* 6(1): 5-9
- Barus, T. A. 2004. *Pengantar Limnologi, Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Program Studi Biologi USU FMIPA, Medan.
- Barus, T.A. 2001. *Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Program Studi Biologi USU FMIPA, Medan.
- Baskoro, A. 2009. *Takur Tenggeret (Megalaima australis)*. http://bio.undip.ac.id/sbw/spesies/sp_takur_tenggeret.htm. Diakses pada tanggal 15 Juli 2016.
- Bengen, D. G. 2000. Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut (Sinopsis). Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Borrer, D. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga*. UGM Press, Yogyakarta.
- Boyd, C. E. 1982. *Water Quality in Warm Water Fish Fond*. Auburn University Agricultural Experimenta, Auburn, Alabama.
- Castellani, C. Book review plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality. *Journal of Plankton Research* 32: 261-262.

- Chapman, D. 1996. *Water Quality Assessment: A Guide to Use of Biota Sediments and Water Environmental Monitoring*. E&FN Spon, an imprint of Chapman & Hall, Cambridge.
- Corbet, A. S. and Pendlebury, H. M. 1956. *The Butterflies of the Malay peninsula (2nd Edition, revised by A. Steven Corbet, edited by N. D. Riley)*. Oliver & Boyd, London.
- Dresscher, T. G. N. dan Mark, H. V.d. 1976. A Simplified Method for the Assessment of Quality of Fresh and Slightly Brickish Water. *Hydrobiologia* 48 (3): 199-201.
- Dyke, F. V. 2008. *Conservation Biology: Foundation, Concept, Applications Second Edition*. Springer, New York.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Effendie, M. I. 2003. *Biologi Perikanan*. Yayasan Nusantara.
- Ekadinata, A., Anggana., Kusmana, C., Chaniago, D., Irawan, D., Surma, E. H., Permatasari, E., Yuliani, E. L., Mulyoutami, E., Sulistyawati, E., Martini, E., Wibawa, G., Manurung, G., Vincent, G., Adnan, H., Komarudin, H., Budisetiawan, I., Dobesto, I., Suherman, K., Joshi, L., Taher, M., Marzoni., Noordwijk, M. V., Schagen, M., Hadi, M., Neldysavrino., Sukamto, N., Pariyanto., Akiefnawati, R., Endah, R. D. D. R., Rodiah., Rasnovi, S., Tjitrosemito, S., Susilawati., Hasan, U., Kusumanto, T., Yentrizial., Siagian, Y. L., dan Yasmi, Y. 2008. *Belajar dari Bungo: Mengelola Sumberdaya Alam di Era Desentralisasi*. CIFOR, Bogor.
- Erawati. V. N., Kahono. S. 2010. Keanekaragaman dan Kelimpahan Belalang dan Kerabatnya (Orthoptera) pada Dua Ekosistem Pegunungan di Taman Nasional Gunung Halimun-Salak. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 7 (2) : 100-115
- Erlania, Rusmaedi, Anjang B. P. Dan Joni H. 2010. *Dampak Manajemen Pakan pada Kegiatan Budidaya Ikan Nila (Oreochromis niloticus) di Keramba Jaring Apung terhadap Kualitas Perairan Danau Maninjau*. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Ewusie, J.Y. 1990. *Pengantar Ekologi Tropis*. ITB Press, Bandung.
- Fachrul, M. F. 2008. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Fachrul, M.F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Harmayani dan Konsukartha. 2007. Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik di Lingkungan Kumuh. *Jurnal Pemukiman Natak* 5(2): 62-108.
- Himmah, I., Utami, S dan Baskoro, K. 2010. Struktur dan Komposisi Vegetasi Habitat Julang Emas (*Aceros Andulatus*) di Gunung Ungaran Jawa Tengah. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)* 18 (3): 104-110.

- Horne, A. J. dan Goldman, C. R. 1994. *Limnology*. McGraw-Hill, New York.
- Hubbell, S. P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, New Jersey.
- Indriyanto. 2005. *Ekologi Hutan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Jeffries, M. dan Mills, D. 1996. *Freshwater Ecology. Principles and Application*. Jhon Wiley and Sons, Chicester UK.
- Kasrina, Irawati, S., dan Jayanti, W. E. 2012. Ragam Jenis Mikroalga di Air Rawa Keluarahan Bentiring Permai Kota Bengkulu sebagai Alternatif Sumber Belajar Biologi SMA. *Jurnal Exacta* 10 (1): 36-44.
- Koneri, R. dan Maabuat, P. V. 2016. Diversity of Butterflies (Lepidopter) in Manembo-Nembo Wildlife Reserve, North Sulawesi, Indonesia. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 19 (5): 207-208
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological Methodology* Second Edition. Benjamin cummings imprint, California.
- Krebs, C.J. 1985. *Experimental Analysis of Distribution and Abundance, Third edition*. Harper and Prow Publisher, New York.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Andi, Yogyakarta.
- Kutilang Indonesia. 2015. *Takur Tenggeret*. <http://www.kutilang.or.id/2015/11/17/takur-tenggeret-takur-kuping-kuning/>. Diakses pada tanggal 15 Juli 2016.
- Lee Kwan Yi dan Laksono. 1978. *The Water*. Publisher, USA, 2460 Kerper Boulevard Dubuque IA 52001.
- Lynn, D.H. and Small, E.B. 1991. *Handbook of Protoctista (Phylum Ciliophora)*. Boston: Jones and Bartlett Publishers.
- MacKinnon, J., Phillipps, K., dan van Balen, B. 2010. *Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan (Termasuk Sabah, Serawak, dan Brunei Darussalam)*. Burung Indonesia, Bogor.
- Mackinnon, K. G., Hatta, H. H., Halim, A. M. 2000. *Ekologi Kalimantan*. Prehallindo, Jakarta.
- Madjid, A. 2008. *Bahan Organik Tanah*. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.co.id/search/label/Bahan%20Organik%20Tanah>. Bahan Kuliah Online Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Magurran, A. E. dan Mcgill, B. J. 2011. *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assesment*. Oxford University Press, New York.
- Manuhara, Y. S. W. 2014. *Kapita Selekt Kultur Jaringan Tumbuhan*, Airlangga University Press, Surabaya

- Mardiastuti, A. 1999. *Keanekaragaman Hayati: Kondisi dan Permasalahannya*. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Martono. 2004. Pengaruh Intensitas Hujan dan Kemiringan Lereng terhadap Laju Kehilangan Tanah pada Tanah Regosol Kelabu. *Naskah Tesis S-2*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Moy, M. S., Novriyanti, Hermawan, R., Azhara, S. D. 2013. *Analisis Berbagai Indeks Keanekaragaman (Diversitas) Tumbuhan Di Beberapa Ukuran Petak Contoh Pengamatan*. www.academia.edu diakses pada 7 Desember 2016
- Muhammad Ali., Vaduz Salam., Saima Jamshaid., and Tasveer Zahra. (2003). *Studies on Biodiversity in Relation to Seasonal Variation in Water of River Indus at Ghazi GAT, Punjab, Pakistan*. Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (21): 1840-1844.
- Mulya, M. B. 2008. Bahan Organik Terlarut dan Tidak Terlarut dalam Air Laut, *Makalah Oseanografi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara
- Museum of Comparative Zoology-Harvard University. The Database of the Zoological Collections.* (<http://mczbase.mcz.harvard.edu/SpecimenSearch.cfm>) diakses tanggal 19 Desember 2016
- Ndagu, A. L. H. 1999. Pengaruh Penambahan Silikat pada Medium dengan Organik Soil Treatment untuk menumbuhkan *Diatomae Skeletonema costatum* Greville. *Naskah Skripsi S-1*. Jurusan Biologi Lingkungan, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Nemerow, N. L. 1991. *Stream, Lake, Estuary, and Ocean Pollution. Second Edition*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Noerdjito, W.A. dan P. Aswari. 2003. *Metode Survei dan Pemantauan Populasi Satwa*. Biologi LIPI. Cibinong.
- Noor, D. 2014. *Geomorfologi*. Deepublish, Yogyakarta.
- Novonty, V. dan H. Olem. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Van Nostrans Reinhold, New York.
- Paramita, E.C., Kuntjoro, S., dan Ambarwati, R. 2015. Keanekaragaman dan Kemelimpahan Jenis Burung di Kawasan Mangrove Center Tuban. *Jurnal LenteraBio*, 4(3): 161-167.
- Peggie, D dan Amir M. 2006. *Practical Guide to the Butterflies of Bogor Botanic Garden- Panduan Praktis Kupu-kupu di Kebun Raya Bogor*. Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Cibinong.
- Peggie, D. 2011. *Precious and Protected Indonesian Butterflies*. PT. Binamitra Megawarna, Jakarta.
- Peggie, D. 2014. *Mengenal Kupu-kupu*. Pandu Aksara Publishing, Jakarta.

- Pelawi, A. P. 2009. Indeks Keanekaragaman Jenis Serangga Pada Beberapa Ekosisten di Areal Perkebunan. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Platt, A. P. 1969. A Lightweight Collapsible Bait Trap For Lepidoptera. *Journal of the Lepidopterists' Society* 23 (2) : 97-101
- Purnomo, H., Sulistyantara, B., dan Gunawan, A. 2013. Peluang Usaha Ekowisata di Kawasan Cagar Alam Pulau Sempu, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 10 (4): 235 – 246.
- Rachmawati, D. A. 2012. Studi Keanekaragaman Jenis Fitoplankton untuk Mengetahui Kualitas Perairan di Telaga Jongge Kecamatan Semanu Kabupaten Gunungkidul Yogyakarta. *Naskah Skripsi S-1*. Program Studi Biologi Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Radiarta, I. N. 2013. Hubungan Antara Distribusi Fitoplankton dengan Kualitas Perairan di Selat Alas, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Bumi Lestari* 13 (2): 234-243.
- Rakhman, A. 1999. *Studi Penyebaran Bahan Organik Pada Berbagai Ekosistem Di Perairan Pantai Pulau Bonebatang*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rasyid J. A. 2010. Distribusi Suhu Permukaan pada Musism Peralihan Barat-Timur Terkait dengan *Fishing Ground* Ikan Pelagis Kecil Di Perairan Spermonde. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan* 20 (1).
- Ravera, O. 1987. *Biological Aspect of Freshwater Pollution*. Pergamon Press, Ispra.
- Ricklefs, R. E. 2011. Applying a regional community concept to forest birds of eastern North America. *PNAS* 108 (6): 2300–2305.
- Riley, J. P. dan Chester, R. 1971. *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press, London and New York.
- Romimohtarto, K dan S. Juwana 2009. *Biologi Laut*. Djambatan Shidarta, Jakarta.
- Sancayaningsih, R. P., Alanindra, S. 2013. *Analisis Struktur Vegetasi Pohon di Mata Air yang Berpotensi untuk Konservasi Mata Air*. Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta
- Schulze, C.H. 1999. *Identification Guide for Butterflies of West Java*. Chapman Hall, London.
- Sembiring, S. M., Melki, dan Agustriani. 2012. Kualitas Perairan Muara Sungsang ditinjau dari Konsentrasi Bahan Organik pada Kondisi Pasang Surut. *Maspari Journal* 4 (2): 238-247.
- Silalahi, J. 2009 Analisis Kualitas Air dan Hubungannya dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik di Perairan Balige Danau Toba. *Naskah Tesis S-2*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatra Utara, Medan.

- Soeprbowati, T. R., Hidayat, J. W. dan Baskoro, K. 1998. Komunitas Diatom epipelik di muara sungai Banjir Kanal Barat dan Babon Kodya Semarang. *Jurnal Sains dan Matematika, edisi Biologi* 6 (4):118-125.
- Subagja, J., Sagi, M., dan Sumardi, I. 2010. Perspektif Biologi dalam Pengelolaan Sumberdaya Hayati. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Subarijanti, H. U. 1994. Faktor Lingkungan Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Fitoplankton. *Buletin Ilmiah Perikanan. Edisi III*. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang: 22 – 30.
- Sudaryanti, S. 1989. *Pengkajian Keterbatasan Unsur Hara Bagi Perkembangan Fitoplankton*. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suin, N. M., 2002. *Metoda Ekologi*. Universitas Andalas, Padang.
- Sujatnika, PJ, T.R. Soehartono, M.J. Crosby dan A. Mardiasuti, 1995. *Melestarikan Keanekaragaman Hayati Indonesia: Pendekatan Daerah Burung Endemik (DEB)*. PHPA/Bird Life Internasional Indonesia Programme, Jakarta.
- Sukistyanawati, A., Pramono, H., Suseno, B., Cahyono, H., dan Andriyono, S. 2016. Inventarisasi Satwa Liar di Cagar Alam Pulau Sempu. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 8(1): 26-35.
- Sulawesty, F., Ani, D., dan Awalina. 2005. *Struktur Komunitas Fitoplankton di*
- Supriatna, J. 2008. *Melestarikan Alam Indonesia*. Yayasan Obor, Jakarta.
- Sutherland, W. J. 1997. *Ecological Census Techniques: a hand book*. Cambridge: Univ. Press, Melbourne.
- Sutherland. J. W. 2006. *Ecological Census Techniques a handbook*. Second Edition. Cambridge University Press. United States of America.
- Syah, M. W. dan Hariyanto, T. 2013. Klasifikasi Kemiringan Lereng dengan Menggunakan Pengembangan Sistem Informasi Geografis sebagai Evaluasi Kesesuaian Landasan Pemukiman Berdasarkan Undang-Undang Tata Ruang dan Metode Fuzzy. *Jurnal Teknik Pomits* 10 (10): 1-6.
- Triplehorn C. A., dan Johnson N. F. 2005. *Borror and Delong's Introduction to The Study of Insects 7th Edition*. Graphic World, USA.
- Utomo, W. H. 1994. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Penerbit IKIP, Malang.
- Utomo, Y., Priyono, B., dan Ngabekti, S. 2013. Saprobitas Perairan Sungai Juwono Berdasarkan Bioindikator Plankton. *Unnes Journal of Life Science* 2 (1): 28-35.
- Utomo. B. 2006. *Ekologi Benih*. USU Press, Medan. Karya ilmiah.
- Utoyo, B. 2006. *Geografi Membuka Cakrawala Dunia*. PT Setia Purna. Jakarta

- Van Balen, S. 1984. *Comparison of Bird Count and Bird Observation in the Neighbourhood of Bogor (Indonesia) Student Report*. Dept. of agriculture University Wageningen, The Netherland.
- Wardhana, W. A. 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wardoyo, S. T. H. 1975. *Kriteria Air Untuk keperluan Pertanian dan Perikanan. Seminar pengendalian pencemaran air. Bandung. Bagian Akuakultur Fakultas Perikanan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Welch, E. B. dan Lindell, T. 1992. *Ecological Effect of Wastewater: Applied Limnology And Pollutant Effect. 2nd Ed.* E & FN Spon, London.
- Wetzel, R. G. 2001. *Limnology 4th*. W. B. Saunders. Co. Philadelphia, Pennsylvania.
- Whittaker, R. H. 1972. *Communities and Ecosystems*. The Macmillan Company, Ventura.
- Wibisono, M. S. 2005. *Pengantar Ilmu Kelautan*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.
- Widhiono, I. 2014. Keragaman dan Kelimpahan Kupu-Kupu Endemik Jawa di Hutan Gunung Slamet Jawa Tengah. *Biospecies* 7 (2): 59-67.
- Widodo, W. 2015. Kajian kualitatif Kemelimpahan Spesies Burung di Hutan Pegunungan Telaga Bodas, Garut, Jawa Barat. *Jurnal Biosaintifika*, 7(1): 37-47.
- Yong, D. L., Lohman, D. J., Gan, C. W., Qie, L., dan Lim, S. L. H. 2012. Tropical Butterfly Communities on Land-bridge Island in Peninsular Malaysia. *The Raffles Bulletin Of Zoology* 1 (25): 166-172

LAMPIRAN

Tabel 14. Hasil pengukuran indeks saprobitas dan parameter fisik kimia tiap plot di Telaga Lele

No	Parameter	Lokasi				Rerata hasil
		plot 1	plot 2	plot 3	plot 4	
1	Saprobitas	1,10	1,20	1,01	0,91	1,05
2	PH	7,22	7,14	7,08	7,13	7,14
3	Suhu	26°C	26 °C	27,6 °C	26 °C	26,4 °C
4	DO	4,05 ppm	3,33 ppm	3,06 ppm	4,22 ppm	3,67 ppm
5	BOD	0,38 ppm		0,2 ppm		0,29 ppm
6	COD	0.32 ppm	0,15 ppm	0,26 ppm	0,11 ppm	0,21 ppm
7	Turbiditas	59,6 NTU	39,63 NTU	50,53 NTU	46,13 NTU	48,97NTU
8	N Total					0,0022 %
9	P Total					0,00033 %
10	Bahan Organik total					0,0020 %

Tabel 15. Koordinat spesies endemik, dilindungi, dan berstatus konservasi tinggi

Nama lokal	Kode	Koordinat	
		Jalur Teluk Raas	Jalur Waru-waru-Telaga Lele
Takur Tenggeret	TT	S8° 26.126' E112° 41.763'	S8° 26.539' E112° 42.261' S8° 26.372' E112° 42.265' S8° 26.338' E112° 42.279' S8° 26.067' E112° 42.055'
Julang Emas	JE	S8° 26.150' E112° 41.772' S8° 26.126' E112° 41.763' S8° 26.089' E112° 41.664'	S8° 26.626' E112° 42.258' S8° 26.303' E112° 42.260' S8° 26.011' E112° 41.897'
Cinenen Jawa	CNJ	-	S8° 26.021' E112° 41.865'
Elang Ular Bido	EUB	S8° 26.678' E112° 41.830' S8° 26.362' E112° 41.804' S8° 26.089' E112° 41.664' S8° 25.878' E112° 41.563'	S8° 26.626' E112° 42.258'
Cekakak Sungai	CKS	-	S8° 26.090' E112° 42.158'
Kangkareng perut putih	KPP	S8° 26.150' E112° 41.772' S8° 26.126' E112° 41.763' S8° 25.878' E112° 41.563'	S8° 26.626' E112° 42.258'
Ayam Hutan Hijau	AHH	S8° 26.150' E112° 41.772' S8° 26.074' E112° 41.750' S8° 25.878' E112° 41.563'	S8° 26.626' E112° 42.258'
Cangak Merah	CM	-	S8° 26.626' E112° 42.258'
Burung madu	N	-	S8° 26.123' E112° 42.160'
Takur Tulung Tumpuk	TTT	-	S8° 26.626' E112° 42.258' S8° 26.011' E112° 41.897'
Elang Jawa	EJ	-	S8° 26.626' E112° 42.258'
Cekakak Jawa	CJ	S8° 26.150' E112° 41.772' S8° 25.874' E112° 41.554'	S8° 26.626' E112° 42.258'
Cabai Jawa	CB	-	S8° 26.626' E112° 42.258' S8° 26.011' E112° 41.897'
Burung Madu Belukar	BMB	-	S8° 26.626' E112° 42.258'
Alap-Alap Kawah	AAK	-	S8° 26.563' E112° 42.251'

Tabel 16. Skor Kemelimpahan relatif tiap 1 jam periode pengamatan spesies burung di kawasan Cagar Alam Pulau Sempu bagian Timur

No	Spesies	Skor Kemelimpahan tiap 1 jam periode pengamatan																						M	R
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1	Takur Tenggeret	5	5	5	4	4	2	5	5	4	6			4	6		5			6		4	6	3.455	1
2	Cipoh kacat	3	6	6	4	2	3	6	4	6	3	2	6							5				2.545	2
3	Julang Emas	4	3	6	6					4		4	5	3	6				6					2.136	3
4	Walet Linci			6	6	6			1	4			6	6			5			4				2.000	4
5	Cinenen Jawa	5	6			3	6	2	4	3	2	2	6											1.773	5
6	Elang Ular Bido		6	6				6					3			6		6	1	2				1.636	6
7	Cekakak Sungai	6												6	6			6			6			1.364	7
8	Kangkareng perut putih				5					5					6				6		6			1.273	8
9	Cucak Kutilang	1								4		5		3							6	3		1.000	9
10	Bondol Jawa																6			5		2	6	0.864	10
11	Prenjak					5	2	6			3	2												0.818	11
12	Ayam Hutan Hijau		2	3	4						3		1											0.591	12
13	Cangak Merah			6								6												0.545	13
14	Burung Madu			2						6	3													0.500	14
15	Takur Tulung Tumpuk	6					5																	0.500	14

