

**SURAT PERJANJIAN PENUGASAN
DALAM RANGKA PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2018
Nomor : 089/SPK/A-01/UAI/IV/2019**

Pada hari ini Senin tanggal 22 bulan April tahun dua ribu sembilan belas, kami yang bertandatangan dibawah ini :

- I. Nama : **Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M.Si**
Jabatan : Kepala LP2M Universitas Al Azhar Indonesia,

Dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Rektor **Universitas Al Azhar Indonesia** yang selanjutnya dalam Surat Perjanjian ini disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.

- II. Ketua Tim Peneliti : **Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M.Si.**
NIDN : 0031107401
Fakultas : Sains dan Teknologi
Program Studi : Biologi

Dalam hal ini bertindak dalam kedudukannya tersebut sebagai **Ketua Tim Peneliti**, atas nama seluruh anggota tim peneliti, yaitu :

- a. Dra. Wahyu Prihatini, M.Si
b. Riris Lindiawati Puspitasari, S.Si., M.Si.

Yang selanjutnya **Ketua Tim Peneliti** disebut **PIHAK KEDUA**

Perjanjian penugasan ini berdasarkan pada Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Program Penelitian bagi dosen perguruan tinggi swasta LLDikti Wilayah III Tahun Anggaran 2019, Nomor : 27/AKM/MONOPNT/2019, tanggal 27 Maret 2019.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA**, secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian Desentralisasi Skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2019 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagaimana diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut:

Pasal 1

1. **PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penugasan **Penelitian Skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi** dengan judul “**Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang daerah aliran Sungai Ciliwung**” untuk waktu pelaksanaan bulan April-November 2019.
2. **PIHAK KEDUA** bertanggung jawab penuh atas pelaksanaan Administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagaimana dimaksud pada ayat 1 dan berkewajiban menyerahkan semua bukti-bukti pengeluaran serta dokumen pelaksanaan lainnya dalam bendel laporan yang tersusun secara sistematis kepada **PIHAK PERTAMA**.

3. Penugasan Pelaksanaan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2019 sebagaimana dimaksud judul penelitian di atas dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti.

Pasal 2

1. **PIHAK PERTAMA** menyerahkan dana penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1 sebesar **Rp.244.747.000,- (Dua ratus empat puluh empat juta tujuh ratus empat puluh tujuh ribu rupiah)** yang dibebankan dari DIPA Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Dirjen Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti.
2. Dana Penugasan Pelaksanaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
 - a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total bantuan dana kegiatan yaitu $70\% \times \text{Rp.244.747.000,-} = \text{Rp.171.322.900,-}$ (**Seratus tujuh puluh satu juta tiga ratus dua puluh dua ribu sembilan ratus rupiah**).
 - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total bantuan dana kegiatan yaitu $30\% \times \text{Rp.244.747.000,-} = \text{Rp.73.424.100,-}$ (**Tujuh puluh tiga juta empat ratus dua puluh empat ribu seratus rupiah**), dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah dokumen *soft copy* ke SIMLITABMAS paling lambat tanggal **16 November 2019** dan menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan Penugasan Pelaksanaan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2019 dan Laporan Penggunaan Anggaran 70% yang telah dilaksanakan kepada **PIHAK PERTAMA**, pengecekan kelengkapan berlaku juga bagi dokumen tersebut di bawah ini:
 1. revisi proposal penelitian
 2. catatan harian pelaksanaan penelitian
 3. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan
 4. laporan akhir penelitian
 5. luaran penelitian
3. **PIHAK KEDUA** diharuskan menandatangani berita acara serah terima Laporan Kemajuan dan Laporan Penggunaan Anggaran 70% setelah menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan Penugasan Pelaksanaan Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2019 dan Laporan Penggunaan Anggaran 70%.
4. **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam pembelanjaan dana tersebut pada ayat (1) sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui dan berkewajiban untuk menyerahkan kepada **PIHAK PERTAMA** semua bukti-bukti pengeluaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA**.
5. **PIHAK KEDUA** harus mengikuti kegiatan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Program Penelitian tahun 2019 sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi.
6. **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan kepada **PIHAK PERTAMA** melalui rekening **Univ. Al Azhar In QQ Penelitian Rekening No.7015004465** disertai dengan surat pemberitahuan pengembalian dana dan bukti transfer, dana tersebut selanjutnya akan disetorkan ke Kas Negara oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 3

Dana Penugasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat 1 dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening atas nama **PIHAK KEDUA**.

Pasal 4

1. Penilaian kemajuan pelaksanaan program penelitian dilakukan oleh **PIHAK PERTAMA**, setelah **PIHAK KEDUA** menggunggah laporan kemajuan pelaksanaan kegiatan ke SIMLITABMAS, dengan berpedoman kepada prinsip-prinsip dan/atau kaidah Program Penelitian.
2. Perubahan terhadap susunan Tim Pelaksana program penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 5

1. **PIHAK KEDUA** diharuskan mengunggah seluruh dokumen kegiatan yang wajib diunggah pada SIMLITABMAS, dokumen yang diunggah sebagai berikut:
 - a. Catatan harian dan atau laporan komprehensif pelaksanaan Penelitian, pada tanggal **16 November 2019**.
 - b. Laporan akhir, capaian hasil, poster, artikel ilmiah, profile, dan bukti luaran Penelitian yang dijanjikan diunggah pada tanggal **16 November 2019** (bagi penelitian tahun terakhir).
 - c. Laporan keuangan keseluruhan dalam bentuk *hard copy* diserahkan kepada **PIHAK PERTAMA** sebanyak 1 (satu) eksemplar yang telah dilengkapi halaman pengesahan.
2. **PIHAK KEDUA** diharuskan menandatangani berita acara serah terima setelah menyerahkan *hardcopy* Laporan Akhir dan Anggaran Tahun 2019.
3. Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Program Penelitian telah berakhir, **PIHAK KEDUA** belum menyelesaikan tugasnya dan/atau terlambat mengirim laporan Kemajuan dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan sanksi denda sebesar 1 ‰ (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai dengan setinggi-tingginya 5% (lima persen), dihitung dari tanggal jatuh tempo. Sanksi denda tersebut dibebankan pada dana masing-masing Peneliti/Pelaksanaan Penelitian dan penghentian pembayaran serta tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
4. **PIHAK KEDUA** yang tidak hadir dalam kegiatan Monitoring dan Evaluasi serta Seminar hasil Program Penelitian tanpa pemberitahuan sebelumnya ke **PIHAK PERTAMA** dan Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat, maka **PIHAK KEDUA** tidak berhak menerima sisa dana penugasan tahap kedua sebesar 30%. **PIHAK KEDUA** harus mengembalikan dana penugasan 30% yang telah diterima ke **PIHAK PERTAMA** disertai dengan surat pemberitahuan pengembalian dana dan bukti transfer, dana tersebut selanjutnya akan disetorkan ke Kas Negara oleh **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 6

1. *Hard copy* laporan hasil Pelaksanaan Program Penelitian sebagaimana tersebut dalam pasal 5 ayat (1) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 - a. Format *Font Times New Romans* ukuran 12 spasi 1,5 kertas A4;
 - b. Berkas dijilid soft cover putih dengan mencantumkan nama skema;
 - c. Di bawah bagian cover/kulit ditulis:

Dibiayai Oleh
Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat
Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2018
Nomor: 029/KM/PNT/2018, Tanggal 06 Maret 2018

2. *Softcopy* laporan hasil Penelitian harus diunggah ke laman (website) SIMLITABMAS sedangkan *hardcopy* wajib disimpan oleh **PIHAK KEDUA**.

Pasal 7

1. Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim dan apabila tidak ada pengganti ketua pelaksana maka **PIHAK KEDUA** diharuskan mengembalikan dana kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
2. Pemberitahuan penggantian ketua pelaksana penelitian harus dilaporkan secara tertulis oleh **PIHAK KEDUA** kepada **PIHAK PERTAMA**, yang selanjutnya **PIHAK PERTAMA** akan menyampaikan penggantian ketua pelaksana tersebut kepada Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan.
3. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul Penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal I dijumpai adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Penelitian tersebut dinyatakan batal, dan **PIHAK KEDUA** diharuskan mengembalikan dana Penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.

Pasal 8

Hal-hal dan atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **PIHAK KEDUA** dan harus dibayarkan ke kantor pelayanan pajak setempat atau melalui perantara Biro Keuangan UAI sebagai berikut:

1. Pembelian barang dan jasa dikenai PPN sebesar 10% dan PPh 22 sebesar 1,5%;
2. Honorarium hanya diberikan kepada personil yang mendukung pelaksanaan penelitian antara lain pengambil data di lapangan, pengolah data, pelaksana teknis, narasumber FGD, operator alat, pendamping di lapangan, pewawancara, pembuat video, dst.
3. Pemberian Honorarium disesuaikan dengan ketentuan dalam PMK No. 69 untuk SBK dan PMK No. 32 untuk SBM tahun anggaran 2019.
4. Belanja honorarium dikenai PPh Pasal 21 dengan ketentuan:
 - a. 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, serta 6% bagi yang tidak memiliki NPWP.
 - b. Untuk golongan IV sebesar 15%; dan
5. Pajak-pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 9

1. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mengupayakan hasil pelaksanaan program Penelitian yang dilakukan untuk memperoleh Hak Kekayaan Intelektual dan/atau publikasi ilmiah sesuai dengan luaran yang dijanjikan pada Proposal.
2. Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan Penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

3. Perolehan hasil sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
4. **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan perolehan Hak Kekayaan Intelektual dan/atau publikasi ilmiah seperti yang dimaksudkan pada ayat (1) kepada **PIHAK PERTAMA**, yaitu pada setiap akhir Tahun Anggaran berjalan.
5. Setiap publikasi, makalah dan/ atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian ini wajib mencantumkan **DRPM Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi** sebagai instansi pemberi dana.
6. Hasil Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada institusi/lembaga/masyarakat melalui Surat Keterangan Hibah atau berita acara serah terima barang setelah dilaporkan perolehannya ke Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat melalui **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 10

1. Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang berlaku.
2. Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak.

Pasal 11

Surat Perjanjian Penugasan Pelaksanaan Program Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

PIHAK PERTAMA

Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M.Si *pis*
NIDN. 0031107401

PIHAK KEDUA



Dr. Dewi Elfidasari, S.Si., M.Si.
NIDN. 0031107401



PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN TAHUN TUNGGAL

ID Proposal: 30da739f-892f-494f-8109-c9a36f4d476a
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-3 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang daerah aliran Sungai Ciliwung

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Inovasi Berbasis Sains dan Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas dan Pertumbuhan Ekonomi yang Berkesinambungan	-	Ketahanan Pangan, Konservasi SDA dan Ekosistem	Biologi (dan Bioteknologi Umum)

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
DEWI ELFIDASARI Ketua Pengusul	Universitas Al-azhar Indonesia	Biologi		6007020	0
RIRIS LINDIAWATI PUSPITASARI Anggota Pengusul 2	Universitas Al-azhar Indonesia	Biologi	Melakukan pembuatan prototype produk pangan berbahan dasar ikan sapu-sapu, analisa nutrisi dan	6014176	0

			kandungan logam		
Dr. Dra WAHYU PRIHATINI M.Si Anggota Pengusul 1	Universitas Pakuan	Biologi	Melakukan Analisa fisiologi, bioakumulasi logam berat, identifikasi protein dan gen pengatur akumulasi logam	6000346	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Dr. Melta Rini Fahmi

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
3	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	-

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
--------------	--------------	---	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 244,747,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 0

Tahun 3 Total Rp. 244,747,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	1	500,000	500,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	4	1,500,000	6,000,000
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	5	500,000	2,500,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	10	150,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	20	100,000	2,000,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	20	75,000	1,500,000
Bahan	ATK	Paket	1	1,700,000	1,700,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	93,560,000	93,560,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	1	47,437,000	47,437,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	8,000,000	8,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	1,000,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Paket	1	600,000	600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	2	500,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Paket	2	5,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	2	3,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	5	180,000	900,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	10	150,000	1,500,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	1	8,000,000	8,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	6	150,000	900,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	6	250,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	10	300,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	20	150,000	3,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	20	150,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	50	75,000	3,750,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	100	25,000	2,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	140	25,000	3,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Unit	2	4,000,000	8,000,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	30	150,000	4,500,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Penelitian Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung ini merupakan bagian dari serangkaian kegiatan penelitian Eksplorasi ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung. Penelitian ini bagian dari “Eksplorasi Sungai Ciliwung” yang tercantum pada Renstra Penelitian Universitas Al Azhar Indonesia (UAI) tahun 2017-2020 (saat ini sedang dalam proses penyusunan). “Eksplorasi Sungai Ciliwung” adalah salah satu kegiatan penelitian pada Pusat Studi Lingkungan dan Kesehatan UAI. Eksplorasi ini dilakukan terkait serangkaian kegiatan yang telah dilakukan oleh UAI bersama beberapa institusi (Pemprov DKI, Kodam Jaya, PBI Cab. Jakarta, Perusahaan Gas Negara (PGN), Astra, Budha Tzu-chi) yang peduli terhadap pelestarian lingkungan DAS Ciliwung sejak awal tahun 2015. Tujuan dari “Eksplorasi Sungai Ciliwung” adalah untuk mengumpulkan data, menganalisa dan mengidentifikasi kondisi perairan DAS Ciliwung sehingga dapat diupayakan cara untuk menjaga DAS Ciliwung dan sekitarnya sesuai peruntukannya yaitu pemasok air baku minum dan drainase bagi penduduk Kota Jakarta. Tujuan jangka panjang penelitian Bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang DAS Ciliwung adalah untuk melihat peran, fungsi serta potensi keberadaan ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung. Tujuan khusus penelitian adalah untuk melakukan memperoleh data Bioekologi ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung mulai dari kawasan Bogor hingga Jakarta agar diperoleh informasi biologi (morfologi, anatomi, taksonomi, fisiologi, reproduksi, molekuler) dan ekologi ikan sapu yang lengkap. Target luaran akhir dari Eksplorasi ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung adalah informasi yang lengkap dan menyeluruh terkait bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang DAS Ciliwung melalui serangkaian metode pengumpulan data yang dilakukan secara berkesinambungan. Penelitian yang telah dilakukan selama 3 tahun ini memberikan sejumlah informasi penting terkait kondisi dan potensi ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung. Hasil penelitian pada tahun pertama membuktikan bahwa ikan sapu-sapu pada Sungai Ciliwung hanya terdiri dari satu spesies saja yaitu *Pterygoplichthys pardalis*, meskipun secara morfologi terdapat perbedaan motif dan bentuk tubuhnya. Selain itu daging ikan sapu-sapu memiliki kandungan protein yang tinggi dan kandungan lemak yang relatif rendah sehingga berpotensi sebagai sumber protein hewani alternatif. Akan tetapi hasil penelitian tahun kedua menunjukkan bahwa pada daging, insang, hati, otak dan ginjal ikan sapu-sapu mengandung sejumlah logam berat dengan kadar yang sangat tinggi. Padahal sebagian besar masyarakat memanfaatkan daging ikan sapu-sapu sebagai bahan dasar produk pangan olahan seperti siomay, kerupuk, otak-otak dan abon. Hasil penelitian pada tahun ketiga memberikan informasi bahwa kandungan nutrisi pada produk pangan olahan berbahan dasar ikan sapu-sapu sangat tinggi, akan tetapi kandungan logam pada produk pangan olahan tersebut juga tinggi.

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Ikan sapu-sapu: *Pterygoplichthys pardalis*; Daerah Aliran Sungai (DAS); Sungai Ciliwung; Bioekologi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

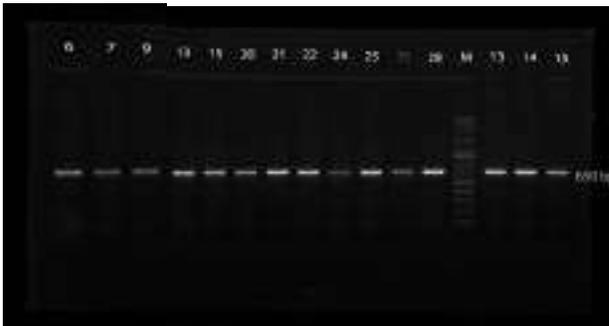
C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil pelaksanaan penelitian Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang aliran Sungai Ciliwung yang telah dicapai selama 3 tahun penelitian (2017-2019) meliputi:

Tahun pertama (2017)

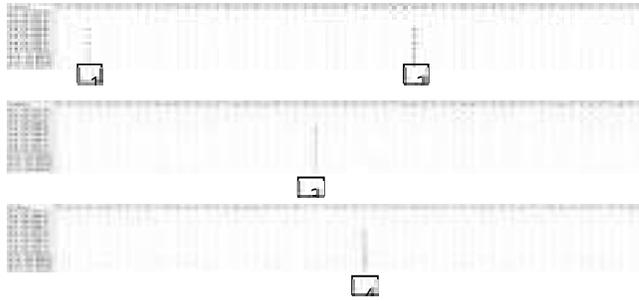
Identifikasi keragaman ikan sapu-sapu berdasarkan Barcoding Gen CO1

Hasil amplifikasi Gen CO1 ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terlihat jelas pada gel agarose 1,5% (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa Primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung pada panjang fragmen 650 bp (Rosnaeni et al. 2017). Primer F1 dan R1 telah berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 615 bp (Yu & Quilang 2014). Pada penelitian Jumawan et al. (2011) primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 650 bp. Penelitian Bijukumar et al. (2015) menggunakan primer F1 dan R1 menghasilkan amplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 565 bp. Hajibabaei & McKenna (2012) menyatakan bahwa barcode gen CO1 dapat dilakukan dengan panjang fragmen 454-650 bp dan 650 bp merupakan panjang total fragmen gen CO1 untuk Barcode DNA.



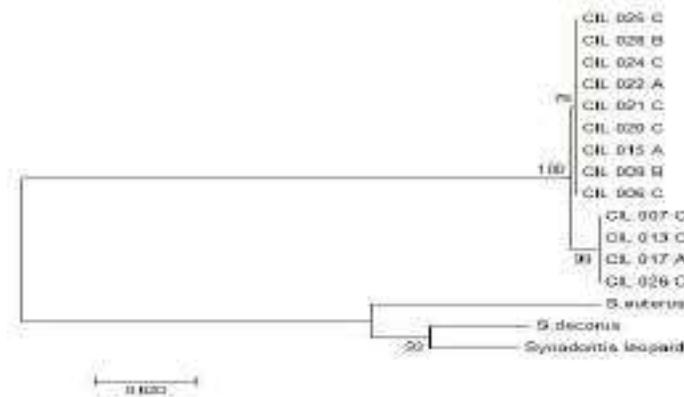
Gambar 1. Hasil Amplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu (M= Marker; 13,14,15= kontrol positif; 6,7,9,13,15,20,21,22,24,25,26,28= No. Sampel ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung)

Hasil analisa variasi nukleotida dan asam amino Ikan Sapu-sapu asal sungai Ciliwung memperlihatkan, komposisi basa nukleotida ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung adalah A= 26.23 %, T/U= 30.60%, C= 26.18%, dan G= 16.99%. Analisis variasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan susunan nukleotida pada ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung. Perbedaan susunan nukleotida menyebabkan ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terbagi menjadi dua clade pada konstruksi filogenetik (Gambar 2). Oleh sebab itu keempat titik nukleotida berperan sebagai ciri utama dari masing-masing clade dan pembeda urutan nukleotida antar individu. Ubaidillah dan Sutrisno (2009) menyatakan bahwa jika sekuens DNA muncul dari sekuens nenek moyang yang sama, maka sekuens keturunannya secara bertahap akan terpisah melalui perbedaan nukleotida karena terjadinya mutasi ataupun mutasi titik.



Gambar 2. Variasi susunan nukleotida dan perubahan variasi nukleotida ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung (keterangan 1=posisi nukleotida ke-306, 2=posisi nukleotida ke-339, 3=posisi nukleotida ke-387, 4=posisi nukleotida ke-471)

Hasil konstruksi filogenetik ikan sapu-sapu sungai Ciliwung dan outgroup genus *Synodontis* (*Synodontis decoratus*, *S. euterus*, dan *S. leopard*) menunjukkan jarak genetik yang terpisah. Ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terbagi ke dalam dua clade (Gambar 3). Hal ini akibat adanya perubahan empat variasi nukleotida (Rosnaeni et al. 2017)



Gambar 3. Konstruksi filogenetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung dengan NJbootstrap 1000x (649 bp)

Menurut Mahardika dan Parede (2008) metode yang paling sering digunakan adalah metode Neighbor-Joining (NJ). Pola percabangan pohon filogenetik dibentuk berdasarkan jarak matrik antar pasangan populasi. Panjang cabang pohon filogenetik menggambarkan jumlah substitusi nukleotida yang berupa polimorfisme DNA. Skala terletak di bawah pohon filogenetik menunjukkan ukuran jarak antar sekuens. Angka yang terletak pada cabangcabang pohon filogenetik menunjukkan nilai bootstrap (Mahardika & Parede 2008).

Nilai bootstrap pada sampel ikan sapu-sapu menunjukkan nilai 100%. Analisis bootstrap dilakukan untuk menguji validitas konstruksi pohon filogenetika. Pohon filogenetika memberi informasi tentang klasifikasi populasi berdasarkan hubungan evolusionernya. Dalam rekonstruksi pohon filogenetika, data molekuler lebih banyak digunakan karena dianggap lebih stabil dalam proses evolusi dibandingkan dengan data morfologi (Dharmayanti 2011).

Jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung adalah 0.0-0.03 (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa jarak genetik yang rendah pada ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung, sehingga ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung merupakan satu spesies yang sama (Rosnaeni et al. 2017). Menurut Hebert et al. (2004) dan Ward et al. (2009) menyatakan bahwa jarak genetik lebih dari 0.03 dapat menunjukkan jenis yang berbeda. Hal ini terbukti dengan jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung dengan out group genus *Synodontis* memiliki jarak genetik sebesar 0.18-0.20 (Gambar 4).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. CE.017_A		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2. CE.017_C	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3. CE.017_C	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4. CE.017_C	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5. CE.017_B	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8. CE.017_A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11. CE.017_A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12. CE.017_B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
13. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
14. Serebetto basel	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217	0.217
15. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217
16. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	

Gambar 4. Konstruksi jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung

Identifikasi mikroorganism pencemar pada daging ikan sapu-sapu
 Pemeriksaan bakteri Coliform pada ikan sapu-sapu dilakukan dengan menggunakan metode MPN, yaitu 3) uji penduga (presumptive test) dan 2) uji konfirmasi atau penegasan (confirmative test). Uji penduga dilakukan dengan menggunakan media LB dan diinkubasi selama 48 jam. Hasil yang didapat pada uji penduga menunjukkan bahwa seluruh sampel positif mengandung Coliform (Tabel 1). Sampel yang positif mengandung Coliform dilanjutkan pada uji konfirmasi dengan media BGLB. Uji konfirmasi dilakukan untuk mengetahui nilai MPN pada seluruh sampel. Nilai MPN ditentukan dengan melihat jumlah tabung positif setelah diinkubasi dan hasil dilihat dari tabel MPN Coliform. Hasil yang didapat pada sampel ke-1 insang memiliki nilai MPN 150, daging 93, usus 1100, dan kulit abdomen 290. Hasil sampel ke-2 menunjukkan angka yang berbeda namun tidak berbeda nyata. Insang pada sampel ke-2 memiliki nilai MPN sebesar 210, daging 43, usus >1100, dan kulit abdomen 240 (Tabel 1).

Tabel 1. Data hasil uji penduga pada ikan sapu-sapu Ciliwung dengan media LB

Ikan ke-	Sampel	Jumlah Tabung Positif		
		10-1	10-2	10-3
1	Insang	3	3	3
	Daging	3	3	3
	Usus	3	3	3
	Kulit abdomen	3	2	3
2	Insang	3	3	3
	Daging	3	2	3
	Usus	3	3	3
	Kulit abdomen	3	3	3

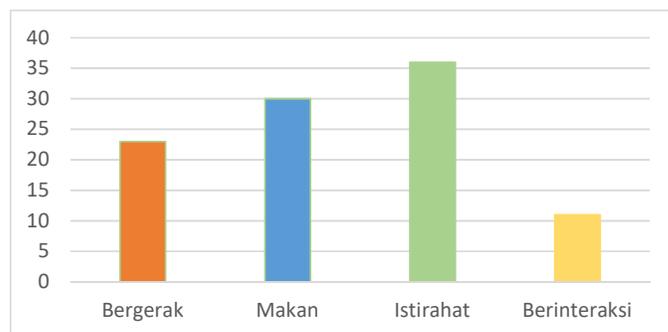
Tabel 2 memperlihatkan bahwa usus merupakan bagian pada ikan sapu-sapu yang memiliki nilai MPN paling besar, setelah itu kulit abdomen, insang, dan daging. Penelitian terhadap cemaran air Ciliwung menunjukkan nilai MPN melebihi batas maksimal syarat air minum, yaitu >1100 [1]. Ini menunjukkan bahwa dari semua sampel ikan sapu-sapu yang diuji tidak memenuhi syarat batas maksimal total bakteri Coliform. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional dan SNI-7388-2009 mengatakan bahwa batas maksimum nilai MPN Coliform = 10 Coliform/gram. Dengan tingginya nilai MPN yang ditemukan pada sampel maka bagian ikan seperti usus, daging, insang, dan kulit abdomen tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Tabel 2. Data hasil uji konfirmasi pada ikan sapu-sapu sungai Ciliwung dengan media BGLB

Ikan ke-	Sampel	Jumlah Tabung Positif			MPN/g
		10-1	10-2	10-3	
1	Insang	3	2	1	150
	Daging	3	2	0	93
	Usus	3	3	2	1100
	Kulit abdomen	3	2	3	290
2	Insang	3	2	2	210
	Daging	3	1	0	43
	Usus	3	3	3	>1100
	Kulit abdomen	3	3	0	240

Perilaku ikan sapu-sapu di kolam peliharaan

Pengamatan perilaku ikan dilakukan di laboratorium dan green house UAI tempat dipeliharanya ikan sapu-sapu. pengamatan meliputi aktivitas harian, aktivitas makan dan aktivitas sosial (interaksi). Jenis aktivitas harian yang dilakukan ikan sapu-sapu di kolam peliharaan meliputi aktivitas makan, bergerak, istirahat dan aktivitas sosial. Persentase jenis aktivitas yang dilakukan ikan sapu-sapu di kolam peliharaan adalah istirahat sebesar 36%, makan sebesar 30%, bergerak sebesar 23% dan berinteraksi sebesar 11% (Gambar 5).



Gambar 5. Jenis aktivitas harian yang dilakukan ikan sapu-sapu pada kolam peliharaan

Anatomi Ikan sapu-sapu

Hasil pengamatan anatomi terhadap ikan sapu-sapu yang telah dilakukan meliputi pengamatan anatomi sistem pencernaan makan dan anatomi sistem reproduksi. Sistem pencernaan makan ikan sapu-sapu sama seperti yang dimiliki oleh ikan pada umumnya terdiri dari mulut (oris), rongga mulut (cavum oris), faring, esophagus, lambung, pylorus, usus, rektum, dan anus (gambar 6). Kelenjar pencernaan pada ikan terdapat pada lambung, hati, dan pankreas. Mulut ikan sapu-sapu merupakan bentuk adaptasi sebagai organisme bottom feeder (hidup di dasar perairan) sehingga ikan sapu-sapu menjadi pemangsa semua jenis organisme seperti detritus, perifiton, alga, lumut, dan sisa-sisa biota yang mati dan berada di dasar perairan. Biasanya ikan sapu-sapu akan melekat pada dasar suatu perairan untuk mencari makan.

Di bagian belakan mulut terdapat ruang yang disebut rongga mulut. Rongga mulut ini berhubungan langsung dengan segmen faring. Secara anatomis organ yang terdapat pada rongga mulut adalah gigi, lidah dan organ palatin. Permukaan rongga mulut diselaputi oleh lapisan sel permukaan (epitelium) yang berlapis. Pada lapisan permukaan terdapat sel-sel penghasil lendir (mukosit) untuk mempermudah masuknya makanan. Disamping mukosit, di bagian mulut juga terdapat organ pengecap (organ penerima rasa) yang berfungsi menyeleksi makanan.



Gambar 6. Anatomi sistem pencernaan makan ikan sapu-sapu

Permulaan dari saluran pencernaan yang berbentuk seperti pipa, mengandung lendir untuk membantu penelanan makanan. Pada ikan laut, esofagus berperan dalam penyerapan garam melalui difusi pasif menyebabkan konsentrasi garam air laut yang diminum akan menurun ketika berada di lambung dan usus sehingga memudahkan penyerapan air oleh usus belakang dan rectum (proses osmoregulasi).

Sistem saluran pencernaan pada ikan sapu-sapu terdiri dari mulut, tenggorokan (pharinx), kerongkongan (esophagus), lambung semu, usus (intestinum) dan anus (Tisasari, 2016). Bentuk mulut pada ikan sapu-sapu berfungsi untuk menghisap makanan yang terdapat didasar (bottom feeder), pharinx berfungsi untuk menyaring makanan yang masuk (Samat, 2016).



Gambar 7. Anatomi saluran pencernaan ikan sapu-sapu (*Pterigoplichthis pardalis*) skala 1:5.
Ket: 1) Lambung semu, 2) Usus, 3) Anus

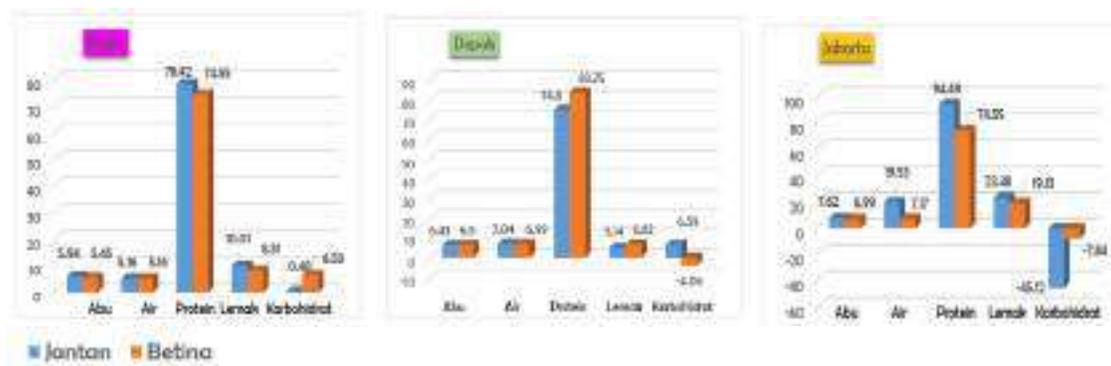
Ikan sapu-sapu memiliki modifikasi saluran pencernaan pada bagian lambung untuk menahan udara yang berfungsi sebagai organ respirasi tambahan. Ikan ini bernafas menggunakan insang pada kondisi oksigen terlarut normal, dan menggunakan organ tambahan pada perut pada kondisi oksigen terlarut rendah (Moroni, 2015). Berdasarkan panjang ususnya, ikan sapu-sapu memiliki usus yang tersusun melingkar seperti spiral, ikan ini dikelompokkan ke dalam jenis ikan herbivora. Sedangkan berdasarkan relung makannya yang luas maka ikan sapu-sapu dikelompokkan ke dalam jenis eurifagik yaitu ikan pemakan segalanya (Prihardhyanto, 1995). Ikan ini digolongkan menjadi ikan herbivora karena memiliki panjang usus mencapai 6 kali lipat dari panjang tubuh ikan sapu-sapu (Tisasari, 2016). Panjangnya usus ikan sapu-sapu ini merupakan berfungsi untuk mencerna makanan yang sulit dicerna dan membutuhkan area yang luas untuk penyerapan. Struktur usus *P. pardalis* menunjukkan adanya adaptasi yang kuat terhadap jenis organisme yang dimakan (Samat, 2016). Hasil pengukuran Panjang Relatif Usus pada Ikan sapu-sapu *Pterygoplichthys* sp., menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu tergolong ke dalam ikan herbivora dikarenakan panjang relatif ususnya memiliki nilai lebih dari 3 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa jenis makanan ikan sapu-sapu adalah planktonik yang bersifat herbivora. Menurut Tisasari ikan yang tergolong herbivora memiliki panjang usus 5,9x lebih panjang dari panjang tubuhnya.

Tabel 3. Panjang Relatif Usus (Relative Length of Gut)

	Panjang total (TL)	Panjang Usus (PU)	RLG (cm)
Ikan besar	36.754	372.7	10.1403929
Ikan Sedang	31.28	358.1	11.4482097
Ikan kecil	21.64	378.53	17.4921442

Kandungan nutrisi daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung

Hasil analisis kandungan nutrisi pada daging ikan sapu-sapu dengan menggunakan metode analisis proksimat menunjukkan bahwa mengandung protein yang sangat tinggi, lemak dan karbohidrat yang relatif rendah. Kandungan protein tertinggi dijumpai pada daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung wilayah Jakarta dan kandungan lemak terendah dijumpai pada ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung wilayah Depok (Gambar 8).



Gambar 8. Kandungan nutrisi pada daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung Bogor, Depok dan Jakarta

Luaran yang telah dicapai tahun 2017

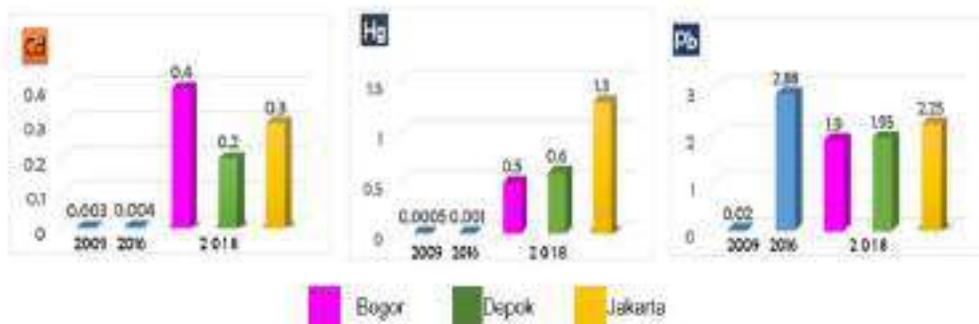
No.	Judul luaran	Bentuk
1	Morphometric and meristic of common pleco (Loricariidae) on Ciliwung river watershed south Jakarta region. http://www.journalijar.com/article/13512/morphometric-and-meristic-of-common-pleco-(loricariidae)on-ciliwung-river-watershed-south-jakarta-region./	Artikel jurnal internasional pada: Int'l J. of Advanced Research 4(11):57-62
2	DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River http://www.journalijar.com/article/14628/dna-barcodes-of-the-pleco-(loricariidae,-pterygoplichthys)-in-the-ciliwung-river./	Artikel jurnal internasional pada : Int'l J. of Advanced Research 5(2):33-45
3	Analisa keragaman ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung wilayah Jakarta	Makalah seminar yang telah dipresentasikan pada Kongres dan Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) ke XXIV di Manado 25-26 Agustus 2017 Prosiding terbit pada bulan April 2018

4	Deteksi Bakteri Pencemar Lingkungan (Coliform) Pada Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung. http://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/244	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 4 (1): 24-27
5	Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di perairan sungai Ciliwung https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/237/224	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 3(4): 221-225
6	Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter pola abdomen di perairan Ciliwung. http://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/24948	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: J. of Bio 20(1):40-43

Tahun kedua (2018)

Kandungan logam pada daging dan organ ikan sapu-sapu

Dari hasil analisa kandungan logam dan senyawa kimia pada otot atau daging ikan sapu-sapu diperoleh data bahwa ikan sapu-sapu mengandung 57 unsur dan senyawa logam sebagai berikut : Na₂O (Dinatrium Oksida), MgO (Magnesium Oksida), Al₂O₃ (Aluminium Oksida), SiO₂ (Silicon Dioxide), P₂O₅ (Difosfor Pentaoksida), S (Sulfur), Cl (*Chlorine*), K₂O (Potassium Oxide), CaO (Calcium Oxide), Sc (Scandium), TiO₂ (Titanium Dioxide), V₂O₅ (Vanadium PentOxide), Cr₂O₃ (Chromium(III) Oxide), MnO (Manganese(II) Oxide), Fe₂O₃ (Iron (III) Oxide), CoO (Cobalt Oxide), NiO (Nikel(III) Oksida), CuO (Copper(II) Oxide), ZnO (*Zinc Oxide*), Ga (Gallium), Ge (Germanium), As₂O₃ (Arsenic(III) Oxide), Se (Selenium) , Br (Bromine), Rb₂O (Rubidium Oxide), SrO (Strontium Oxide), Y (Yttrium), ZrO₂ (Zirconium Dioxide), Nb₂O₅ (Niobium pentOxide), MoO (Molybdenum Oxide), Ru (Ruthenium), Rh (Rhodium), Pd (Palladium), Ag (*Silver*), Cd (Cadmium), In (Indium), SnO₂ (Tin Dioxide (tin(IV) Oxide)), Sb₂O₅ (Antimony pentOxide), Te (Tellurium), I (Iodine), Cs (Caesium), BaO (Barium Oxide), La₂O₃ (Lanthanum Oxide), Ce₂O₃(Cerium Oxide), Pr (Praseodymium), Nd (Neodymium), Sm (Samarium), Hf (Hafnium), Ta₂O₅ (Tantalum Oxide), WO₃ (Tungsten(VI) Oxide), Au (Aurum), Hg (Mercury), Ti (Titanium), Pb (Plumbum/timbal), Bi (*Bismuth*), Th (Thorium) dan U (Uranium). Hasil analisis terhadap tiga jenis logam berat (Cd, Hg, Pb) menunjukkan bahwa Pb merupakan jenis logam berat tertinggi yang terkandung pada daging ikan sapu-sapu yang diperoleh dari 3 wilayah Sungai Ciliwung (Bogor, Depok, Jakarta), sedangkan Cd merupakan logam berat yang jumlah kandungannya paling rendah di dalam daging ikan sapu-sapu (Gambar 8). Akan tetapi ketiga jenis logam tersebut melebihi batas ketentuan yang telah ditetapkan SNI dan BSN



Gambar 8. Kandungan logam Cd, Hg dan Pb (ppm) pada daging ikan sapu-sapu asal Bogor, Depok dan Jakarta

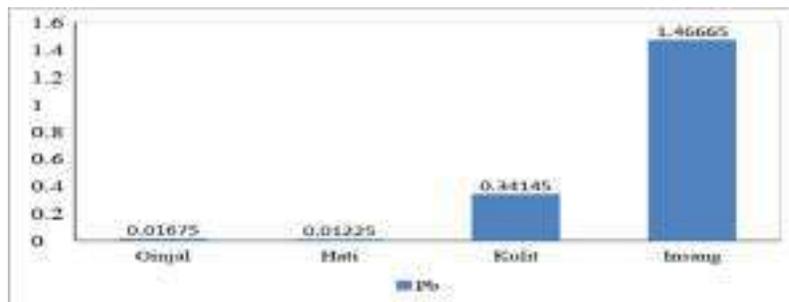
Hasil analisis kandungan logam pada organ ikan sapu-sapu menunjukkan bahwa pada organ ginjal, hati, insang dan kulit mengandung logam berat Sc, Hg dan Pb (tabel 4). Logam pada ikan sapu-sapu dapat terdeteksi karena logam yang masuk ke perairan akan terabsorpsi oleh biota (Ebrahimi & Taherianfard, 2011).

Tabel 4. Kandungan logam berat di air Sungai Ciliwung dan pada Organ

Logam	Air Sungai (ppm)	Baku Mutu Air	Organ (ppm)				Baku Mutu Organ (ppm)
			Ginjal	Hati	Kulit	Insang	
Pb	< 0,003	0,03	0,0168 ± 0,008	0,0123 ± 0,0037	0,3415 ± 0,458	1,467 ± 0,309	0,03
Hg	< 0,002	0,002	0,030 ± 0,002	0,068 ± 0,021	0,015 ± 0,010	0,013 ± 0,005	0,05
Cd	< 0,001	0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,05

Keterangan: Baku mutu air = PPRI No. 82 tahun 2001. Kelas III, < = kurang dari dan Baku mutu Organ ikan = Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (SNI 7387 : 2009).

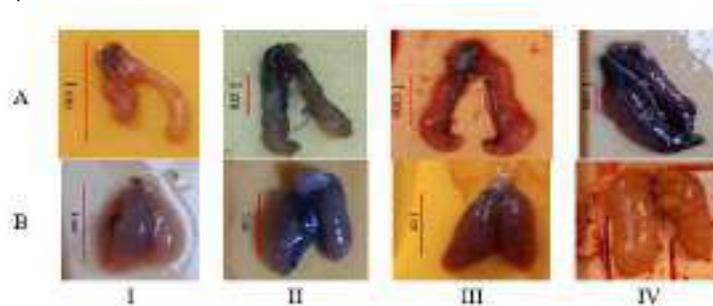
Jenis logam berat yang memiliki kandungan tertinggi pada keempat organ ikan sapu-sapu (ginjal, hati, insang dan kulit) adalah Pb, sedangkan jenis logam berat dengan kandungan terendah adalah logam berat Cd. Insang pada ikan sapu-sapu Sungai Ciliwung mengandung logam Pb sebesar 1,467 ± 0,309 ppm (Tabel 2). Kandungan logam Pb telah melebihi ambang batas baku mutu berdasarkan badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 7387 : 2009) yaitu bahwa ambang batas maksimal kadar logam berat Pb sebesar 0,30 ppm untuk ikan dan hasil olahannya. Organ insang pada ikan sapu-sapu Sungai Ciliwung mengandung logam Pb sebesar 1,467 ± 0,309 ppm. Nilai tersebut lebih tinggi daripada organ-organ lain (ginjal, kulit dan hati) yang mengandung logam Pb (Gambar 9) Kandungan logam Pb yang memiliki kandungan lebih tinggi daripada logam Hg di insang menunjukkan bahwa logam Pb terakumulasi di organ insang. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rahayu et al (2017) yang menyatakan bahwa logam berat Pb lebih banyak terakumulasi pada bagian insang yang secara aktif dilalui oleh air ataupun sedimen yang berdifusi bersama logam.



Gambar 9. Kandungan logam Pb pada Organ

Biologi Reproduksi ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung

Tingkat kematangan gonad ikan sapu-sapu secara morfologi memiliki ukuran yang berbeda pada tiap tingkatnya, semakin tinggi tingkat kematangan gonad maka ukuran akan semakin besar (Gambar 10).



Gambar 10, Morfologi gonad ikan sapu-sapu pada tiap TKG (keterangan: A: Ikan jantan dan B: Ikan betina).

Berdasarkan perbedaan tingkat kematangan gonad, terdapat perbedaan antara panjang total dan berat total pada setiap tingkat, baik pada jantan maupun betina (tabel 5).

Tabel 5. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Sapu-sapu

TKG	Jumlah (ekor)		Panjang total (mm)		Berat total (gram)	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina
I	8	1	227,1-275,3	179,8	153,77-206,14	64,02
II	4	5	235,6-260,4	236,3-274,7	122,83-231,45	148,67-228,91
III	5	4	256,7-358,6	237,8-269,3	190,97-385,30	188,07-261,30
IV	6	12	317,2-518,5	198-471,8	290,64-1036,23	140,78-601,17

Hasil rata-ran IKG yang didapat dari TKG I hingga TKG IV mengalami peningkatan baik ikan jantan maupun ikan betina serta nilai rata-ran IKG jantan lebih kecil dari betina pada setiap tingkat kematangan gonad (tabel 6). Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Effendie (2002) yaitu nilai indeks kematangan gonad akan semakin meningkat dan mencapai maksimum pada saat akan terjadi pemijahan.

Tabel 6 Indeks Kematangan Gonad Ikan Sapu-sapu

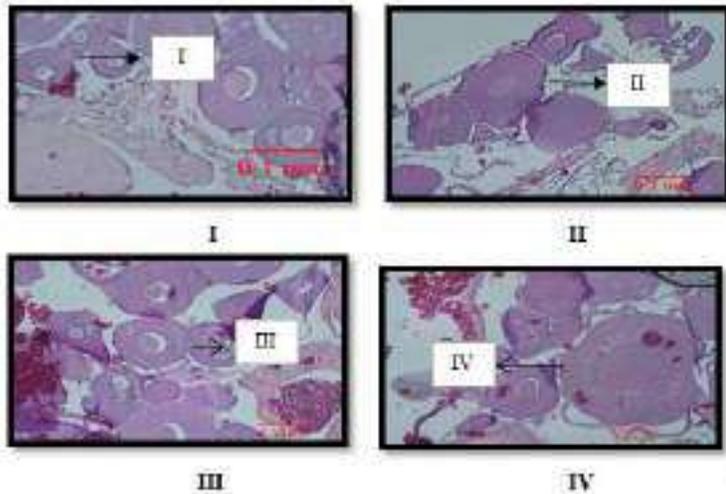
TKG	Indeks Kematangan Gonad (%)			
	Jantan	Rataan	Betina	Rataan
I	0,012-0,045	0,03	0,156	0,15
II	0,030-0,137	0,08	0,118-0,226	0,17
III	0,129-0,268	0,19	0,145-0,672	0,3
IV	0,130-0,237	0,2	1,052-12,215	7,3

Hasil perhitungan indeks hepatosomatik menunjukkan bahwa nilai IHS yang terdapat pada ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung memiliki nilai yang berbeda-beda baik pada jantan maupun betina. Nilai IHS terkecil pada jantan berada pada TKG IV yaitu sebesar 0,232 % sedangkan yang terbesar berada pada TKG III yaitu sebesar 1,796%. Sedangkan pada betina nilai IHS terkecil berada pada TKG II yaitu sebesar 0,630% dan terbesar berada pada TKG IV yaitu sebesar 1,552% (Tabel 7).

Tabel 7. Indeks Hepatosomatik Ikan Sapu-sapu

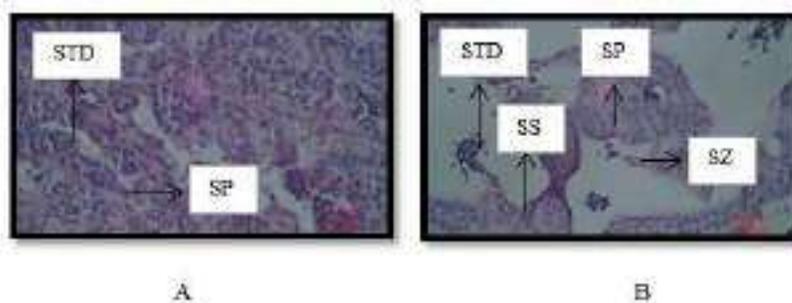
TKG	Indeks Hepatosomatik (%)			
	Jantan	Rataan	Betina	Rataan
I	0,901-1,213	1,063	0,609	0,609
II	0,652-0,945	0,760	0,630-1,533	1,121
III	0,642-1,796	1,114	1,079-1,204	1,155
IV	0,232-1,223	0,734	0,695-1,552	1,011

Hasil histologi gonad ikan sapu-sapu menunjukkan ovarium pada TKG I-IV dan testis yang berada pada fase matang dan belum matang. Ovarium betina dewasa memiliki ovarium berjumlah sepasang. Oosit terletak dibagian tengah dalam lapisan folikel dan akan berkembang. Oosit dapat berkembang karena adanya akumulasi kuning telur dalam sitoplasma. Setelah kuning telur berkembang secara penuh maka akan terjadi maturasi dan ovulasi yang dipengaruhi oleh lingkungan dan hormon. Ukuran telur ikan sapu-sapu pada tiap kematangan gonadnya memiliki hasil yang berbeda (Gambar 11).



Gambar 11. Histologi Ovarium Ikan Sapu-sapu tiap TKG pada perbesaran 40x10.

Pada ikan jantan, testis ikan sapu-sapu yang matang gonad dengan belum matang gonad terlihat dengan adanya kandungan kista spermatogonium yang lebih banyak dibandingkan dengan yang telah matang gonad serta memiliki spermatozoa (Gambar 12).



Gambar 12. Histologi Testis Ikan Sapu-sapu Belum Matang Gonad (A) dan Sudah Matang Gonad (B) pada perbesaran 40x10 (keterangan: SP: Spermatisit Primer, SS: Spermatisit Sekunder, STD: Spermatisid, SZ: Spermatozoa).

Struktur Komunitas dan Habitat ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Komposisi Jenis Pakan Alami di Sungai Ciliwung

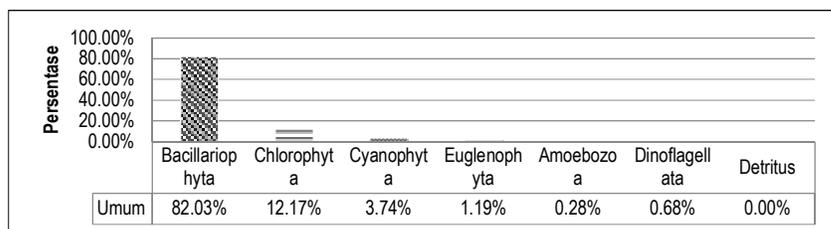
Pembedahan isi usus ikan sapu-sapu sebanyak 30 sampel dikeluarkan dan diamati. Masing-masing sampel usus diperiksa dalam keadaan berisi makanan. Jenis makanan yang ditemukan dalam usus Ikan *P. pardalis* asal Sungai Ciliwung dikelompokkan menjadi Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Amoebozoa, Dinoflagellata, dan detritus (Tabel 8). Komposisi jenis pakan ikan dapat menentukan kebiasaan makan ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung dilihat dari banyaknya jenis yang ditemukan pada setiap kelompok makanan. Komposisi jenis pakan juga dipengaruhi oleh karakter morfologi suatu spesies. Karakter morfologi tersebut dapat menentukan komposisi jenis pakan yang dikonsumsi (Delariva, 2001). Ikan sapu-sapu memiliki mulut yang terletak pada bagian ventral dengan tipe mulut penghisap, struktur ini memungkinkan ikan untuk mengikis makanan dari permukaan yang kasar (Samat, 2016).

Tabel 8. Komposisi jenis pakan alami *P. pardalis* di sungai Ciliwung

Kelompok	Jenis
Bacillariophyta	Achnanthes sp., Achnantidium sp., Amphipleura sp., Amphora sp., Aneumastus sp., Aulacoseira sp., Bacillaria sp., Caloneis sp., Climacosphenia sp., Cocconeis sp., Craticula sp., Cyclotella sp., Cymbella sp., Cymbopleura sp., Diademesis sp., Diatoma sp., Diploneis sp., Encyonema sp., Entophysalis sp., Encyonopsis sp., Eolimna sp., Eunotia sp., Ephitemia sp., Fallacia sp., Fragilaria sp., Frustulia sp., Geissleria sp., Gomphoneis sp., Gomphonema sp., Grammatophora sp., Gyrosigma sp., Halamphora sp., Hantzschia sp., Luticola sp., Lemnicola sp., Lyrella sp., Mastogloia sp., Melosira sp., Navicula sp., Neidium sp., Nepula sp., Nitzschia sp., Oedogonium sp., Pinnularia sp., Placoneis sp., Planothidium sp., Prestauroneis sp., Rhoicospenia sp., Rivularia sp., Rhopalodia sp., sellaphora sp., Stauroneis sp., Stenopterobia sp., Stephanodiscus sp., Surirella sp., Synedra sp., Tabularia sp., Tryblionella sp., Ulnaria sp.
Chlorophyta	Ankistrodesmus sp., Asterococcus sp., Bulbochaete sp., Chlamydomonas sp., Chlorella sp., Chlorococcum sp., Chlorococcus sp., Closterium sp., Choricystis sp., Coleastrum sp., Cosmarium sp., Crucigenia sp., Desmodesmus serratus, Dictyochloropsis sp., Dictyococcus sp., Dictyosphaerium sp., Eudorina sp., Haematococcus sp., Microspora sp., Monoraphidium sp., Oocystis sp., Oophila sp., Palmellopsis sp., Pediastrum sp., Planktosphaeria sp., Scenedesmus sp., Selastrum sp., Staurastrum sp., Stegocloium sp., Tetrastrum sp., Tetraedron sp., Tetraspora sp., Volvox sp., Zygnema sp.
Cyanophyta	Anabaena sp., Aphanizomenon sp., Aphanocapsa sp., Aphanothece sp., Arthrospira sp., Chlorogloea sp., Chroococcus sp., Gloeocapsa sp., Gloeocapsopsis sp., Gloeocystis sp., Gloeotheca sp., Gloeothichia sp., Merismopedia sp., Neosporangiococcus sp., Nostoc sp., Phormidium sp., Pseudocapsa sp., Pseudonabaena sp., Rivularia sp., Synechococcus sp., Tychonema sp.,
Euglenophyta	Euglena sp., Lepocinlis sp., Phacus sp., Trachelomonas sp., Wailesella sp.
Amoebozoa	Arcella sp., Centropyxis sp., Clypeolina sp., Pyxidicula sp.,
Dinoflagellata	Prorocentrum sp.
Detritus	Meliola sp., Pestalotiopsis sp.

Indeks Bagian Terbesar (Index Preponderance)

Indeks bagian terbesar dilakukan untuk mengetahui proporsi jumlah makanan secara kuantitatif melalui frekuensi kejadian dan metode volumetrik makanan. Menurut Hyslop (1980) frekuensi kejadian dapat menunjukkan persentase makanan pada semua isi perut yang dianalisis dan metode volumetrik dapat diketahui melalui persentase jumlah volume jenis makanan dari populasi ikan. Analisis indeks bagian terbesar digunakan untuk mengetahui kebiasaan makan ikan dengan menentukan kelompok makanan berdasarkan makanan utama > 40%, makanan pelengkap 4-40% dan makanan tambahan < 40%. Persentase analisis bagian terbesar merupakan hasil rata-rata dari tiga kelompok ukuran ikan. Jenis makanan dikelompokkan berdasarkan divisi setiap jenis plankton yang ditemukan dalam usus *P. pardalis* (gambar 13).



Gambar 13. Persentase indeks bagian terbesar *P. pardalis*

Karakteristik habitat mencari makan

Penghitungan kepadatan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung pada ketiga lokasi menunjukkan hasil yang berbeda. Stasiun pertama memiliki kepadatan 58 ind/m², stasiun kedua memiliki kepadatan 80 ind/m² dan stasiun ketiga memiliki kepadatan 36 ind/m². Rata-rata kepadatan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung adalah 58 individu/m². Hasil ini menunjukkan bahwa kepadatan *P. pardalis* pada penelitian ini lebih besar bila dibandingkan dengan banyaknya populasi *P. pardalis* yang tercatat pada penelitian sebelumnya yaitu 22 individu pada tahun 2016 (Halwa, 2016). Jumlah populasi *P. pardalis* yang tinggi pada perairan tercemar menunjukkan bahwa ikan tersebut dapat beradaptasi pada lingkungan perairan tercemar. Salah satu kemampuan adaptasi ikan mengidentifikasi adanya organ tambahan dalam perut *P. pardalis* sehingga dapat beradaptasi pada keadaan hipoksia dan perairan dengan oksigen terlarut yang sangat buruk (da Cruz, et al., 2013).

Hasil pengukuran terhadap parameter fisik kimia kualitas perairan pada habitat makan ikan sapu-sapu menunjukkan karakteristik habitat untuk pertumbuhan dan mencari makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung berupa suhu dengan kisaran nilai normal, intensitas cahaya 1,12–7,74 klux, kedalaman 50–148 cm, kekeruhan 18,13–42,39 FTU, kecepatan arus 0,4–2,1 m/s, BOD₅ 3,8–5,7 mg/l, pH 6,5–6,9 dengan nilai fosfat 0,05–0,1 ppm dan amonia 0,6–4,6 ppm (Tabel 9). Kecepatan arus di Sungai Ciliwung pada saat pengukuran menunjukan nilai yang bervariasi pada masing-masing stasiun. Stasiun 1 dan 3 memiliki kecepatan arus kuat (pada stasiun 1 sebesar 5 m/s dan pada stasiun 3 sebesar 2,1 m/s). Stasiun 2 memiliki kecepatan arus lemah sebesar 0,4 m/s (Tabel 9).

Tabel 9. Karakteristik perairan habitat mencari makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

Faktor fisik perairan	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	28,1 ± 1,19	28,5 ± 0,4	28,4 ± 1,16
Intensitas Cahaya (Klux)	3,69 ± 0,35	1,12 ± 0,51	7,74 ± 0,65
Kedalaman (cm)	148 ± 0	50 ± 4,25	130 ± 43,5
Kekeruhan (FTU)	29,35 ± 4,01	42,39 ± 2,07	18,13 ± 8,49
Kecepatan Arus (m/s)	1,5 ± 0,86	0,4 ± 0,28	2,1 ± 1,60
pH	6,5 ± 0,66	6,7 ± 0,37	6,9 ± 0,1
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	5,7 ± 0,93	3,8 ± 2,29	4,9 ± 1,37
Fosfat (ppm)	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,001	0,1 ± 0,012
Amonia (ppm)	0,6 ± 0,15	2,7 ± 0,05	4,6 ± 0,95
Dissolved Oxygen (mg/L)	5,93 ± 0,92	4,66 ± 1,81	5,23 ± 1,50

Nilai kekeruhan berbanding terbalik terhadap nilai kadar oksigen terlarut. Nilai kekeruhan perairan merupakan gambaran dari banyaknya bahan-bahan yang tersuspensi di perairan diantaranya, liat, debu, plankton dan organisme Nilai kecerahan yang berbanding lurus dengan kekeruhan diakibatkan banyaknya padatan tersuspensi akibat limbah domestik dan aktivitas di Sungai Ciliwung. Tingginya nilai kekeruhan antara 18,13–42,39 FTU pada ketiga lokasi diakibatkan oleh menumpuknya bahan organik yang berasal dari aktivitas perumahan dan industri disekitar pinggir sungai (Tabel 9). Derajat keasaman (pH) merupakan nilai untuk mengetahui tingkat keasamaan atau kebasaaan suatu perairan. Hasil pengukuran pH perairan Sungai Ciliwung mengindikasikan bahwa nilai pH 6,5–6,9 diperairan masih mendukung kehidupan ikan sapu-sapu untuk pertumbuhan dan makan

Karakteristik habitat pemijahan ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Keberadaan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung dapat diketahui dari lubang-lubang yang terlihat dalam bentuk kumpulan di sepanjang lereng pinggir sungai. Lubang tersebut berfungsi sebagai tempat peletakkan telur ikan [11]. Karakteristik lubang *P. pardalis* yang ditemukan pada lereng pinggir

Sungai Ciliwung berupa, ukuran lebar muka lubang sebesar 18-38 cm, kedalaman 42-122 cm, ukuran panjang muka lubang 10-22 cm, tinggi 50-130 cm serta intensitas cahaya pada muka lubang 0,95-4,51 (Tabel 10) .

Tabel 10. Karakteristik habitat pemijahan *P. pardalis* Sungai Ciliwung

Pengulangan	LML (cm)	Kedalaman (cm)	PML (cm)	Tinggi (cm)	Intensitas cahaya (klux)
1	30	102	15	120	1,15
2	23	42	14	100	1,80
3	20	122	22	130	4,29
4	18	107	10	80	4,51
5	21	52	14	50	3,66
6	22	55	11	100	2,31
7	38	57	10	95	1,44
8	28	89	17	100	2,91
9	18	108	15	95	1,80
10	22	38	13	85	0,95
Rata-rata	24	77.2	14.1	95.5	2,48

Keterangan:

LML : Ukuran lebar muka lubang

Kedalaman : Ukuran dari muka lubang sampai ujung dalam lubang

PML : Ukuran panjang muka lubang

Tinggi : Ukuran kedalaman lubang dari ketinggian air sungai

Struktur vegetasi riparian yang diukur berdasarkan lokasi penangkapan *P. pardalis* menunjukkan jenis vegetasi yang sering dijumpai adalah jenis *Eupatorium triplinerv* (nilai INP = 0,469), *Cynodon dactylon* (nilai INP = 0,550) dan *Penisetum purpureum* (nilai INP = 0,236) (Tabel 11). Salah satu peran penting keberadaan vegetasi riparian bagi keberadaan populasi ikan adalah sebagai tempat untuk berlindung, mencari makan dan kawin. *Cynodon dactylon* dan *Penisetum purpureum* serta spesies lainnya berperan penting dalam memenuhi makanan pada *P. pardalis*. *P. pardalis* ditemukan dapat mengkonsumsi detritus amorf, perifiton, tanaman, dan makroinvertebrata (Delariva and Agostinho, 2001).

Tabel 11. Struktur vegetasi riparian pada habitat makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

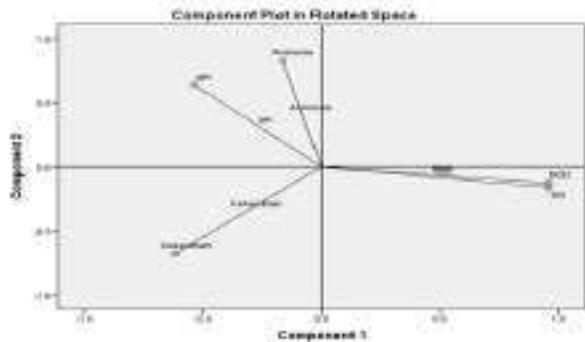
Stasiun	Nama latin	Nama lokal	Jumlah Individu	INP
1	<i>Eupatorium triplinerv</i>	Duan parakan	181	0.469
	<i>Azadirachta indica</i>	Asing-asing	3	0.067
	<i>Asplenium nidus</i>	Bayan Jani	5	0.070
	sp 4		3	0.067
	<i>Ludwigia arcuata</i>	Cakraka	5	0.070
	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput karot	181	0.550
	<i>Penisetum purpureum</i>	Rumput gajah	6	0.236
2	<i>Azadirachta indica</i>	Keroh	1	0.064
	<i>Penisetum purpureum</i>	Rumput gajah	75	0.236
	<i>Eupatorium triplinerv</i>	Tumpang-tan	1	0.064
	<i>Colocasia esculenta</i>	Torbanjan	3	0.067
	<i>Azadirachta indica</i>	Duan rodol	4	0.068
3	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput karot	91	0.550
	<i>Chromolaena odorata</i>	Krayah	8	0.071
	<i>Colocasia esculenta</i>	Talin	9	0.072
	<i>Paspalum distachne</i>	Pengata	1	0.064

Hasil analisis terhadap dua rotasi komponen matriks pada parameter fisik dan kimia habitat *P. pardalis* di Sungai Ciliwung berhasil mengidentifikasi korelasi antar variabel dengan komponen yang terbentuk. Hasil menunjukkan dua variabel DO (0.958) dan BOD (0.957) dan tiga variabel yang berkorelasi tinggi pada komponen 2 yaitu amonia (0.826), kekeruhan (0.682) dan pH (0.638) (tabel 12).

Tabel 12. Komponen matriks rotasi hasil PCA terhadap variabel fisik dan kimia habitat perairan Sungai Ciliwung

Parameter	Komponen	
	1	2
Kekeruhan	-0.621	-0.682
pH	-0.540	0.638
Dissolved Oxygen (DO)	0.958	-0.165
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	0.957	-0.129
Amonia	-0.167	0.826

Interpretasi hasil dilakukan dengan melihat nilai komponen yang terdapat dalam rotasi matriks (Gambar 14). Nilai komponen matriks yang dipilih adalah nilai komponen di atas 0,5 dan dianggap mampu menjelaskan variabel yang mempengaruhi. Komponen matriks rotasi (rotated component matrix) adalah matriks korelasi yang memperlihatkan distribusi variabel yang lebih jelas dan nyata dibandingkan component matrix.

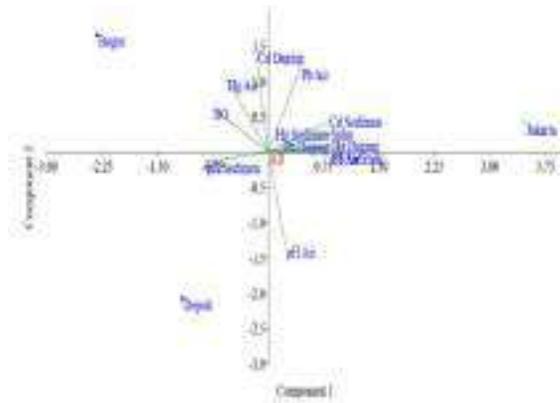


Gambar 14. Pengaruh parameter fisik kimia lingkungan terhadap populasi ikan di Sungai Ciliwung

Hasil analisa menjelaskan bahwa kelima variabel pada komponen 1 dan 2 memiliki korelasi terhadap jumlah populasi *P. pardalis* di sungai Ciliwung (gambar 14). Kondisi parameter fisik dan kimia menentukan jumlah populasi *P. pardalis* tertinggi (sebesar 250 individu) yang ditemukan di Sungai Ciliwung. Parameter yang berpengaruh terhadap kepadatan dan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung adalah nilai DO sebesar 2.6 mg/L; BOD 1,2 mg/L; amonia 2.65 ppm; pH 7.2 serta kekeruhan sebesar 43.85 FTU pada perairan Sungai Ciliwung. Nilai tersebut menjadi informasi akan kondisi optimum bagi keberadaan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung. Nilai parameter fisik dan kimia ditemukannya *P. pardalis* di Sungai Ciliwung memberikan informasi bahwa kondisi perairan sungai sudah sangat tercemar.

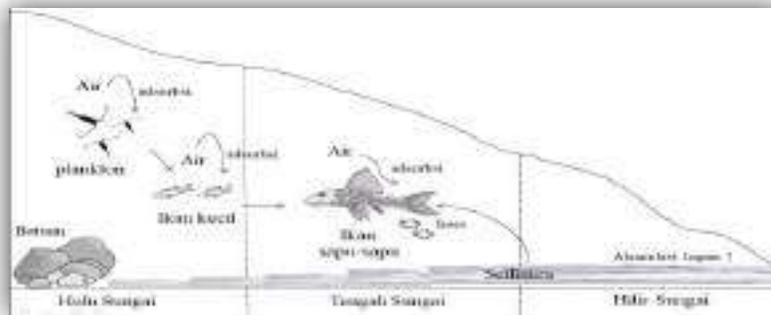
Hubungan Parameter Lingkungan dan Kandungan Logam

Hasil analisis menggunakan grafik biplot Principal Component Analysis (PCA), menunjukkan bahwa parameter lingkungan pada setiap lokasi berpengaruh terhadap keberadaan cemaran logam pada air, sedimen dan daging *P. pardalis* (Gambar 15). Sungai Ciliwung Jakarta memiliki kandungan logam Pb (air, sedimen dan daging), logam Cd (air dan sedimen), logam Hg (sedimen dan daging) yang tinggi. Sebaran kandungan logam pada daging, air dan sedimen menunjukkan bahwa aliran Sungai Ciliwung Jakarta memiliki akumulasi kandungan logam berat Cd (daging, air dan sedimen), Hg (daging dan sedimen), dan Pb (daging, air dan sedimen) tertinggi (Gambar 15).



Gambar 15. Hasil analisis Principal Component Analysis (PCA) sebaran kandungan logam pada daging *P. pardalis*, air dan sedimen dari sampel

Pada sampel air aliran Ciliwung Bogor terdapat akumulasi logam Hg yang tinggi. Aliran sungai Ciliwung Depok tidak terlihat adanya akumulasi logam yang tinggi pada sampel air, sedimen dan daging. Dengan demikian, kandungan logam pada sungai bagian hulu akan terus terbawa arus sungai dan mengalami akumulasi di bagian hilir sungai. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Yudo,



2006), pada umumnya konsentrasi logam berat pada suatu perairan DKI Jakarta dari hulu ke hilir semakin meningkat.

Gambar 16. Proses masuknya logam Pb, Cd dan Hg pada *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

Luaran yang telah dicapai tahun 2018

No.	Judul luaran	Bentuk
1	Abiss (Abon ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708534
2	Geliss (Gelatin ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708530
3	Tangkass (Tepung tulang ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708532
4	The content of nutrient of <i>Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis)</i> from Ciliwung River Jakarta. https://smujo.id/nb/article/view/3063/2762	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi:

		Nusantara Bioscience 11(1): 30-34
5	The correlation between heavy metal and nutrient content in <i>Plecostomus</i> (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) from Ciliwung river in Jakarta. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/16248/8717	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Biosaintifika 10(3): 597-604

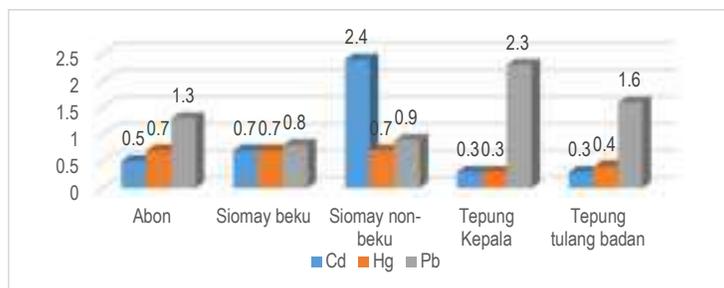
Tahun ketiga (2019)

Kandungan logam pada produk pangan olah berbahan dasar ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung Hasil analisa kandungan logam berat yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar logam Cd, Hg dan Pb pada daging *P. pardalis* dari ketiga lokasi sampling telah melebihi ambang batas aman konsumsi yang ditetapkan oleh pemerintah (0,10 ppm) (BPOM RI, 2017) dan (SNI BSN 2009). (Tabel 13).

Tabel 13. Baku mutu kandungan logam (ppm) pada daging ikan

Logam (ppm)	BSN (200)	BPOM (2017)
Cd	0.10	0.10
Hg	0.50	0.06
Pb	0.30	0.20

Hasil analisa kandungan logam berat pada produk pangan olahan berbahan dasar daging *P. pardalis* asal Sungai Ciliwung berupa abon, siomay dan tepung tulang ikan menunjukkan terdapat logam berat Cd, Hg dan Pb pada produk pangan tersebut. Kandungan logam Cd tertinggi terdapat pada siomay beku yaitu 2,4 ppm dan kandungan logam Pb tertinggi dijumpai pada tepung tulang ikan yang berasal dari bagian kepala *P. pardalis* (Gambar 17). Tingginya kandungan logam pada produk pangan olahan daging *P. pardalis* tersebut berkaitan dengan tingginya kandungan logam pada daging *P. pardalis*.



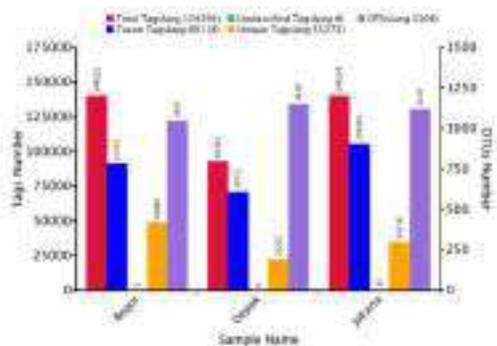
Gambar 17. Kandungan logam Cd, Hg dan Pb (ppm) pada abon dan siomay daging *P. pardalis*, serta tepung tulang *P. pardalis*

Analisa NGS Mikrobiota pada usus ikan sapu-sapu

Hasil penelitian NGS menggunakan gen 16S pada sistem pencernaan ikan sapu-sapu asal sungai ciliwung. Gen 16S rRNA merupakan gen yang terkonservasi, yang memiliki panjang ~1500 bp dengan 10 daerah yang terkonservasi dan 9 daerah hipervariabel. Daerah gen terkonservasi tersebut umum ditemukan pada semua bakteri (conserved region) hanya mengalami perubahan yang sangat kecil dari waktu ke waktu, sedangkan bagian hipervariabel dengan sekuens berbeda setiap jenis bakterinya yang yang memfasilitasi identifikasi spesies maupun genus suatu bakteri (Fukuda et al. 2016).

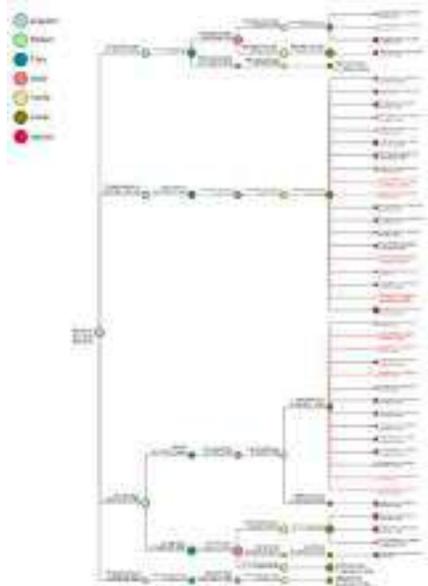
Output analisis NGS tersebut diperoleh dalam beberapa pengolahan data yaitu hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel (Gambar 18), taxonomy tree in single sample (Gambar 19), taxonomy tree of specific specices in samples (Gambar 20), analisa krona (Gambar 21), beta diversity heatmap (Gambar 22), species abundance heatmap (Gambar 23), ternary plot (Gambar 24), evolutionary tree in genus (Gambar 25), venn diagram (Gambar 26), species relative abundance in phylum (Gambar 27).

Hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel (Gambar 18) menunjukkan sumbu Y1 merupakan "Nomor Tags" berarti jumlah bacaan; "Total Reads" (Warna merah) berarti jumlah bacaan yang efektif ditemukan sebanyak 124394 yang terdeteksi; "Taxon Reads" (Warna biru) berarti jumlah Taxon yang terdeteksi sebanyak 89119. "Bacaan Tidak Diklasifikasikan" (Warna hijau) berarti jumlah bacaan yang tidak ditandai sebanyak 4; "Bacaan Unik" (Warna oranye) berarti jumlah bacaan dengan frekuensi 1 dan hanya terjadi dalam satu sampel sebanyak 35272. Sumbu Y2 berjudul "Nomor OTU" berarti jumlah OTU yang ditampilkan sebagai "OTU" (Warna ungu) pada gambar di atas untuk mengidentifikasi jumlah OTU dalam sampel yang berbeda dengan jumlah 1104.



Gambar 28. hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel

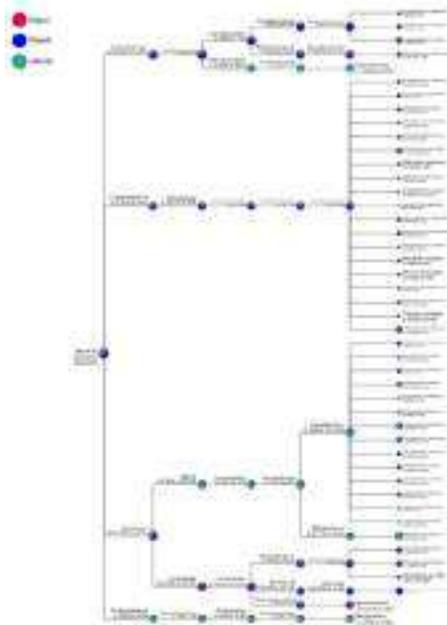
Berikut hasil pohon taksonomi dari sistem pencernaan ikan sapu-sapu (Gambar 19):



Gambar 19. taxonomy tree in single sample

Keterangan : Warna berbeda mewakili peringkat taksonomi yang berbeda. Ukuran lingkaran mewakili kelimpahan relatif spesies. Angka pertama di bawah nama taksonomi mewakili persentase dalam keseluruhan takson, sedangkan angka kedua mewakili persentase dalam takson yang dipilih.

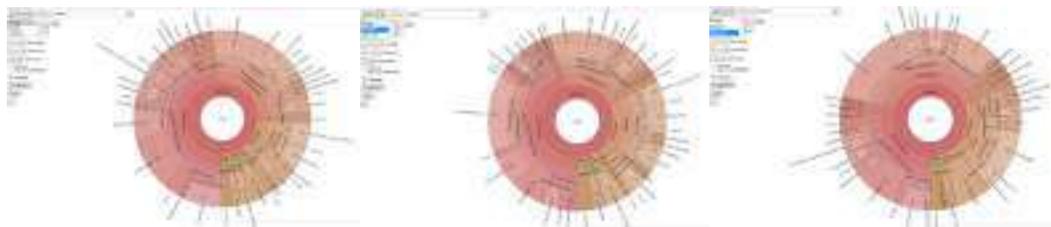
Hasil analisis pada pohon taksonomi berdasarkan ikan sapu-sapu yang diambil dari ketiga lokasi Bogor, Depok dan Jakarta menunjukkan kelimpahan relatif spesies yang berbeda-beda (Gambar 2-).



Gambar 20. Taxonomy tree of specific species in samples

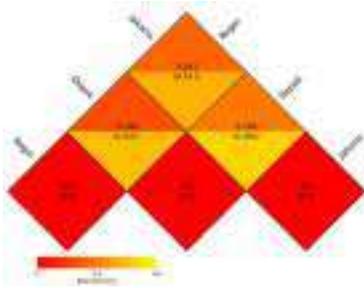
Keterangan : Warna berbeda mewakili peringkat taksonomi yang berbeda. Ukuran lingkaran mewakili kelimpahan relatif spesies. Angka pertama di bawah nama taksonomi mewakili persentase dalam keseluruhan takson, sedangkan angka kedua mewakili persentase dalam takson yang dipilih.

Analisis yang di peroleh dari visualisasi krona menampilkan hasil analisis anotasi spesies. Lingkaran dari dalam ke luar berdiri untuk peringkat taksonomi yang berbeda, dan bidang sektor berarti masing-masing proporsi hasil anotasi OTU yang berbeda (Gambar 21).



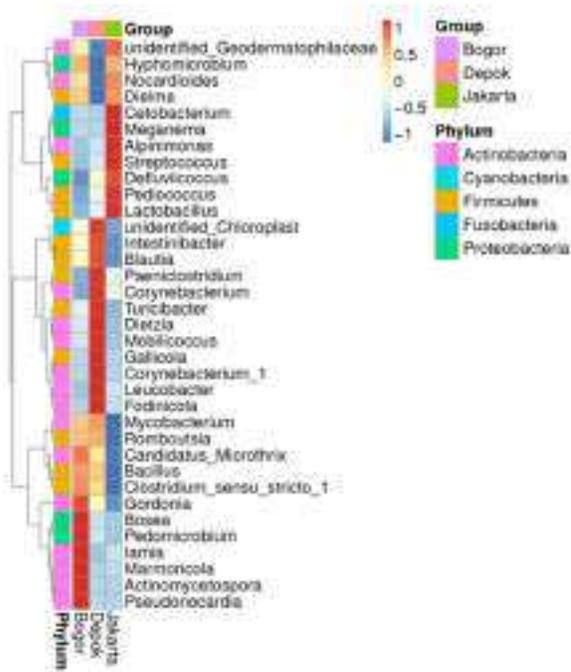
Gambar 21 Analisa krona sampel asal Bogor, Depok dan Jakarta

Hasil analisis beta diversity hetmaps Jarak Unifrac tertimbang dan jarak Unifrac Tertimbang dipilih untuk mengukur koefisien perbedaan antara sampel berpasangan, yang merupakan langkah filogenetik yang digunakan secara luas dalam proyek sekuensing komunitas mikroba baru-baru ini (Gambar 5). Keragaman beta mewakili perbandingan eksplisit komunitas mikroba berdasarkan komposisi. Metrik beta-keragaman dengan demikian menilai perbedaan antara komunitas mikroba. Untuk membandingkan komunitas mikroba antara setiap pasangan sampel komunitas, matriks kuadrat "jarak" atau ketidaksamaan dihitung untuk mencerminkan ketidaksamaan antara sampel tertentu, seperti Un Weighted Unifrac dan Weighted Unifrac distance (Gambar 22). Data dalam matriks jarak ini dapat divisualisasikan dengan Principal Coordinate Analysis (PCoA), Principal Component Analysis (PCA), Non-Metric Multi-Dimensional Scaling (NMDS) dan Metode Pair-group tak tertimbang dengan Arithmetic Means (UPGMA).



Gambar 22 Beta diversity heatmap

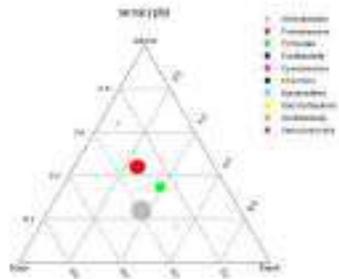
Hasil analisis species abundance heatmap (Gambar 23) ditemukan distribusi kelimpahan 35 genera dominan di antara semua sampel ditampilkan dalam species abundance heatmap. Berdasarkan informasi hasil pengelompokan sampel dan taksa juga, kita dapat memeriksa apakah sampel dengan pemrosesan yang sama dikelompokkan atau tidak, dan kesamaan dan perbedaan sampel juga dapat diamati.



Gambar 23. species abundance heatmap

Keterangan : Plot pada sumbu X nama sampel dan sumbu Y mewakili genus. Nilai absolut dari 'z' mewakili jarak antara skor mentah dan rata-rata deviasi standar. 'Z' negatif ketika skor mentah di bawah rata-rata, dan sebaliknya.

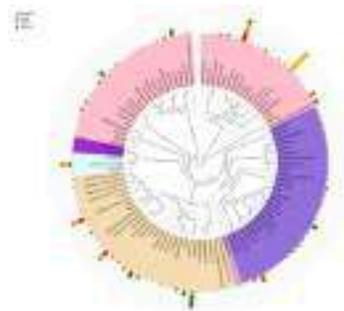
Hasil analisis ternary plot yaitu untuk mengungguli perbedaan spesies dominan di antara 3 sampel di setiap peringkat taksonomi. Berikut 10 spesies teratas dipilih dan plot terner diambil berdasarkan kelimpahan relatif (Gambar 24).



Gambar 24. Ternary Plot

Keterangan : Tiga simpul mewakili tiga sampel. Lingkaran mewakili spesies dominan dan ukurannya mewakili kelimpahan relatif. Kelompok yang dekat dengan lingkaran memiliki kelimpahan lebih tinggi dari spesies ini.

Hasil visualisasi analisis Evolutionary tree in genus terdapat 100 genera teratas dipilih dan pohon evolusi digambar menggunakan urutan mewakili yang diselaraskan. Kelimpahan relatif masing-masing genus juga ditampilkan di samping genus (Gambar 25).



Gambar 25. Evolutionary tree in genus

Keterangan : Warna cabang yang berbeda mewakili filum yang berbeda. Kelimpahan relatif dari masing-masing genus dalam setiap kelompok ditampilkan di luar lingkaran dan warna yang berbeda mewakili kelompok yang berbeda.

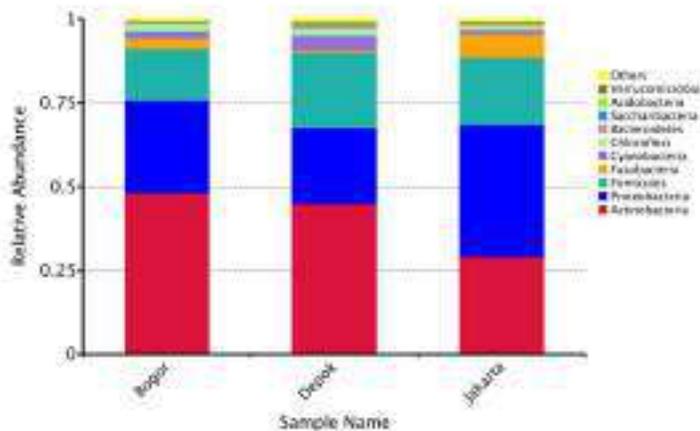
Berdasarkan hasil diagram venn berasal dari hasil analisis pengelompokan OTU dan persyaratan penelitian, kami menormalkan tabel OTU, menganalisis informasi umum dan unik untuk sampel (kelompok) yang berbeda, dan menghasilkan diagram Venn (Gambar 26). Hasil analisis menunjukkan bahwa di pada pencernaan ikan sapu-sapu diwilayah sungai ciliwung bogor terdapat 130 spesies mikroba yang spesifik, di Depok sebanyak 228 dan di Jakarta sebanyak 228 (Gambar 26).



Gambar 26. Diagram Venn

Keterangan : Setiap lingkaran mewakili satu sampel atau kelompok. Nilai dalam bagian yang tumpang tindih mewakili OTU umum. Yang Lain adalah OTU spesifik di setiap sampel.

Hasil mikroba teridentifikasi dalam opsional taxonomi unit (OTU) sebanyak 1563 yang sebagian besar dipetakan dalam filum (Gambar 27)



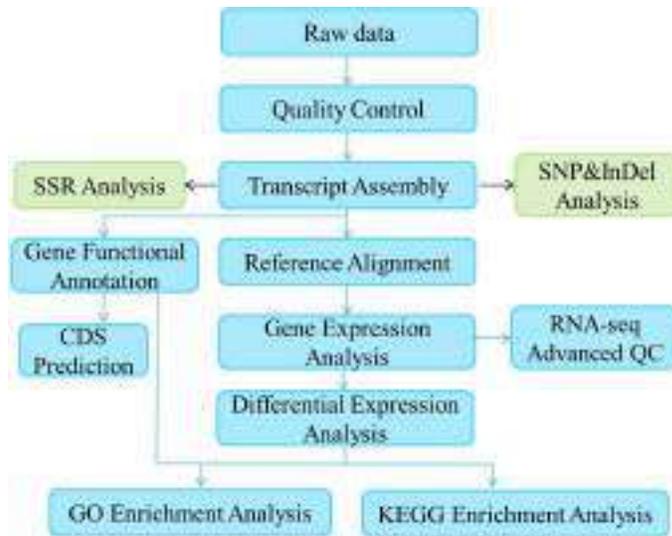
Gambar 27. The top 10 species in the different taxonomic ranks were selected to form the distribution histogram of relative abundance.

Berdasarkan ketiga lokasi pengambilan titik sampling, ditemukan bahwa terdapat 10 Filum mikroba yang mendominasi dengan kelimpahan yang berbeda-beda diantaranya Actinobacteria, Proteobacteria, Firmicutes, Fusobacteria, Cyanobacteria, Chloroflexi, Bacteroidetes, Saccharibacteria, Acidobacteria dan Verrucomicrobacteria (Gambar 1). Kelimpahan tertinggi pada ketiga lokasi adalah Filum Actinobacteria. Actinobacteria memiliki kelimpahan tertinggi terdapat di wilayah Bogor kemudian Depok dan diikuti wilayah Jakarta. Mikroba tersebut yang merupakan bakteri gram positif yang banyak ditemukan di perairan (Ranjani et al., 2016). Keberadaan mikroba yang terdapat pada saluran pencernaan ikan tersebut disebabkan karena kondisi lingkungan yang berbeda, maka dari itu hasil dari setiap lokasi memiliki nilai kelimpahan yang berbeda untuk masing-masing mikroba tersebut.

Selain itu kelompok mikroba lain yang melimpah adalah Proteobacteria. Kelompok Proteobacteria memiliki kelimpahan tertinggi di wilayah Jakarta kemudian Bogor selanjutnya Depok. Proteobacteria merupakan kelompok mikroba yang salah satu filum bakteri. Anggotanya mencakup berbagai bakteri patogen ternama, seperti Escherichia, Salmonella, Vibrio, dan elicobacter, serta bakteri yang sanggup bersimbiosis untuk menyemat nitrogen dari udara dan mengoksidasinya menjadi nitrat (Kersters et al., 2006). Kelompok mikroba yang memiliki kelimpah tertinggi lainnya adalah berasal dari Filum Firmicutes. Firmicutes merupakan mikroba yang sebagian besar memiliki struktur dinding sel Gram-positif (Mariat et al., 2009). Hasil yang ditemukan dalam penelitian ini, sesuai dengan penelitian Estruch et al., 2015 yang menunjukkann bahwa terdapat filum bakteri dominan Firmicutes, Proteobacteria, dan Actinobacteria pada gastrointestinal ikan.

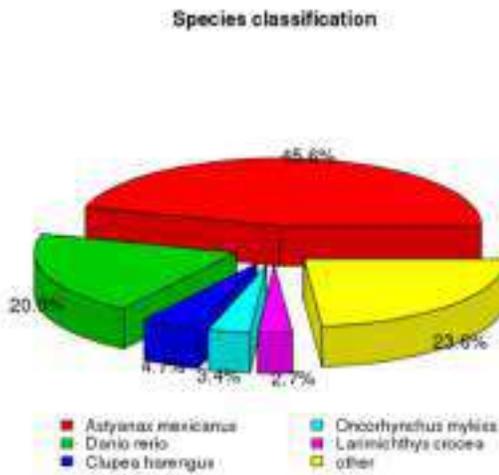
Gen resisten pada ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Analisis RNA sequencing dilakukan untuk melihat variasi pada ekspresi gen dan sekuensnya dari sampel otak dan hati yang berasal dari lokasi Bogor (hulu), Depok (tengah) dan Jakarta Utara (hilir) menggunakan metode dari Novogene. Hasil yang diperoleh dari QC untuk RNA dari sampel dapat digunakan untuk proses sekuensing lebih lanjut seperti Transcript Assembly, analisis fungsi gen, analisis ekspresi gen (Gambar 28).



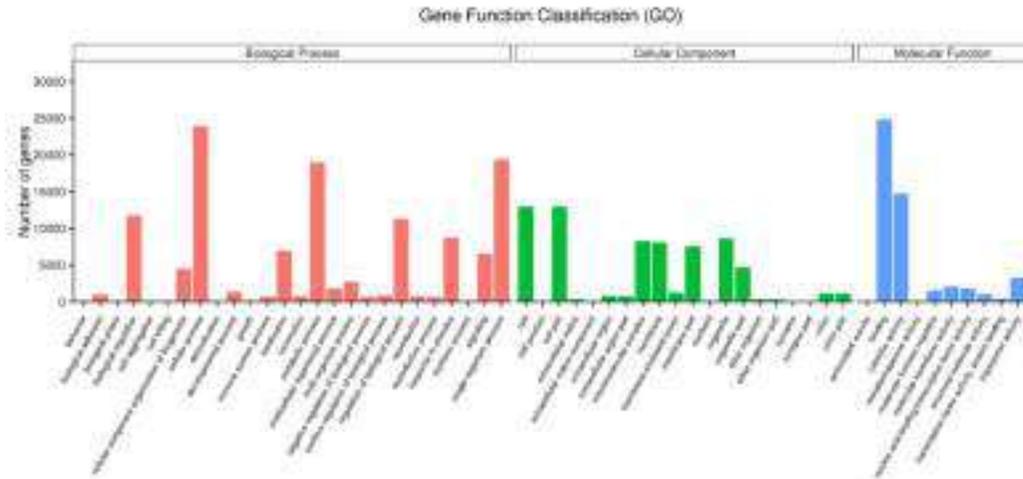
Gambar 28. Alur analisis ekspresi gen.

Karena belum ada data referensi untuk spesies ini, maka digunakan referensi dari beberapa hewan yang memiliki kemiripan seperti *Astyanax mexicanus* (45,6%), *Danio rerio* (20%), *Clupea harengus* (4,7%), *Oncorhynchus mykiss* (3,4%), dan *Larimichthys crocea* (2,7%) (Gambar 29).



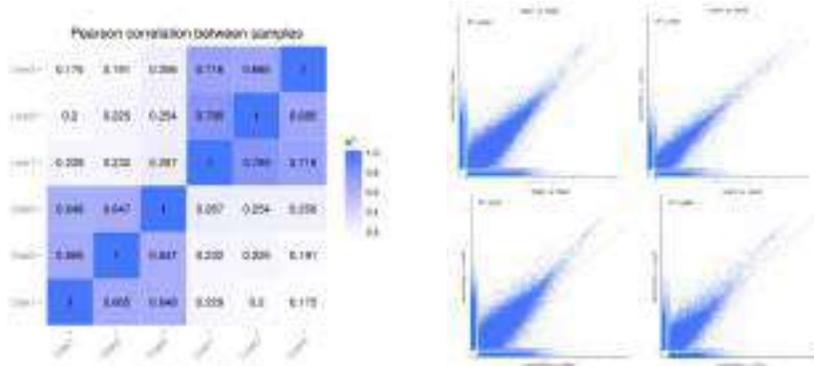
Gambar 29. Distribusi spesies.

Hasil analisis Gene Ontology (GO) diperoleh data produk gen fungsional yang dibagi dalam tiga kelompok, yaitu Proses Biologis (BP), Fungsi Molekul (MF) dan Komponen Seluler (CC). Istilah GO dari setiap ontologi dapat membentuk Directed Acyclic Topology. Dari masing-masing kelompok jumlah gen terbanyak pada BP terjadi pada proses selular, MF pada bagian sel dan bagiannya, dan CC pada binding (Gambar 30).



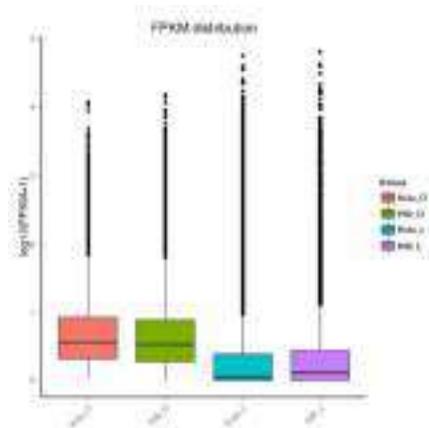
Gambar 30. Analisis GO

RNA-seq dapat mengungkapkan perbedaan ekspresi gen dalam sampel. Korelasi antara sampel merupakan indikator penting untuk menguji reliabilitas percobaan. Korelasi gen fungsional baik pada otak dan hati tidak menunjukkan adanya korelasi antara hulu dan hilir karena nilai $R^2 \leq 0,92$ (Gambar 31).



Gambar 31. Korelasi antar sampel

Untuk membandingkan level ekspresi gen dalam kondisi yang berbeda dapat digunakan diagram FPKM dan plot kotak. Untuk sampel otak, baik di hulu hilir menunjukkan terjadinya ekspresi gen dalam kondisi up regulation karena memiliki nilai FPKM $> 0,3$, sedangkan hal sebaliknya terjadi down regulation pada sampel hati (gambar 32). Pada sampel otak daerah hilir lebih banyak gen yang mengalami down regulation dibandingkan daerah hilir. Hal berbeda pada sampel hati, dimana daerah hilir lebih banyak yang mengalami up regulation dibandingkan hulu.



Gambar 32. down regulation pada sampel hati

Uji Bioakumulasi dan toksikologi

Diawali dengan budidaya ikan sapu-sapu di laboratorium

Berikut data proses pemeliharaan ikan uji bioakumulasi dan toksikologi

Tabel 14 Kualitas pH Air akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	7.53	7.46	7.315
2	7.59	7.61	7.59
3	7.72	7.725	7.62
4	7.765	7.77	7.64
5	7.77	7.835	7.795
6	7.685	7.915	7.925
7	7.97	7.78	7.87
8	7.87	7.845	7.835
9	7.945	8.04	7.915
10	7.9	7.975	7.995
11	7.92	8.035	8.12
12	7.88	8.105	8.03
13	7.34	7.8	7.47
14	7.82	8.125	8.02

Tabel 15 Kualitas Suhu Air Akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	28	27.55	28.1
2	28.05	27.8	28.15
3	27.75	27.85	27.55
4	27.35	27.3	27.1
5	27.15	27.45	27.05
6	26.75	26.6	26.4
7	28.95	28.35	28.5
8	27.45	27.2	27.05
9	27.5	28.05	27.65
10	27.45	27.15	27.05
11	27.3	27.45	27.05
12	27.3	26.95	27.05
13	16.45	29.5	29.55
14	26.75	27	26.7

Tabel 16 Kualitas TDS air akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	145.5	143	143.5
2	155	150	161.5
3	164.5	157.5	175
4	173	163.5	185
5	202	187.5	236
6	214	191.5	248.5
7	172.5	165.5	181.5
8	181	169	190.5
9	199	183	210
10	209.5	190	217
11	236	248.5	260
12	264	264.5	275.5
13	186.5	187.5	188
14	195	190.5	195

Tabel 17 Analisis proksimat pakan

Sampel	Co	Co+S	Co+S 105	Co+S 600	%BK	%KA	%BO
Pelet 1	33.3162	37.5652	37.2282	33.644	92.0687221	7.93127795	84.353966
Pelet 2	33.9245	35.9671	35.8032	34.0848	91.9759131	8.02408695	84.128072
Kentang 1	33.6518	37.0267	34.2047	33.6827	16.3827076	83.6172924	15.467125
Kentang 2	33.5341	37.3544	34.2047	33.569	17.5535953	82.4464047	16.640054
Ketimun 1	34.4342	39.5088	34.6644	34.4558	4.53631813	95.4636819	4.1106688
Ketimun 2	33.5341	37.3544	34.2047	34.1216	17.5535953	82.4464047	2.1752218
Cacing 1	33.5624	36.5703	33.8321	33.5939	8.96638851	91.0336115	7.9191462
Cacing 2	33.275	35.372	33.476	33.3006	9.5851216	90.4148784	8.36433

Tabel 18 Kadar amoniak air

Sampel	Vol. Titrasi	Kadar NH3
Kentang 1	6	0.051
Kentang 2	7	0.0595
Ketimun 1	5	0.0425
Ketimun 2	5	0.0425
Cacing 1	6	0.051
Cacing 2	8	0.068

Tabel 19. Berat awal ikan

Ekor	Kentang 1	Kentang 2	Ketimun 1	Ketimun 2	Cacing 1	Cacing 2
1	13.7	15.41	15.18	13.34	13.34	14.59
2	14.34	18.09	14.82	16.84	16.43	13.08
3	13.81	15.76	12	15.93	11.54	15.11
4	21.67	13.53	15.47	13.19	20.96	11.66
5	16.42	17.63	13.15	13.77	11.38	14.33
Rata-Rata	15.988	16.084	14.124	14.614	14.73	13.754

Tabel 20 Berat akhir ikan

Ekor	Kentang 1	Kentang 2	Ketimun 1	Ketimun 2	Cacing 1	Cacing 2
1	13.3	15.06	14.04	12.48	13.23	13.88
2	14.66	16.78	14.99	16.49	0	12.25
3	14.35	15.52	12.95	15.78	20.61	14.2
4	21.79	13.42	15	13.29	12.22	10.4
5	16.23	17.28	11.64	12.58	11.1	13.47
Rata-Rata	16.066	15.612	13.724	14.124	11.432	12.84

Uji ketahanan abon

1. Data Hasil Analisis Kadar Abu

Sampel	C	CS	CS105	CS600	%BK	%Aa	BK	%BO	%BA	%BHC rate*
Daging Segar										
D1	33,6500	37,0679	34,2798	33,6861	18,4365	81,5735	0,6298	94,268	3,7330	38,4301
D2	33,1750	37,4604	33,9821	33,2132	18,8337	81,1663	0,8971	95,267	4,7330	
Herbuk Daging										
S1	39,3207	40,3297	40,2975	39,3749	95,8087	3,19128	0,0768	94,4922	3,5078	96,4921
S2	32,9041	33,9612	33,9230	32,9626	96,5755	3,42446	1,0209	94,2698	3,7302	
Abon										
A1	33,7550	41,1538	39,3384	34,2681	78,1773	21,8227	3,7834	91,1281	8,8719	70,3838
A2	33,7728	41,2411	38,4771	34,1582	82,9902	17,0098	4,7945	91,9073	8,1923	

Keterangan :

- C = Berat Crucible
- CS = Berat Crucible + sampel
- CS 105 = Berat Crucible + sampel setelah di oven pada suhu 105°C
- CS 600 = Berat Crucible + sampel setelah di tanur pada suhu 600°C
- BK = Berat Kering
- BO = Berat Organik
- BA = Berat Abu

2. Data Hasil Analisis Kadar Lemak 0 Hari

ID Sampel	Ketaran	KS	Sampel	%Bt	BK Sampel	BK-100.000	Berat Akhir	% Lemak	rata-rata	STD DEV	Cover
Sebelum Daging											
D1	0.6383	0.851	0.2147	96,6923	0.8248	0.8229	0.1646	19.9567	25.0547	7,2096	28,7723
D2	0.4013	0.6313	0.2202		0.6009	0.5825	0.1812	30.1327			
Abon											
A1	0.5466	0.7332	0.2066	70,5838	0.5316	0.6635	0.1147	21.5749	22.3552	1,1035	4,9581
A2	0.5683	0.7967	0.2284		0.5823	0.6984	0.1301	23.1334			
Abon (radikal)											
A1 5.1 (1)	0.4253	0.6439	0.2166	70,5838	0.4521	0.5547	0.1294	28.3803	27.4261	1,6039	5,8481
A1 5.1 (2)	0.4754	0.6962	0.2208		0.4914	0.6046	0.1292	26.2920			
A1 5.2 (1)	0.544	0.7712	0.2272	70,5838	0.5943	0.6728	0.1288	22.6626	24.9737	1,8556	7,4302
A1 5.2 (2)	0.4667	0.6771	0.2108		0.4782	0.5324	0.1207	26.2838			
A1 5.3 (1)	0.4706	0.681	0.2124	70,5838	0.4821	0.5922	0.1216	25.2237	24.8930	0,8919	5,6266
A1 5.3 (2)	0.4761	0.6752	0.1991		0.4766	0.5903	0.1142	23.9623			
A1 10.1 (1)	0.4788	0.6571	0.2083	70,5838	0.4820	0.6005	0.1217	25.0938	25.0238	0,6990	0,3976
A1 10.1 (2)	0.4864	0.6972	0.2108		0.4921	0.6002	0.1228	24.9338			
A1 10.2 (1)	0.4643	0.686	0.2217	70,5838	0.4842	0.594	0.1297	26.7862	24.5600	3,1483	12,8187
A1 10.2 (2)	0.5374	0.746	0.2096		0.5266	0.655	0.1176	22.1339			
A1 10.3 (1)	0.5223	0.7637	0.2412	70,5838	0.5389	0.6741	0.1538	28.1681	28.3084	0,1984	0,7006
A1 10.3 (2)	0.4634	0.6739	0.2104		0.4756	0.5987	0.1353	28.4487			
A1 15.1 (1)	0.5381	0.6646	0.1265	70,5838	0.4691	0.6049	0.0668	14.2400	12.8300	1,9942	15,7493
A1 15.1 (2)	0.547	0.6538	0.1068		0.4615	0.5997	0.0527	31.4399			
A1 15.2 (1)	0.4854	0.6947	0.2095	70,5838	0.4805	0.614	0.1286	26.2284	27.7682	1,1805	7,8314
A1 15.2 (2)	0.4694	0.6917	0.2229		0.4882	0.6125	0.1431	29.1101			
A1 15.3 (1)	0.509	0.7132	0.2042	70,5838	0.5034	0.6252	0.1162	23.0829	17.0683	8,5063	49,8375
A1 15.3 (2)	0.5382	0.6255	0.1078		0.4915	0.587	0.0488	31.0522			

Data Hasil Analisis Lemak 20 hari

ID Sampel	Ketaran	KS	Sampel	%Bt	BK Sampel	BK-100.000	Berat Akhir	% Lemak	rata-rata	STD DEV	Cover
Sebelum Daging											
D1	0.7392	0.7903	0.2239	94,6923	0.7039	0.8867	0.1852	23.1984	25.6098	0,1433	0,5573
D2	0.7132	0.7548	0.2145		0.7132	0.8215	0.2031	22.7125			
Abon											
A1	0.5302	0.754	0.2145	70,5838	0.5327	0.6293	0.1855	26.2184	26.4072	1,1047	4,1593
A2	0.5143	0.742	0.2137		0.5242	0.6492	0.1426	32.7141			
Abon (radikal)											
A1 5.1 (1)	0.4444	0.7009	0.2185	70,5838	0.5373	0.6704	0.1204	23.4792	25.5443	0,9923	0,3911
A1 5.1 (2)	0.5177	0.7325	0.2180		0.5189	0.6409	0.1220	23.0094			
A1 5.2 (1)	0.5228	0.7466	0.2168	70,5838	0.5284	0.6377	0.1849	23.6993	25.6638	0,3349	0,9317
A1 5.2 (2)	0.5122	0.7489	0.2161		0.5212	0.6479	0.1947	23.8272			
A1 5.3 (1)	0.5099	0.7276	0.2172	70,5838	0.5132	0.6244	0.1846	24.2817	24.6024	0,8653	2,4722
A1 5.3 (2)	0.5942	0.7249	0.2107		0.5117	0.6347	0.1305	23.5093			
A1 10.1 (1)	0.5957	0.7273	0.2204	70,5838	0.5152	0.6558	0.1523	25.7397	26.8888	0,1377	0,4827
A1 10.1 (2)	0.5948	0.7274	0.2238		0.5134	0.6361	0.1383	25.5733			
A1 10.2 (1)	0.5182	0.7384	0.2232	70,5838	0.5299	0.6477	0.1385	25.2615	26,2000	0,0708	0,3808
A1 10.2 (2)	0.5138	0.7372	0.2280		0.5218	0.6449	0.1382	23.2582			
A1 10.3 (1)	0.5172	0.7394	0.2232	70,5838	0.5212	0.6528	0.1386	26.5270	26,6880	0,8110	2,2837
A1 10.3 (2)	0.5148	0.7378	0.2282		0.5228	0.6574	0.1428	27.4211			
A1 15.1 (1)	0.4891	0.7308	0.2189	70,5838	0.5013	0.6592	0.1803	27.8580	28,0017	0,1918	0,8802
A1 15.1 (2)	0.4860	0.7302	0.2222		0.5018	0.6264	0.1465	28.2274			
A1 15.2 (1)	0.4990	0.7309	0.2310	70,5838	0.5088	0.6394	0.1365	27.4154	27,3035	0,1618	0,5897
A1 15.2 (2)	0.4979	0.7186	0.2398		0.5072	0.6217	0.1879	27.3877			
A1 15.3 (1)	0.4970	0.7324	0.2125	70,5838	0.5025	0.6211	0.1292	24.6666	24,6316	0,2393	0,9704
A1 15.3 (2)	0.4890	0.7421	0.2132		0.5047	0.6211	0.1252	24.8046			

Keterangan : BK = Berat Kering + Sampel
 BK = Berat Kering
 BK-100.000 = Berat Kering Sampel setelah proses dehidrasi dan oven pada suhu 103°C

3. Data Hasil Analisis Protein 0 hari

ID Sampel	Berat Awal	HCl 0,1 N (ml)	NaOH 0,1 N (ml)	% N	%protein	%rata-rata
Daging						
D1	0,504	60	10,8	14,1342	88,34	86,36
D2	0,506	60	11,2	13,5020	84,39	
Akum						
A(1)	0,5012	30	6	6,7039	41,90	43,94
A(2)	0,5043	30	3,5	7,3567	45,98	
Akum Iradiasi						
Ai 5 (1)	0,5070	30	1,1	7,9661	49,70	50,42
Ai 5 (2)	0,509	30	0,3	8,1690	51,05	
Ai 10 (1)	0,5074	30	3,3	6,8121	42,39	44,42
Ai 10 (2)	0,5033	30	3,4	7,3952	46,04	
Ai 15 (1)	0,5017	30	4,3	7,1736	44,82	41,61
Ai 15 (2)	0,5038	30	7,8	6,1467	38,40	

Data Hasil Analisis Protein 30 hari

ID Sampel	Berat Awal	HCl 0,1 N (ml)	NaOH 0,1 N (ml)	% N	%protein	%rata-rata
Daging						
D1	0,5072	50	9,7	11,3238	69,52	69,84
D2	0,5088	50	9,2	11,2264	70,17	
Akum						
A(1)	0,5023	30	3,8	6,7450	42,16	44,10
A(2)	0,5075	30	3,3	7,3853	46,03	
Akum Iradiasi						
Ai 5 (1)	0,5025	30	5	6,9652	43,53	45,43
Ai 5 (2)	0,5028	30	2,8	7,3236	47,32	
Ai 10 (1)	0,5074	30	3,6	7,3567	45,98	46,69
Ai 10 (2)	0,5037	30	2,6	7,3853	47,41	
Ai 15 (1)	0,5086	30	1,3	7,8451	49,03	49,13
Ai 15 (2)	0,5082	40	11,4	7,8772	49,25	

4. Data Hasil Analisis Mikroba

Perlakuan	Waktu	Bakteri (cfu/g)	Kapang	Coliform	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella-Shigella</i>
Kontrol	0 hari	1000	300	TTD	TTD	TTD
	30 hari	40000	TTD	TTD	TTD	TTD
5 KGy	0 hari	TTD	500	TTD	TTD	TTD
	30 hari	2000000	300	TTD	TTD	TTD
10 KGy	0 hari	TTD	100	TTD	TTD	TTD
	30 hari	1000000	TTD	TTD	TTD	TTD
15 KGy	0 hari	TTD	TTD	TTD	TTD	TTD
	30 hari	40000	TTD	TTD	TTD	TTD

Keterangan : TTD = Tidak terdeteksi

5. Data Hasil Analisis Bakteri Coliform (Metode MPN)

Sampel	Waktu	
	0 hari	30 hari
Kontrol	Negatif	Negatif
5 KGy	Negatif	Negatif
10 KGy	Negatif	Negatif
15 KGy	Negatif	Negatif

Luaran yang telah dicapai tahun 2019

No.	Judul luaran	Bentuk
1.	Heavy metal contamination of Ciliwung River, Indonesia https://www.scientific-publications.net/en/article/1001864/	Artikel jurnal internasional pada: J. of Int'l Scientific Publication. Eco & Safety 13:106-111
2	Diversity and Density of Pleco (Pterygoplycthis sp) in Ciliwung River, Jakarta Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)
3	The content of heavy metal of Plecostomus ((Pterygoplichthys pardalis) from the Ciliwung River Jakarta, Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)
4	The potential of Pterygoplichthys pardalis from Ciliwung River Indonesia as an alternative source of protein	Artikel konferensi internasional Environment Agriculture and Biotechnology (Bangkok, 29 November 2019)
5	Gut content analisis of Pterygoplichthys pardalis from Ciliwung River, Jakarta	Artikel Seminar internasional pada Konferensi Internasional KOBI (Pontianak, 6-8 September 2019)
6	Naskah akademik Hasil FGD	Hasil kegiatan FGD
7	Buku "Bioekologi ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung"	Buku

D. **STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran dan status luaran yang telah dihasilkan selama kegiatan penelitian meliputi:

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
1	Morphometric and meristic of common pleco (Loricariidae) on Ciliwung river watershed south Jakarta region. http://www.journalijar.com/article/13512/morphometric-and-meristic-of-common-pleco-(loricariidae)on-ciliwung-river-watershed-south-jakarta-region./	Artikel jurnal internasional pada: Int'l J. of Advanced Research 4(11):57-62	Terbit
2	DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River http://www.journalijar.com/article/14628/dna-barcodes-of-the-pleco-(loricariidae,-pterygoplichthys)-in-the-ciliwung-river./	Artikel jurnal internasional pada : Int'l J. of Advanced Research 5(2):33-45	Terbit
3	Analisa keragaman ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung wilayah Jakarta	Makalah seminar yang telah dipresentasikan pada Kongres dan Seminar Nasional Perhimpunan Biologi	Prosiding terbit pada bulan April 2018

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
		Indonesia (PBI) ke XXIV di Manado 25-26 Agustus 2017	
4	Deteksi Bakteri Pencemar Lingkungan (Coliform) Pada Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung. http://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/244	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 4 (1): 24-27	Terbit
5	Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di perairan sungai Ciliwung https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/237/224	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 3(4): 221-225	Terbit
6	Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter pola abdomen di perairan Ciliwung. http://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/24948	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: J. of Bio 20(1):40-43	Terbit
7	Abiss (Abon ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708534	Pemeriksaan substantif
8	Geliss (Gelatin ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708530	Pemeriksaan substantif
9	Tangkass (Tepung tulang ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708532	Pemeriksaan substantif
10	The correlation between heavy metal and nutrient content in Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis) from Ciliwung river in Jakarta. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/16248/8717	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Biosaintifika 10(3): 597-604	Terbit
11	Heavy metal contamination of Ciliwung River, Indonesia https://www.scientific-publications.net/en/article/1001864/	Artikel jurnal internasional pada: J. of Int'l Scientific Publication. Eco & Safety 13:106-111	Terbit
12	The content of nutrient of Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis) from Ciliwung River Jakarta. https://smujo.id/nb/article/view/3063/2762	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Nusantara Bioscience 11(1): 30-34	Terbit
13	Diversity and Density of Pleco (Pterygoplycths sp) in Ciliwung River, Jakarta Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)	Terbit
14	The content of heavy metal of Plecostomus ((Pterygoplichthys pardalis) from the Ciliwung River Jakarta, Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)	Terbit
15	Impact of heavy metal contamination on Ciliwung Rivers toward Pleco ((Pterygoplichthys pardalis)	International Journal of Ecology	In Review

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
16	The potential of <i>Pterygoplichthys pardalis</i> from Ciliwung River Indonesia as an alternative source of protein	Artikel konferensi internasional Environment Agriculture and Biotechnology (Bangkok, 29 November 2019)	Accepted
17	Gut content analysis of <i>Pterygoplichthys pardalis</i> from Ciliwung River, Jakarta	Artikel Seminar internasional pada Konferensi Internasional KOBI (Pontianak, 6-8 September 2019)	In Review
18	Naskah akademik Hasil FGD	Hasil kegiatan FGD	Tersedia
19	Buku "Bioekologi ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung"	Buku	Naskah/Draft
20	Dokumen Uji Coba Produk	Hasil uji coba penelitian	Tersedia

.....

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Realisasi kerja sama dengan mitra

Mitra merupakan Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) yang dalam hal ini diwakili oleh Manajer mutu Laboratorium Pengujian di balai riset tersebut. Mitra memiliki komitmen yang cukup baik selama proses penelitian yang berlangsung sejak tahun 2017 hingga 2019. Selama 3 tahun pelaksanaan penelitian, peneliti dan mitra melakukan banyak kegiatan penelitian bersama sehingga menghasilkan beberapa output bersama-sama, diantara artikel pada jurnal internasional, dan prosiding internasional. Saat ini peneliti dan mitra masih bekerja sama dalam proses penyusunan buku agar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber referensi bagi pihak yang akan melakukan riset terkait ikan sapu-sapu

Kontribusi Mitra

Mitra berkontribusi dalam memfasilitasi peminjaman kolam ikan, penggunaan fasilitas laboratorium dan membantu dengan memberi izin penggunaan sejumlah alat dan bahan yang tersedia di lokasi mitra untuk dapat dipakai oleh para pelaksana penelitian di laboratorium. Mitra juga membantu memberi arahan agar penelitian dapat memberi hasil yang sesuai dengan keinginan dan harapan mitra. Hal ini bertujuan agar hasil penelitian dapat dimanfaatkan oleh mitra sebagai balai riset ikan hias

.....

F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala pada saat melaksanakan penelitian ini:

Pada tahun pertama dan kedua, jumlah dana yang disetujui sangat jauh dari jumlah dana yang diharapkan untuk dapat melaksanakan seluruh kegiatan penelitian, sehingga ada beberapa perubahan agenda penelitian misalnya lokasi kegiatan penelitian pada tahun pertama dan kedua hanya dapat dilakukan di wilayah Jakarta, baru pada tahun ketiga lokasi kegiatan dapat ditambah sesuai dengan rencana penelitian pada proposal awal (tahun 2016). Selain lokasi kegiatan, perubahan kegiatan juga harus dilakukan sesuai dengan dana yang disetujui, sehingga ada beberapa topik penelitian yang diundur pelaksanaannya pada tahun ketiga

Pada tahun ketiga, terdapat sejumlah kendala dalam pelaksanaan penelitian:

1. kegiatan pengambilan sampel di lokasi sampling (dalam hal ini Sungai Ciliwung wilayah Bogor, Depok dan Jakarta) yang amat sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca;
2. beberapa jenis analisa membutuhkan kondisi objek penelitian (ikan-sapu-sapu) yang segar, namun adakalanya karena masalah teknis seringkali ikan sudah mati lebih dulu sebelum memperoleh perlakuan di laboratorium;
3. beberapa metode analisa memerlukan reagen (bahan analisa) yang tidak ready stock atau membutuhkan prosedur khusus untuk melakukan pemesanan (karena tidak dijual dengan mudah), seperti waktu pemesanan yang agak lama karena bahan tersebut tidak tersedia di Indonesia (Kit analisa molekuler, logam berat, sekuensing hasil PCR dsb);
4. terdapat sejumlah alat laboratorium yang rusak pada saat penelitian akan dilaksanakan, sehingga harus menunggu proses perbaikan alat agar dapat digunakan untuk mencapai hasil penelitian;
5. Lamanya waktu memperoleh perizinan Ethical Clearance agar dapat melakukan uji coba pada ikan sapu-sapu juga menjadi salah satu kendala yang menyebabkan sampai saat ini proses penelitian Bioakumulasi dan biotoksikologi logam berat pada ikan sapu-sapu masih dilaksanakan

Kendala tersebut, sebagian besar dapat diselesaikan sehingga penelitian tetap dapat dilaksanakan meskipun terjadi pemunduran waktu pelaksanaannya

Terkait luaran yang dijanjikan, beberapa jurnal internasional membutuhkan waktu yang panjang untuk proses penertbitan naskah artikel, sehingga beberapa naskah baru dapat terbit beberapa bulan kemudian (lebih dari 6 bulan sejak waktu submit)

.....

G. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana tindak lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Penelitian Bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang Sungai Ciliwung tahun 2019 belum selesai dilakukan pada kegiatan uji bioakumulasi dan toksikologi logam berat pada ikan sapu-sapu. Penelitian ini mengalami kemunduran karena beberapa hal yang meliputi logam berat yang digunakan sebagai bahan agak sulit diperoleh dan membutuhkan waktu yang relative lama mulai dari masa pemesanan hingga bahan tersebut tiba di laboratorium. Kendala selanjutnya adalah pengujian sample ikan membutuhkan surat Ethical Clearance dari pihak yang berwenang mengeluarkan surat tersebut. Proses ini membutuhkan waktu yang tidak singkat butuh 2-3 bulan mulai dari pengajuan kepada institusi terkait hingga dikeluarkan surat pernyataan perizinan uji laboratorium dengan menggunakan logam berat pada ikan sapu-sapu sebagai objek penelitian. Oleh karena itu, penelitian yang belum selesai ini akan tetap dilanjutkan pada tahun 2020.

Penelitian lanjutan Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang Sungai Ciliwung rencananya akan dilakukan untuk beberapa tahun ke depan (tahun 2020-2025). Dari hasil yang telah diperoleh pada tahun 2018 dan 2019, dapat diperoleh informasi bahwa ikan sapu-sapu memiliki kandungan protein yang tinggi menyerupai kandungan protein pada ikan air tawar lainnya, namun memiliki kadar lemak dan karbohidrat yang sangat rendah. Oleh karena itu ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung berpotensi sebagai sumber protein hewani alternatif yang murah, mudah diperoleh dan bernilai ekonomis tinggi. Kandungan protein yang tinggi juga terdapat pada abon, siomay dan tepung tulang ikan. Akan tetapi, kondisi perairan Sungai Ciliwung yang tercemar logam berat dengan kadar yang tinggi di atas ketentuan bagi suatu wilayah perairan, menyebabkan daging dan produk pangan berbasis daging ikan sapu-sapu menjadi tidak aman untuk dikonsumsi karena memiliki mengandung kadar logam di atas nilai batas aman konsumsi yang ditetapkan oleh pemerintah (0,10 ppm) (BPOM RI, 2017) dan (SNI BSN 2009). Oleh karena itu butuh upaya budidaya ikan sapu-sapu di bantaran Sungai Ciliwung sebagai salah satu upaya mencegah konsumsi daging ikan yang mengandung logam berat, juga memenuhi kebutuhan ekonomi para pencari ikan sapu-sapu untuk dapat menjual daging ikan yang sehat. Selain itu, pakan dari ikan sapu-sapu budidaya rencananya berupa larva Black Soldier Fly (BSF) yang akan diproduksi dari sampah-sampah organik yang dikumpulkan di sepanjang bantaran Sungai Ciliwung. Selain melakukan penelitian terkait budidaya ikan tersebut, masih diperlukan pengujian pada ikan hasil budidaya terkait kadar logam agar dapat diperoleh hasil yang dapat melihat adanya penurunan kadar logam.

Roadmap Ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung 2015-2025



H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] Rosnaeni, D. Elfidasari dan M. R. Fahmi, "DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River.," *International Journal of Advance Research*, vol. 5, no. 2, pp. 33-45, 2017.
- [2] J. C. Jumawan, A. A. Herrera dan S. D. Jacinto, "Length-weight and Gonadomorphometric Characterization of the Janitor Fish *Pterygoplichthis* Gill, 1858 from Marikina River, Philippines: Reproduction in an Invasive Fish Before Tropical Dtorrm Ondoy.," *Agricultural Research*, vol. 1, pp. 1-15, 2010.
- [3] I. Mahardika dan L. Parede, "Analisi filogenetik sekuen nukleotida bagian hipervariabel protein VP2 virus gumboro isolat Indonesia," *Veteriner*, vol. 9, pp. 60-64, 2008.
- [4] N. Dharmayanthi, "Filogenetika molekuler: metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi," *Wartazoa*, vol. 21, pp. 1-10, 2011.
- [5] N. Hebert, R. Hanner, E. Holm, E. E. Nicholas, E. Taylor, M. Burrige, D. Watsinson, P. Dumon, A. Curry, P. Bentzen, Zhang, J. April dan Bernatchez, "Identifying canadian freshwater fishes through DNA barcodes.," *J. Plos One*, vol. 3, pp. 174-180, 2004.
- [6] R. D. Ward, T. S. Zemlak, B. H. Innes, P. R. Last dan P. N. Hebert, "DNA barcoding Australia's fish species," *Philos Trans R Soc Land B Biol Sci*, vol. 360, pp. 1847-1857, 2005.
- [7] A. Samat, "Dietary Analysis of an Introduced Fish, *Pterygoplichthys paedalis* From Sungai Langat, Selangor, Penin Sular Malaysia," *The Malayan Nature Journal*, pp. 68 (1) : 241-246, 2016.
- [8] F. A. C. R. B. B. M. Moroni, "Limitation in Decision Context for Selection of Amazonian Armoured Catfish acari-bodo (*Pterygoplichthys pardalis*) as Candidate Species for Aquaculture," *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, pp. 7 (8) : 142-150, 2015.
- [9] Prihardhyanto, *Beberapa Aspek Biologi Ikan Sapu-sapu (Hypostamus sp. dan Hyposarcus pardalis)*, Depok: Depok : Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indonesia., 1995.
- [10] M. I. Effendie, *Biologi perikanan*, Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama, 2002.
- [11] R. L. A. A. Delariva, "Relationship Between Morphology and Diets of Six Neotropical Loricariids.," *Journal of Fish Biology*, pp. 58 : 832-847, 2001.
- [12] A. Halwa, "Bioakumulasi kandungan logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr) pada daging ikan sapu-sapu di bagian hulu hingga hilir Sungai Ciliwung," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2016.
- [13] A. L. da Cruz, H. R. da Silva, L. M. Lundstedt, A. R. Schwantes, G. Moraes, W. Klein dan M. N. Fernandes, "Air breathing behavior and physiological responses to hypoxia and air exposure in the air breathing Loricariid fish, *Pterygoplichthys anisitsi*," *Fish Physiology and Biochemistry*, vol. 39, pp. 243-256, 2013.
- [14] L. Nico, P. Butt, G. Johnston, H. Jelks, M. Kail dan S. Walsh, "Discovery of south American suckermouth armored catfish (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Santa Fe River drainage, SUwannee Riser Basin, USA.," *Bioinvasions Records*, vol. 1, no. 3, pp. 179-200, 2012.
- [15] S. Yudo, "Kondisi pencemaran logam berat di perairan Sungai DKI Jakarta," *Jurnal Air Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 1-15, 2006.
- [16] R. Puspasari, "Logam dalam Ekosistem Perairan," *J. BAWAL*, pp. 1(2): 43-47, 2006.
- [17] Palar, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Jakarta: Rineka Cipta, 2008.

- [18] N. Cahyani, L. Batu dan Sulistino, "Kandungan Logam Berat Pb, Hg Cd dan Cu Pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) Di Estuari Sungai Donan, Cilacap Jawa Tengah," *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, vol. 19 (3), pp. 267-276, 2016.
- [19] N. Priyanto, Dwiytno dan F. Ariyani, "Heavy metal residues (Hg, Pb, Cd, and Cu) in fish, water, and sediment at Cirata Reservoir, West Java.," *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 3 (1), 2008.
- [20] D. Elfidasari, L. N. Ismi, A. P. Shabira dan I. Sugoro, "The Correlation between Heavy Metal and Nutrient Content in *Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis)* from Ciliwung River in Jakarta," *Biosaintifika*, vol. 10, no. 3, pp. 597-604, 2018.
- [21] K. L. Taufik, "Kualitas air Hulu dan Tengah Sungai Ciliwung Kabupaten Bogor Jawa Barat. [skripsi]," Bogor, (ID): Institut Pertanian Bogor, 2003.
- [22] Yudo, "Kondisi Kualitas Air Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen, dan Bakteri *E.coli*," *J. Air Indonesia*, pp. 6(1): 34-42, 2010.
- [23] D. Hendrawan, "Kualitas air Sungai Ciliwung ditinjau dari parameter minyak dan lemak.," *Jurnal ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, vol. 15, no. 2, pp. 85-93, 2008.
- [24] I. Rachmawati, "Aspek Biologi Reproduksi Ikan Beunteur (*Puntius binotatus* C. V. 1842, Famili Cyprinidae) di Bagian Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, Jawa Barat.," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.
- [25] R. Hadiaty, "Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane," *Berita Biologi*, vol. 10, no. 4, pp. 491-504, 2011.
- [26] International River Foundation, "Help Save the Ciliwung River Indonesia.," 2011. [Online]. Available: <http://www.riverfoundation.org.au/event.php?e=1289>. [Diakses 5 Oktober 2015].
- [27] J. Ambruster dan L. Page, "Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae).," *Neotropical Ichthyology*, vol. 4, no. 4, pp. 401-409, 2006.
- [28] A. Bijukumar, R. Smrithy, U. Sureshkumar dan S. George, "Invasion of South American suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae) in Kerala, India-a case study," *J. of Threatened Taxa*, vol. 3, pp. 6987-6995, 2015.
- [29] L. W. Wu, C. C. Liu dan S. M. Lin, "Identification of exotic Sailfin Catfish species (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) in Taiwan based on morphology and mtDNA sequences.," *Zoological Studies*, vol. 50, pp. 235-246, 2011.
- [30] D. D. Zworykin dan S. V. Budaev, "Non-indigenous armored catfish in Vietnam: Invasion and systematic," *Ichthyol. Res.*, vol. 60, pp. 327-333, 2013.
- [31] R. L. Delariva dan A. A. Agostinho, "Relationship between morphology and diets of six neotropical fishes," *J. Fish Biology*, vol. 58, pp. 832-847, 2001.
- [32] R. Puspasari, "Logam dalam ekosistem perairan," *j. Bawal*, vol. 1, no. 1, pp. 43-47, 2006.
- [33] A. M. Hill dan D. M. Lodge, "Replacement of resident crayfishes by an exotic crayfish: the role of competition and predation," *Ecol. app.*, vol. 9, no. 2, pp. 678-690, 1999.
- [34] J. Mallet, "Hybrid speciation," *Nature*, vol. 446, pp. 279-283, 2007.
- [35] D. Wowor, "Studi biota perairan dan herpetofauna di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dan Cisadane: Kajian hilangnya keanekaragaman hayati," Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, 2010.
- [36] M. Kottelat, A. J. Whitten, S. N. Kartikasari dan S. Wiroatmaja, *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*, Jeman: Periplus, 1993.
- [37] A. Ene, A. Bosneaga dan L. Georgescu, "Determination Of Heavy Metals In Soils Using XRF Technique," *J. Rom. Journ. Phys.*, vol. 55, no. 7-8, pp. 815-820, 2010.

- [38] J. J. Hoover, C. E. Murphy dan J. Killgore, "Ecological impacts of suckermouth catfishes (Loricariidae) in North America: a conceptual model," *Aquatic Nuisance Species Research Prog. Bull*, vol. 14, no. 1, pp. 1-13, 2014.
- [39] L. M. Page dan R. H. Robins, "Identification of sailfin catfishes (Teleosti:Loricariidae) in south-eastern Asia," *The Raff. Bull. of Zool*, vol. 54, pp. 455-457, 2006.



PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN TAHUN TUNGGAL

ID Proposal: 30da739f-892f-494f-8109-c9a36f4d476a
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-3 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang daerah aliran Sungai Ciliwung

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Inovasi Berbasis Sains dan Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas dan Pertumbuhan Ekonomi yang Berkesinambungan	-	Ketahanan Pangan, Konservasi SDA dan Ekosistem	Biologi (dan Bioteknologi Umum)

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	5	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
DEWI ELFIDASARI Ketua Pengusul	Universitas Al-azhar Indonesia	Biologi		6007020	0
RIRIS LINDIAWATI PUSPITASARI Anggota Pengusul 2	Universitas Al-azhar Indonesia	Biologi	Melakukan pembuatan prototype produk pangan berbahan dasar ikan sapu-sapu, analisa nutrisi dan	6014176	0

			kandungan logam		
Dr. Dra WAHYU PRIHATINI M.Si Anggota Pengusul 1	Universitas Pakuan	Biologi	Melakukan Analisa fisiologi, bioakumulasi logam berat, identifikasi protein dan gen pengatur akumulasi logam	6000346	0

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Dr. Melta Rini Fahmi

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
3	Dokumentasi hasil uji coba produk	Ada	-

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
--------------	--------------	---	--

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 244,747,000

Tahun 1 Total Rp. 0

Tahun 2 Total Rp. 0

Tahun 3 Total Rp. 244,747,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	OH	1	500,000	500,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	P (penelitian)	4	1,500,000	6,000,000
Analisis Data	Honorarium narasumber	OJ	5	500,000	2,500,000
Analisis Data	Transport Lokal	OK (kali)	10	150,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Unit	20	100,000	2,000,000
Analisis Data	Uang Harian	OH	20	75,000	1,500,000
Bahan	ATK	Paket	1	1,700,000	1,700,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Unit	1	93,560,000	93,560,000
Bahan	Barang Persediaan	Unit	1	47,437,000	47,437,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Paket	1	8,000,000	8,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Paket	1	1,000,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Paket	1	600,000	600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	OH	2	500,000	1,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Paket	2	5,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	Paket	2	3,000,000	6,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	3	300,000	900,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	OH	5	180,000	900,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	10	150,000	1,500,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	Paket	1	8,000,000	8,000,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di dalam kantor	OH	6	150,000	900,000
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	OH	6	250,000	1,500,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	OB	10	300,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Transport	OK (kali)	20	150,000	3,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	OH	20	150,000	3,000,000
Pengumpulan Data	Uang Harian	OH	50	75,000	3,750,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	OH	100	25,000	2,500,000

Jenis Pembelanjaan	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	OJ	140	25,000	3,500,000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Unit	2	4,000,000	8,000,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	OK (kali)	30	150,000	4,500,000

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Penelitian Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung ini merupakan bagian dari serangkaian kegiatan penelitian Eksplorasi ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung. Penelitian ini bagian dari “Eksplorasi Sungai Ciliwung” yang tercantum pada Renstra Penelitian Universitas Al Azhar Indonesia (UAI) tahun 2017-2020 (saat ini sedang dalam proses penyusunan). “Eksplorasi Sungai Ciliwung” adalah salah satu kegiatan penelitian pada Pusat Studi Lingkungan dan Kesehatan UAI. Eksplorasi ini dilakukan terkait serangkaian kegiatan yang telah dilakukan oleh UAI bersama beberapa institusi (Pemprov DKI, Kodam Jaya, PBI Cab. Jakarta, Perusahaan Gas Negara (PGN), Astra, Budha Tzu-chi) yang peduli terhadap pelestarian lingkungan DAS Ciliwung sejak awal tahun 2015. Tujuan dari “Eksplorasi Sungai Ciliwung” adalah untuk mengumpulkan data, menganalisa dan mengidentifikasi kondisi perairan DAS Ciliwung sehingga dapat diupayakan cara untuk menjaga DAS Ciliwung dan sekitarnya sesuai peruntukannya yaitu pemasok air baku minum dan drainase bagi penduduk Kota Jakarta. Tujuan jangka panjang penelitian Bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang DAS Ciliwung adalah untuk melihat peran, fungsi serta potensi keberadaan ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung. Tujuan khusus penelitian adalah untuk melakukan memperoleh data Bioekologi ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung mulai dari kawasan Bogor hingga Jakarta agar diperoleh informasi biologi (morfologi, anatomi, taksonomi, fisiologi, reproduksi, molekuler) dan ekologi ikan sapu yang lengkap. Target luaran akhir dari Eksplorasi ikan sapu-sapu di DAS Ciliwung adalah informasi yang lengkap dan menyeluruh terkait bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang DAS Ciliwung melalui serangkaian metode pengumpulan data yang dilakukan secara berkesinambungan. Penelitian yang telah dilakukan selama 3 tahun ini memberikan sejumlah informasi penting terkait kondisi dan potensi ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung. Hasil penelitian pada tahun pertama membuktikan bahwa ikan sapu-sapu pada Sungai Ciliwung hanya terdiri dari satu spesies saja yaitu *Pterygoplichthys pardalis*, meskipun secara morfologi terdapat perbedaan motif dan bentuk tubuhnya. Selain itu daging ikan sapu-sapu memiliki kandungan protein yang tinggi dan kandungan lemak yang relatif rendah sehingga berpotensi sebagai sumber protein hewani alternatif. Akan tetapi hasil penelitian tahun kedua menunjukkan bahwa pada daging, insang, hati, otak dan ginjal ikan sapu-sapu mengandung sejumlah logam berat dengan kadar yang sangat tinggi. Padahal sebagian besar masyarakat memanfaatkan daging ikan sapu-sapu sebagai bahan dasar produk pangan olahan seperti siomay, kerupuk, otak-otak dan abon. Hasil penelitian pada tahun ketiga memberikan informasi bahwa kandungan nutrisi pada produk pangan olahan berbahan dasar ikan sapu-sapu sangat tinggi, akan tetapi kandungan logam pada produk pangan olahan tersebut juga tinggi.

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Ikan sapu-sapu: *Pterygoplichthys pardalis*; Daerah Aliran Sungai (DAS); Sungai Ciliwung; Bioekologi

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

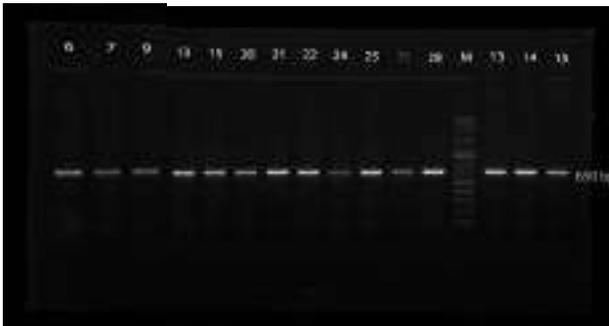
C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian dapat berupa data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Hasil pelaksanaan penelitian Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang aliran Sungai Ciliwung yang telah dicapai selama 3 tahun penelitian (2017-2019) meliputi:

Tahun pertama (2017)

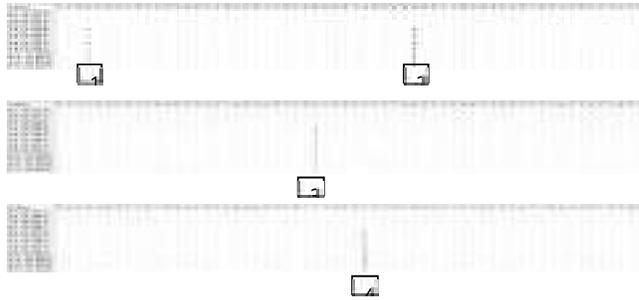
Identifikasi keragaman ikan sapu-sapu berdasarkan Barcoding Gen CO1

Hasil amplifikasi Gen CO1 ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terlihat jelas pada gel agarose 1,5% (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa Primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung pada panjang fragmen 650 bp (Rosnaeni et al. 2017). Primer F1 dan R1 telah berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 615 bp (Yu & Quilang 2014). Pada penelitian Jumawan et al. (2011) primer F1 dan R1 berhasil mengamplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 650 bp. Penelitian Bijukumar et al. (2015) menggunakan primer F1 dan R1 menghasilkan amplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu dengan panjang fragmen 565 bp. Hajibabaei & McKenna (2012) menyatakan bahwa barcode gen CO1 dapat dilakukan dengan panjang fragmen 454-650 bp dan 650 bp merupakan panjang total fragmen gen CO1 untuk Barcode DNA.



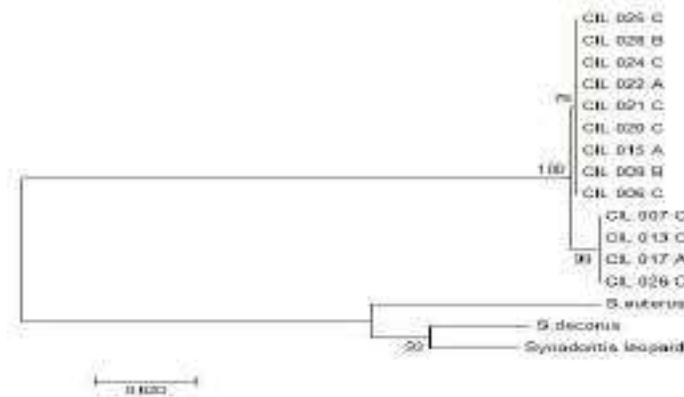
Gambar 1. Hasil Amplifikasi gen CO1 ikan sapu-sapu (M= Marker; 13,14,15= kontrol positif; 6,7,9,13,15,20,21,22,24,25,26,28= No. Sampel ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung)

Hasil analisa variasi nukleotida dan asam amino Ikan Sapu-sapu asal sungai Ciliwung memperlihatkan, komposisi basa nukleotida ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung adalah A= 26.23 %, T/U= 30.60%, C= 26.18%, dan G= 16.99%. Analisis variasi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan susunan nukleotida pada ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung. Perbedaan susunan nukleotida menyebabkan ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terbagi menjadi dua clade pada konstruksi filogenetik (Gambar 2). Oleh sebab itu keempat titik nukleotida berperan sebagai ciri utama dari masing-masing clade dan pembeda urutan nukleotida antar individu. Ubaidillah dan Sutrisno (2009) menyatakan bahwa jika sekuens DNA muncul dari sekuens nenek moyang yang sama, maka sekuens keturunannya secara bertahap akan terpisah melalui perbedaan nukleotida karena terjadinya mutasi ataupun mutasi titik.



Gambar 2. Variasi susunan nukleotida dan perubahan variasi nukleotida ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung (keterangan 1=posisi nukleotida ke-306, 2=posisi nukleotida ke-339, 3=posisi nukleotida ke-387, 4=posisi nukleotida ke-471)

Hasil konstruksi filogenetik ikan sapu-sapu sungai Ciliwung dan outgroup genus *Synodontis* (*Synodontis decoratus*, *S. euterus*, dan *S. leopard*) menunjukkan jarak genetik yang terpisah. Ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung terbagi ke dalam dua clade (Gambar 3). Hal ini akibat adanya perubahan empat variasi nukleotida (Rosnaeni et al. 2017)



Gambar 3. Konstruksi filogenetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung dengan NJbootstrap 1000x (649 bp)

Menurut Mahardika dan Parede (2008) metode yang paling sering digunakan adalah metode Neighbor-Joining (NJ). Pola percabangan pohon filogenetik dibentuk berdasarkan jarak matrik antar pasangan populasi. Panjang cabang pohon filogenetik menggambarkan jumlah substitusi nukleotida yang berupa polimorfisme DNA. Skala terletak di bawah pohon filogenetik menunjukkan ukuran jarak antar sekuens. Angka yang terletak pada cabangcabang pohon filogenetik menunjukkan nilai bootstrap (Mahardika & Parede 2008).

Nilai bootstrap pada sampel ikan sapu-sapu menunjukkan nilai 100%. Analisis bootstrap dilakukan untuk menguji validitas konstruksi pohon filogenetika. Pohon filogenetika memberi informasi tentang klasifikasi populasi berdasarkan hubungan evolusionernya. Dalam rekonstruksi pohon filogenetika, data molekuler lebih banyak digunakan karena dianggap lebih stabil dalam proses evolusi dibandingkan dengan data morfologi (Dharmayanti 2011).

Jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung adalah 0.0-0.03 (Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa jarak genetik yang rendah pada ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung, sehingga ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung merupakan satu spesies yang sama (Rosnaeni et al. 2017). Menurut Hebert et al. (2004) dan Ward et al. (2009) menyatakan bahwa jarak genetik lebih dari 0.03 dapat menunjukkan jenis yang berbeda. Hal ini terbukti dengan jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung dengan out group genus *Synodontis* memiliki jarak genetik sebesar 0.18-0.20 (Gambar 4).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. CE.017_A		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2. CE.017_C	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3. CE.017_C	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4. CE.017_C	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5. CE.017_B	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8. CE.017_A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11. CE.017_A	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12. CE.017_B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13. CE.017_C	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14. Serebetto basel	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217	0.217	0.217	0.217
15. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217	0.217	0.217
16. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217	0.217
17. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217		0.217
18. Serebetto	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	0.217	

Gambar 4. Konstruksi jarak genetik ikan sapu-sapu asal sungai Ciliwung

Identifikasi mikroorganisme pencemar pada daging ikan sapu-sapu
 Pemeriksaan bakteri Coliform pada ikan sapu-sapu dilakukan dengan menggunakan metode MPN, yaitu 3) uji penduga (presumptive test) dan 2) uji konfirmasi atau penegasan (confirmative test). Uji penduga dilakukan dengan menggunakan media LB dan diinkubasi selama 48 jam. Hasil yang didapat pada uji penduga menunjukkan bahwa seluruh sampel positif mengandung Coliform (Tabel 1). Sampel yang positif mengandung Coliform dilanjutkan pada uji konfirmasi dengan media BGLB. Uji konfirmasi dilakukan untuk mengetahui nilai MPN pada seluruh sampel. Nilai MPN ditentukan dengan melihat jumlah tabung positif setelah diinkubasi dan hasil dilihat dari tabel MPN Coliform. Hasil yang didapat pada sampel ke-1 insang memiliki nilai MPN 150, daging 93, usus 1100, dan kulit abdomen 290. Hasil sampel ke-2 menunjukkan angka yang berbeda namun tidak berbeda nyata. Insang pada sampel ke-2 memiliki nilai MPN sebesar 210, daging 43, usus >1100, dan kulit abdomen 240 (Tabel 1).

Tabel 1. Data hasil uji penduga pada ikan sapu-sapu Ciliwung dengan media LB

Ikan ke-	Sampel	Jumlah Tabung Positif		
		10-1	10-2	10-3
1	Insang	3	3	3
	Daging	3	3	3
	Usus	3	3	3
	Kulit abdomen	3	2	3
2	Insang	3	3	3
	Daging	3	2	3
	Usus	3	3	3
	Kulit abdomen	3	3	3

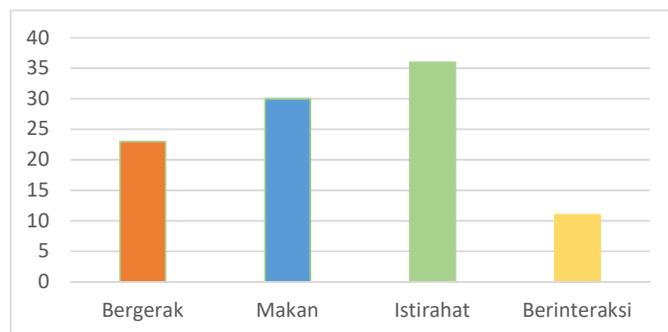
Tabel 2 memperlihatkan bahwa usus merupakan bagian pada ikan sapu-sapu yang memiliki nilai MPN paling besar, setelah itu kulit abdomen, insang, dan daging. Penelitian terhadap cemaran air Ciliwung menunjukkan nilai MPN melebihi batas maksimal syarat air minum, yaitu >1100 [1]. Ini menunjukkan bahwa dari semua sampel ikan sapu-sapu yang diuji tidak memenuhi syarat batas maksimal total bakteri Coliform. Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional dan SNI-7388-2009 mengatakan bahwa batas maksimum nilai MPN Coliform = 10 Coliform/gram. Dengan tingginya nilai MPN yang ditemukan pada sampel maka bagian ikan seperti usus, daging, insang, dan kulit abdomen tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Tabel 2. Data hasil uji konfirmasi pada ikan sapu-sapu sungai Ciliwung dengan media BGLB

Ikan ke-	Sampel	Jumlah Tabung Positif			MPN/g
		10-1	10-2	10-3	
1	Insang	3	2	1	150
	Daging	3	2	0	93
	Usus	3	3	2	1100
	Kulit abdomen	3	2	3	290
2	Insang	3	2	2	210
	Daging	3	1	0	43
	Usus	3	3	3	>1100
	Kulit abdomen	3	3	0	240

Perilaku ikan sapu-sapu di kolam peliharaan

Pengamatan perilaku ikan dilakukan di laboratorium dan green house UAI tempat dipeliharanya ikan sapu-sapu. pengamatan meliputi aktivitas harian, aktivitas makan dan aktivitas sosial (interaksi). Jenis aktivitas harian yang dilakukan ikan sapu-sapu di kolam peliharaan meliputi aktivitas makan, bergerak, istirahat dan aktivitas sosial. Persentase jenis aktivitas yang dilakukan ikan sapu-sapu di kolam peliharaan adalah istirahat sebesar 36%, makan sebesar 30%, bergerak sebesar 23% dan berinteraksi sebesar 11% (Gambar 5).



Gambar 5. Jenis aktivitas harian yang dilakukan ikan sapu-sapu pada kolam peliharaan

Anatomi Ikan sapu-sapu

Hasil pengamatan anatomi terhadap ikan sapu-sapu yang telah dilakukan meliputi pengamatan anatomi sistem pencernaan makan dan anatomi sistem reproduksi. Sistem pencernaan makan ikan sapu-sapu sama seperti yang dimiliki oleh ikan pada umumnya terdiri dari mulut (oris), rongga mulut (cavum oris), faring, esophagus, lambung, pylorus, usus, rektum, dan anus (gambar 6). Kelenjar pencernaan pada ikan terdapat pada lambung, hati, dan pankreas. Mulut ikan sapu-sapu merupakan bentuk adaptasi sebagai organisme bottom feeder (hidup di dasar perairan) sehingga ikan sapu-sapu menjadi pemangsa semua jenis organisme seperti detritus, perifiton, alga, lumut, dan sisa-sisa biota yang mati dan berada di dasar perairan. Biasanya ikan sapu-sapu akan melekat pada dasar suatu perairan untuk mencari makan.

Di bagian belakan mulut terdapat ruang yang disebut rongga mulut. Rongga mulut ini berhubungan langsung dengan segmen faring. Secara anatomis organ yang terdapat pada rongga mulut adalah gigi, lidah dan organ palatin. Permukaan rongga mulut diselaputi oleh lapisan sel permukaan (epitelium) yang berlapis. Pada lapisan permukaan terdapat sel-sel penghasil lendir (mukosit) untuk mempermudah masuknya makanan. Disamping mukosit, di bagian mulut juga terdapat organ pengecap (organ penerima rasa) yang berfungsi menyeleksi makanan.



Gambar 6. Anatomi sistem pencernaan makan ikan sapu-sapu

Permulaan dari saluran pencernaan yang berbentuk seperti pipa, mengandung lendir untuk membantu penelanan makanan. Pada ikan laut, esofagus berperan dalam penyerapan garam melalui difusi pasif menyebabkan konsentrasi garam air laut yang diminum akan menurun ketika berada di lambung dan usus sehingga memudahkan penyerapan air oleh usus belakang dan rectum (proses osmoregulasi).

Sistem saluran pencernaan pada ikan sapu-sapu terdiri dari mulut, tenggorokan (pharinx), kerongkongan (esophagus), lambung semu, usus (intestinum) dan anus (Tisasari, 2016). Bentuk mulut pada ikan sapu-sapu berfungsi untuk menghisap makanan yang terdapat didasar (bottom feeder), pharinx berfungsi untuk menyaring makanan yang masuk (Samat, 2016).



Gambar 7. Anatomi saluran pencernaan ikan sapu-sapu (*Pterigoplichthis pardalis*) skala 1:5.
Ket: 1) Lambung semu, 2) Usus, 3) Anus

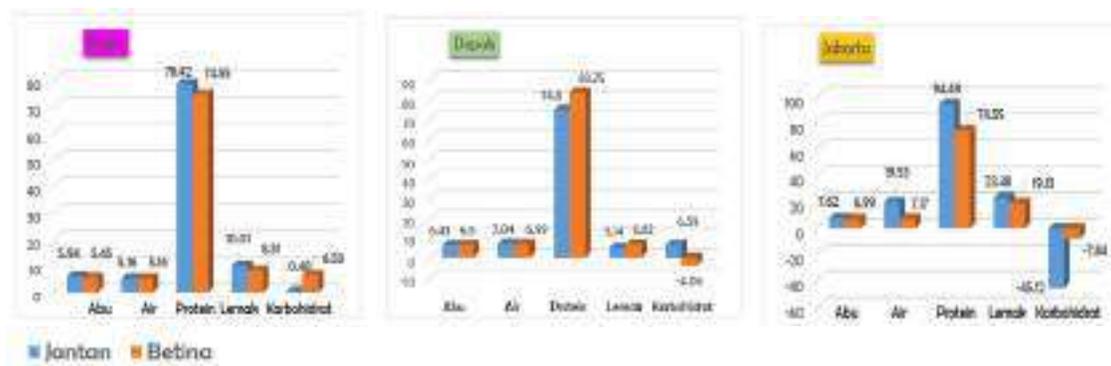
Ikan sapu-sapu memiliki modifikasi saluran pencernaan pada bagian lambung untuk menahan udara yang berfungsi sebagai organ respirasi tambahan. Ikan ini bernafas menggunakan insang pada kondisi oksigen terlarut normal, dan menggunakan organ tambahan pada perut pada kondisi oksigen terlarut rendah (Moroni, 2015). Berdasarkan panjang ususnya, ikan sapu-sapu memiliki usus yang tersusun melingkar seperti spiral, ikan ini dikelompokkan ke dalam jenis ikan herbivora. Sedangkan berdasarkan relung makannya yang luas maka ikan sapu-sapu dikelompokkan ke dalam jenis eurifagik yaitu ikan pemakan segalanya (Prihardhyanto, 1995). Ikan ini digolongkan menjadi ikan herbivora karena memiliki panjang usus mencapai 6 kali lipat dari panjang tubuh ikan sapu-sapu (Tisasari, 2016). Panjangnya usus ikan sapu-sapu ini merupakan berfungsi untuk mencerna makanan yang sulit dicerna dan membutuhkan area yang luas untuk penyerapan. Struktur usus *P. pardalis* menunjukkan adanya adaptasi yang kuat terhadap jenis organisme yang dimakan (Samat, 2016). Hasil pengukuran Panjang Relatif Usus pada Ikan sapu-sapu *Pterygoplichthys* sp., menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu tergolong ke dalam ikan herbivora dikarenakan panjang relatif ususnya memiliki nilai lebih dari 3 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa jenis makanan ikan sapu-sapu adalah planktonik yang bersifat herbivora. Menurut Tisasari ikan yang tergolong herbivora memiliki panjang usus 5,9x lebih panjang dari panjang tubuhnya.

Tabel 3. Panjang Relatif Usus (Relative Length of Gut)

	Panjang total (TL)	Panjang Usus (PU)	RLG (cm)
Ikan besar	36.754	372.7	10.1403929
Ikan Sedang	31.28	358.1	11.4482097
Ikan kecil	21.64	378.53	17.4921442

Kandungan nutrisi daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung

Hasil analisis kandungan nutrisi pada daging ikan sapu-sapu dengan menggunakan metode analisis proksimat menunjukkan bahwa mengandung protein yang sangat tinggi, lemak dan karbohidrat yang relatif rendah. Kandungan protein tertinggi dijumpai pada daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung wilayah Jakarta dan kandungan lemak terendah dijumpai pada ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung wilayah Depok (Gambar 8).



Gambar 8. Kandungan nutrisi pada daging ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung Bogor, Depok dan Jakarta

Luaran yang telah dicapai tahun 2017

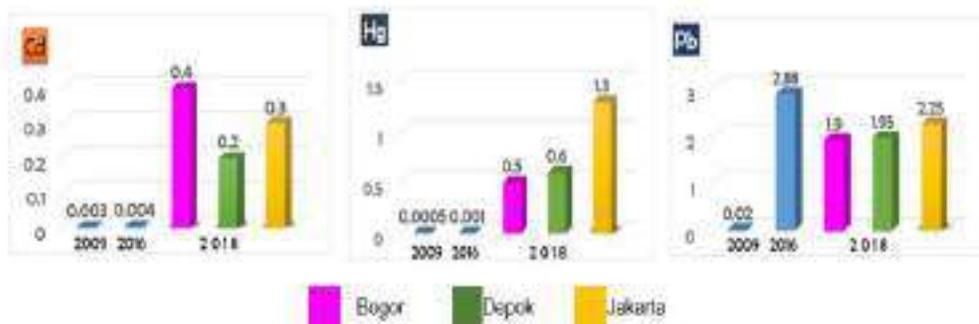
No.	Judul luaran	Bentuk
1	Morphometric and meristic of common pleco (Loricariidae) on Ciliwung river watershed south Jakarta region. http://www.journalijar.com/article/13512/morphometric-and-meristic-of-common-pleco-(loricariidae)on-ciliwung-river-watershed-south-jakarta-region./	Artikel jurnal internasional pada: Int'l J. of Advanced Research 4(11):57-62
2	DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River http://www.journalijar.com/article/14628/dna-barcodes-of-the-pleco-(loricariidae,-pterygoplichthys)-in-the-ciliwung-river./	Artikel jurnal internasional pada : Int'l J. of Advanced Research 5(2):33-45
3	Analisa keragaman ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung wilayah Jakarta	Makalah seminar yang telah dipresentasikan pada Kongres dan Seminar Nasional Perhimpunan Biologi Indonesia (PBI) ke XXIV di Manado 25-26 Agustus 2017 Prosiding terbit pada bulan April 2018

4	Deteksi Bakteri Pencemar Lingkungan (Coliform) Pada Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung. http://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/244	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 4 (1): 24-27
5	Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di perairan sungai Ciliwung https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/237/224	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 3(4): 221-225
6	Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter pola abdomen di perairan Ciliwung. http://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/24948	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: J. of Bio 20(1):40-43

Tahun kedua (2018)

Kandungan logam pada daging dan organ ikan sapu-sapu

Dari hasil analisa kandungan logam dan senyawa kimia pada otot atau daging ikan sapu-sapu diperoleh data bahwa ikan sapu-sapu mengandung 57 unsur dan senyawa logam sebagai berikut : Na₂O (Dinatrium Oksida), MgO (Magnesium Oksida), Al₂O₃ (Aluminium Oksida), SiO₂ (Silicon Dioxide), P₂O₅ (Difosfor Pentaoksida), S (Sulfur), Cl (*Chlorine*), K₂O (Potassium Oxide), CaO (Calcium Oxide), Sc (Scandium), TiO₂ (Titanium Dioxide), V₂O₅ (Vanadium PentOxide), Cr₂O₃ (Chromium(III) Oxide), MnO (Manganese(II) Oxide), Fe₂O₃ (Iron (III) Oxide), CoO (Cobalt Oxide), NiO (Nikel(III) Oksida), CuO (Copper(II) Oxide), ZnO (*Zinc Oxide*), Ga (Gallium), Ge (Germanium), As₂O₃ (Arsenic(III) Oxide), Se (Selenium) , Br (Bromine), Rb₂O (Rubidium Oxide), SrO (Strontium Oxide), Y (Yttrium), ZrO₂ (Zirconium Dioxide), Nb₂O₅ (Niobium pentOxide), MoO (Molybdenum Oxide), Ru (Ruthenium), Rh (Rhodium), Pd (Palladium), Ag (*Silver*), Cd (Cadmium), In (Indium), SnO₂ (Tin Dioxide (tin(IV) Oxide)), Sb₂O₅ (Antimony pentOxide), Te (Tellurium), I (Iodine), Cs (Caesium), BaO (Barium Oxide), La₂O₃ (Lanthanum Oxide), Ce₂O₃(Cerium Oxide), Pr (Praseodymium), Nd (Neodymium), Sm (Samarium), Hf (Hafnium), Ta₂O₅ (Tantalum Oxide), WO₃ (Tungsten(VI) Oxide), Au (Aurum), Hg (Mercury), Ti (Titanium), Pb (Plumbum/timbal), Bi (*Bismuth*), Th (Thorium) dan U (Uranium). Hasil analisis terhadap tiga jenis logam berat (Cd, Hg, Pb) menunjukkan bahwa Pb merupakan jenis logam berat tertinggi yang terkandung pada daging ikan sapu-sapu yang diperoleh dari 3 wilayah Sungai Ciliwung (Bogor, Depok, Jakarta), sedangkan Cd merupakan logam berat yang jumlah kandungannya paling rendah di dalam daging ikan sapu-sapu (Gambar 8). Akan tetapi ketiga jenis logam tersebut melebihi batas ketentuan yang telah ditetapkan SNI dan BSN



Gambar 8. Kandungan logam Cd, Hg dan Pb (ppm) pada daging ikan sapu-sapu asal Bogor, Depok dan Jakarta

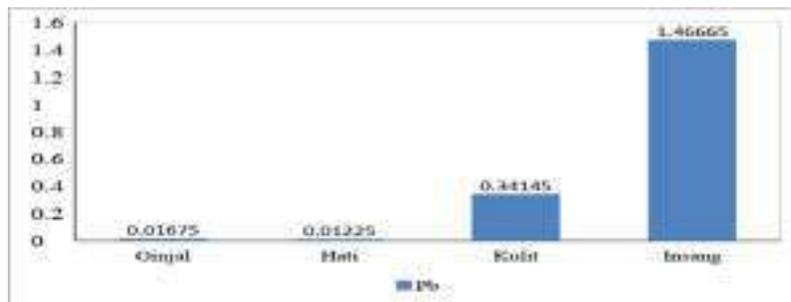
Hasil analisis kandungan logam pada organ ikan sapu-sapu menunjukkan bahwa pada organ ginjal, hati, insang dan kulit mengandung logam berat Sc, Hg dan Pb (tabel 4). Logam pada ikan sapu-sapu dapat terdeteksi karena logam yang masuk ke perairan akan terabsorpsi oleh biota (Ebrahimi & Taherianfard, 2011).

Tabel 4. Kandungan logam berat di air Sungai Ciliwung dan pada Organ

Logam	Air Sungai (ppm)	Baku Mutu Air	Organ (ppm)				Baku Mutu Organ (ppm)
			Ginjal	Hati	Kulit	Insang	
Pb	< 0,003	0,03	0,0168 ± 0,008	0,0123 ± 0,0037	0,3415 ± 0,458	1,467 ± 0,309	0,03
Hg	< 0,002	0,002	0,030 ± 0,002	0,068 ± 0,021	0,015 ± 0,010	0,013 ± 0,005	0,05
Cd	< 0,001	0,01	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	0,05

Keterangan: Baku mutu air = PPRI No. 82 tahun 2001. Kelas III, < = kurang dari dan Baku mutu Organ ikan = Berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (SNI 7387 : 2009).

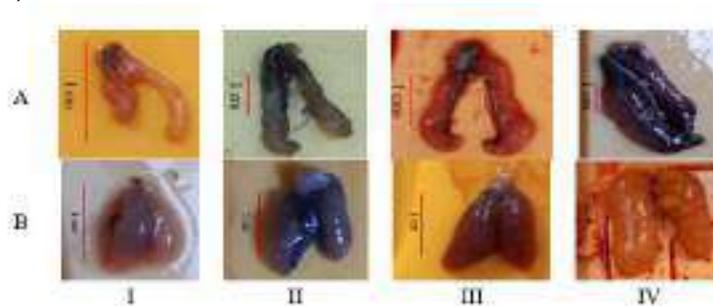
Jenis logam berat yang memiliki kandungan tertinggi pada keempat organ ikan sapu-sapu (ginjal, hati, insang dan kulit) adalah Pb, sedangkan jenis logam berat dengan kandungan terendah adalah logam berat Cd. Insang pada ikan sapu-sapu Sungai Ciliwung mengandung logam Pb sebesar 1,467 ± 0,309 ppm (Tabel 2). Kandungan logam Pb telah melebihi ambang batas baku mutu berdasarkan badan Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 7387 : 2009) yaitu bahwa ambang batas maksimal kadar logam berat Pb sebesar 0,30 ppm untuk ikan dan hasil olahannya. Organ insang pada ikan sapu-sapu Sungai Ciliwung mengandung logam Pb sebesar 1,467 ± 0,309 ppm. Nilai tersebut lebih tinggi daripada organ-organ lain (ginjal, kulit dan hati) yang mengandung logam Pb (Gambar 9) Kandungan logam Pb yang memiliki kandungan lebih tinggi daripada logam Hg di insang menunjukkan bahwa logam Pb terakumulasi di organ insang. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Rahayu et al (2017) yang menyatakan bahwa logam berat Pb lebih banyak terakumulasi pada bagian insang yang secara aktif dilalui oleh air ataupun sedimen yang berdifusi bersama logam.



Gambar 9. Kandungan logam Pb pada Organ

Biologi Reproduksi ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung

Tingkat kematangan gonad ikan sapu-sapu secara morfologi memiliki ukuran yang berbeda pada tiap tingkatnya, semakin tinggi tingkat kematangan gonad maka ukuran akan semakin besar (Gambar 10).



Gambar 10, Morfologi gonad ikan sapu-sapu pada tiap TKG (keterangan: A: Ikan jantan dan B: Ikan betina).

Berdasarkan perbedaan tingkat kematangan gonad, terdapat perbedaan antara panjang total dan berat total pada setiap tingkat, baik pada jantan maupun betina (tabel 5).

Tabel 5. Tingkat Kematangan Gonad Ikan Sapu-sapu

TKG	Jumlah (ekor)		Panjang total (mm)		Berat total (gram)	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina
I	8	1	227,1-275,3	179,8	153,77-206,14	64,02
II	4	5	235,6-260,4	236,3-274,7	122,83-231,45	148,67-228,91
III	5	4	256,7-358,6	237,8-269,3	190,97-385,30	188,07-261,30
IV	6	12	317,2-518,5	198-471,8	290,64-1036,23	140,78-601,17

Hasil rata-ran IKG yang didapat dari TKG I hingga TKG IV mengalami peningkatan baik ikan jantan maupun ikan betina serta nilai rata-ran IKG jantan lebih kecil dari betina pada setiap tingkat kematangan gonad (tabel 6). Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Effendie (2002) yaitu nilai indeks kematangan gonad akan semakin meningkat dan mencapai maksimum pada saat akan terjadi pemijahan.

Tabel 6 Indeks Kematangan Gonad Ikan Sapu-sapu

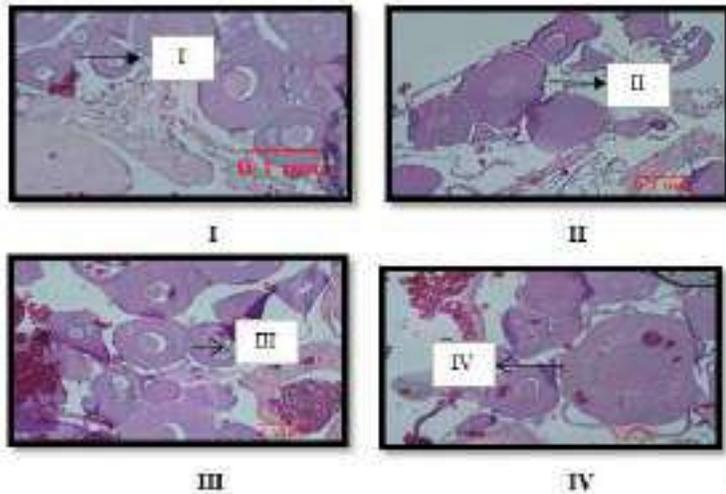
TKG	Indeks Kematangan Gonad (%)			
	Jantan	Rataan	Betina	Rataan
I	0,012-0,045	0,03	0,156	0,15
II	0,030-0,137	0,08	0,118-0,226	0,17
III	0,129-0,268	0,19	0,145-0,672	0,3
IV	0,130-0,237	0,2	1,052-12,215	7,3

Hasil perhitungan indeks hepatosomatik menunjukkan bahwa nilai IHS yang terdapat pada ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung memiliki nilai yang berbeda-beda baik pada jantan maupun betina. Nilai IHS terkecil pada jantan berada pada TKG IV yaitu sebesar 0,232 % sedangkan yang terbesar berada pada TKG III yaitu sebesar 1,796%. Sedangkan pada betina nilai IHS terkecil berada pada TKG II yaitu sebesar 0,630% dan terbesar berada pada TKG IV yaitu sebesar 1,552% (Tabel 7).

Tabel 7. Indeks Hepatosomatik Ikan Sapu-sapu

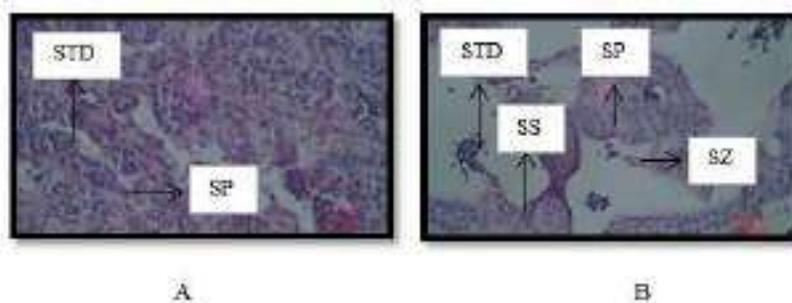
TKG	Indeks Hepatosomatik (%)			
	Jantan	Rataan	Betina	Rataan
I	0,901-1,213	1,063	0,609	0,609
II	0,652-0,945	0,760	0,630-1,533	1,121
III	0,642-1,796	1,114	1,079-1,204	1,155
IV	0,232-1,223	0,734	0,695-1,552	1,011

Hasil histologi gonad ikan sapu-sapu menunjukkan ovarium pada TKG I-IV dan testis yang berada pada fase matang dan belum matang. Ovarium betina dewasa memiliki ovarium berjumlah sepasang. Oosit terletak dibagian tengah dalam lapisan folikel dan akan berkembang. Oosit dapat berkembang karena adanya akumulasi kuning telur dalam sitoplasma. Setelah kuning telur berkembang secara penuh maka akan terjadi maturasi dan ovulasi yang dipengaruhi oleh lingkungan dan hormon. Ukuran telur ikan sapu-sapu pada tiap kematangan gonadnya memiliki hasil yang berbeda (Gambar 11).



Gambar 11. Histologi Ovarium Ikan Sapu-sapu tiap TKG pada perbesaran 40x10.

Pada ikan jantan, testis ikan sapu-sapu yang matang gonad dengan belum matang gonad terlihat dengan adanya kandungan kista spermatogonium yang lebih banyak dibandingkan dengan yang telah matang gonad serta memiliki spermatozoa (Gambar 12).



Gambar 12. Histologi Testis Ikan Sapu-sapu Belum Matang Gonad (A) dan Sudah Matang Gonad (B) pada perbesaran 40x10 (keterangan: SP: Spermatisit Primer, SS: Spermatisit Sekunder, STD: Spermatisid, SZ: Spermatozoa).

Struktur Komunitas dan Habitat ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Komposisi Jenis Pakan Alami di Sungai Ciliwung

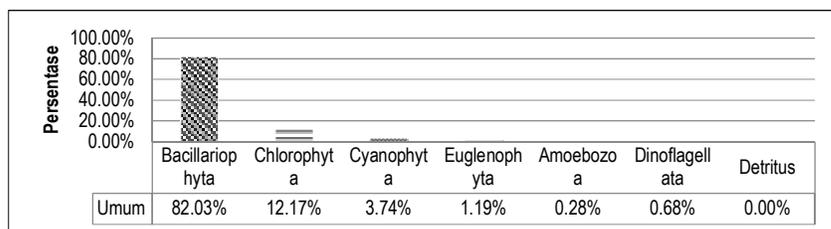
Pembedahan isi usus ikan sapu-sapu sebanyak 30 sampel dikeluarkan dan diamati. Masing-masing sampel usus diperiksa dalam keadaan berisi makanan. Jenis makanan yang ditemukan dalam usus Ikan *P. pardalis* asal Sungai Ciliwung dikelompokkan menjadi Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta, Amoebozoa, Dinoflagellata, dan detritus (Tabel 8). Komposisi jenis pakan ikan dapat menentukan kebiasaan makan ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung dilihat dari banyaknya jenis yang ditemukan pada setiap kelompok makanan. Komposisi jenis pakan juga dipengaruhi oleh karakter morfologi suatu spesies. Karakter morfologi tersebut dapat menentukan komposisi jenis pakan yang dikonsumsi (Delariva, 2001). Ikan sapu-sapu memiliki mulut yang terletak pada bagian ventral dengan tipe mulut penghisap, struktur ini memungkinkan ikan untuk mengikis makanan dari permukaan yang kasar (Samat, 2016).

Tabel 8. Komposisi jenis pakan alami *P. pardalis* di sungai Ciliwung

Kelompok	Jenis
Bacillariophyta	Achnanthes sp., Achnantidium sp., Amphipleura sp., Amphora sp., Aneumastus sp., Aulacoseira sp., Bacillaria sp., Caloneis sp., Climacosphenia sp., Cocconeis sp., Craticula sp., Cyclotella sp., Cymbella sp., Cymbopleura sp., Diademesis sp., Diatoma sp., Diploneis sp., Encyonema sp., Entophysalis sp., Encyonopsis sp., Eolimna sp., Eunotia sp., Ephitemia sp., Fallacia sp., Fragilaria sp., Frustulia sp., Geissleria sp., Gomphoneis sp., Gomphonema sp., Grammatophora sp., Gyrosigma sp., Halamphora sp., Hantzschia sp., Luticola sp., Lemnicola sp., Lyrella sp., Mastogloia sp., Melosira sp., Navicula sp., Neidium sp., Nepula sp., Nitzschia sp., Oedogonium sp., Pinnularia sp., Placoneis sp., Planothidium sp., Prestauroneis sp., Rhoicospenia sp., Rivularia sp., Rhopalodia sp., sellaphora sp., Stauroneis sp., Stenopterobia sp., Stephanodiscus sp., Surirella sp., Synedra sp., Tabularia sp., Tryblionella sp., Ulnaria sp.
Chlorophyta	Ankistrodesmus sp., Asterococcus sp., Bulbochaete sp., Chlamydomonas sp., Chlorella sp., Chlorococcum sp., Chlorococcus sp., Closterium sp., Choricystis sp., Coleastrum sp., Cosmarium sp., Crucigenia sp., Desmodesmus serratus, Dictyochloropsis sp., Dictyococcus sp., Dictyosphaerium sp., Eudorina sp., Haematococcus sp., Microspora sp., Monoraphidium sp., Oocystis sp., Oophila sp., Palmellopsis sp., Pediastrum sp., Planktosphaeria sp., Scenedesmus sp., Selastrum sp., Staurastrum sp., Steogclomium sp., Tetrastrum sp., Tetraedron sp., Tetraspora sp., Volvox sp., Zygnema sp.
Cyanophyta	Anabaena sp., Aphanizomenon sp., Aphanocapsa sp., Aphanothece sp., Arthrospira sp., Chlorogloea sp., Chroococcus sp., Gloeocapsa sp., Gloeocapsopsis sp., Gloeocystis sp., Gloeotheca sp., Gloeothichia sp., Merismopedia sp., Neosporangiococcus sp., Nostoc sp., Phormidium sp., Pseudocapsa sp., Pseudonabaena sp., Rivularia sp., Synechococcus sp., Tychonema sp.,
Euglenophyta	Euglena sp., Lepocinclis sp., Phacus sp., Trachelomonas sp., Wailesella sp.
Amoebozoa	Arcella sp., Centropyxis sp., Clypeolina sp., Pyxidicula sp.,
Dinoflagellata	Prorocentrum sp.
Detritus	Meliola sp., Pestalotiopsis sp.

Indeks Bagian Terbesar (Index Preponderance)

Indeks bagian terbesar dilakukan untuk mengetahui proporsi jumlah makanan secara kuantitatif melalui frekuensi kejadian dan metode volumetrik makanan. Menurut Hyslop (1980) frekuensi kejadian dapat menunjukkan persentase makanan pada semua isi perut yang dianalisis dan metode volumetrik dapat diketahui melalui persentase jumlah volume jenis makanan dari populasi ikan. Analisis indeks bagian terbesar digunakan untuk mengetahui kebiasaan makan ikan dengan menentukan kelompok makanan berdasarkan makanan utama > 40%, makanan pelengkap 4-40% dan makanan tambahan < 40%. Persentase analisis bagian terbesar merupakan hasil rata-rata dari tiga kelompok ukuran ikan. Jenis makanan dikelompokkan berdasarkan divisi setiap jenis plankton yang ditemukan dalam usus *P. pardalis* (gambar 13).



Gambar 13. Persentase indeks bagian terbesar *P. pardalis*

Karakteristik habitat mencari makan

Penghitungan kepadatan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung pada ketiga lokasi menunjukkan hasil yang berbeda. Stasiun pertama memiliki kepadatan 58 ind/m², stasiun kedua memiliki kepadatan 80 ind/m² dan stasiun ketiga memiliki kepadatan 36 ind/m². Rata-rata kepadatan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung adalah 58 individu/m². Hasil ini menunjukkan bahwa kepadatan *P. pardalis* pada penelitian ini lebih besar bila dibandingkan dengan banyaknya populasi *P. pardalis* yang tercatat pada penelitian sebelumnya yaitu 22 individu pada tahun 2016 (Halwa, 2016). Jumlah populasi *P. pardalis* yang tinggi pada perairan tercemar menunjukkan bahwa ikan tersebut dapat beradaptasi pada lingkungan perairan tercemar. Salah satu kemampuan adaptasi ikan mengidentifikasi adanya organ tambahan dalam perut *P. pardalis* sehingga dapat beradaptasi pada keadaan hipoksia dan perairan dengan oksigen terlarut yang sangat buruk (da Cruz, et al., 2013).

Hasil pengukuran terhadap parameter fisik kimia kualitas perairan pada habitat makan ikan sapu-sapu menunjukkan karakteristik habitat untuk pertumbuhan dan mencari makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung berupa suhu dengan kisaran nilai normal, intensitas cahaya 1,12–7,74 klux, kedalaman 50–148 cm, kekeruhan 18,13–42,39 FTU, kecepatan arus 0,4–2,1 m/s, BOD₅ 3,8–5,7 mg/l, pH 6,5–6,9 dengan nilai fosfat 0,05–0,1 ppm dan amonia 0,6–4,6 ppm (Tabel 9). Kecepatan arus di Sungai Ciliwung pada saat pengukuran menunjukan nilai yang bervariasi pada masing-masing stasiun. Stasiun 1 dan 3 memiliki kecepatan arus kuat (pada stasiun 1 sebesar 5 m/s dan pada stasiun 3 sebesar 2,1 m/s). Stasiun 2 memiliki kecepatan arus lemah sebesar 0,4 m/s (Tabel 9).

Tabel 9. Karakteristik perairan habitat mencari makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

Faktor fisik perairan	Stasiun		
	1	2	3
Suhu (°C)	28,1 ± 1,19	28,5 ± 0,4	28,4 ± 1,16
Intensitas Cahaya (Klux)	3,69 ± 0,35	1,12 ± 0,51	7,74 ± 0,65
Kedalaman (cm)	148 ± 0	50 ± 4,25	130 ± 43,5
Kekeruhan (FTU)	29,35 ± 4,01	42,39 ± 2,07	18,13 ± 8,49
Kecepatan Arus (m/s)	1,5 ± 0,86	0,4 ± 0,28	2,1 ± 1,60
pH	6,5 ± 0,66	6,7 ± 0,37	6,9 ± 0,1
Biochemical Oxygen Demand (mg/L)	5,7 ± 0,93	3,8 ± 2,29	4,9 ± 1,37
Fosfat (ppm)	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,001	0,1 ± 0,012
Amonia (ppm)	0,6 ± 0,15	2,7 ± 0,05	4,6 ± 0,95
Dissolved Oxygen (mg/L)	5,93 ± 0,92	4,66 ± 1,81	5,23 ± 1,50

Nilai kekeruhan berbanding terbalik terhadap nilai kadar oksigen terlarut. Nilai kekeruhan perairan merupakan gambaran dari banyaknya bahan-bahan yang tersuspensi di perairan diantaranya, liat, debu, plankton dan organisme Nilai kecerahan yang berbanding lurus dengan kekeruhan diakibatkan banyaknya padatan tersuspensi akibat limbah domestik dan aktivitas di Sungai Ciliwung. Tingginya nilai kekeruhan antara 18,13–42,39 FTU pada ketiga lokasi diakibatkan oleh menumpuknya bahan organik yang berasal dari aktivitas perumahan dan industri disekitar pinggir sungai (Tabel 9). Derajat keasaman (pH) merupakan nilai untuk mengetahui tingkat keasamaan atau kebasaaan suatu perairan. Hasil pengukuran pH perairan Sungai Ciliwung mengindikasikan bahwa nilai pH 6,5–6,9 diperairan masih mendukung kehidupan ikan sapu-sapu untuk pertumbuhan dan makan

Karakteristik habitat pemijahan ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Keberadaan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung dapat diketahui dari lubang-lubang yang terlihat dalam bentuk kumpulan di sepanjang lereng pinggir sungai. Lubang tersebut berfungsi sebagai tempat peletakkan telur ikan [11]. Karakteristik lubang *P. pardalis* yang ditemukan pada lereng pinggir

Sungai Ciliwung berupa, ukuran lebar muka lubang sebesar 18-38 cm, kedalaman 42-122 cm, ukuran panjang muka lubang 10-22 cm, tinggi 50-130 cm serta intensitas cahaya pada muka lubang 0,95-4,51 (Tabel 10) .

Tabel 10. Karakteristik habitat pemijahan *P. pardalis* Sungai Ciliwung

Pengulangan	LML (cm)	Kedalaman (cm)	PML (cm)	Tinggi (cm)	Intensitas cahaya (klux)
1	30	102	15	120	1,15
2	23	42	14	100	1,80
3	20	122	22	130	4,29
4	18	107	10	80	4,51
5	21	52	14	50	3,66
6	22	55	11	100	2,31
7	38	57	10	95	1,44
8	28	89	17	100	2,91
9	18	108	15	95	1,80
10	22	38	13	85	0,95
Rata-rata	24	77.2	14.1	95.5	2,48

Keterangan:

LML : Ukuran lebar muka lubang

Kedalaman : Ukuran dari muka lubang sampai ujung dalam lubang

PML : Ukuran panjang muka lubang

Tinggi : Ukuran kedalaman lubang dari ketinggian air sungai

Struktur vegetasi riparian yang diukur berdasarkan lokasi penangkapan *P. pardalis* menunjukkan jenis vegetasi yang sering dijumpai adalah jenis *Eupatorium triplinerv* (nilai INP = 0,469), *Cynodon dactylon* (nilai INP = 0,550) dan *Penisetum purpureum* (nilai INP = 0,236) (Tabel 11). Salah satu peran penting keberadaan vegetasi riparian bagi keberadaan populasi ikan adalah sebagai tempat untuk berlindung, mencari makan dan kawin. *Cynodon dactylon* dan *Penisetum purpureum* serta spesies lainnya berperan penting dalam memenuhi makanan pada *P. pardalis*. *P. pardalis* ditemukan dapat mengkonsumsi detritus amorf, perifiton, tanaman, dan makroinvertebrata (Delariva and Agostinho, 2001).

Tabel 11. Struktur vegetasi riparian pada habitat makan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

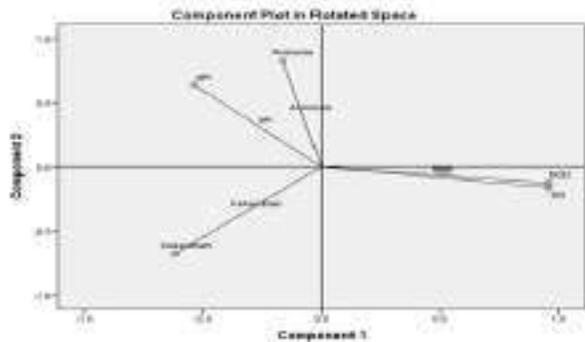
Stasiun	Nama latin	Nama lokal	Jumlah Individu	INP
1	<i>Eupatorium triplinerv</i>	Duan parakan	181	0.469
	<i>Azadirachta indica</i>	Asing-asing	3	0.067
	<i>Asplenium nidus</i>	Bayan Jani	5	0.070
	sp 4		3	0.067
	<i>Ludwigia arcuata</i>	Cakraka	5	0.070
	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput karot	111	0.550
	<i>Penisetum purpureum</i>	Rumput gajah	6	0.236
2	<i>Arctostaphylos cuneata</i>	Keroh	1	0.064
	<i>Penisetum purpureum</i>	Rumput gajah	75	0.236
	<i>Eupatorium perfoliatum</i>	Tumpang-tan	1	0.064
	<i>Colocasia esculenta</i>	Torbanjan	3	0.067
	<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	Duan rodol	4	0.068
3	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput karot	91	0.550
	<i>Chromolaena odorata</i>	Krayah	8	0.071
	<i>Colocasia esculenta</i>	Talin	9	0.072
	<i>Paspalum distachyon</i>	Pengata	1	0.064

Hasil analisis terhadap dua rotasi komponen matriks pada parameter fisik dan kimia habitat *P. pardalis* di Sungai Ciliwung berhasil mengidentifikasi korelasi antar variabel dengan komponen yang terbentuk. Hasil menunjukkan dua variabel DO (0.958) dan BOD (0.957) dan tiga variabel yang berkorelasi tinggi pada komponen 2 yaitu amonia (0.826), kekeruhan (0.682) dan pH (0.638) (tabel 12).

Tabel 12. Komponen matriks rotasi hasil PCA terhadap variabel fisik dan kimia habitat perairan Sungai Ciliwung

Parameter	Komponen	
	1	2
Kekeruhan	-0.621	-0.682
pH	-0.540	0.638
Dissolved Oxygen (DO)	0.958	-0.165
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	0.957	-0.129
Amonia	-0.167	0.826

Interpretasi hasil dilakukan dengan melihat nilai komponen yang terdapat dalam rotasi matriks (Gambar 14). Nilai komponen matriks yang dipilih adalah nilai komponen di atas 0,5 dan dianggap mampu menjelaskan variabel yang mempengaruhi. Komponen matriks rotasi (rotated component matrix) adalah matriks korelasi yang memperlihatkan distribusi variabel yang lebih jelas dan nyata dibandingkan component matrix.

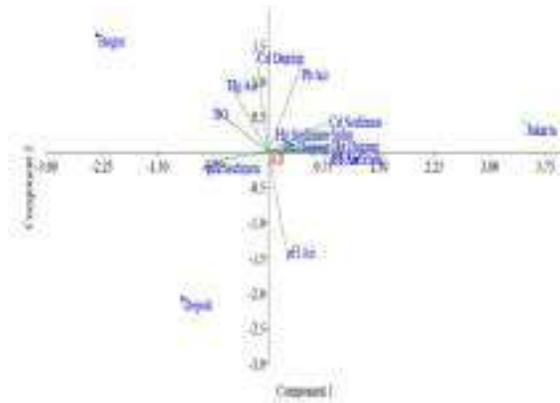


Gambar 14. Pengaruh parameter fisik kimia lingkungan terhadap populasi ikan di Sungai Ciliwung

Hasil analisa menjelaskan bahwa kelima variabel pada komponen 1 dan 2 memiliki korelasi terhadap jumlah populasi *P. pardalis* di sungai Ciliwung (gambar 14). Kondisi parameter fisik dan kimia menentukan jumlah populasi *P. pardalis* tertinggi (sebesar 250 individu) yang ditemukan di Sungai Ciliwung. Parameter yang berpengaruh terhadap kepadatan dan populasi *P. pardalis* di Sungai Ciliwung adalah nilai DO sebesar 2.6 mg/L; BOD 1,2 mg/L; amonia 2.65 ppm; pH 7.2 serta kekeruhan sebesar 43.85 FTU pada perairan Sungai Ciliwung. Nilai tersebut menjadi informasi akan kondisi optimum bagi keberadaan *P. pardalis* di Sungai Ciliwung. Nilai parameter fisik dan kimia ditemukannya *P. pardalis* di Sungai Ciliwung memberikan informasi bahwa kondisi perairan sungai sudah sangat tercemar.

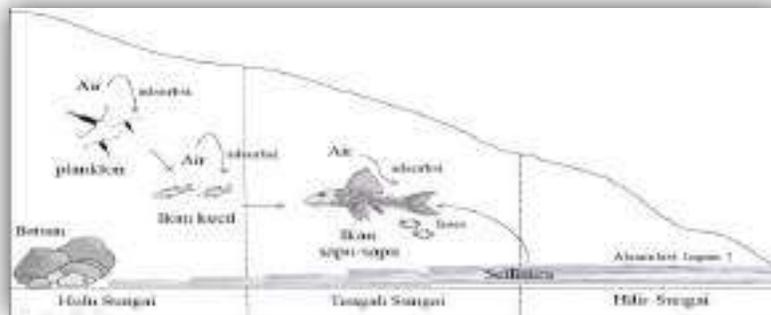
Hubungan Parameter Lingkungan dan Kandungan Logam

Hasil analisis menggunakan grafik biplot Principal Component Analysis (PCA), menunjukkan bahwa parameter lingkungan pada setiap lokasi berpengaruh terhadap keberadaan cemaran logam pada air, sedimen dan daging *P. pardalis* (Gambar 15). Sungai Ciliwung Jakarta memiliki kandungan logam Pb (air, sedimen dan daging), logam Cd (air dan sedimen), logam Hg (sedimen dan daging) yang tinggi. Sebaran kandungan logam pada daging, air dan sedimen menunjukkan bahwa aliran Sungai Ciliwung Jakarta memiliki akumulasi kandungan logam berat Cd (daging, air dan sedimen), Hg (daging dan sedimen), dan Pb (daging, air dan sedimen) tertinggi (Gambar 15).



Gambar 15. Hasil analisis Principal Component Analysis (PCA) sebaran kandungan logam pada daging *P. pardalis*, air dan sedimen dari sampel

Pada sampel air aliran Ciliwung Bogor terdapat akumulasi logam Hg yang tinggi. Aliran sungai Ciliwung Depok tidak terlihat adanya akumulasi logam yang tinggi pada sampel air, sedimen dan daging. Dengan demikian, kandungan logam pada sungai bagian hulu akan terus terbawa arus sungai dan mengalami akumulasi di bagian hilir sungai. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Yudo,



2006), pada umumnya konsentrasi logam berat pada suatu perairan DKI Jakarta dari hulu ke hilir semakin meningkat.

Gambar 16. Proses masuknya logam Pb, Cd dan Hg pada *P. pardalis* di Sungai Ciliwung

Luaran yang telah dicapai tahun 2018

No.	Judul luaran	Bentuk
1	Abiss (Abon ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708534
2	Geliss (Gelatin ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708530
3	Tangkass (Tepung tulang ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708532
4	The content of nutrient of <i>Plecostomus</i> (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) from Ciliwung River Jakarta. https://smujo.id/nb/article/view/3063/2762	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi:

		Nusantara Bioscience 11(1): 30-34
5	The correlation between heavy metal and nutrient content in <i>Plecostomus</i> (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) from Ciliwung river in Jakarta. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/16248/8717	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Biosaintifika 10(3): 597-604

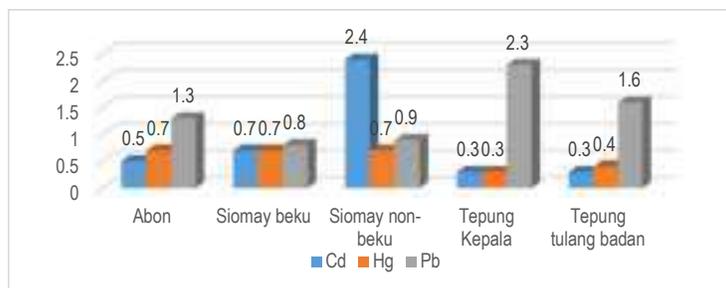
Tahun ketiga (2019)

Kandungan logam pada produk pangan olah berbahan dasar ikan sapu-sapu asal Sungai Ciliwung Hasil analisa kandungan logam berat yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar logam Cd, Hg dan Pb pada daging *P. pardalis* dari ketiga lokasi sampling telah melebihi ambang batas aman konsumsi yang ditetapkan oleh pemerintah (0,10 ppm) (BPOM RI, 2017) dan (SNI BSN 2009). (Tabel 13).

Tabel 13. Baku mutu kandungan logam (ppm) pada daging ikan

Logam (ppm)	BSN (200)	BPOM (2017)
Cd	0.10	0.10
Hg	0.50	0.06
Pb	0.30	0.20

Hasil analisa kandungan logam berat pada produk pangan olahan berbahan dasar daging *P. pardalis* asal Sungai Ciliwung berupa abon, siomay dan tepung tulang ikan menunjukkan terdapat logam berat Cd, Hg dan Pb pada produk pangan tersebut. Kandungan logam Cd tertinggi terdapat pada siomay beku yaitu 2,4 ppm dan kandungan logam Pb tertinggi dijumpai pada tepung tulang ikan yang berasal dari bagian kepala *P. pardalis* (Gambar 17). Tingginya kandungan logam pada produk pangan olahan daging *P. pardalis* tersebut berkaitan dengan tingginya kandungan logam pada daging *P. pardalis*.



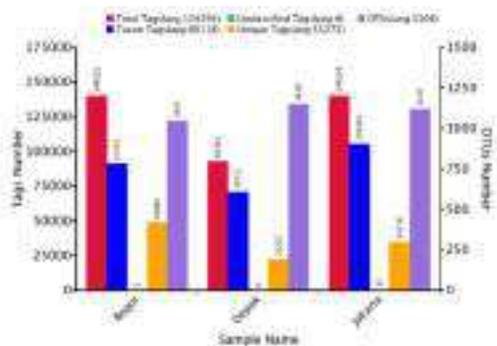
Gambar 17. Kandungan logam Cd, Hg dan Pb (ppm) pada abon dan siomay daging *P. pardalis*, serta tepung tulang *P. pardalis*

Analisa NGS Mikrobiota pada usus ikan sapu-sapu

Hasil penelitian NGS menggunakan gen 16S pada sistem pencernaan ikan sapu-sapu asal sungai ciliwung. Gen 16S rRNA merupakan gen yang terkonservasi, yang memiliki panjang ~1500 bp dengan 10 daerah yang terkonservasi dan 9 daerah hipervariabel. Daerah gen terkonservasi tersebut umum ditemukan pada semua bakteri (conserved region) hanya mengalami perubahan yang sangat kecil dari waktu ke waktu, sedangkan bagian hipervariabel dengan sekuens berbeda setiap jenis bakterinya yang yang memfasilitasi identifikasi spesies maupun genus suatu bakteri (Fukuda et al. 2016).

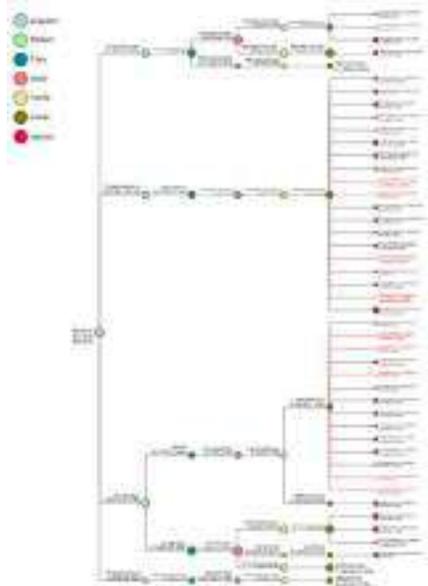
Output analisis NGS tersebut diperoleh dalam beberapa pengolahan data yaitu hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel (Gambar 18), taxonomy tree in single sample (Gambar 19), taxonomy tree of specific specices in samples (Gambar 20), analisa krona (Gambar 21), beta diversity heatmap (Gambar 22), species abundance heatmap (Gambar 23), ternary plot (Gambar 24), evolutionary tree in genus (Gambar 25), venn diagram (Gambar 26), species relative abundance in phylum (Gambar 27).

Hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel (Gambar 18) menunjukkan sumbu Y1 merupakan "Nomor Tags" berarti jumlah bacaan; "Total Reads" (Warna merah) berarti jumlah bacaan yang efektif ditemukan sebanyak 124394 yang terdeteksi; "Taxon Reads" (Warna biru) berarti jumlah Taxon yang terdeteksi sebanyak 89119. "Bacaan Tidak Diklasifikasikan" (Warna hijau) berarti jumlah bacaan yang tidak ditandai sebanyak 4; "Bacaan Unik" (Warna oranye) berarti jumlah bacaan dengan frekuensi 1 dan hanya terjadi dalam satu sampel sebanyak 35272. Sumbu Y2 berjudul "Nomor OTU" berarti jumlah OTU yang ditampilkan sebagai "OTU" (Warna ungu) pada gambar di atas untuk mengidentifikasi jumlah OTU dalam sampel yang berbeda dengan jumlah 1104.



Gambar 28. hasil analisis statistik dan jumlah OTU dari masing-masing sampel

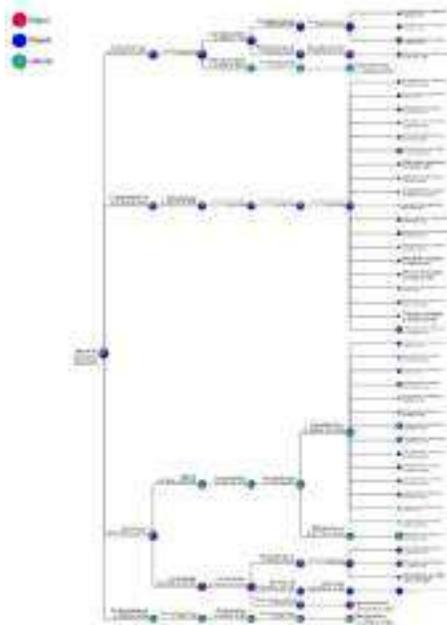
Berikut hasil pohon taksonomi dari sistem pencernaan ikan sapu-sapu (Gambar 19):



Gambar 19. taxonomy tree in single sample

Keterangan : Warna berbeda mewakili peringkat taksonomi yang berbeda. Ukuran lingkaran mewakili kelimpahan relatif spesies. Angka pertama di bawah nama taksonomi mewakili persentase dalam keseluruhan takson, sedangkan angka kedua mewakili persentase dalam takson yang dipilih.

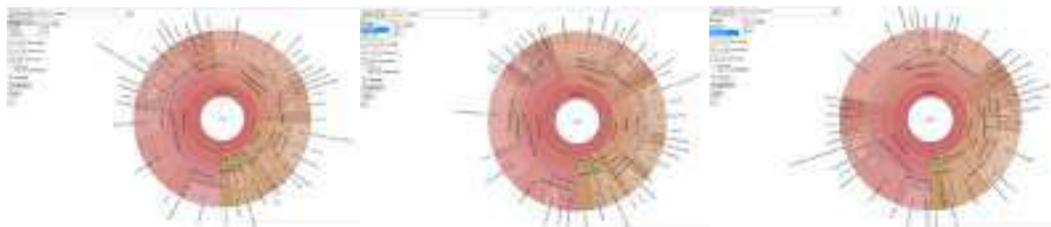
Hasil analisis pada pohon taksonomi berdasarkan ikan sapu-sapu yang diambil dari ketiga lokasi Bogor, Depok dan Jakarta menunjukkan kelimpahan relatif spesies yang berbeda-beda (Gambar 2-).



Gambar 20. Taxonomy tree of specific species in samples

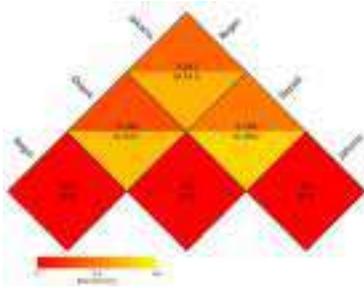
Keterangan : Warna berbeda mewakili peringkat taksonomi yang berbeda. Ukuran lingkaran mewakili kelimpahan relatif spesies. Angka pertama di bawah nama taksonomi mewakili persentase dalam keseluruhan takson, sedangkan angka kedua mewakili persentase dalam takson yang dipilih.

Analisis yang di peroleh dari visualisasi krona menampilkan hasil analisis anotasi spesies. Lingkaran dari dalam ke luar berdiri untuk peringkat taksonomi yang berbeda, dan bidang sektor berarti masing-masing proporsi hasil anotasi OTU yang berbeda (Gambar 21).



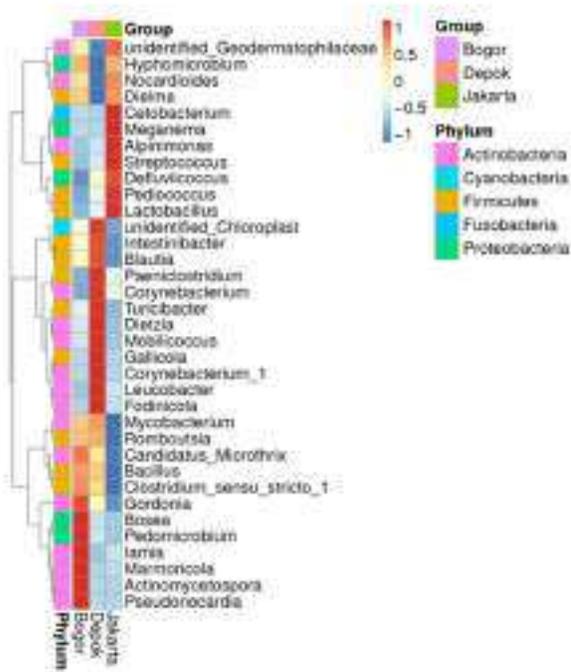
Gambar 21 Analisa krona sampel asal Bogor, Depok dan Jakarta

Hasil analisis beta diversity hetmaps Jarak Unifrac tertimbang dan jarak Unifrac Tertimbang dipilih untuk mengukur koefisien perbedaan antara sampel berpasangan, yang merupakan langkah filogenetik yang digunakan secara luas dalam proyek sekuensing komunitas mikroba baru-baru ini (Gambar 5). Keragaman beta mewakili perbandingan eksplisit komunitas mikroba berdasarkan komposisi. Metrik beta-keragaman dengan demikian menilai perbedaan antara komunitas mikroba. Untuk membandingkan komunitas mikroba antara setiap pasangan sampel komunitas, matriks kuadrat "jarak" atau ketidaksamaan dihitung untuk mencerminkan ketidaksamaan antara sampel tertentu, seperti Un Weighted Unifrac dan Weighted Unifrac distance (Gambar 22). Data dalam matriks jarak ini dapat divisualisasikan dengan Principal Coordinate Analysis (PCoA), Principal Component Analysis (PCA), Non-Metric Multi-Dimensional Scaling (NMDS) dan Metode Pair-group tak tertimbang dengan Arithmetic Means (UPGMA).



Gambar 22 Beta diversity heatmap

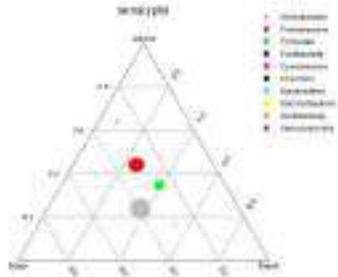
Hasil analisis species abundance heatmap (Gambar 23) ditemukan distribusi kelimpahan 35 genera dominan di antara semua sampel ditampilkan dalam species abundance heatmap. Berdasarkan informasi hasil pengelompokan sampel dan taksa juga, kita dapat memeriksa apakah sampel dengan pemrosesan yang sama dikelompokkan atau tidak, dan kesamaan dan perbedaan sampel juga dapat diamati.



Gambar 23. species abundance heatmap

Keterangan : Plot pada sumbu X nama sampel dan sumbu Y mewakili genus. Nilai absolut dari 'z' mewakili jarak antara skor mentah dan rata-rata deviasi standar. 'Z' negatif ketika skor mentah di bawah rata-rata, dan sebaliknya.

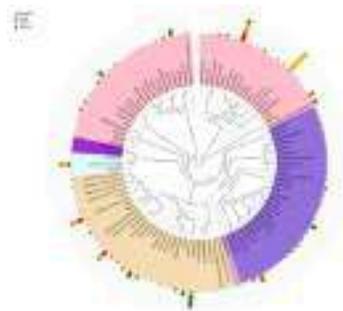
Hasil analisis ternari plot yaitu untuk mengungguli perbedaan spesies dominan di antara 3 sampel di setiap peringkat taksonomi. Berikut 10 spesies teratas dipilih dan plot terner diambil berdasarkan kelimpahan relatif (Gambar 24).



Gambar 24. Ternary Plot

Keterangan : Tiga simpul mewakili tiga sampel. Lingkaran mewakili spesies dominan dan ukurannya mewakili kelimpahan relatif. Kelompok yang dekat dengan lingkaran memiliki kelimpahan lebih tinggi dari spesies ini.

Hasil visualisasi analisis Evolutionary tree in genus terdapat 100 genera teratas dipilih dan pohon evolusi digambar menggunakan urutan mewakili yang diselaraskan. Kelimpahan relatif masing-masing genus juga ditampilkan di samping genus (Gambar 25).



Gambar 25. Evolutionary tree in genus

Keterangan : Warna cabang yang berbeda mewakili filum yang berbeda. Kelimpahan relatif dari masing-masing genus dalam setiap kelompok ditampilkan di luar lingkaran dan warna yang berbeda mewakili kelompok yang berbeda.

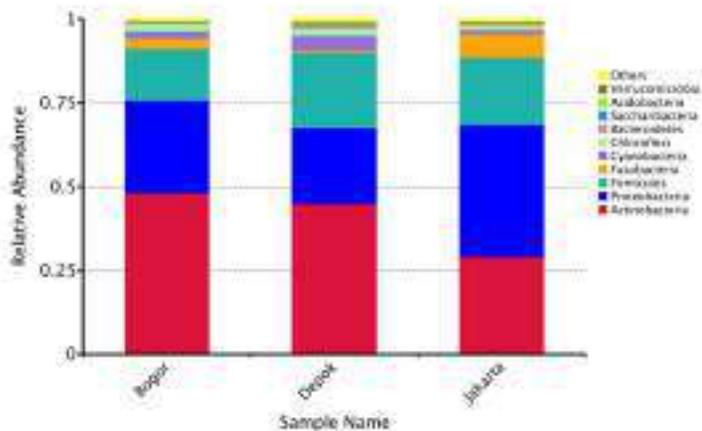
Berdasarkan hasil diagram venn berasal dari hasil analisis pengelompokan OTU dan persyaratan penelitian, kami menormalkan tabel OTU, menganalisis informasi umum dan unik untuk sampel (kelompok) yang berbeda, dan menghasilkan diagram Venn (Gambar 26). Hasil analisis menunjukkan bahwa di pada pencernaan ikan sapu-sapu diwilayah sungai ciliwung bogor terdapat 130 spesies mikroba yang spesifik, di Depok sebanyak 228 dan di Jakarta sebanyak 228 (Gambar 26).



Gambar 26. Diagram Venn

Keterangan : Setiap lingkaran mewakili satu sampel atau kelompok. Nilai dalam bagian yang tumpang tindih mewakili OTU umum. Yang Lain adalah OTU spesifik di setiap sampel.

Hasil mikroba teridentifikasi dalam opsional taxonomi unit (OTU) sebanyak 1563 yang sebagian besar dipetakan dalam filum (Gambar 27)



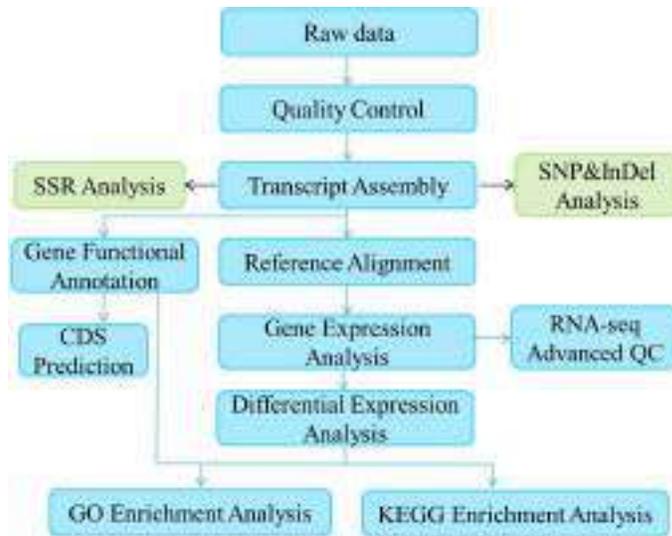
Gambar 27. The top 10 species in the different taxonomic ranks were selected to form the distribution histogram of relative abundance.

Berdasarkan ketiga lokasi pengambilan titik sampling, ditemukan bahwa terdapat 10 Filum mikroba yang mendominasi dengan kelimpahan yang berbeda-beda diantaranya Actinobacteria, Proteobacteria, Firmicutes, Fusobacteria, Cyanobacteria, Chloroflexi, Bacteroidetes, Saccharibacteria, Acidobacteria dan Verrucomicrobacteria (Gambar 1). Kelimpahan tertinggi pada ketiga lokasi adalah Filum Actinobacteria. Actinobacteria memiliki kelimpahan tertinggi terdapat di wilayah Bogor kemudian Depok dan diikuti wilayah Jakarta. Mikroba tersebut yang merupakan bakteri gram positif yang banyak ditemukan di perairan (Ranjani et al., 2016). Keberadaan mikroba yang terdapat pada saluran pencernaan ikan tersebut disebabkan karena kondisi lingkungan yang berbeda, maka dari itu hasil dari setiap lokasi memiliki nilai kelimpahan yang berbeda untuk masing-masing mikroba tersebut.

Selain itu kelompok mikroba lain yang melimpah adalah Proteobacteria. Kelompok Proteobacteria memiliki kelimpahan tertinggi di wilayah Jakarta kemudian Bogor selanjutnya Depok. Proteobacteria merupakan kelompok mikroba yang salah satu filum bakteri. Anggotanya mencakup berbagai bakteri patogen ternama, seperti Escherichia, Salmonella, Vibrio, dan elicobacter, serta bakteri yang sanggup bersimbiosis untuk menyemat nitrogen dari udara dan mengoksidasinya menjadi nitrat (Kersters et al., 2006). Kelompok mikroba yang memiliki kelimpah tertinggi lainnya adalah berasal dari Filum Firmicutes. Firmicutes merupakan mikroba yang sebagian besar memiliki struktur dinding sel Gram-positif (Mariat et al., 2009). Hasil yang ditemukan dalam penelitian ini, sesuai dengan penelitian Estruch et al., 2015 yang menunjukkan bahwa terdapat filum bakteri dominan Firmicutes, Proteobacteria, dan Actinobacteria pada gastrointestinal ikan.

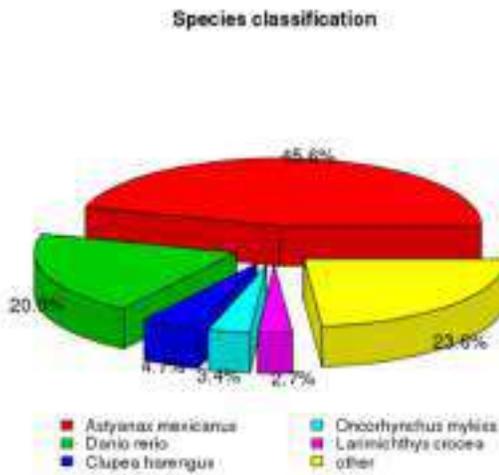
Gen resisten pada ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung

Analisis RNA sequencing dilakukan untuk melihat variasi pada ekspresi gen dan sekuensnya dari sampel otak dan hati yang berasal dari lokasi Bogor (hulu), Depok (tengah) dan Jakarta Utara (hilir) menggunakan metode dari Novogene. Hasil yang diperoleh dari QC untuk RNA dari sampel dapat digunakan untuk proses sekuensing lebih lanjut seperti Transcript Assembly, analisis fungsi gen, analisis ekspresi gen (Gambar 28).



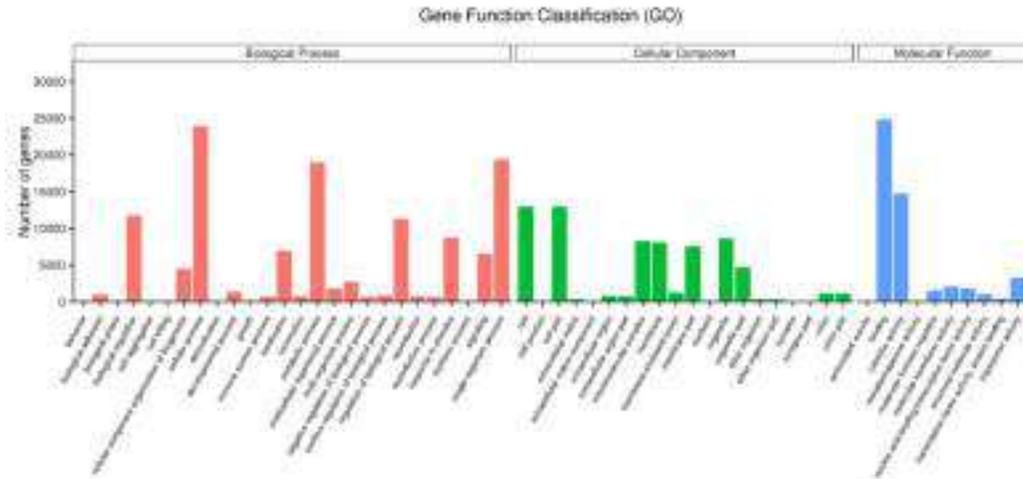
Gambar 28. Alur analisis ekspresi gen.

Karena belum ada data referensi untuk spesies ini, maka digunakan referensi dari beberapa hewan yang memiliki kemiripan seperti *Astyanax mexicanus* (45,6%), *Danio rerio* (20%), *Clupea harengus* (4,7%), *Oncorhynchus mykiss* (3,4%), dan *Larimichthys crocea* (2,7%) (Gambar 29).



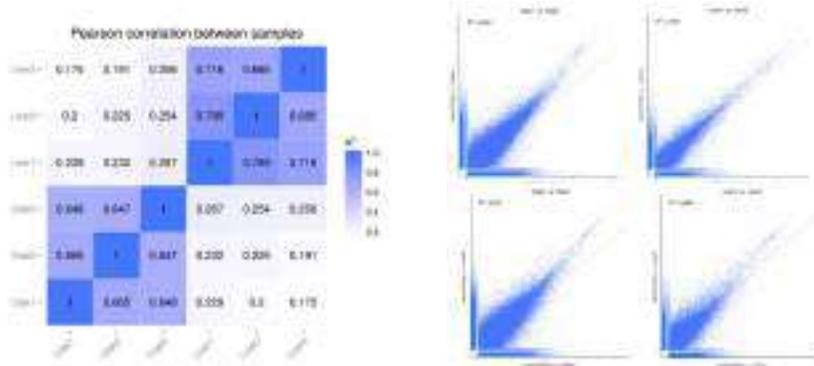
Gambar 29. Distribusi spesies.

Hasil analisis Gene Ontology (GO) diperoleh data produk gen fungsional yang dibagi dalam tiga kelompok, yaitu Proses Biologis (BP), Fungsi Molekul (MF) dan Komponen Seluler (CC). Istilah GO dari setiap ontologi dapat membentuk Directed Acyclic Topology. Dari masing-masing kelompok jumlah gen terbanyak pada BP terjadi pada proses selular, MF pada bagian sel dan bagiannya, dan CC pada binding (Gambar 30).



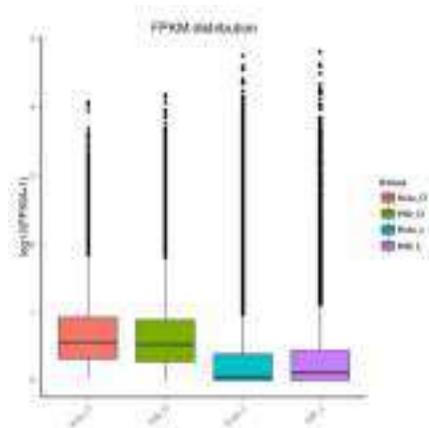
Gambar 30. Analisis GO

RNA-seq dapat mengungkapkan perbedaan ekspresi gen dalam sampel. Korelasi antara sampel merupakan indikator penting untuk menguji reliabilitas percobaan. Korelasi gen fungsional baik pada otak dan hati tidak menunjukkan adanya korelasi antara hulu dan hilir karena nilai $R^2 \leq 0,92$ (Gambar 31).



Gambar 31. Korelasi antar sampel

Untuk membandingkan level ekspresi gen dalam kondisi yang berbeda dapat digunakan diagram FPKM dan plot kotak. Untuk sampel otak, baik di hulu hilir menunjukkan terjadinya ekspresi gen dalam kondisi up regulation karena memiliki nilai FPKM $> 0,3$, sedangkan hal sebaliknya terjadi down regulation pada sampel hati (gambar 32). Pada sampel otak daerah hilir lebih banyak gen yang mengalami down regulation dibandingkan daerah hilir. Hal berbeda pada sampel hati, dimana daerah hilir lebih banyak yang mengalami up regulation dibandingkan hulu.



Gambar 32. down regulation pada sampel hati

Uji Bioakumulasi dan toksikologi

Diawali dengan budidaya ikan sapu-sapu di laboratorium

Berikut data proses pemeliharaan ikan uji bioakumulasi dan toksikologi

Tabel 14 Kualitas pH Air akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	7.53	7.46	7.315
2	7.59	7.61	7.59
3	7.72	7.725	7.62
4	7.765	7.77	7.64
5	7.77	7.835	7.795
6	7.685	7.915	7.925
7	7.97	7.78	7.87
8	7.87	7.845	7.835
9	7.945	8.04	7.915
10	7.9	7.975	7.995
11	7.92	8.035	8.12
12	7.88	8.105	8.03
13	7.34	7.8	7.47
14	7.82	8.125	8.02

Tabel 15 Kualitas Suhu Air Akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	28	27.55	28.1
2	28.05	27.8	28.15
3	27.75	27.85	27.55
4	27.35	27.3	27.1
5	27.15	27.45	27.05
6	26.75	26.6	26.4
7	28.95	28.35	28.5
8	27.45	27.2	27.05
9	27.5	28.05	27.65
10	27.45	27.15	27.05
11	27.3	27.45	27.05
12	27.3	26.95	27.05
13	16.45	29.5	29.55
14	26.75	27	26.7

Tabel 16 Kualitas TDS air akuarium

Hari ke-	Kentang	Mentimun	Cacing
1	145.5	143	143.5
2	155	150	161.5
3	164.5	157.5	175
4	173	163.5	185
5	202	187.5	236
6	214	191.5	248.5
7	172.5	165.5	181.5
8	181	169	190.5
9	199	183	210
10	209.5	190	217
11	236	248.5	260
12	264	264.5	275.5
13	186.5	187.5	188
14	195	190.5	195

Tabel 17 Analisis proksimat pakan

Sampel	Co	Co+S	Co+S 105	Co+S 600	%BK	%KA	%BO
Pelet 1	33.3162	37.5652	37.2282	33.644	92.0687221	7.93127795	84.353966
Pelet 2	33.9245	35.9671	35.8032	34.0848	91.9759131	8.02408695	84.128072
Kentang 1	33.6518	37.0267	34.2047	33.6827	16.3827076	83.6172924	15.467125
Kentang 2	33.5341	37.3544	34.2047	33.569	17.5535953	82.4464047	16.640054
Ketimun 1	34.4342	39.5088	34.6644	34.4558	4.53631813	95.4636819	4.1106688
Ketimun 2	33.5341	37.3544	34.2047	34.1216	17.5535953	82.4464047	2.1752218
Cacing 1	33.5624	36.5703	33.8321	33.5939	8.96638851	91.0336115	7.9191462
Cacing 2	33.275	35.372	33.476	33.3006	9.5851216	90.4148784	8.36433

Tabel 18 Kadar amoniak air

Sampel	Vol. Titrasi	Kadar NH3
Kentang 1	6	0.051
Kentang 2	7	0.0595
Ketimun 1	5	0.0425
Ketimun 2	5	0.0425
Cacing 1	6	0.051
Cacing 2	8	0.068

Tabel 19. Berat awal ikan

Ekor	Kentang 1	Kentang 2	Ketimun 1	Ketimun 2	Cacing 1	Cacing 2
1	13.7	15.41	15.18	13.34	13.34	14.59
2	14.34	18.09	14.82	16.84	16.43	13.08
3	13.81	15.76	12	15.93	11.54	15.11
4	21.67	13.53	15.47	13.19	20.96	11.66
5	16.42	17.63	13.15	13.77	11.38	14.33
Rata-Rata	15.988	16.084	14.124	14.614	14.73	13.754

Tabel 20 Berat akhir ikan

Ekor	Kentang 1	Kentang 2	Ketimun 1	Ketimun 2	Cacing 1	Cacing 2
1	13.3	15.06	14.04	12.48	13.23	13.88
2	14.66	16.78	14.99	16.49	0	12.25
3	14.35	15.52	12.95	15.78	20.61	14.2
4	21.79	13.42	15	13.29	12.22	10.4
5	16.23	17.28	11.64	12.58	11.1	13.47
Rata-Rata	16.066	15.612	13.724	14.124	11.432	12.84

Uji ketahanan abon

1. Data Hasil Analisis Kadar Abu

Sampel	C	CS	CS105	CS600	%BK	%Aa	BK	%BO	%BA	%BHC rate*
Daging Segar										
D1	33,6500	37,0679	34,2798	33,6861	18,4365	81,5735	0,6298	94,268	3,7330	38,4301
D2	33,1750	37,4604	33,9821	33,2132	18,8337	81,1663	0,8971	95,267	4,7330	
Herbuk Daging										
S1	39,3207	40,3297	40,2975	39,3749	95,8087	3,19128	0,0768	94,4922	3,5078	96,4921
S2	32,9041	33,9612	33,9230	32,9626	96,5755	3,42446	1,0209	94,2698	3,7302	
Abon										
A1	33,7550	41,1538	39,3384	34,2681	78,1773	21,8227	3,7834	91,1281	8,8719	70,3838
A2	33,7728	41,2411	38,4771	34,1582	82,9902	17,0098	4,7945	91,9073	8,1923	

Keterangan :

- C = Berat Crucible
- CS = Berat Crucible + sampel
- CS 105 = Berat Crucible + sampel setelah di oven pada suhu 105°C
- CS 600 = Berat Crucible + sampel setelah di tanur pada suhu 600°C
- BK = Berat Kering
- BO = Berat Organik
- BA = Berat Abu

2. Data Hasil Analisis Kadar Lemak 0 Hari

ID Sampel	Ketaran	KS	Sampel	%Bt	BK Sampel	BK-100 _{max}	Berat Akhir	% lemak	rata-rata	STD DEV	Cover
Sebelum Daging											
D1	0,6383	0,851	0,2147	96,6923	0,8248	0,8229	0,1646	19,9567	25,0547	7,2096	28,7723
D2	0,4013	0,6313	0,2202		0,6009	0,5825	0,1812	30,1327			
Abon											
A1	0,5466	0,7352	0,2066	70,5838	0,5316	0,6635	0,1147	21,5749	22,3552	1,1035	4,9581
A2	0,5683	0,7967	0,2284		0,5823	0,6984	0,1301	23,1334			
Abon (radikal)											
A1 5.1 (1)	0,4253	0,6439	0,2166	70,5838	0,4521	0,5547	0,1294	28,3803	27,4261	1,6039	5,8481
A1 5.1 (2)	0,4754	0,6962	0,2208		0,4914	0,6046	0,1292	26,2920			
A1 5.2 (1)	0,544	0,7712	0,2272		0,5943	0,6728	0,1288	22,6626			
A1 5.2 (2)	0,4667	0,6771	0,2108		0,4782	0,5524	0,1207	26,2838			
A1 5.3 (1)	0,4706	0,681	0,2124		0,4821	0,5922	0,1216	25,2237			
A1 5.3 (2)	0,4761	0,6752	0,1991		0,4766	0,5903	0,1142	23,9623			
A1 10.1 (1)	0,4788	0,6571	0,2083		0,4820	0,6005	0,1217	25,0938			
A1 10.1 (2)	0,4864	0,6972	0,2108		0,4921	0,6302	0,1228	24,9338			
A1 10.2 (1)	0,4643	0,686	0,2217		0,4842	0,594	0,1297	26,7862			
A1 10.2 (2)	0,5374	0,746	0,2096		0,5266	0,655	0,1176	22,1339			
A1 10.3 (1)	0,5223	0,7637	0,2412		0,5389	0,6741	0,1538	28,1681			
A1 10.3 (2)	0,4634	0,6739	0,2104		0,4756	0,5987	0,1353	28,4487			
A1 15.1 (1)	0,5381	0,6646	0,1265		0,4691	0,6049	0,0668	14,2400			
A1 15.1 (2)	0,547	0,6538	0,1068		0,4615	0,5997	0,0527	31,4399			
A1 15.2 (1)	0,4854	0,6947	0,2095		0,4805	0,614	0,1286	26,2284			
A1 15.2 (2)	0,4694	0,6917	0,2223		0,4882	0,6325	0,1431	29,1101			
A1 15.3 (1)	0,509	0,7132	0,2042		0,5034	0,6252	0,1162	23,0829			
A1 15.3 (2)	0,5382	0,6255	0,1073		0,4915	0,587	0,0488	31,0522			

Data Hasil Analisis Lemak 20 hari

ID Sampel	Ketaran	KS	Sampel	%Bt	BK Sampel	BK-100 _{max}	Berat Akhir	% lemak	rata-rata	STD DEV	Cover				
Sebelum Daging															
D1	0,7392	0,7981	0,2239	94,6923	0,7039	0,8867	0,1852	23,1984	25,6098	0,1433	0,5573				
D2	0,7132	0,7548	0,2145		0,7135	0,8215	0,2031	22,7125							
Abon															
A1	0,5302	0,754	0,2145	70,9838	0,5327	0,6293	0,1855	26,2184	26,4073	1,1047	4,1593				
A2	0,5143	0,742	0,2137		0,5242	0,6492	0,1848	27,7141							
Abon (radikal)															
A1 5.1 (1)	0,2444	0,7009	0,2185		0,2373	0,6704	0,1204	23,4792							
A1 5.1 (2)	0,2177	0,7325	0,2180		0,2189	0,6409	0,1220	23,2094							
A1 5.2 (1)	0,2228	0,7466	0,2168		0,2284	0,6377	0,1849	23,4993							
A1 5.2 (2)	0,2122	0,7489	0,2161		0,2212	0,6479	0,1947	23,8272							
A1 5.3 (1)	0,5809	0,7276	0,2172		0,5132	0,6944	0,1846	24,2817							
A1 5.3 (2)	0,5942	0,7249	0,2107		0,5117	0,6347	0,1305	23,5091							
A1 10.1 (1)	0,5957	0,7273	0,2204		0,5152	0,6558	0,1523	25,7397							
A1 10.1 (2)	0,5948	0,7274	0,2238		0,5134	0,6361	0,1383	25,5733							
A1 10.2 (1)	0,2182	0,7384	0,2232		0,2299	0,6477	0,1385	25,2615							
A1 10.2 (2)	0,2134	0,7372	0,2280		0,2218	0,6449	0,1382	23,2582							
A1 10.3 (1)	0,2172	0,7394	0,2232		0,2219	0,6528	0,1386	26,5270							
A1 10.3 (2)	0,2146	0,7378	0,2282		0,2228	0,6574	0,1428	27,4211							
A1 15.1 (1)	0,4891	0,7308	0,2189		0,5013	0,6592	0,1803	27,8580							
A1 15.1 (2)	0,4860	0,7302	0,2223		0,5018	0,6264	0,1465	28,2274							
A1 15.2 (1)	0,4990	0,7309	0,2210		0,5088	0,6294	0,1365	27,4154							
A1 15.2 (2)	0,4979	0,7196	0,2298		0,5072	0,6217	0,1879	27,3877							
A1 15.3 (1)	0,4970	0,7324	0,2125		0,5025	0,6211	0,1292	24,4666							
A1 15.3 (2)	0,4990	0,7421	0,2132	0,5047	0,6221	0,1252	24,8046								

Keterangan : BK = Berat Kering + Sampel
 BK = Berat Kering
 BK-100_{max} = Berat Kering Sampel setelah proses dehidrasi dan oven pada suhu 103°C

3. Data Hasil Analisis Protein 0 hari

ID Sampel	Berat Awal	HCl 0,1 N (ml)	NaOH 0,1 N (ml)	% N	%protein	%rata-rata
Daging						
D1	0,504	60	10,8	14,1342	88,34	86,36
D2	0,506	60	11,2	13,5020	84,39	
Ayam						
A(1)	0,5012	30	6	6,7039	41,90	43,94
A(2)	0,5043	30	3,5	7,3567	45,98	
Ayam Iradiasi						
Ai 5 (1)	0,5070	30	1,1	7,9661	49,70	50,42
Ai 5 (2)	0,509	30	0,3	8,1690	51,05	
Ai 10 (1)	0,5074	30	3,3	6,8121	42,39	44,42
Ai 10 (2)	0,5033	30	3,4	7,3952	46,04	
Ai 15 (1)	0,5017	30	4,3	7,1736	44,82	41,61
Ai 15 (2)	0,5038	30	7,8	6,1467	38,40	

Data Hasil Analisis Protein 30 hari

ID Sampel	Berat Awal	HCl 0,1 N (ml)	NaOH 0,1 N (ml)	% N	%protein	%rata-rata
Daging						
D1	0,5072	50	9,7	11,3238	69,52	69,84
D2	0,5088	50	9,2	11,2264	70,17	
Ayam						
A(1)	0,5023	30	3,8	6,7450	42,16	44,10
A(2)	0,5075	30	3,3	7,3853	46,03	
Ayam Iradiasi						
Ai 5 (1)	0,5025	30	5	6,9652	43,53	45,43
Ai 5 (2)	0,5028	30	2,8	7,3236	47,32	
Ai 10 (1)	0,5074	30	3,6	7,3567	45,98	46,69
Ai 10 (2)	0,5037	30	2,6	7,3853	47,41	
Ai 15 (1)	0,5086	30	1,3	7,8451	49,03	49,13
Ai 15 (2)	0,5082	40	11,4	7,8772	49,25	

4. Data Hasil Analisis Mikroba

Perlakuan	Waktu	Bakteri (cfu/g)	Kapang	Coliform	<i>S. aureus</i>	<i>Salmonella-Shigella</i>
Kontrol	0 hari	1000	300	TTD	TTD	TTD
	30 hari	40000	TTD	TTD	TTD	TTD
5 KGy	0 hari	TTD	500	TTD	TTD	TTD
	30 hari	2000000	300	TTD	TTD	TTD
10 KGy	0 hari	TTD	100	TTD	TTD	TTD
	30 hari	1000000	TTD	TTD	TTD	TTD
15 KGy	0 hari	TTD	TTD	TTD	TTD	TTD
	30 hari	40000	TTD	TTD	TTD	TTD

Keterangan : TTD = Tidak terdeteksi

5. Data Hasil Analisis Bakteri Coliform (Metode MPN)

Sampel	Waktu	
	0 hari	30 hari
Kontrol	Negatif	Negatif
5 KGy	Negatif	Negatif
10 KGy	Negatif	Negatif
15 KGy	Negatif	Negatif

Luaran yang telah dicapai tahun 2019

No.	Judul luaran	Bentuk
1.	Heavy metal contamination of Ciliwung River, Indonesia https://www.scientific-publications.net/en/article/1001864/	Artikel jurnal internasional pada: J. of Int'l Scientific Publication. Eco & Safety 13:106-111
2	Diversity and Density of Pleco (Pterygoplycthis sp) in Ciliwung River, Jakarta Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)
3	The content of heavy metal of Plecostomus ((Pterygoplichthys pardalis) from the Ciliwung River Jakarta, Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)
4	The potential of Pterygoplichthys pardalis from Ciliwung River Indonesia as an alternative source of protein	Artikel konferensi internasional Environment Agriculture and Biotechnology (Bangkok, 29 November 2019)
5	Gut content analisis of Pterygoplichthys pardalis from Ciliwung River, Jakarta	Artikel Seminar internasional pada Konferensi Internasional KOBI (Pontianak, 6-8 September 2019)
6	Naskah akademik Hasil FGD	Hasil kegiatan FGD
7	Buku "Bioekologi ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung"	Buku

D. **STATUS LUARAN:** Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan pada tahun pelaksanaan penelitian. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian luaran

Luaran dan status luaran yang telah dihasilkan selama kegiatan penelitian meliputi:

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
1	Morphometric and meristic of common pleco (Loricariidae) on Ciliwung river watershed south Jakarta region. http://www.journalijar.com/article/13512/morphometric-and-meristic-of-common-pleco-(loricariidae)on-ciliwung-river-watershed-south-jakarta-region./	Artikel jurnal internasional pada: Int'l J. of Advanced Research 4(11):57-62	Terbit
2	DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River http://www.journalijar.com/article/14628/dna-barcodes-of-the-pleco-(loricariidae,-pterygoplichthys)-in-the-ciliwung-river./	Artikel jurnal internasional pada : Int'l J. of Advanced Research 5(2):33-45	Terbit
3	Analisa keragaman ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung wilayah Jakarta	Makalah seminar yang telah dipresentasikan pada Kongres dan Seminar Nasional Perhimpunan Biologi	Prosiding terbit pada bulan April 2018

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
		Indonesia (PBI) ke XXIV di Manado 25-26 Agustus 2017	
4	Deteksi Bakteri Pencemar Lingkungan (Coliform) Pada Ikan Sapu-Sapu Asal Sungai Ciliwung. http://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/244	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 4 (1): 24-27	Terbit
5	Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di perairan sungai Ciliwung https://jurnal.uai.ac.id/index.php/SST/article/view/237/224	Artikel jurnal nasional pada: J. Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi 3(4): 221-225	Terbit
6	Identifikasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter pola abdomen di perairan Ciliwung. http://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/24948	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: J. of Bio 20(1):40-43	Terbit
7	Abiss (Abon ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708534	Pemeriksaan substantif
8	Geliss (Gelatin ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708530	Pemeriksaan substantif
9	Tangkass (Tepung tulang ikan sapu-sapu)	HKI no pendaftaran: S-00201708532	Pemeriksaan substantif
10	The correlation between heavy metal and nutrient content in Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis) from Ciliwung river in Jakarta. https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/biosaintifika/article/view/16248/8717	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Biosaintifika 10(3): 597-604	Terbit
11	Heavy metal contamination of Ciliwung River, Indonesia https://www.scientific-publications.net/en/article/1001864/	Artikel jurnal internasional pada: J. of Int'l Scientific Publication. Eco & Safety 13:106-111	Terbit
12	The content of nutrient of Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis) from Ciliwung River Jakarta. https://smujo.id/nb/article/view/3063/2762	Artikel jurnal nasional pada jurnal nasional terakreditasi: Nusantara Bioscience 11(1): 30-34	Terbit
13	Diversity and Density of Pleco (Pterygoplycths sp) in Ciliwung River, Jakarta Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)	Terbit
14	The content of heavy metal of Plecostomus ((Pterygoplichthys pardalis) from the Ciliwung River Jakarta, Indonesia https://bioeco2019.com/	Artikel Simposium internasional Bioecology 2019 (Turki, 26-28 September 2019)	Terbit
15	Impact of heavy metal contamination on Ciliwung Rivers toward Pleco ((Pterygoplichthys pardalis)	International Journal of Ecology	In Review

No.	Judul luaran	Bentuk	Status
16	The potential of <i>Pterygoplichthys pardalis</i> from Ciliwung River Indonesia as an alternative source of protein	Artikel konferensi internasional Environment Agriculture and Biotechnology (Bangkok, 29 November 2019)	Accepted
17	Gut content analysis of <i>Pterygoplichthys pardalis</i> from Ciliwung River, Jakarta	Artikel Seminar internasional pada Konferensi Internasional KOBI (Pontianak, 6-8 September 2019)	In Review
18	Naskah akademik Hasil FGD	Hasil kegiatan FGD	Tersedia
19	Buku "Bioekologi ikan sapu-sapu di sungai Ciliwung"	Buku	Naskah/Draft
20	Dokumen Uji Coba Produk	Hasil uji coba penelitian	Tersedia

.....

E. **PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (jika ada). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui Simlitabmas mengikuti format sebagaimana terlihat pada bagian isian mitra

Realisasi kerja sama dengan mitra

Mitra merupakan Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) yang dalam hal ini diwakili oleh Manajer mutu Laboratorium Pengujian di balai riset tersebut. Mitra memiliki komitmen yang cukup baik selama proses penelitian yang berlangsung sejak tahun 2017 hingga 2019. Selama 3 tahun pelaksanaan penelitian, penelitian dan mitra melakukan banyak kegiatan penelitian bersama sehingga menghasilkan beberapa output bersama-sama, diantara artikel pada jurnal internasional, dan prosiding internasional. Saat ini peneliti dan mitra masih bekerja sama dalam proses penyusunan buku agar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber referensi bagi pihak yang akan melakukan riset terkait ikan sapu-sapu

Kontribusi Mitra

Mitra berkontribusi dalam memfasilitasi peminjaman kolam ikan, penggunaan fasilitas laboratorium dan membantu dengan memberi izin penggunaan sejumlah alat dan bahan yang tersedia di lokasi mitra untuk dapat dipakai oleh para pelaksana penelitian di laboratorium. Mitra juga membantu memberi arahan agar penelitian dapat memberi hasil yang sesuai dengan keinginan dan harapan mitra. Hal ini bertujuan agar hasil penelitian dapat dimanfaatkan oleh mitra sebagai balai riset ikan hias

.....

F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala pada saat melaksanakan penelitian ini:

Pada tahun pertama dan kedua, jumlah dana yang disetujui sangat jauh dari jumlah dana yang diharapkan untuk dapat melaksanakan seluruh kegiatan penelitian, sehingga ada beberapa perubahan agenda penelitian misalnya lokasi kegiatan penelitian pada tahun pertama dan kedua hanya dapat dilakukan di wilayah Jakarta, baru pada tahun ketiga lokasi kegiatan dapat ditambah sesuai dengan rencana penelitian pada proposal awal (tahun 2016). Selain lokasi kegiatan, perubahan kegiatan juga harus dilakukan sesuai dengan dana yang disetujui, sehingga ada beberapa topik penelitian yang diundur pelaksanaannya pada tahun ketiga

Pada tahun ketiga, terdapat sejumlah kendala dalam pelaksanaan penelitian:

1. kegiatan pengambilan sampel di lokasi sampling (dalam hal ini Sungai Ciliwung wilayah Bogor, Depok dan Jakarta) yang amat sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca;
2. beberapa jenis analisa membutuhkan kondisi objek penelitian (ikan-sapu-sapu) yang segar, namun adakalanya karena masalah teknis seringkali ikan sudah mati lebih dulu sebelum memperoleh perlakuan di laboratorium;
3. beberapa metode analisa memerlukan reagen (bahan analisa) yang tidak ready stock atau membutuhkan prosedur khusus untuk melakukan pemesanan (karena tidak dijual dengan mudah), seperti waktu pemesanan yang agak lama karena bahan tersebut tidak tersedia di Indonesia (Kit analisa molekuler, logam berat, sekuensing hasil PCR dsb);
4. terdapat sejumlah alat laboratorium yang rusak pada saat penelitian akan dilaksanakan, sehingga harus menunggu proses perbaikan alat agar dapat digunakan untuk mencapai hasil penelitian;
5. Lamanya waktu memperoleh perizinan Ethical Clearance agar dapat melakukan uji coba pada ikan sapu-sapu juga menjadi salah satu kendala yang menyebabkan sampai saat ini proses penelitian Bioakumulasi dan biotoksikologi logam berat pada ikan sapu-sapu masih dilaksanakan

Kendala tersebut, sebagian besar dapat diselesaikan sehingga penelitian tetap dapat dilaksanakan meskipun terjadi pemunduran waktu pelaksanaannya

Terkait luaran yang dijanjikan, beberapa jurnal internasional membutuhkan waktu yang panjang untuk proses penertbitan naskah artikel, sehingga beberapa naskah baru dapat terbit beberapa bulan kemudian (lebih dari 6 bulan sejak waktu submit)

.....

G. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana tindak lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

Penelitian Bioekologi ikan sapu-sapu di sepanjang Sungai Ciliwung tahun 2019 belum selesai dilakukan pada kegiatan uji bioakumulasi dan toksikologi logam berat pada ikan sapu-sapu. Penelitian ini mengalami kemunduran karena beberapa hal yang meliputi logam berat yang digunakan sebagai bahan agak sulit diperoleh dan membutuhkan waktu yang relative lama mulai dari masa pemesanan hingga bahan tersebut tiba di laboratorium. Kendala selanjutnya adalah pengujian sample ikan membutuhkan surat Ethical Clearance dari pihak yang berwenang mengeluarkan surat tersebut. Proses ini membutuhkan waktu yang tidak singkat butuh 2-3 bulan mulai dari pengajuan kepada institusi terkait hingga dikeluarkan surat pernyataan perizinan uji laboratorium dengan menggunakan logam berat pada ikan sapu-sapu sebagai objek penelitian. Oleh karena itu, penelitian yang belum selesai ini akan tetap dilanjutkan pada tahun 2020.

Penelitian lanjutan Bioekologi Ikan sapu-sapu di sepanjang Sungai Ciliwung rencananya akan dilakukan untuk beberapa tahun ke depan (tahun 2020-2025). Dari hasil yang telah diperoleh pada tahun 2018 dan 2019, dapat diperoleh informasi bahwa ikan sapu-sapu memiliki kandungan protein yang tinggi menyerupai kandungan protein pada ikan air tawar lainnya, namun memiliki kadar lemak dan karbohidrat yang sangat rendah. Oleh karena itu ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung berpotensi sebagai sumber protein hewani alternatif yang murah, mudah diperoleh dan bernilai ekonomis tinggi. Kandungan protein yang tinggi juga terdapat pada abon, siomay dan tepung tulang ikan. Akan tetapi, kondisi perairan Sungai Ciliwung yang tercemar logam berat dengan kadar yang tinggi di atas ketentuan bagi suatu wilayah perairan, menyebabkan daging dan produk pangan berbasis daging ikan sapu-sapu menjadi tidak aman untuk dikonsumsi karena memiliki mengandung kadar logam di atas nilai batas aman konsumsi yang ditetapkan oleh pemerintah (0,10 ppm) (BPOM RI, 2017) dan (SNI BSN 2009). Oleh karena itu butuh upaya budidaya ikan sapu-sapu di bantaran Sungai Ciliwung sebagai salah satu upaya mencegah konsumsi daging ikan yang mengandung logam berat, juga memenuhi kebutuhan ekonomi para pencari ikan sapu-sapu untuk dapat menjual daging ikan yang sehat. Selain itu, pakan dari ikan sapu-sapu budidaya rencananya berupa larva Black Soldier Fly (BSF) yang akan diproduksi dari sampah-sampah organik yang dikumpulkan di sepanjang bantaran Sungai Ciliwung. Selain melakukan penelitian terkait budidaya ikan tersebut, masih diperlukan pengujian pada ikan hasil budidaya terkait kadar logam agar dapat diperoleh hasil yang dapat melihat adanya penurunan kadar logam.

Roadmap Ikan sapu-sapu di Sungai Ciliwung 2015-2025



H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] Rosnaeni, D. Elfidasari dan M. R. Fahmi, "DNA Barcodes of the Pleco (Loricariidae, Pterygoplichthys) in the Ciliwung River.," *International Journal of Advance Research*, vol. 5, no. 2, pp. 33-45, 2017.
- [2] J. C. Jumawan, A. A. Herrera dan S. D. Jacinto, "Length-weight and Gonadomorphometric Characterization of the Janitor Fish *Pterygoplichthis* Gill, 1858 from Marikina River, Philippines: Reproduction in an Invasive Fish Before Tropical Dtorrm Ondoy.," *Agricultural Research*, vol. 1, pp. 1-15, 2010.
- [3] I. Mahardika dan L. Parede, "Analisi filogenetik sekuen nukleotida bagian hipervariabel protein VP2 virus gumboro isolat Indonesia," *Veteriner*, vol. 9, pp. 60-64, 2008.
- [4] N. Dharmayanthi, "Filogenetika molekuler: metode taksonomi organisme berdasarkan sejarah evolusi," *Wartazoa*, vol. 21, pp. 1-10, 2011.
- [5] N. Hebert, R. Hanner, E. Holm, E. E. Nicholas, E. Taylor, M. Burrige, D. Watsinson, P. Dumon, A. Curry, P. Bentzen, Zhang, J. April dan Bernatchez, "Identifying canadian freshwater fishes through DNA barcodes.," *J. Plos One*, vol. 3, pp. 174-180, 2004.
- [6] R. D. Ward, T. S. Zemlak, B. H. Innes, P. R. Last dan P. N. Hebert, "DNA barcoding Australia's fish species," *Philos Trans R Soc Land B Biol Sci*, vol. 360, pp. 1847-1857, 2005.
- [7] A. Samat, "Dietary Analysis of an Introduced Fish, *Pterygoplichthys paedalis* From Sungai Langat, Selangor, Penin Sular Malaysia," *The Malayan Nature Journal*, pp. 68 (1) : 241-246, 2016.
- [8] F. A. C. R. B. B. M. Moroni, "Limitation in Decision Context for Selection of Amazonian Armoured Catfish acari-bodo (*Pterygoplichthys pardalis*) as Candidate Species for Aquaculture," *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, pp. 7 (8) : 142-150, 2015.
- [9] Prihardhyanto, *Beberapa Aspek Biologi Ikan Sapu-sapu (Hypostamus sp. dan Hyposarcus pardalis)*, Depok: Depok : Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Indonesia., 1995.
- [10] M. I. Effendie, *Biologi perikanan*, Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama, 2002.
- [11] R. L. A. A. Delariva, "Relationship Between Morphology and Diets of Six Neotropical Loricariids.," *Journal of Fish Biology*, pp. 58 : 832-847, 2001.
- [12] A. Halwa, "Bioakumulasi kandungan logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr) pada daging ikan sapu-sapu di bagian hulu hingga hilir Sungai Ciliwung," Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta, 2016.
- [13] A. L. da Cruz, H. R. da Silva, L. M. Lundstedt, A. R. Schwantes, G. Moraes, W. Klein dan M. N. Fernandes, "Air breathing behavior and physiological responses to hypoxia and air exposure in the air breathing Loricariid fish, *Pterygoplichthys anisitsi*," *Fish Physiology and Biochemistry*, vol. 39, pp. 243-256, 2013.
- [14] L. Nico, P. Butt, G. Johnston, H. Jelks, M. Kail dan S. Walsh, "Discovery of south American suckermouth armored catfish (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) in the Santa Fe River drainage, SUwannee Riser Basin, USA.," *Bioinvasions Records*, vol. 1, no. 3, pp. 179-200, 2012.
- [15] S. Yudo, "Kondisi pencemaran logam berat di perairan Sungai DKI Jakarta," *Jurnal Air Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 1-15, 2006.
- [16] R. Puspasari, "Logam dalam Ekosistem Perairan," *J. BAWAL*, pp. 1(2): 43-47, 2006.
- [17] Palar, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Jakarta: Rineka Cipta, 2008.

- [18] N. Cahyani, L. Batu dan Sulistino, "Kandungan Logam Berat Pb, Hg Cd dan Cu Pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) Di Estuari Sungai Donan, Cilacap Jawa Tengah," *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, vol. 19 (3), pp. 267-276, 2016.
- [19] N. Priyanto, Dwiytno dan F. Ariyani, "Heavy metal residues (Hg, Pb, Cd, and Cu) in fish, water, and sediment at Cirata Reservoir, West Java.," *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 3 (1), 2008.
- [20] D. Elfidasari, L. N. Ismi, A. P. Shabira dan I. Sugoro, "The Correlation between Heavy Metal and Nutrient Content in *Plecostomus (Pterygoplichthys pardalis)* from Ciliwung River in Jakarta," *Biosaintifika*, vol. 10, no. 3, pp. 597-604, 2018.
- [21] K. L. Taufik, "Kualitas air Hulu dan Tengah Sungai Ciliwung Kabupaten Bogor Jawa Barat. [skripsi]," Bogor, (ID): Institut Pertanian Bogor, 2003.
- [22] Yudo, "Kondisi Kualitas Air Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen, dan Bakteri *E.coli*," *J. Air Indonesia*, pp. 6(1): 34-42, 2010.
- [23] D. Hendrawan, "Kualitas air Sungai Ciliwung ditinjau dari parameter minyak dan lemak.," *Jurnal ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, vol. 15, no. 2, pp. 85-93, 2008.
- [24] I. Rachmawati, "Aspek Biologi Reproduksi Ikan Beunteur (*Puntius binotatus* C. V. 1842, Famili Cyprinidae) di Bagian Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung, Jawa Barat.," Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2006.
- [25] R. Hadiaty, "Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane," *Berita Biologi*, vol. 10, no. 4, pp. 491-504, 2011.
- [26] International River Foundation, "Help Save the Ciliwung River Indonesia.," 2011. [Online]. Available: <http://www.riverfoundation.org.au/event.php?e=1289>. [Diakses 5 Oktober 2015].
- [27] J. Ambruster dan L. Page, "Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae).," *Neotropical Ichthyology*, vol. 4, no. 4, pp. 401-409, 2006.
- [28] A. Bijukumar, R. Smrithy, U. Sureshkumar dan S. George, "Invasion of South American suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae) in Kerala, India-a case study," *J. of Threatened Taxa*, vol. 3, pp. 6987-6995, 2015.
- [29] L. W. Wu, C. C. Liu dan S. M. Lin, "Identification of exotic Sailfin Catfish species (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) in Taiwan based on morphology and mtDNA sequences.," *Zoological Studies*, vol. 50, pp. 235-246, 2011.
- [30] D. D. Zworykin dan S. V. Budaev, "Non-indigenous armored catfish in Vietnam: Invasion and systematic," *Ichthyol. Res.*, vol. 60, pp. 327-333, 2013.
- [31] R. L. Delariva dan A. A. Agostinho, "Relationship between morphology and diets of six neotropical fishes," *J. Fish Biology*, vol. 58, pp. 832-847, 2001.
- [32] R. Puspasari, "Logam dalam ekosistem perairan," *j. Bawal*, vol. 1, no. 1, pp. 43-47, 2006.
- [33] A. M. Hill dan D. M. Lodge, "Replacement of resident crayfishes by an exotic crayfish: the role of competition and predation," *Ecol. app.*, vol. 9, no. 2, pp. 678-690, 1999.
- [34] J. Mallet, "Hybrid speciation," *Nature*, vol. 446, pp. 279-283, 2007.
- [35] D. Wowor, "Studi biota perairan dan herpetofauna di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dan Cisadane: Kajian hilangnya keanekaragaman hayati," Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Cibinong, 2010.
- [36] M. Kottelat, A. J. Whitten, S. N. Kartikasari dan S. Wiroatmaja, *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*, Jeman: Periplus, 1993.
- [37] A. Ene, A. Bosneaga dan L. Georgescu, "Determination Of Heavy Metals In Soils Using XRF Technique," *J. Rom. Journ. Phys.*, vol. 55, no. 7-8, pp. 815-820, 2010.

- [38] J. J. Hoover, C. E. Murphy dan J. Killgore, "Ecological impacts of suckermouth catfishes (Loricariidae) in North America: a conceptual model," *Aquatic Nuisance Species Research Prog. Bull*, vol. 14, no. 1, pp. 1-13, 2014.
- [39] L. M. Page dan R. H. Robins, "Identification of sailfin catfishes (Teleosti:Loricariidae) in south-eastern Asia," *The Raff. Bull. of Zool*, vol. 54, pp. 455-457, 2006.