

Kode Talenta/Kode fakultas : 05/03

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN TALENTA USU
SKEMA PENELITIAN DASAR**



**Kajian Status Ekologis dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai
Alas-Singkil, Provinsi Sumatera Utara dan Aceh**

TIM PENGUSUL

Ketua : Dr. AHMAD MUHTADI, S.Pi., M.Si; NIDN: 0004068502
Anggota 1 : RUSDI LEIDONALD, SP., M.Sc; NIDN 0015037808
Anggota 2 : ASTRID F. DEWINTA, S.St.Pi., M.Si.; NIDN: 0010018802

Dibiayai oleh:
Universitas Sumatera Utara
Tahun Anggaran 2022
sesuai dengan Kontrak Penelitian
Nomor: 11119.1/UN5.1.R/PPM/2022, tanggal 01 Agustus 2022

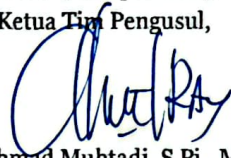
**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
Maret 2023**

Halaman Pengesahan Laporan Akhir PENELITIAN DASAR 2022

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Judul | : Kajian Status Ekologis dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Alas-Singkil, Provinsi Sumatera Utara dan Aceh |
| 2. Pelaksana | |
| a. Nama | : Dr. Ahmad Muhtadi, S.Pi., M.Si |
| b. NIDN/NIDK/NIP | : 0004068502 |
| c. Jabatan Fungsional | : Asisten Ahli |
| d. Fakultas / Unit | : Fakultas Pertanian |
| e. Alamat Kantor/Telp/Faks | : Jl. Prof. A. Sofyan No. 3 Fakultas Pertanian USU/
081386065969 |
| 3. Anggota Tim Pelaksana | |
| a. Jumlah Anggota | : Dosen 2 orang |
| b. Anggota Peneliti (1) | |
| 1. Nama Lengkap | : Rusdi Leidonald, SP., M.Sc. |
| 2. NIP / NIDN | : 0015037808 |
| 3. Jabatan/Golongan | : Asisten Ahli |
| 4. Unit | : Fakultas Pertanian |
| c. Anggota Peneliti (2) | |
| 1. Nama Lengkap | : Astrid Fauzia Dewinta, S.St.Pi., M.Si |
| 2. NIP / NIDN | : 0010018802 |
| 3. Jabatan/Golongan | : Asisten Ahli |
| 4. Unit | : Fakultas Pertanian |
| 4. Tahun Pelaksanaan | : 2022 |
| 5. Biaya Penelitian | : Rp. 22.500.000 |

Mengetahui
Wakil Dekan 3,

Prof. Dr. Ir. Elisa Julianti, M.Si.
NIP. 196706161991032003

Medan, 12 April 2023
Ketua Tim Pengusul,

Dr. Ahmad Muhtadi, S.Pi., M.Si
NIP. 198506042014041001

Menyetujui
Lembaga Penelitian
Ketua,

Prof. Dr. Robert Sibarani, MS.
NIP. 196402121987031004

RINGKASAN

DAS Singkil merupakan das yang besar dengan luas mencapai 12027,18 km². DAS Singkil terdirai dari 7 sub das dengan Panjang sungai utama mencapai 368 km. orde sungai das singkil mencapai 8 orde dan terdiri dari 7235 orde 1, 1964 orde 2, 390 orde 3, 92 orde 4, 26 orde 5, 6 orde 6, 4 orde 7. Bentuk das Singkil adalah memanjang dengan nilai RC 0.16. tingkat percabangan sungai di DAS Singkil sebesar 4.76. Debit maksimum di DAS Singkil mencapai 59.178 m³/detik (Muhtadi et al. 22). Dengan demikian DAS Alas-Singkil merupakan ekosistem utama dalam menjaga keberadaan air di Tapanuli Utara dan Selatan. Ekosistem ini juga merupakan habitat penting bagi keberagaman flora dan fauna di kawasan tapanuli, termasuk organisme perairan baik berupa nekton (ikan) maupun macroinvertebrate. Panjang sungai yang membentang dari kawasan dataran tinggi tapanuli (tengah utara) sampai ke samudra hindia di bagian barat daya merupakan habitat yang sesuai bagi biodiversitas nekton dan macroinvertebrate di Sungai Alas-Singkil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik habitat ikan di Das Las-Singkil, Status kualitas air DAS Alas-Singkil, biodiversitas nekton dan makroinvertebrata di DAS Alas-Singkil di Provinsi Sumatera Utara dan Aceh. Penelitian dilakukan antara bulan Mei hingga Oktober 2022. Penentuan stasiun penelitian menggunakan metode *random purposive sampling*. Stasiun pengambilan data mewakili daerah hulu (Kutacane, Dairi, Salak, Parlilitan), tengah (Subulussalam dan Fak-fak), dan hilir (Singkil). Pengambilan sampel ikan dan udang menggunakan *backpack electrofishing units* dengan arus listrik lemah (bersumber batere 12 volt dan 9 ampere) dan jala. Sementara pengambilan sampel makroinvertebrata menggunakan surbernet dan pengambilan sampel pada substrat lainnya, seperti kayu, plastk, batu, dan lain-lain. Parameter lingkungan yang diamati meliputi parameter fisika, dan kimia. Analisa data yang dilakukan meliputi analisa struktur komunitas meliputi keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi serta penentuan karateristik dan status sungai berdasarkan parameter lingkungan dan makroinvertebrata.

Karakteristik habitat di DAS Alas_Singkil sangat beragam dimana pada bagian hilir hingga tengah sungai utama terdapat rawa yang memungkinkan iktiofauna dapat bermigrasi secara lateral. Pada bagian tengah anak sungai utama (sub-DAS) hingga hulu (sebagain besar) memiliki karakteristik habitat yang didominasi oleh substrat batuan sedimen dengan arus relative sedang-kuat. Pada bagian hulu sungai utama didominasi oleh substrat berbatu dengan perairan jernih yang berarus rendah-sedang. Selama pengamatan di DAS Alas-Singkil, terkoleksi sebanyak 97 Spesies ikan serta 9 jenis udang dan 1 jenis kepiting air tawar, 1 jenis kura-kura air tawar dan 1 jenis buaya (Tabel 2-3). Massher, Swamp barb, dan Panchax minnow merupakan ikan yang sering ditemukan dan menyebar luas di DAS Alas-Singkil. Secara umum, iktiofauna yang ditemukan di DAS Alas-Singkil ini termasuk dalam kategori leas Concern (LC) sebesar 78.31% dan Data Deficient (DD) sebesar 12.05%. namun demikian ada 2 spesies (2.41%) yang termasuk kategori Endangered (EN) dan 4 (4.82%) spesies masuk dalam kategori Vulnerable (VU) (Tabel 2). *Ompok brevirectus* dan *Clarias microspilus* merupakan spesies yang termasuk dalam kategori Endangered (IUCN, 2023). kedua spesies ini hanya ditemukan pada bagian hilir sungai alas (*O. brevictus*) dan hutan rawa singkil (*C. micropilus*). Spesies yang termasuk vulnerable adalah *Mystus punctifer*, *Nemacheilus tuberigum*, *Kryptopterus piperatus*, *Glyptothorax plectilis*.

Adapun luaran yang ditargetkan dalam penelitian ini adalah jurna internasional terindeks scopus sebagai luaran wajib dan prosiding dan bahan ajar sebagai luaran tambahan.

Kata kunci : Alas-Singkil, biodiversity, kualitas air, nekton, makroinvertebrata,

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat dilakukan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Spetember 2022 sampai bulan Desember 2022 ini ialah tentang status ekologis dan biodiversitas sungai, dengan judul “Kajian Morfometri dan Profil Kualitas Air Danau Pesisir di Danau Anak Laut, Aceh Sigkil, Provinsi Aceh”.

Kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada pimpinan Lembaga Penelitian Universitas Sumatera Utara dan Pimpinan Fakultas Pertanian atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian yang di danai oleh Fakultas Peratnaina USU.. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada mahasiswa angkatan 2021 yang ikut dalam program MBKM, semoga menjadi pembelajaran berharga dari lapangan.

Kami emnyadari banyak kekurangan dalam laporan ini sehingga masukan dan koreksian sangat diperlukan untuk perbaikan ke depannya.

DAFTAR ISI

Halaman

BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Habitat perairan	3
2.2. Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai	3
2.3. Biodiversitas Sungai.....	5
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	6
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	6
3.2. Alat dan Bahan	6
3.3. Metode Penelitian.....	7
3.4. Analisis Data.....	10
3.5. <i>Fish Bond</i> Penelitian	11
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1. Karakteristik habitat dan kualitas air sungai.....	20
4.2. Macroinvertebrate	21
4.3. Nekton.....	26
4.3.1. Kekayaan dan sebaran spesies	26
4.3.2. Native dan Allien Spesies	27
4.3.3. Pengelolaan kawasan DAS Alas-Singkil.....	40
BAB 4. KESIMPULAN	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Rencana Target Capaian	2
Tabel 2. Alat dan bahan pengamatan ikan sampel.....	7
Tabel 3. Deskripsi stasiun pengambilan sampel.....	9
Tabel 4. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas	19
Tabel 5. Kondisi habitat di lokasi penelitian	22
Tabel 6. Makroinvertebrata yang ditemukan di DAS Alas-Singkil.....	21
Tabel 7. Status kualitas air di DAS Alas-Singkil	25
Tabel 8. Kekayaan spesies ikan di DAS Alas-Singkil.....	29
Table 9. Crustaceans and reptiles found in the Alas-singkil watershed.....	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Road map</i> biodiversitas penelitian di DAS Alas-Singkil.....	5
Gambar 2. Peta DAS Alas-Singkil.....	6
Gambar 3. sampling nekton di sungai; a) elektrofishing (kiri), b) jala (kanan).....	8
Gambar 4. alat sampling makroinvertebrate; a) surber net (kiri) ; b) ekman grab (kanan)	9
Gambar 5. <i>Fish bond</i> penelitian.....	18

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap sungai merupakan bagian dari jaringan sungai yang membentuk daerah aliran sungai (DAS) (Jack *et al.* 2017). DAS merupakan satu kesatuan wilayah daratan yang dialiri oleh sungai dan seluruh anak-anak sungainya. Istilah lain dari drainage basin adalah watershed (Jack *et al.* 2017; Dodds & Whiles 2019). Sebagai suatu kesatuan wilayah sebuah drainage basin saling terhubung antara sungai utama dan anak-sungainya serta antara hulu dan hilir (Nepal *et al.* 2014; Jack *et al.* 2017; Doan *et al.* 2019). DAS sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan kondisi penggunaan lahan disekitarnya, seperti hutan, pertanian, pemukiman, industri, dll. Kelerangan lahan dan ketinggian tempat juga sangat berpengaruh terhadap karakteristik DAS. DAS berperan penting menjaga keberadaan air dalam siklus hidrologi (Nepal *et al.* 2014; Jack *et al.* 2017; Doan *et al.* 2019; Dodds & Whiles 2019). DAS juga berperan penting dalam menjaga keanekaragaman hayati, nilai ekonomi, budaya, transportasi, pariwisata (Dodds & Whiles 2019; Desrita *et al.* 2018; 2020; Muhtadi *et al.* 2020).

Indonesia kaya akan sungai dan DAS yang terdiri dari sedikitnya 5.590 sungai utama dan 65.017 anak sungai dengan panjang total sungai utama mencapai 94.573 km. Total luas DAS di Indonesia mencapai 1.512.466 km² dengan jumlah DAS mencapai 16.958 DAS (Statistik Pekerjaan Umum 2017). KLH (2013) melaporkan bahwa 30,62 persen DAS di Indonesia tidak mempunyai hutan dan 15,75 persen hanya mempunyai luas hutan di bawah 30 persen. Padahal Menurut UU Tata Ruang Wilayah Nasional dan UU Kementerian Kehutanan, seyogyanya tutupan hutan di sebuah DAS harus lebih besar dari 30 persen, dari total areal DAS. Lebih lanjut KLH (2013) melaporkan bahwa faktor utama kerusakan DAS di Indonesia sebagai akibat dari perubahan tata guna lahan.

Mengingat peran dan permasalahan DAS perlu kiranya dilakukan inventarisasi yang berkaitan dengan DAS sebagai bagian upaya pengelolaan berkelanjutan suatu DAS. DAS Singkil (bagian dari DAS Alas-Singkil) merupakan salah satu DAS penting di Sumatra bagian utara. DAS singkil membelah Taman Nasional gung Leuser dan secara administrasi masuk dalam wilayah Aceh dan Sumatera Utara (**Gambar 1**). Berdasarkan laporan dari berbagai penelitian yang dilakukan oleh para ahli di DAS Singkil banyak menemukan dan menyimpulkan bahwa DAS Singkil merupakan habitat bagi ikan-ikan endemik/ terbatas di Kawasan Sumatra bagian Utara (Muhtadi *et al.* 2022). Dengan demikian DAS Singkil merupakan surga bagi ikan-ikan tertentu yang penyebarannya terbatas di wilayah Sumatra bagian utara. Penelitian ini merupakan studi awal untuk mendeskripsikan status ekologi DAS Alas-Singkil sebagai Langkah awal dan mendeskripsikan preferensi habitat bagi ikan-ikan di DAS Singkil. Adapun rencana target luaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rencana Target Capaian

No	Jenis luaran	Jumlah	Jumlah Nama Jurnal, Nama Konferensi/Jenis KI, Judul Buku Ajar
	Luaran Wajib		
1	Publikasi artikel di jurnal internasional	1	Limnology
	Luaran Tambahan		
2	Publikasi artikel di prosiding internasional	1	AEFS 2022
3	Bahan ajar	2	Bahan ajar limnologi dan ekologi perairan

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian Kajian Karakteristik Habitat Dan Status Mutu Kualitas Air Sungai Alas-Singkil Utara adalah :

1. Mengetahui karakteristik habitat DAS Alas-Singkil
2. Status mutu perairan DAS Alas Singkil berdasarkan Singscore
3. Mengidentifikasi biodiversitas biota air dan makroinvertebrata di DAS Alas-Singkil
4. Mengidentifikasi potensi dan pemanfaatan sungai di DAS Alas-Singkil

1.3 Manfaat Penelitian

Diharapkan dengan adanya penelitian akan memberikan informasi karakteristik habitat, status ekosistem sungai, dan potensi pengembangannya. Banyak jenis organisme yang belum terungkap baik berupa potensi ekonomis maupun hias. Hasil yang didapatkan nanti bisa dijadikan bahan ajar pada mata kuliah limnologi dan ekologi perairan di Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan USU. Selain itu, dapat menjadi rujukan awal dalam pengelolaan dan pemanfaatan DAS Alas-Singkil, khususnya adanya isu pembangunan PLTA di Subulussalam. Hal ini disinyalir akan menutupi daerah ruaya ikan sidat yang terdapat di DAS Alas-Singkil.

BAB 2. **TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Habitat perairan

Salah satu aspek habitat adalah kualitas air (fisika, kimia dan biologi) seperti suhu, arus, oksigen terlarut, dan pH yang mempengaruhi kemampuan hidup ikan di perairan. Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan di daerah tropis berkisar 25-30 °C (Boyd dan Kopley 1979). Keasaman air disebut juga dengan pH (*puissance negatif de hidrogen*) yang dinyatakan dalam angka 1,0 sampai 14,0. pH adalah $\log_{10} (1/(H^+))$, dimana (H^+) adalah konsentrasi ion hidrogen. Apabila O_2 tinggi maka pH tinggi, sedangkan bila O_2 rendah maka pH rendah (Sutisna dan Sutarmanto 1995). Umumnya pH yang cocok bagi kehidupan ikan berkisar antara 6,7 - 8,6. Namun beberapa jenis ikan yang karena lingkungan hidup aslinya berada di rawa-rawa mempunyai ketahanan untuk hidup pada pH yang rendah (Susanto 1991). Faktor lingkungan lainnya adalah arus. Arus dapat menguntungkan karena dapat membawa makanan, oksigen dan sebagainya. Namun arus kuat menyebabkan ketidakseimbangan pada dasar perairan yang lunak (Arinardi 1978).

Berkaitan dengan habitat juga adalah terkait dengan substrat dan arus sungai. Hasil penelitian (Haryono and Subagja, 2008) dan Desrita *et al.* (2018) menunjukkan bahwa ikan Jurung yang berukuran besar tinggal pada perairan yang deras pada lubang-lubang yang dalam. Sementara ikan-ikan kecil pada perairan yang lebih dangkal dengan arus yang lebih rendah, sedangkan larva dan juvenile ikan ditemukan pada perairan yang lebih dangkal di pinggir sungai. Kottelat *et al.* (1993) menyebutkan ikan-ikan kelompok Tor merupakan ikan-ikan yang menyukai arus kuat dengan bentuk tubuh torpedo. Jenis ikan lainnya yang cenderung menyukai arus kuat adalah ikan baung kuning dan cencen. Kondisi topografi sungai yang lebih dalam dan sempit, memiliki keragaman ikan yang lebih rendah dibanding dengan sungai yang lebar dan dangkal dengan substrat pasir dan kerikil (Muhtadi *et al.*, 2017; Desrita *et al.*, 2018).

2.2. Keanekaragaman Jenis Ikan di Sungai

Kottelat *et al.* (1993) menyatakan paling kurang ada 900 jenis ikan air tawar baik bersifat hidup menetap maupun sementara berada di kawasan Indonesia bagian barat dan Sulawesi, sebagai pembandingan di Perairan Amerika Utara hanya hidup 2500 jenis ikan saja. Khusus Sumatera ada 272 jenis ikan air tawar dan 30 jenis diantaranya termasuk ikan endemik (Kottelat *et al.*, 1993). Pesatnya perkembangan taksonomi ikan dari Indonesia Barat dan Sulawesi, maka dalam kurun waktu 2 - 3 tahun kemudian sudah ada tambahan 79 jenis baru (Kottelat dan Whitten 1996).

Beragamnya habitat yang ada akan memberikan relung yang luas bagi tingginya keanekaragaman dan populasi ikan, sehingga sumberdaya ikan akan berlimpah, kondisi ini memicu terjadinya tingkat eksploitasi ikan yang cukup tinggi, apabila tidak diantisipasi maka akan terjadi menurunnya keanekaragaman dan populasi ikan yang ada (Syahrir, 2013).

Hasil penelitian Simanjuntak (2012) di Sungai Asahan ditemukan 31 spesies dan 11 famili. Cyprinidae umumnya paling banyak tertangkap. Desrita *et al.* (2016) di Sungai Belumai ditemukan 14 jenis dan 8 famili. Wargasasmita (2002) 589 jenis ikan air tawar penghuni ekosistem perairan tawar Sumatera, 58 jenis diantaranya termasuk ikan endemik Sumatera. Lumbantobing (2014) 4 spesies baru Rasbora grup Sumatrana (Teleostei : Cyprinidae) dari Sumatera Utara, Indonesia. Selanjutnya Muhtadi *et al.* (2017) dan Desrita *et al.* (2018) menemukan total spesies biota air 37 spesies di perairan DAS Wampu, termasuk 4 udang air tawar, 1 kura-kura air tawar dan 1 kepiting air tawar.

Kottelat *et al.* (1993) ancaman yang serius terhadap kelangsungan hidup dan habitat ikan adalah penggundulan hutan. Ada 3 alasan yang mendukung hal ini yaitu : pertama, banyak jenis ikan yang hidupnya bergantung kepada bahan yang berasal dari binatang dan tumbuhan yang jatuh ke dalam air serta vegetasi yang menggantung di atas air. Kedua, kenaikan suhu yang disebabkan berkurangnya naungan. Naiknya suhu air maka konsentrasi oksigen terlarut dalam air akan menurun juga. Ketiga, meningkatnya kekeruhan air karena endapan yang menumpuk yang berasal dari tanah yang terhanyut dalam sungai. Lumpur ini dapat menyebabkan kematian ikan, alga, dan organisme lainnya serta menyebabkan pendangkalan dan penyempitan sungai. Faktor utama ancaman biodiversitas ikan secara global adalah penangkapan (Garcia *et al.*, 2006 dalam Hiddink *et al.*, 2008). Tekanan lain seperti perubahan iklim, kehilangan habitat, jenis invasif, eutrofikasi dan polusi (Garcia *et al.*, 2006).

Populasi ikan batak dari Tarutung dan Bahorok memiliki jarak genetik paling dekat dengan nilai 0.1272 dan populasi ikan batak dari Asahan dan Aek Sirambe memiliki jarak genetik paling jauh dengan nilai 0.3106. Dari dendogram jarak genetik terlihat bahwa terjadi dua pengelompokkan populasi, kelompok pertama terdiri dari populasi Tarutung, Bahorok dan Asahan, dan kelompok kedua terdiri dari populasi Sumedang dan Aek Sirambe (Nugroho *et al.*, 2007).

2.3. Biodiversitas Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) Alas-singkil memiliki luas mencapai 12027,18 km². DAS Singkil terdiri dari 7 sub das dengan Panjang sungai utama mencapai 368 km. orde sungai das singkil mencapai 8 orde dan terdiri dari 7235 orde 1, 1964 orde 2, 390 orde 3, 92 orde 4, 26 orde 5, 6 orde 6, 4 orde 7. Bentuk das isngil adalah memanjang dengan nilai RC 0.16. tingkat percabangan sungai di DAS Singkil sebesar 4.76. Debit maksimum di DAS Singkil mencapai 59.178 m³/detik. Dengan demikian DAS Alas-Singkil merupakan ekosistem utama dalam menjaga keberadaan air di Tapanuli Utara dan Selatan. Ekosistem ini juga merupakan habitat penting bagi keberagaman flora dan fauna di kawasan tapanuli, termasuk organisme perairan baik berupa biota air (ikan) maupun macroinvertebrate. Panjang sungai yang membentang dari kawasan dataran tinggi tapanuli (tengah utara) sampai ke samudra Hindia di bagian barat daya merupakan habitat yang sesuai bagi biodiversitas biota air dan macroinvertebrate di Sungai Alas-Singkil.

sebagai DAS dengan jangkauan yang luas dan panjang yang membentang di kawasan tapanuli sangat perlu dilakukan kajian kondisi habitat dan biodiversitas biota air dan macroinvertebrate di DAS Alas-Singkil. Hal ini sebagai data inventaris bagi pemanfaatan dan pengelolaan DAS Alas-Singkil untuk pengembangan berbagai kegiatan manusia. selain itu, kondisi habitat dan biodiversitas biota air dan khususnya macroinvertebrate dapat menjadi evaluasi status eksosistem sungai Alas-Singkil. Dengan adanya penelitian ini diharapkan menjadi data dasar biodiversitas organisme perairan di Indonesia, khususnya Sumatera Utara. Data biodiversitas merupakan langkah awal dalam pemanfaatan dan pengelolaan DAS Sungai Alas-Singkil. *Road map state the art* penelitian disajikan pada **Gambar 1**.

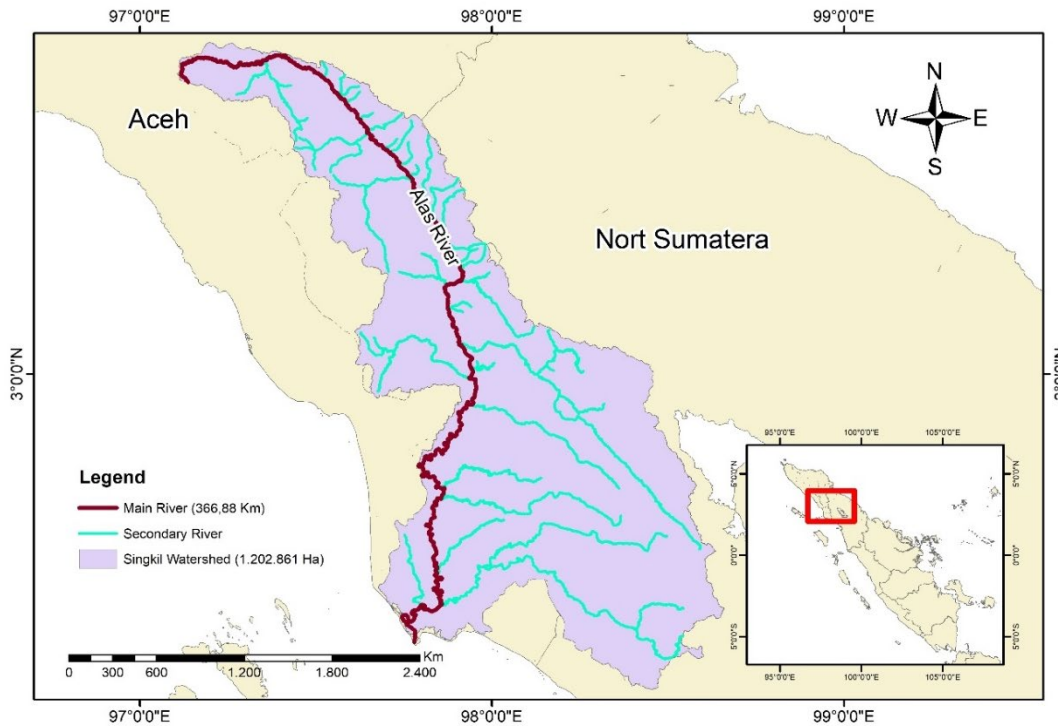
Sebelumnya	Sekarang	Yang akan datang
Penelitian sebelumnya yang sudah pernah dilakukan	2022	2023-2025
<ol style="list-style-type: none"> 1) Potensi Iktiofauna Sebagai Dasar Pengelolaan Perairan Sub DAS Wampu Bagian Hulu Kabupaten Langkat Sumatera Utara, 2017 2) Potensi Iktiofauna Sebagai Dasar Pengelolaan Perairan DAS Batangtoru Sumatera Utara, 2019 	Kajian Status ekologis dan Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Alas-Singkil	Kajian Status ekologis dan Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Asahan, Barumon dan Batang Gadis

Gambar 1. Road map penelitian ekosistem sungai

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Pelaksanaan kegiatan ini akan dilakukan selama 6 bulan dari bulan Juli – November 2022. Lokasi pengambilan data di DAS Alas-Singkil. Sampel air dan biodiversitas akuatik yang diambil langsung dianalisis. Identifikasi sampel biota sungai dilakukan di Laboratorium Terpadu Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Lokasi penelitian disajikan pada **Gambar 2** dan secara detail disajikan ada **Tabel 3**.



Gambar 2. Peta DAS Alas-Singkil (Sumber: Muhtadi et al. 2022)

3.2. Alat dan Bahan

Pemakaian alat digunakan untuk pengukuran beberapa parameter, baik parameter fisika, kimia dan biologi di lapangan dan laboratorium. Pengukuran di lapangan bersifat *in situ* antara lain, suhu, kecerahan, TDS, DHL, kedalaman, kecepatan arus, lebar sungai, dan lebar badan sungai (parameter fisika), pH dan DO (parameter kimia). Untuk parameter biologi bersifat *in situ* untuk pengambilan sampel ikan, udang, reptil dan makroinvertebrata. Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian di lapangan dan di laboratorium disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Alat dan bahan pengamatan ikan sampel

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
	Alat	
1.	Alat Setrum, baterai 12 volt dan 9 ampere (<i>backpack electrofishing unit</i>) Jaring/jala (<i>mesh size 2 ½ inch</i>)	Menangkap ikan dan udang di sungai arus deras yang dangkal
2.	Surbernet	Menangkap ikan
3.		Mengambil sampel makroinvertebrata
	Penggaris	Mengukur ikan sampel
4.	Timbangan digital	Menimbang sampel ikan
5.	DO meter	Mengukur suhu dan oksigen
6.	pH meter	Mengukur pH
7.	Depth meter	Mengukur kedalaman
8.	<i>Current</i> meter	Mengukur kecepatan arus
9.	GPS	Penentuan posisi
10.	TDS meter	Mengukur TDS dan DHL
11.	Bahan	
	Formalin 10 %	Mengawetkan ikan
12.	Alkohol 75%	Mengawetkan ikan
13.	Plastik/toples	Tempat sampel ikan
14.	Ember	Penampung ikan
15.	Coolbox	Wadah sampel
16.		

3.3. Metode Penelitian

Kegiatan di Lapangan

Pengukuran kondisi habitat dengan mengukur parameter fisika-kimia perairan dan diukur langsung di lapangan. Parameter tersebut adalah suhu diukur dengan termometer, kecerahan perairan dengan secci disc, kecepatan arus dengan bola duga, kedalaman dengan pipa paralon, DO diukur dengan DO meter dan pH dengan diukur dengan pH meter. Sementara itu, jenis substrat diamati langsung dengan indra penglihatan serta lebar dan lebar badan sungai diukur dengan meteran. Lebar dan lebar badan sungai dengan menggunakan tali yang dibentangkan pada kedua sisi sungai (bagian hulu) dan atau dengan bantuan GPS pada bagian hilir. Pengukuran arus dengan menggunakan flow meter pada bagian kedua sisi dan tengah sungai.

Jenis biota air ditangkap dengan alat backpack electrofishing units dimana arus listrik yang dihasilkan bersumber dari baterai 15 volt dan 9 ampere. Alat ini sangat efektif digunakan untuk perairan yang dangkal seperti sungai dan anak sungai. Pengoperasian electrofishing untuk masing-masing lokasi dengan menyusuri kedua tepi anak sungai tersebut (**Gambar 3a**). Operator electrofishing akan bergerak berlawanan arah dengan arus sungai (bergerak ke arah hulu), dan mengambil ikan-ikan yang pingsan serta dimasukkan ke dalam kantong plastik atau ember penampung dengan menggunakan tangguk. Contoh biota air kemudian difoto dan diawetkan dalam larutan formalin 10%, diberi label nama lokal ikan, lokasi/stasiun, tanggal koleksi, nama kolektor, dan keterangan lain yang diperlukan. Selain itu, biota air juga akan dikumpulkan dengan alat tangkap jala yang dioperasikan pada bagian sungai yang dalam (**Gambar 3b**).



Gambar 3. Pengukuran Kualitas air



Gambar 4 Sampling biota air di sungai

Sementara itu, makroinvertebrate (pada bagian hulu) dikumpulkan dengan alat surber net (mesh size 1 mm) (**Gambar 4a**) yang dioperasikan dengan mengaduk-aduk sedimen (substrat) dasar sungai. Pada setiap titik dilakukan sampling pada bagian tengah dan kedua sisi sungai. Pada bagian sungai yang dalam makroinvertebrate di sampling dengan menggunakan petersen grab (**Gambar 4b**). Termasuk juga makroinvertebrate yang menempel pada batu, kayu maupun plastik yang terdapat di badan air.

Ada sekitar 67 lokasi pengamatan di sepanjang sungai Alas-Singkil dan anak sungainya yang terdiri dari bagian hulu, tengah, dan hilir. Lokasi pengambilan sampel di lokasi tersebut dibedakan atas karakteristik habitat di masing-masing lokasi yang disajikan pada **Tabel 2** dan (**Gambar 3**).

Tabel 3. Deskripsi stasiun pengambilan air dan biota perairan

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
1	Sungai Singkil	Singkil lama	2°16'58.97"N 97°46'7.17"E	Sungai utama, hilir, pemukiman; orde 8
2	Rawa Kuala lama		2°17'1.18"N 97°45'21.18"E	Rawa, berbatasan langsung dengan laut
3	Rawa		2°15'29.73"N 97°47'29.44"E	Rawa, berbatasan langsung dengan laut
4	Rawa Kuala baru	Kuala baru	°20'19.51"N 97°43'0.98"E	Rawa, berbatasan langsung dengan laut
5	Rawa	Pulo Sarok	2°16'22.04"N 97°48'11.41"E	Rawa
6	Rawa	Pasar singkil	2°16'47.77"N 97°47'57.76"E	Rawa
7	Sungai/saluran	Pasar singkil	2°17'6.13"N 97°46'55.87"E	Saluran anak sungai di bagian hilir, pemukiman
8	Sungai/saluran		2°17'11.01"N 97°48'9.25"E	Saluran anak sungai kebun sawit
9	Sungai/saluran	Takal Pasir	2°18'6.69"N 97°48'25.96"E	Saluran anak sungai kebun sawit
10	Sungai/saluran		2°18'22.89"N 97°47'35.44"E	Saluran anak sungai kebun sawit
11	Sungai Singkil	Teluk Rumbia	2°20'37.57"N 97°47'55.66"E	Sungai utama, hilir, kebun dan rawa; orde 8
12	Rawa singkil	Teluk Rumbia	2°21'6.49"N 97°47'26.64"E	Rawa singkil
13	Sungai/saluran	Singkil	2°16'20.11"N 97°49'51.20"E	Saluran anak sungai kebun sawit
14	Sungai/saluran	Ujung bawang	2°17'52.57"N 97°50'50.27"E	Saluran anak sungai kebun sawit
15	Danau anak laut		2°16'1.93"N 97°52'22.01"E	Danau
16	Sungai Singkil	Paya bumbung	2°19'58.56"N 97°50'30.96"E	Sungai utama, hilir, kebun dan rawa; orde 8
17	Lae cinendang	Tanah Merah	2°21'13.44"N 97°53'55.67"E	Bagian hilir anak sungai singkil di lae cinendang; orde 7
18	Lae cinendang	Rimo	2°23'56.04"N 97°57'32.32"E	Bagian hilir anak sungai singkil di lae cinendang; orde 7
19	Danau tapal kuda	Tanah Bara, gunung meriah	2°23'2.72"N 97°56'55.28"E	Okbow lake, kebun sawit
20	Danau tapal kuda	Cingkam	2°24'34.52"N 97°56'51.31"E	Okbow lake, kebun sawit
21	Sungai Singkil		2°25'18.18"N 97°51'27.69"E	Sungai utama, hilir, kebun dan rawa; orde 7
22	Sungai		2°26'35.07"N 97°54'17.91"E	Anak sungai, kebun sawit

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
23	Lae hameh		2°28'16.60"N 97°52'13.60"E	Anak sungai, kebun sawit
24	Danau Bungara	Kota Baharu	2°29'34.99"N 97°51'12.95"E	Danau; pemukiman dan kebun sawit
25	Sungai singkil	Lentong	2°29'48.87"N 97°50'34.68"E	Sungai utama; middle stream; rawa dan kebun; orde 7
26	Lae Sipage	Singkohor	2°30'28.34"N 97°55'42.48"E	Anak sungai; kebun sawit
27		Singkohor	2°32'27.18"N 97°55'58.22"E	Anak sungai; kebun sawit
28	Lae kumbi	Sublussalam	2°37'45.70"N 97°56'50.08"E	Bagian hilir anak sungai singkil di Lae kumbi; Sungai Lae Kumbi (sub Das Lae Kumbi); orde 5
29	Sungai Singkil	Rundeng	2°39'48.55"N 97°51'47.26"E	Sungai utama; middle stream; rawa dan kebun
30	Lae kumbi	Rundeng	2°39'17.01"N 97°52'9.61"E	Bagian hilir anak sungai singkil di Lae kumbi
31	Lae batu	Rundeng	2°40'36.94"N 97°51'33.80"E	Bagian hilir anak sungai singkil di Lae Batu2
32	Rawa	Rundeng	2°42'28.68"N 97°50'50.10"E	Rawa; kebun sawit
33	Lae sulampi	Simpang kanan	2°27'18.25"N 97°59'40.81"E	Bagian hilir anak sungai lae cinendang di Lae sulampi (anak-anak sungai); orde 6
34	Lae sulampi	Bulusema	2°30'41.07"N 98° 2'8.34"E	Bagian hilir anak sungai lae cinendang di Lae sulampi (anak-anak sungai); orde 6
35	Lae sulampi	Bulusema	2°30'45.67"N 98° 2'7.95"E	Bagian hilir anak sungai lae cinendang di Lae sulampi (anak-anak sungai)
36	Lae sibagindar	Sibagindar	2°28'51.14"N 98° 7'33.66"E	Anak-anak sunga Lae cinendang
37	Lae sibagindar	Sibagindar	2°28'33.66"N 98° 7'17.05"E	Anak-anak sungai Lae cinendang/ simonggo
38	Lae karebatan	Sibagindar	2°29'50.80"N 98° 8'58.40"E	Anak-anak sungai Lae kumbi
39	Lae kumbi	Subulussalam	2°37'19.15"N 98° 1'17.81"E	Midle stream lae kumbi (Sub DAS Lae Kumbi)
40	Sungai simonggo	Bungus	2°19'8.16"N 98°17'4.68"E	Midle stream lae cinendang/ (Sub DAS Simonggo); orde 6
41	Bungus	Bungus	2°19'28.32"N 98°15'51.20"E	Anak sungai simonggo, hulu (Sub DAS Simonggo); orde 3
42	Bungus	Bungus	2°17'56.85"N	Anak sungai simonggo

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
			98°17'5.96"E	(Sub DAS Simonggo)
43	Bungus	Bungus	2°18'0.22"N 98°17'8.85"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2
44	Pancinaran	Bungus	2°21'1.15"N 98°13'47.42"E	Anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo)
45	Bungus	Bungus	2°18'20.54"N 98°17'34.71"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 1
46	Sungai Simomggo	Sitanduk	2°16'59.50"N 98°23'3.37"E	Midle stream lae cinendang/ (Sub DAS Simonggo); orde 6
47	Aek Silambang	Sitanduk	2°16'52.82"N 98°21'14.53"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3
48		Sitanduk	2°17'38.44"N 98°21'55.02"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
49		Napa singkam	2°14'43.80"N 98°21'59.78"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
50		Rumbia, sianduk	2°15'44.47"N 98°19'13.31"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3
51	Aek rambe	Tarabintang	2°15'27.86"N 98°24'42.33"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 5
52	Aek gundulan	Tarabintang	2°15'24.44"N 98°24'35.53"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
53	Sungai Simomggo	Tarabintang	2°16'40.47"N 98°24'43.28"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 5
54	Aek rambe	Rura Tanjung	2°12'20.76"N 98°27'55.51"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
55	Aek rambe	Rura Tanjung	2°12'22.00"N 98°27'49.05"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
56		Pakkat	2° 8'51.64"N 98°28'18.10"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2
57		Pakkat	2° 8'26.07"N 98°28'13.85"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 1
58		Pakkat	2° 7'7.31"N 98°27'14.57"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3
59		Pakkat	2° 6'41.72"N 98°27'31.26"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2
60	Aek bontar	Parlilitan	2°16'9.40"N 98°33'46.25"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
				Simonggo); orde 4
61			2°16'7.28"N 98°36'7.52"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2
62			2°15'56.04"N 98°36'8.65"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 1
63	Simonggo	Siamtaniari	2°20'18.03"N 98°33'38.10"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
64			2°20'26.99"N 98°33'37.84"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2
65		Hutagalung	2°23'5.80"N 98°26'56.00"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
66			2°24'34.00"N 98°26'48.02"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 1
67			2°24'17.90"N 98°24'0.53"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 4
68			2°25'7.05"N 98°23'3.47"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 1 dan 2
69			2°25'47.27"N 98°23'38.37"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3
70	Lae Ordi	Laembuloan, salak	2°31'9.28"N 98°24'1.10"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3 dan 2
71	Lae Ordi	Ulu merah salak	2°30'35.10"N 98°22'44.74"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 3 dan 2
72	Lae Ordi	Binanga Boang, salak	2°31'29.16"N 98°20'3.27"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2,3 dan 4
73	Lae Ordi	Salak	2°33'17.60"N 98°17'10.02"E	Anak-anak sungai simonggo (Sub DAS Simonggo); orde 2,3 dan 4
74	Lae kumbi	salak	2°32'38.66"N 98°22'45.69"E	Sungai Lae Kumbi (sub Das Lae Kumbi); orde 2 dan 3
75	Lae kumbi	salak	2°34'24.29"N 98°20'36.73"E	Sungai Lae Kumbi (sub Das Lae Kumbi); orde 3 dan 4
76	Lae kumbi	Kerajaan salak	2°38'12.65"N 98°18'11.88"E	Sungai Lae Kumbi (sub Das Lae Kumbi)); orde 2 dan 3
77	Lae kumbi		2°39'22.06"N 98°15'45.70"E	Sungai Lae Kumbi (sub Das Lae Kumbi); orde 2 dan 3
78	Lae kumbi	Simberuna	2°38'51.84"N	Sungai Lae Kumbi (sub

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
		Kec. Sitellu Tali Urang Jehe	98°14'22.66"E	Das Lae Kumbi) orde 5
79	Lae Renun	Tele	2°32'11.84"N 98°37'37.04"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 1
80	Lae Renun	Parbuluan	2°37'18.27"N 98°28'51.82"E	Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) 3
81	Lae Renun		2°37'18.45"N 98°29'9.36"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 2
82	Lae Renun		2°37'11.44"N 98°29'8.75"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 2
83	Lae Renun	Sigalingging	2°38'44.07"N 98°26'19.14"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
84	Lae Renun	Sigalingging	2°38'44.56"N 98°26'21.23"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
85	Lae Renun	Jembatan Sidikalang	2°43'49.41"N 98°23'29.70"E	Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 4 Middle stream
86	Lae Renun	Pegagan Julu VI	2°43'42.83"N 98°24'20.76"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
87	Lae Renun		2°43'34.45"N 98°24'22.33"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
88	Lae Renun	Pegagan Julu VIII	2°45'7.79"N 98°23'50.72"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
89	Lae Renun	Tigalingga	2°52'17.23"N 98°15'29.61"E	Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 4 Middle stream
90	Lae Renun	Kuta tengah	2°54'31.66"N 98°15'25.92"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 2
91	Lae Renun	Kutabuluh	2°55'42.89"N 98°12'48.40"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 4 Middle stream
92	Lae Renun	Onan Lama	2°51'21.01"N 98°22'16.63"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 2
93	Lae Renun	Kuta Gunung	3° 1'9.40"N 98° 8'54.73"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 4 Middle stream (PLTA Lau Gunung)
94	Lae Renun	Kuta Bangun	3° 4'58.06"N 98°10'34.40"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
95	Lae Renun	Simolap TigabInanga	3° 4'3.78"N	Anak Sungai Lae Renun

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
			98°12'12.69"E	(sub Das Lae Renun) orde 3
96	Lae Renun	Kuala, Tiga bInanga	3° 4'11.37"N 98°13'43.48"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3,3, dan 4
97	Lae Renun	Kidupen, Tiga Juhar	3° 1'28.15"N 98°14'26.47"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
98	Lae Renun	Kutambaru	3° 1'53.05"N 98°23'53.86"E	Anak Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 3
99	Lae Renun	Mangan Molih, Tanah Pinem	3° 4'10.67"N 98° 4'19.69"E	Sungai Lae Renun (sub Das Lae Renun) orde 5 Middle stream
100	Lae Simbelen	Pardomuan	2°54'30.17"N 98° 3'7.11"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 4 Middle stream
101	Lae Simbelen		2°54'34.06"N 98° 2'58.99"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 1
102	Lae Simbelen	Bakal gajah, Silima Pungga-Pungga	2°53'7.64"N 98° 2'51.86"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 4 Middle stream
103	Lae Simbelen	Siempat Nempu Hilir	2°52'25.63"N 98° 3'49.60"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2, dan 1
104	Lae Simbelen	Lae Rambong, Silima Pungga-Pungga	2°52'14.36"N 98° 3'11.80"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
105	Lae Simbelen	Lae Pangaroan, Lae Ambat	2°51'28.55"N 98° 5'4.07"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2
106	Lae Simbelen	Simungun	2°52'21.07"N 98° 5'24.89"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2, dan 1
107	Lae Simbelen	Simungun	2°51'51.68"N 98° 7'6.25"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
108	Lae Simbelen	Lokkotan	2°49'32.43"N 98° 7'10.37"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2
109	Lae Simbelen		2°49'33.55"N 98° 7'5.75"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2
110	Lae Simbelen	Bongkaras	2°49'35.80"N 98° 7'57.84"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
111	Lae Simbelen		2°48'46.72"N 98° 7'31.14"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
112	Lae Simbelen	Sopokomil	2°47'40.31"N 98° 8'41.42"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2 dan 3
113	Lae Simbelen	Sempung Polling	2°48'58.94"N 98°10'18.98"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
114	Lae Simbelen		2°47'19.46"N 98°11'44.57"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3
115	Lae Simbelen	Sambaliang	2°45'7.42"N 98°13'25.69"E	Anak sungai Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu)

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
				orde 2 dan 3
116	Lae Simbelen	Lae Parira	2°47'37.14"N 98°13'7.26"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3 Hulu
117	Lae Simbelen	Sidiangkat, sidikalang	2°43'19.49"N 98°18'59.16"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 3 Hulu
118	Lae Simbelen	Sidikalang	2°45'33.96"N 98°18'19.17"E	Anak sungai Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2
119	Lae Simbelen		2°42'19.72"N 98°19'57.75"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2 Hulu
200	Lae Simbelen		2°42'19.72"N 98°19'57.75"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 1 Hulu
201	Lae Batu	Subulussalam	2°41'24.02"N 97°59'43.18"E	
202			2°44'0.72"N 97°57'43.89"E	
203			2°46'8.69"N 97°56'4.81"E	
204			2°49'1.62"N 97°52'31.43"E	Middle stream Sungai Alas
205			2°37'44.09"N 98° 4'1.93"E	Sungai Lae batu (sub Das Lae Batu) orde 2 dan 3 Hulu
206			2°39'0.56"N 98° 2'36.92"E	
207			2°42'7.41"N 98° 1'1.79"E	
208			2°42'59.18"N 98° 0'46.13"E	
209		Lau baleng	3° 6'34.80"N 98° 4'56.90"E	
210		Mardingding	3° 9'28.20"N 98° 3'49.86"E	
211		Mardingding	3°14'16.77"N 98° 0'18.39"E	
212		Lawe pakam	3°15'2.16"N 97°59'53.67"E	
213		Lawe pakam	3°15'53.61"N 97°55'10.79"E	muara
214		Lawe alas	3°16'3.22"N 97°55'6.16"E	Middle stream
215			3°17'10.64"N 97°58'54.03"E	
216		Lawe disk	3°18'58.83"N 97°57'13.39"E	Orde 2
217		Lawe sigala gala	3°21'27.87"N 97°55'11.01"E	Orde 3
218			3°25'20.22"N 97°53'30.77"E	

Stasiun	Lokasi	Desa/kecamatan	Titik koordinat	Keterangan
219		Lawe kinge	3°26'58.75"N 97°51'43.48"E	
220		Lawe bulan, Biakmuli	3°26'16.03"N 97°50'28.06"E	Hilir anak sungai
221		Kutacane	3°25'46.09"N 97°50'35.44"E	Middle stream
222		Lawe bulan	3°31'46.04"N 97°49'47.10"E	Orde 3 dan 1 PLTMH Sepakat
223		Lawe bulan	3°31'49.87"N 97°49'40.56"E	Orde 2
224		Lawe harum	3°32'38.92"N 97°48'26.46"E	Orde 3
225			3°32'34.52"N 97°48'30.96"E	Orde 1
226			3°32'43.65"N 97°48'23.25"E	Orde 2
227		Lawe sikap	3°29'38.53"N 97°46'56.65"E	Orde 4 PLTA
228		LAe alas	3°33'48.35"N 97°45'49.49"E	Middle stream 6
229		Lawe mamas	3°33'27.20"N 97°44'52.04"E	Orde 4
230		Lawe ger ger	3°35'55.68"N 20597°45'7.67"E	Orde 3
231		Lawe Penanggalan	3°206+37'50.15"N 97°42'53.34"E	
232		Ketmabe	3°40'32.13"N 97°39'38.91"E	Orde 6 Up stream
233			3°41'1.70"N 97°38'50.78"E	Orde 4
234			3°41'56.34"N 97°38'44.96"E	Orde 3
235		Aih camnpur	3°44'32.65"N 97°36'53.21"E	Orde 3
236		Putri betung	3°48'27.99"N 97°34'18.38"E	Orde 3 dan 2
237			3°48'53.66"N 97°32'43.55"E	Upstream
238			3°48'55.48"N 97°32'37.47"E	Orde 3 PLTMH Guppang
239			3°52'4.69"N 97°28'36.61"E	Upstream Orde 3
240		Agusen	3°54'4.59"N 97°22'39.51"E	Uupstrem orde 6

Kegiatan di Laboratorium Identifikasi biota air

Identifikasi biota air dilakukan di Laboratorium Manajemen Sumberdaya Terpadu, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dengan mengacu kepada beberapa pustaka seperti Kottelat et al. (1993), fishbase.org, Wowor *et al.* (2004) dan Wowor (2010). The

identification of molluscs referred to the Dharma book (2005) and More (2006). Apabila ada jenis ikan yang diragukan, spesimen akan dikirim ke LIPI Cibinong bagian Zoologi.

3.4. Analisa Data

Keragaman komunitas biota air di suatu perairan diketahui lewat beberapa atribut seperti Shannon-Wiener diversity index (H'), evenness (E) dan dominansi (D) (Krebs, 1989). Indeks keanekaragaman (H') digunakan untuk mendapatkan gambaran populasi organisme secara matematis. Hal ini dapat mempermudah analisis informasi jumlah individu masing-masing spesies dalam suatu komunitas (Odum, 1996). Keanekaragaman biota air dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman dari Shannon dan Wiener (1963) in Odum 1996) dengan rumus :

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

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis,

n_i = Jumlah individu dari masing-masing species,

N = Jumlah seluruh individu

P_i = Probabilitas penting untuk tiap species = n_i/N ,

Indeks keseragaman digunakan untuk menggambarkan seberapa besar keseimbangan dalam suatu ekosistem. Keseragaman individu yang tertangkap antar spesies (equitability) dihitung dengan mengikuti persamaan:

$$E = H'/H' \text{ max}$$

Keterangan:

E = Indeks keseragaman Shannon-Wiener,

H' = Keseimbangan spesies,

$H' \text{ max}$ = Indeks keanekaragaman maksimum ($\ln S$),

S = Jumlah total spesies

Indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jenis ikan yang mendominasi pada suatu komunitas pada tiap habitat. Indeks dominansi menggambarkan komposisi species dalam komunitas. Indeks dominansi dihitung menurut indeks Simpson dalam Krebs (1989)

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi,

n_i = Jumlah individu dari masing-masing species,

N = Total individu komunitas

Selanjutnya evaluasi habitat sungai berdasarkan makroinvertebrate dengan metode The SingScore (Blakely *et al.* 2014). Metode ini merupakan pengembangan dari the BMWP (1978) and the BMWPThai (Mustow, 2002) oleh Blakely *et al.* (2014). The SingScore dengan formula:

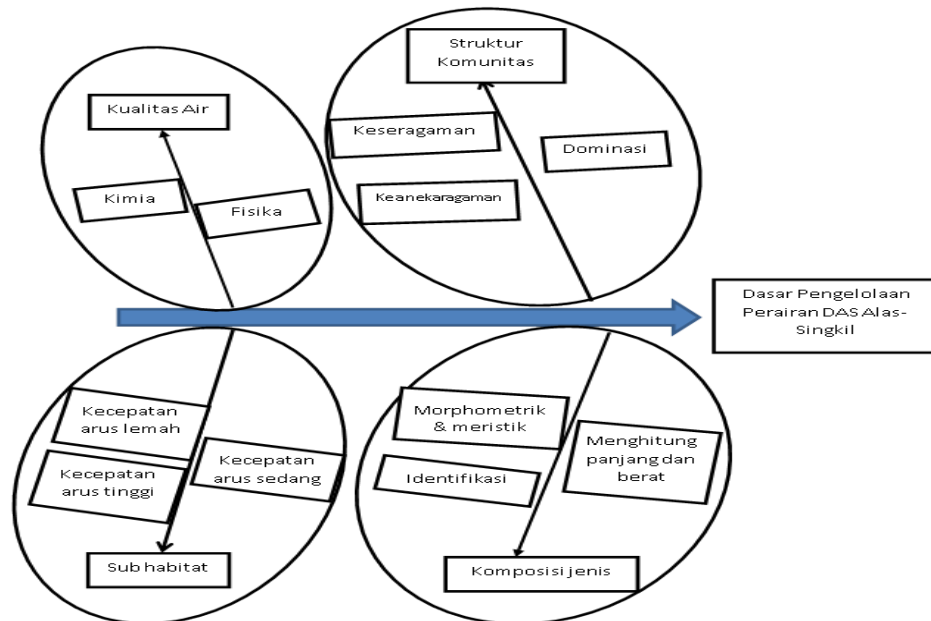
$$\text{SingScore} = \frac{\sum_{i=1}^S a_i}{S} \times 20$$

where S = the total number of taxa in the sample, and a_i is the tolerance value for the i th taxon.

Kategori SingScore adalah SingScore Likely Water Quality, yaitu: 0–79 Poor; 80–99 Fair; 100–119 Good; and 120+ Excellent.

3.5. Fish Bond Penelitian

DAS Alas-Singkil merupakan ekosistem utama dalam menjaga keberadaan air di Sumatera Bagian Utara (Sumut dan Aceh). Ekosistem ini juga merupakan habitat penting bagi keberagaman flora dan fauna di kawasan tapanuli, termasuk organisme perairan baik berupa biota air (ikan) maupun macroinvertebrate. Panjang sungai yang membentang dari kawasan dataran tinggi tapanuli (tengah utara) sampai ke samudra hindia di bagian barat daya merupakan habitat yang sesuai bagi biodiversitas biota air dan macroinvertebrate di Sungai Alas-Singkil. Hal ini sesuai pernyataan Odum (1996); Gordon *et al.* (2004) bahwa sungai merupakan habitat yang sangat sesuai bagi berbagai jenis organisme perairan termasuk biota air maupun benthos. Fishbond rencana penelitian disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Fishbond penelitian

Tabel 4. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

No	Nama/ NIDN	Fakultas	Bidang Ilmu	Uraian Tugas
1.	Ahmad Muhtadi, S.Pi, M.Si/ 0004068502	Pertanian	limnoekologi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkoordinasikan tim terkait kura-kurasuna proposal, penelitian, pengolahan data dan kura-kurasunan laporan. 2. Melakukan pengambilan ekologi sungai 3. Pengambilan sampel dan identifikasi biota sungai 4. Menyusun laporan dan membuat jurnal 5. Menyusun anggaran biaya
2.	Rusdi Leidonald, SP., M.Sc/ 0015037808	Pertanian	Kualitas air	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membantu ketua tim menyusun proposal 2. Melakukan pengambilan data kualitas air 3. Menginput data 4. Membantu ketua tim menyusun laporan dan membuat jurnal 5. Membantu ketua tim menyusun anggaran biaya
3	Astrid Fauzia Dewinta, S.St.Pi., M.Si./ 0010018802	Pertanian	Teknologi Hasil perairan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membantu ketua tim menyusun proposal 2. Melakukan pengambilan data kualitas air 3. Menginput data 4. Membantu ketua tim menyusun laporan dan membuat jurnal 5. Membantu ketua tim menyusun anggaran biaya

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik habitat dan kualitas air sungai

Secara umum, kondisi hutan primer yang terdapat di DAS Alas-Singkil terdapat pada bagian barat (Sub DAS Alas) yang merupakan bagian dari Taman Nasional Gunung Leuser. Pada daerah sub DAS lainnya merupakan daerah perkebunan sawit (hilir-tengah), perkebunan lainnya dan pemukiman (hulu). Beragamnya tata guna lahan ini akan memberikan peluang menurunnya kualitas air sungai karena potensi masukan yang berasal dari aktivitas manusia di sepanjang DAS. Kondisi kelerengan sungai di DAS Alas-Singkil pada umumnya termasuk curam, kecuali pada sub DAS Alas. Kondisi curam terutama terdapat justru pada bagian middle stream, baik anak sungai maupun anak sungai utama. Pada Sub DAS Simonggo, Renun, Pangkahan, dan Kumbi, sebagian besar tipe substratnya berupa batuan endapan (lihat **Gambar 6**). Hanya ada sebagian kecil batuan, kerikil dan pasir pada anak-anak sungai sub DAS tersebut. Kondisi batuan sedimen yang terdapat pada sub DAS tersebut sehingga diduga ikan sidat tidak dapat naik ke hulu sub DAS Simonggo, Renun, Pangkahan, dan Kumbi. Ikan sidat hanya ditemukan pada hulu utama sungai alas dimana substratnya berbatu dan kerikil.

Karakteristik substrat berbatu (batuan terpisah) dan berarus deras merupakan ciri dan karakteristik **segmen hulu** sungai, namun di DAS Alas-singkil ditemukan pada segmen tengah hingga atas dengan batuan endapan. Tipe sungai seperti ini sangat jarang dijumpai di Indonesia, dimana secara umum hulu sungai bertipe batuan terpisah (Muhtadi et al., 2017) ataupun kerikil/ pasir (Muhtadi et al., 2020). Sungai pada segmen *upland* dicirikan dengan kelerengan yang curam dan tajam, substrat batuan besar, berarus deras, dan lebar sungai yang sempit. Pada bagian hilir dicirikan dengan kelerengan yang landai dan bersubstrat pasir atau lumpur (Muhtadi et al., 2017, 2020).

Secara umum warna air di DAS Alas-Singkil adalah warna yang keruh, keruh kecoklatan dan keruh kekuningan, kecuali pada sub-DAS alas dan anak-anak sungainya. Nilai kekeruhan pada bagian hilir dan tengah pada kisaran 21.31 -73 dan pada bagian hulu tidak lebih dari 10 NTU. Tingginya kekeruhan pada bagian tengah dan hilir disebabkan oleh adanya partikel-partikel yang terbawa atas dan run off akibat hujan pada bagian hulu, terutama pada bagian hulu dengan bukaan lahan yang tinggi kecuali pada hulu sungai sungai utama. Kondisi substrat dasar perairan dapat berpengaruh terhadap warna perairan dan kekeruhan perairan. Pada titik pengamatan dengan substrate berpasir dan atau berlumpur cenderung perairannya keruh dengan nilai kekeruhan yang lebih tinggi.

Kisaran suhu di perairan DAS Alas Singkil berkisar antara 20.3 – 21.1 °C pada bagian hulu, 22.1 – 25.1 °C pada bagian tengah, dan 26.6 – 27.0 °C pada bagian bawah. Suhu pada anak sungai simongoo berkisar antara 24.1 – 26.9 °C. Suhu yang lebih tinggi ditemukan pada lokasi bagian hilir dan anak sungai dimana berkaitan dengan ketinggian yang lebih rendah dan adanya penutupan lahan yang lebih terbuka. Rendahnya suhu pada bagian hulu merupakan akibat ketinggian dari permukaan laut. Suhu dipengaruhi oleh musim, waktu pengukuran dan ketinggian/ latitude (Muhtadi et al., 2017, 2020).

Nilai pH di perairan hulu DAS Simonggo berkisar antara 6.5 – 8.0, kecuali pada bagian rawa yang mencapai 3,8-4,4. Nilai pH perairan pada bagian hulu cenderung basa, karena rendahnya bahan organik pada bagian hulu sehingga tingkat dekomposisi organik menjadi rendah. Dengan demikian Oksigen selalu lebih tinggi dan CO₂ rendah, sehingga pH cenderung basa. Pada bagian rawa nilai pH cenderung sangat rendah karena tingginya penguraian bahan organik pada rawa (Rohim et al., 2022).

Konsentrasi oksigen terlarut di DAS Simonggo berkisar antara 8.5 – 8.7 mg/L, pada bagian hulu, 8.3-8.9 mg/L pada bagian tengah dan 5.4 – 6.3 mg/L pada bagian bawah. Sementara pada bagian anak Sungai, nilai DO berkisar antara 7.4-8.4 mg/L. Tingginya konsentrasi oksigen terlarut pada bagian hulu dan tengah, dan termasuk pada bagian anak sungai disebabkan arus yang kuat di daerah ini. Perairan mengalir cenderung memiliki kandungan oksigen terlarut yang tinggi dibandingkan dengan perairan tergenang, karena pergerakan air memberikan peluang terjadinya difusi oksigen dari udara ke air (Hauer and Lamberti, 2017; Radwan et al., 2003). Hal ini dapat dilihat pada tabel 1, dimana pada lokasi sampling arus tinggi menunjukkan nilai DO yang tinggi pada setiap segmen pengambilan data. Namun demikian DO pada bagian rawa juga sangat rendah sebagaimana yang didapatkan oleh peneliti sebelumnya yaitu < 2 mg/L (Rohim et al., 2022). Secara detail karakteristik habitat dan kualitas air di DAS Simonggo dapat dilihat pada **Tabel 5**.

4.2. Macroinvertebrate

Pengamatan makroinvertebrata dilakukan pada 16 titik sampling (termasuk titik pembanding) di sepanjang sungai Simonggo dan anak sungainya Hasil indeks biota mikroinvertebrata yang diperoleh berdasar Sing Score dapat dilihat di Table 5. Keanekaragaman makroinvertebrata terendah ditemukan pada AB5a, AB8a dan AB9 sebanyak 5 famili, tertinggi pada AB6 sebanyak 13 famili. Walaupun keanekaragaman makroinvertebrata tertinggi bukan ditemukan pada titik pembanding (BM1, BM2 dan BM3), namun famili yang ditemukan pada stasiun pembanding merupakan biota dengan tingkat toleransi yang lebih sensitif dibanding stasiun lainnya, sehingga nilai akhir Sing Score di stasiun pembanding lebih tinggi nilainya dibanding stasiun lainnya. Rata-rata Sing Score sungai Batang Toru yang diwakili oleh titik AB2 sampai dengan AB10 (tidak termasuk AB1) adalah 101.64 dengan kriteria baik.

Table 6. Makroinvertebrata yang ditemukan di DAS Alas-Singkil

No.	Popular name	Ordo/Grup	Family	Sing Score/*BMWP Thai
1.	Freshwater snail	Architaenioglossa	Ampullaridae	3
2.	Fresh water clam	Bivalvia	Unionidae	3
3.	Water penny beetle larvae	Coleoptera	Psephenidae	5
4.	Bamboo shrimp	Decapoda	Atyidae	3
5.	Freshwater shrimp	Decapoda	Palaemonidae	7
6.	Fresh water crab	Decapoda	Parathelphusidae	9
7.	Mayfly nymph	Ephemeroptera	Heptageniidae	9
8.	Fresh water snail	Gastropoda	Pachychilidae	3
9.	Water strider	Hemiptera	Gerridae	5
10.	Water treader	Hemiptera	Veliidae	2
11.	Alderfly larvae	Megaloptera	Sialidae	8
12.	Damselfly nymph	Odonata	Coenagrionidae	3
13.	Dragonfly nymph	Odonata	Libellulidae	4
14.	Water worm	Oligochaeta	Tubificidae	2
15.	Stonefly nymph	Plecoptera	Perlidae	9
16.	Caddisfly larvae	Trichoptera	Hydropsychidae	7

1. *: Use BMWP Thai Score due to unavailable in Sing Score

Table 3. Kondisi habitat di lokasi penelitian (lanjutan)

Environment parameter	Location						
	Middle stream (main river)	Middle (main tributary/ Simonggo)	Middle stream (main tributary/ Lae Kumbi)	Middle stream (main tributary/ Lae batu)	Middle stream (main tributary/ Lae Pangkahan)	Middle stream (Main tributary/ Lae Renun)	Middle stream (tributary/ Lae Ordi)
Land use	Kebun dan pemukiman	Hutan dan kebun	Kebun dan pemukiman	Kebun sawit	Kebun dan pemukiman	Kebun, sawah, dan Pemukiman	Kebun dan pemukiman
River slope	Landai	Curam	Curam	Landai	Curam	Curam	Curam
Substrate	Pasir dan kerikil	Batuan sedimen	Batuan sedimen	Kerikil dan pasir	Batuan sedimen	Batuan sedimen	Batuan sedimen
Depth (m)	1.0-3.0	1.02-3.5	1.0 - 2.5	0.5 – 1.5	1.0-2.5	1.0-2.5	1.0-2.5
Wetted river (m)	90-100	25-30	25-30	12-15	60-65	60-75	20-30
River width (m)	100-120	30-40	30-35	15-20	65-70	60-80	25-35
Flow (m/s)	0.1-1.5	0.1-1.5	0.1-1.5	0.1-1.5	0.1-1.5	1.0-1.7	0.5-1.9
Visible color	0.5	0.7	0.75	0.75	0.70	0.8	1.1
	keruh kecoklatan	keruh kecoklatan	keruh kecoklatan	Bening	keruh kecoklatan	keruh kecoklatan	keruh kecoklatan
Water transparency	0.30	0.55	0.50	0.55	0.6		
Turbidity (NTU)	44.10-44.28	28.55-40.98	17.50-20.20	16.67-14.91	44.72-50.73	30.81-35.71	18.61-20.08
Temperature (°C)	26.4-26.6	26.7-27.5	20.1-20.7	22.1 - 22.7	22.0-22.5	24.7-24.9	19.9-20.1
TDS (mg/l)	90-199	18-65	16-17	20- 21	12-14	56-58	16-20
Conductivity	180-198	36-130	30-32	40 - 42	22-24	104-112	32-40
DO (mg/l)	5.7-7.0	6.0-7.9	8.4-8.8	8.1 - 8.9	8.0-8.5	7.4-8.5	8.4-8.7
pH	7.3-7.6	5.1-6.3	7.5 - 7.7	7.1 - 7.5	7.5-7.7	7.9-8.1	7.5-7.7
Mesohabitat	Pool & run	Rapid & pool	Rapid & pool	Pool & run	Rapid & pool	Rapid & pool	Rapid & pool

Table 3. Kondisi habitat di lokasi penelitian (Lanjutan)

Environment parameter	Upstream (main river)	Upstream (main tributary)	Upstream (tributary)	Swamp forest area	Lake	Ox bow lake	Palm Canal	Tributary (Palm oil plantation)
Land use	Hutan	Hutan dan kebun	kebun dan hutan	hutan rawa	Pemukiman dan kebun	Kebun sawit	Kebun sawit	Kebun sawit
River slope	terjal dan curam, ada sebagian kecil yang landai	Terjal dan curam	Terjal dan curam	Landai	Landai	landai	landai	Landai
Substrate	Berbatu dan sedikit berpasir	Berbatu	batuan dan kerikil	Lumpur dan pasir berlumpur	Lumpur	Lumpur	Lumpur	Pasir dan kerikil
Depth (m)	0.5 - 1.0	0.2 - 0.7	0.5-1.5	0,8-4	0.5-10	2.0 – 5.0	1.0 – 1.5	0.2-1.5
Wetted river (m)	4.0-5.0	15.0-20.0	15.0-20.0	-	-	-	3-5	10-15
River width (m)	5.0-10.0	20-25	20.0-30.0	-	-	-	3-5	15-25
Flow (m/s)	0.38-0.50	0.13-0.19	0.22-0.85	0.1-0.3	-	-	0.05-0.1	0.05-0.7
Visible color	0.42	0.15	0.58	0.2	-	-	0.05	0.1
Water tranparency	jernih	jernih	jernih	keruh kecoklatan	kehijauan	keruh kecoklatan	kecoklatan	kecoklatan
Turbidity (NTU)	0.3	0.5	1.5	0.8-1.4	1.2	0.9	0.3	0.9
Temperature (°C)	17.10-18.10	10.46-11.02	11.54 - 11.59	9.34-10.84	8.65-8.78	15.56-16.60	8.62-9.87	9.27-12.23
TDS (mg/l)	25.9 - 26.7	24.1-24.3	26.6 - 26.9	25-31	29.0-29.5	30.5-31.0	27.6-28.5	26.1-26.7
Conductivity	25 -35	21-22	22-23	13-46	168-170	280-282	11-23	10-12
DO (mg/l)	52 - 70	42 - 43	43-46	34-48	136-140	460-466	17-35	20-24
pH	7.4 - 7.8	8.3 - 8.5	8.1-8.4	1-1,8	7.3-7.5	4.4-6.0	0.7-3.8	1.2-6.1
Mesohabitat	6.7 - 6.9	6.5 - 6.8	7.6-7.8	3,8-4,4	7.0-7.5	6.8-7.0	5.6-6.5	6.4-7.4
	Fast run & pool	Fast run & pool	Fast run & pool	Pool	Pool	Pool	Pool	Pool

Secara umum kondisi perairan di DAS Simonggo dalam kategori baik. Berdasarkan gambaran kualitas air (pengukuran insitu) menunjukkan nilai-nilai parameter yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Nilai pH dan Oksigen sebagai parameter kualitas air yang membatasi kehidupan organisme perairan masih sangat baik untuk pertumbuhan organisme perairan. Parameter lingkungan yang menjadi faktor pembatas di DAS Simonggo adalah arus dan substrate. Arus merupakan faktor pembatas utama kehidupan dan kelimpahan organisme perairan di sungai (Gordon *et al.* 2004; Muhtadi *et al.* 2017; Rangkuti 2019). Ikan jurung, lele gunung, dan ikan pasir merupakan organisme perairan sungai yang menyukai dan mampu bertahan pada perairan berarus kuat. Ikan incor merupakan salah satu ikan yang menyukai arus (rendah-sedang) dengan kondisi perairan yang jernih. Oleh karena itu, ikan incor selalu dan banyak ditemukan pada lokasi titik 6-7 dan termasuk titik 8-9.

Berdasarkan hasil perhitungan Singscore juga menunjukkan secara umum kondisi perairan di DAS Simonggo dalam kategori fair hingga excellent (**Tabel 7**). Kondisi yang excellent ditemukan pada bagian hulu (titik 2-3) dengan skor: 160.00 - 133.33, sebagian tengah (titik 4 dan 8) dengan skor 126.67 – 145, serta pada segmen anak sungai (1, 6, dan 7) dengan kisaran score 126.67 – 168.00. Kondisi baik ditemukan pada segmen tengah (titik 8-11) dengan skor 102.86 – 116.00 dan pada Benchmark (titik 16) dan Anak Sungai Rambe dengan score 115.00 – 120.00. Pada segmen hilir kondisi perairan yang termasuk fair. Dengan demikian di DAS Simonggo tidak ditemukan perairan dengan status buruk. Hal ini menunjukkan kondisi sungai masih sangat baik secara ekologi untuk habitat berbagai organisme perairan.

Table 7. Status kualitas air di DAS Alas-Singkil

Stasiun	Number of families	Total tolerance score	Sing Score	Likely Water Quality
1	4	29	145.00	Excellent
2	3	24	160.00	Excellent
3	3	20	133.33	Excellent
4	4	29	145.00	Excellent
5	3	23	153.33	Excellent
6	4	31	155.00	Excellent
7	5	42	168.00	Excellent
8	6	38	126.67	Excellent
9	8	43	107.50	Good
10	5	29	116.00	Good
11	7	36	102.86	Good
12	3	13	86.67	Fair
13	4	16	80.00	Fair
14	3	13	86.67	Fair
15	3	18	120.00	Good
16	4	23	115.00	Good

Berdasarkan status kualitas air di beberapa DAS (sungai) lainnya di Indonesia menunjukkan DAS Simonggo masih lebih baik dibanding DAS (sungai) lainnya. Misalnya

Rangkuti (2019) menemukan status kualitas air di DAS Batangtoru berdasarkan SingScore menunjukkan kondisi yang fair pada bagian down dan middle stream serta good pada bagian hulu dan excellent pada bagian anak sungai dan sub anak sungai. Patang *et al.* (2018) menemukan kondisi yang tercemar di Sungai Karang Mumus (East Kalimantan). Water quality of Tumpang 2 irrigation channel was consistently categorized into good, fair, and probable moderate pollution (Kartikasair *et al.* 2013).

4.3. Nekton

4.3.1. Kekayaan dan sebaran spesies

Selama pengamatan di DAS Alas-Singkil, terkoleksi sebanyak 97 Spesies ikan serta 9 jenis udang dan 1 jenis kepiting air tawar, 1 jenis kura-kura air tawar dan 1 jenis buaya (Tabel 2-3). Mahser, Swamp barb, dan Panchax minnow merupakan ikan yang sering ditemukan dan menyebar luas di DAS Alas-Singkil. Massher ditemukan menyebar pada sungai-sungai utama (dekat hilir hingga hulu) dan anak sungai dengan debit yang cukup besar. Swamp barb dan Panchax minnow menyebar luas pada anak-anak sungai di DAS Alas-Singkil. Mahser menempati perairan yang berarus deras dan secara umum bersubstrat batu/ batuan serta sedikit berpasir. Selain Mahser, ikan yang menempati perairan berarus deras adalah ikan Rasborinae, Balitoridae, dan Rhyacichthyidae. Ikan-ikan Sisoridae juga menyukai perairan yang deras, namun ditemukan pada anak-anak sungai.

Selain ikan, ditemukan juga 5 spesies udang air tawar dari Atyopidae dan Palamonidae baik pada bagian hulu, tengah maupun hilir. Udang air tawar paling banyak di temukan di Indonesia adalah anggota family palaemonidae dan Atyidae (Yule and Sen, 2004). Namun demikian udang Atyopidae hanya ditemukan pada bagian tengah, dengan karakteristik perairan yang berbatu dan kerikil, berarus deras, dan curam. Genus *Macrobranchium* sp. hampir selalu ditemukan pada setiap segmen di DAS Alas-Singkil. *Macrobranchium* merupakan krustacea penghuni air tawar, dimana *Macrobranchium* bisa ditemukan di air mengalir dan maupun menggenang (Desrita *et al.*, 2020, 2022), selain itu seluruh siklus hidupnya berada di air tawar (Wowor *et al.*, 2009).

Organisme akuatik lainnya yang di temukan di DAS Alas-Singil adalah kepiting air tawar dan kura-kura air tawar yang ditemukan pada pada bagian hulu anak sungai. Sementara itu, pada bagian hilir hingga tengah serta di Sebagian rawa-rawa banyak ditemukan populasi buaya muara (*C. porosus*). Secara umum, kekayaan spesies akuatik di DAS Alas-Singkil ini lebih banyak ditemukan pada bagian hilir dibanding tengah maupun hulu sungai. Pada bagian hilir paling tidak ditemukan sebanyak 51 spesies (50%) serta pada bagian tengah dan hulu masing-masing 20 (20%) dan 27 spesies (26%). Setidaknya ada 4 spesies (4%) iktiofauna yang dapat ditemukan pada bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Ikan kepala timah, Sidat (*A. bicolor* dan *A. marmorata*) dan ikan Gabus (*C. striata*) merupakan ikan yang dapat ditemukan pada bagian hilir, tengah dan hulu sungai. Jumlah jenis dan populasi ikan secara umum ditemukan lebih banyak pada bagian hilir disebabkan oleh adanya berbagai variasi mikro habitat yang terdapat disekitarnya. Pada bagian hilir selain arus lebih rendah dibanding pada bagian hulu terdapat

rawa-rawa dan saluran sawit untuk berbagai habitat organisme akuatik yang tidak menyukai arus. Hal ini seperti yang dijelaskan oleh Desrita et al., (2020b), bahwa pada bagian hilir DAS Batangtoru memiliki jumlah spesies dan populasi nekton jauh lebih tinggi dibanding pada bagian tengah, hulu, dan naka-nak sungainya.

Ikan Sidat (*A. bicalor*) dan (*A. marmorata*) dari famili Anguillidae ditemukan sepanjang sungai utama dari hilir hingga hulu (sub DAS Alas). Sementara itu, ikan sidat ini tidak ditemukan pada sub das lainnya. Hal ini dimungkinkan adanya natural barrier berupa dasar perairan yang merupakan batuan sedimen yang tajam pada bagian middle stream pada sungai (lihat Gambar 2). Selain itu juga terdapat beberapa air terjun dengan ketinggian yang sulit dilewati oleh ikan sidat.

Secara umum iktiofauna/ ikan yang ditemukan di DAS Alas-Singkil lebih tinggi dibanding DAS lainnya di Indonesia. Desrita et al., (2020b) menemukan 68 spesies nekton di DAS Batangtoru (Sumatera Utara). DAS Wampu (Sumatera Utara) ditemukan 50 jenis nekton (42 ikan) (Desrita et al., 2018; Muhtadi et al., 2017; Putri et al., 2017). Namun demikian, Muchlisin and Azizah (2009), melaporkan setidaknya terdapat 114 spesies ikan tawar ditemukan di seluruh perairan Aceh. Pada ekosistem rawa Suaq (Aceh Selatan) (lokasi yang berdekatan dengan bagian hilir DAS Alas-Singkil) ditemukan 43 spesies ikan (Hadiaty, 2005) dan di Rawa Tripa (Aceh-Meulaboh) ditemukan 73 spesies ikan (Muchlisin et al., 2015).

4.3.2. Native dan Alien Spesies

Hal yang cukup menarik di DAS Simonggo ini adalah beberapa ikan yang baru teridentifikasi dan memiliki penyebaran terbatas di Northern Sumatra. Setidaknya ada 22 spesies baru yang teridentifikasi dan memiliki penyebaran yang terbatas di wilayah Sumatra bagian Utara dalam 20an tahun terakhir, dimana habitat utamanya adalah DAS Alas-Singkil (Froese and Pauly, 2022; Renny K. Hadiaty and Siebert, 1998; Lumbantobing, 2014, 2010; Ng et al., 2001a; Ng and Hadiaty, 2011, 2009a, 2008, 2005). Beberapa spesies baru tersebut terdiri dari 6 spesies Bagridae, 3 spesies Balitoridae, 1 spesies Clariidae, 8 spesies Cyprinidae, 2 spesies Siluridae, dan 2 spesies Sisoridae.

H. caveatus pertama kali dilaporkan tahun 2001 di hilir Sungai Alas (Ng et al., 2001a). Spesies ini ternyata juga ditemukan di hilir sungai Batangtoru (Desrita et al., 2020). *Mystus punctifer* juga pertama kali dilaporkan dan diidentifikasi tahun 2001 di Alas River drainage in Aceh province, northern Sumatra (Ng et al., 2001b). *Mystus castaneus* dan *Mystus nigriceps* di sub-DAS Simonggo pada bagian hilir. Kedua spesies tersebut pertama kali diidentifikasi oleh tahun 2002 di bagian hilir Sungai Alas (Ng, 2002). *Leiocassis aculeata* dan *Mystus alasensis* pertama kali ditemukan dan diidentifikasi oleh Ng and Hadiaty (2005). *L. aculeata* ditemukan di hilir sungai utama sedangkan *M. alasensis* juga ditemukan anak-naka sungainya. stone loach (*Nemacheilus tuberigum*) merupakan new spesies juga yang ditemukan di Sungai Alas, Aceh (Hadiaty and Siebert, 2001). Ikan ini ditemukan pada perairan deras berarus kuat pada Sub DAS Simonggo. *Clarias microspilus* ditemukan pertamakali tahun 2011 di Pantai barat Sumatera yaitu

Hilir sungai alas dan Aceh Selatan (Ng and Hadiaty, 2011). Pada penelitian ini ditemukan cukup melimpah pada hutan rawa singkil.

Osteochilus jeruk dan *Osteochilus serokan* pertama kali dilaporkan tahun 1998 di hilir sungai Alas (Renny Kurnia Hadiaty and Siebert, 1998). Kedua ikan ini ditemukan melimpah pada bagian rawa-rawa di sekitar hilir sungai alas-singkil hingga pada bagian tengah di Subulusalam dan rawa-rawa sekitarnya. Kelompok cypridae lainnya yang ditemukan di DAS Alas-Singkil yaitu: *Rasbora api*, *Rasbora arundinata*, *Rasbora bankanensis*, *Rasbora bunguranensis*, *Rasbora einthovenii*, *Rasbora meinkenii*, *Rasbora truncata* (Lumbantobing, 2014, 2010). Secara umum grup Rasborine ini ditemukan pada bagian tengah anak sungai dengan kondisi arus sedang-kuat, namun *Rasbora bunguranensis* juga ditemukan pada rawa di hilir DAS Alas-Singkil.

Family Siluridae dan Sisoridae juga terdapat spesies baru yang ditemukan di DAS Alas-Singkil dimana Siluridae ditemukan pada bagian hilir sedangkan Sisoridae banyak ditemukan dibagian hulu anak sungai DAS Alas-Singkil. *Kryptopterus geminus* diidentifikasi dan ditemukan tahun 2003 (Ng, 2003). *Kryptopterus piperatus* diidentifikasi dan ditemukan tahun 2004 (Ng et al., 2004) dan *O. brevictus* teridentifikasi pada tahun 2009 (Ng and Hadiaty, 2009a). *G. plectilis* dan *G. ketambe* teridentifikasi tahun 2008 dan 2009 (Ng and Hadiaty, 2009b, 2008).

Secara umum, iktiofauna yang ditemukan di DAS Alas-Singkil ini merupakan ikan-ikan asli Indonesia (92%) dan bahkan terdapat 27 spesies (28 %) dengan penyebaran terbatas di Sumatra Bagian Utara. Namun demikian ada 8 spesies asing (8 %) yang ditemukan di DAS Alas-Singkil. Alien spesies tersebut yaitu: *O. niloticus*, *C. grapienus*, *Trichopodus trichopterus*, *C. carpio*, *P. disjunctivus*, *P. pardalis*, *G. affinnis*, *P. reticulata*.

4.3.3. Status perlindungan

Secara umum, iktiofauna yang ditemukan di DAS Alas-Singkil ini termasuk dalam kategori leas Concern (LC) sebesar 78.31% dan Data Deficient (DD) sebesar 12.05%. namun demikian ada 2 spesies (2.41%) yang termasuk kategori Endangered (EN) dan 4 (4.82%) spesies masuk dalam kategori Vulnerable (VU) (Tabel 2). *Ompok brevictus* dan *Clarias microspilus* merupakan spesies yang termasuk dalam kategori Endangered (IUCN, 2023). kedua spesies ini hanya ditemukan pada bagian hilir sungai alas (*O. brevictus*) dan hutan rawa singkil (*C. microspilus*). Spesies yang termasuk vulnerable adalah *Mystus punctifer*, *Nemacheilus tuberigum*, *Kryptopterus piperatus*, *Glyptothorax plectilis*.

Table 8. Kekayaan spesies ikan di DAS Alas-Singkil

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
A	Ambassidae					
1	<i>Ambassis kopsii</i>	Serinding	Gegge			
2	<i>Ambassis nalua</i>	Serinding	Gegge	<i>Scalloped Perchlet</i>	downstream, swamp, and estuary	LC
	<i>Ambassis urotaenia</i>	Serinding	Gegge	<i>Banded-tail glassy perchlet.</i>		LC
B	Anabantidae					
3	<i>Anabas testudineus</i>	Betok	Corop	Climbing perch	swamp	LC
C	Anguillidae					
4	<i>Anguilla bicolor</i>	Sidat	Lumpe, Moa,	Shortfin Eel	main rivers, tributaries, marshes, swamps, and, estuaries	NT
5	<i>Anguilla marmorata</i>	Sidat	Dungdung	Marbled Eel		LC
C	Aplocheilidae					
6	<i>Aplocheilus armatus</i>	Kepala timah	Kepala timah	Whitespot	Tributaries and swamp	LC
7	Apogonidae					
8	<i>Apogon hyalosoma</i>	Sirinding	Gegge	<i>Mangrove Cardinalfish</i>	downstream, swamp, estuary	LC
D	Bagridae					
9	<i>Hemibagrus caveatus</i>	Baung	Baung	Catfish	Downstream – middle stream and swamp	NT
10	<i>Leiocassis aculeata</i>		Singsing		Middle stream in the main river	DD
11	<i>Leiocassis micropogon</i>		Singsing	Bumble Bee Catfish	Swamp and middle stream	LC
12	<i>Mystus alasensis</i>	Baung	Singsing	Catfish	Tributaries (downstream)	DD
13	<i>Mystus castaneus</i>	Baung	Singsing	Pearl Catfish	Tributaries (downstream)	LC
14	<i>Mystus nigriceps</i>	Baung	Baung/Temabu	Two-spot catfish	Tributaries (downstream) and swamp	LC
15	<i>Mystus punctifer</i>	Baung	temabu	Catfish	Tributaries (middle stream)	VU
E	Balitoridae					
16	<i>Homaloptera ripleyi</i>				Tributaries (upstream)	LC
17	<i>Homaloptera weberi</i>				Tributaries (upstream)	DD
18	<i>Homaloptera vanderbilti</i>				Tributaries (upstream)	DD
19	<i>Nemacheilus tuberigum</i>	Uceng	Incor	Stone loach	Tributaries (middle-upstream)	VU
20	<i>Nemacheilus pfeifferae</i>	Uceng	Incor	Barred loach	Tributaries (middle-upstream)	LC
F	Belontiidae					

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
21	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Sepat siam	Siam	Snakestin gourami	Swamp	LC
22	<i>Trichopodus trichopterus</i>	Sepat rawa	Capet	Spotted gourami	Swamp	LC
Carangidae						
23	<i>Caranx ignobilis</i>			The giant trevally	Downstream and estuary	LC
24	<i>Caranx sexfasciatus</i>		Merah mata	Bigeye Trevally	Downstream and estuary	LC
G Channidae						
25	<i>Channa gachua</i>	Gabus	Bakok	Dwarf snakehead	Swamp and tributary (middle stream)	LC
26	<i>Channa lucius</i>	Gabus	Bujuk	Forest Snakehead	Swamp and tributary (middle stream)	LC
27	<i>Channa striata</i>	Gabus	Gabus	Snakehead murrel	Swamp, main river and tributaries (downstream to upstream)	LC
28	<i>Channa cyanospilos</i>	-	-	Bluespotted Snakehead	Upstream	DD
H Cichlidae						
29	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila	Nila	Nile tilapia	Tributaries	-
I Clariidae						
30	<i>Clarias batrachus</i>	Lele kampung	Lele	Walking catfish	Tributaries	LC
31	<i>Clarias teijsmanni</i>	Lele	Limbat	Walking catfish	Tributaries	-
32	<i>Clarias gariepinus</i>	Lele	Dumbo	Walking catfish	Tributaries	LC
33	<i>Clarias microspilus</i>				Swamp	EN
J Cyprinidae						
34	<i>Barbodes binotatus</i>	Keperas	Pora-pora	Common barb	Tributaries (upstream)	LC
	<i>Barbodes lateristriga</i>	Wader blang	Pora-pora/Gaman	T-barb	Tributaries (upstream)	LC
35	<i>Barbonymus schwanenfeldii</i>	Lemeduk	Lemeduk	The tinfoil barb	main rivers (middle stream)	LC
36	<i>Cyprinus carpio</i>	Mas	Mas	Common carp	Tributaries	
37	<i>Cyclocheilichthys armatus</i>					LC
38	<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	Keperas	Sitengkal/ gar	Beardless barb	Downstream-middle stream, swamp,	LC
39	<i>Danio albolineatus</i>	Keperas	Pora-pora	pearl danio	middle stream (tributaries)	LC
40	<i>Hampala macrolepidota</i>	Sebarau	Hampala/Kelubak	Hampala barb	Downstream-middle stream	LC
41	<i>Mystacoleucus marginatus</i>	Cencen	Cencen	Burmese rainbow barb	Main river (middle stream)	LC

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
42	<i>Neolissochilus douronensis</i>	Jurung	Gemo	Mahseer	middle stream – upstream (tributaries)	-
43	<i>Neolissochilus sumatranus</i>					LC
44	<i>Neolissochilus soro</i>	Jurung	Ihan, mera	Masheer		LC
45	<i>Oliotius oligolepis</i>	Keperas	Pora-pora/Gaman	Checkered barb	Tributaries (upstream)	LC
46	<i>Osteochilus jeruk</i>	Nilem	Lampam	-	Downstream-middle stream, swamp	LC
47	<i>Osteochilus serokan</i>	Nilem	Lampam	-		DD
48	<i>Osteochilus vittatus</i>	Nilem	Paitan	Barb	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
49	<i>Rasbora api</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
50	<i>Rasbora arundinata</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
51	<i>Rasbora bankanensis</i>				middle stream-upstream	LC
52	<i>Rasbora bunguranensis</i>				Swamp	DD
53	<i>Rasbora einthovenii</i>				middle stream-upstream	LC
54	<i>Rasbora meinkenii</i>				middle stream-upstream	LC
55	<i>Rasbora sumatrana</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
56	<i>Rasbora truncata</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	
57	<i>Tor tambroides</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
58	<i>Tor tambra</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
K	Eleotridae					-
59	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Betutu	Seluntok	Marble goby	middle stream (main river) and lake	LC
60	<i>Butis gymnopomus</i>			Striped Crazy Fish	downstream, swamp, and estuary	LC
61	<i>Ophiocara porocephala</i>				downstream, swamp, and estuary	LC
L	Gereidae					
62	<i>Gerres filamentosus</i>				downstream and estuary	LC
M	Gobbidae					
63	<i>Awaous grammepomus</i>	Belosoh	Lontok	Scribbled goby	downstream, swamp, and estuary	LC
64	<i>Glossogobius aureus</i>			Golden Flathead Goby	downstream, swamp, and estuary	LC
65	<i>Glossogobius giuris</i>			Bareye Goby	downstream, swamp, and estuary	LC
66	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>			Barred Mudskipper	downstream, swamp, and estuary	LC
N	Haemulidae					

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
67	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>			Brown Sweetlips	downstream, swamp, and estuary	LC
O	Helostomatidae					
68	<i>Helostoma temminckii</i>	Tambakan	Alu	Kissing gourami	Downstream and swamp	LC
P	Leiognathidae					
69	<i>Kuhlia marginata</i>			Silver Flagtail	downstream and estuary	LC
70	<i>Leiognathus equulus</i>				downstream and estuary	LC
Q	Loricariidae					
71	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Ikan sapu-sapu	Ikan indosiar	Amzone sailfin catfish	Swamp and middle stream in Tributaries	LC
72	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>			vermiculated sailfin catfish	Swamp	
R	Lutjanidae					
73	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Kakap mangrove	Kakap	Mangrove red snapper	downstream, swamp, and estuary	LC
74	<i>Lutjanus fuscescens</i>			Freshwater snapper	downstream, swamp, and estuary	
75	<i>Lutjanus russellii</i>			<i>Russell's Snapper</i>	downstream, swamp, and estuary	LC
S	Mastacembelidae					
76	<i>Macrognathus aculeatus</i>	Tilan	Mirik	lesser spiny eel	middle stream (Tributaries)	LC
77	<i>Macrognathus maculatus</i>	Tilan	Mirik	Spiny eel	middle stream (Tributaries)	LC
U	Megalopidae					
78	<i>Megalops cypronooides</i>			Indo-Pacific Tarpon	downstream, swamp, and estuary	DD
V	Mugilidae					
79	<i>Valamugil seheli</i>			Bluespot Mullet	downstream, swamp, and estuary	LC
80	<i>Planiliza subviridis</i>			Greenback Mullet	downstream, swamp, and estuary	LC
W	Poeciliidae					
81	<i>Gambusia affinis</i>			The western Mosquitofish	Upstream (tributaries)	
82	<i>Poecilia reticulata</i>			The guppy	Upstream (tributaries)	
X	Pristolepididae					
83	<i>Pristolepis grooti</i>	Sepatung	Betok, kupar	Indonesian leaffish	Downstream and swamp	LC
Y	Rhyacichthyidae					
84	<i>Rhyacichthys aspro</i>	Pasir	Pasir	Loach goby	middle stream-upstream (Tributaries)	DD
Z	Siluridae					

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
85	<i>Kryptopterus lais</i>				Swamp	LC
86	<i>Kryptopterus geminus</i>				middle stream (main river)	LC
87	<i>Kryptopterus piperatus</i> ,				middle stream (main river)	VU
88	<i>Ompok brevirectus</i>	Ompok	Lais	-	Downstream and swamp	EN
AA	Sisoridae					
89	<i>Glyptothorax ketambe</i>	Lele gunung	Sating	Sucking catfish	Upstream (main river)	DD
90	<i>Glyptothorax platypogonides</i>				Upstream (tributaries)	LC
91	<i>Glyptothorax plectilis</i>	Lele gunung	Sating	Sucking catfish	Upstream (tributaries)	VU
AB	Syngnathidae					
92	<i>Microphis brachyurus</i>		Kuda kuala	Opossum Pipefish	downstream, swamp, and estuary	LC
AC	Soleidae					
93	<i>Sillago sihama</i>			Sand whiting	downstream, swamp, and estuary	LC
AD	Synbranchidae					
94	<i>Monopterus albus</i>	Belut	bolut	Swamp Eel.	Swamp and tributaries (middle stream)	LC
AE	Tetragonidae					
95	<i>Tetraroge barbata</i>			Mangrove Waspfish	downstream, swamp, and estuary	LC
AF	Tetrapontidae					
96	<i>Terapon jarbua</i>			Tiger Perch	downstream, swamp, and estuary	LC
97	<i>Terapon puta</i>			Small-scaled terapon	downstream, swamp, and estuary	
AG	Zenarchopteridae					
98	<i>Zenarchopterus beauforti</i>				downstream, swamp, and estuary	
Total spesies					96	

*IUCN (2023) DD = Data Deficient ; LC= Least Concern; NT=Near Threatened; VU= Vulnerable; EN=Endangered

No.	Family/ Species	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status
A	Ambassidae					
1	<i>Ambassis kopsii</i>	Serinding	Gegge			
2	<i>Ambassis nalua</i>	Serinding	Gegge	<i>Scalloped Perchlet</i>	downstream, swamp, and estuary	LC
	<i>Ambassis urotaenia</i>	Serinding	Gegge	<i>Banded-tail glassy perchlet.</i>		LC
B	Anabantidae					
3	<i>Anabas testudineus</i>	Betok	Corop	Climbing perch	swamp	LC
C	Anguilidae					
4	<i>Anguilla bicolor</i>	Sidat	Lumpe, Moa,	Shortfin Eel	main rivers, tributaries, marshes, <i>swamp</i> , and, estuaries	NT
5	<i>Anguilla marmorata</i>	Sidat	Dungdung	Marbled Eel		LC
C	Aplocheilidae					
6	<i>Aplocheilus armatus</i>	Kepala timah	Kepala tima	Whitespot	Tributaries and swamp	LC
7	Apogonidae					
8	<i>Apogon hyalosoma</i>	Sirinding	Gegge	<i>Mangrove Cardinalfish</i>	downstream, swamp, estuary	LC
D	Bagridae					
9	<i>Hemibagrus caveatus</i>	Baung	Baung	Catfish	Downstream – middle stream and swamp	NT
10	<i>Leiocassis aculeata</i>		Singsing		Middle stream in main river	DD
11	<i>Leiocassis micropogon</i>		Singsing	Bumble Bee Catfish	Swamp and middle stream	LC
12	<i>Mystus alasensis</i>	Baung	Singsing	Catfish	Tributaries (down stream)	DD
13	<i>Mystus castaneus</i>	Baung	Singsing	Pearl Catfish	Tributaries (down stream)	LC
14	<i>Mystus nigriceps</i>	Baung	Baung/Temabu	Two-spot catfish	Tributaries (down stream) and swamp	LC
15	<i>Mystus punctifer</i>	Baung	temabu	Catfish	Tributaries (middle stream)	VU
E	Balitoridae					
16	<i>Homalopterula ripleyi</i>				Tributaries (upstream)	LC
17	<i>Homaloptera weberi</i>				Tributaries (upstream)	DD
18	<i>Homaloptera vanderbilti</i>				Tributaries (upstream)	DD
19	<i>Nemacheilus tuberigum</i>	Uceng	Incor	Stone loach	Tributaries (middle-upstream)	VU
20	<i>Nemacheilus pfeifferae</i>	Uceng	Incor	Barred loach	Tributaries (middle-upstream)	LC
F	Belontiidae					
21	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Sepat siam	Siam	Snakestin gourami	Swamp	LC
22	<i>Trichopodus trichopterus</i>	Sepat rawa	Capet	Spotted gourami	Swamp	LC

No.	Family/ Species	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status
	Carangidae					
23	<i>Caranx ignobilis</i>			The giant trevally	Downstream and estuary	LC
24	<i>Caranx sexfasciatus</i>		Merah mata	Bigeye Trevally	Downstream and estuary	LC
	G Channidae					
25	<i>Channa gachua</i>	Gabus	Bakok	Dwarf snakehead	Swamp and tributary (middle stream)	LC
26	<i>Channa lucius</i>	Gabus	Bujuk	Forest Snakehead	Swamp and tributary (middle stream)	LC
27	<i>Channa striata</i>	Gabus	Gabus	Snakehead murrel	Swamp, main river and tributaries (downstream to upstream)	LC
	<i>Channa cyanospilos</i> <i>/ bankanensis</i>					
	H Cichlidae					
28	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila	Nila	Nile tilapia	Tributaries	-
	I Clariidae					
29	<i>Clarias batrachus</i>	Lele kampung	Lele	Walking catfish	Tributaries	LC
30	<i>Clarias teijsmanni</i>	Lele	Limbat	Walking catfish	Tributaries	-
31	<i>Clarias gariiepinus</i>	Lele	Dumbo	Walking catfish	Tributaries	LC
32	<i>Clarias microspilus</i>				Swamp	EN
	J Cyprinidae					
33	<i>Barbodes binotatus</i>	Keperas	Pora-pora	Common barb	Tributaries (upstream)	LC
34	<i>Barbodes lateristriga</i>	Wader blang	Pora-pora/Gaman	T-barb	Tributaries (upstream)	LC
	<i>Barbonymus schwanenfeldii</i>	Lemeduk	Lemeduk	The tinfoil barb	main rivers (middle stream)	LC
35	<i>Cyprinus carpio</i>	Mas	Mas	Common carp	Tributaries	
36	<i>Cyclocheilichthys armatus</i>					LC
37	<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	Keperas	Sitengkal/ Gar gar	Beardless barb	Downstream-middle stream, swamp,	LC
38	<i>Danio albolineatus</i>	Keperas	Pora-pora	pearl danio	middle stream (tributaries)	LC
39	<i>Hampala macrolepidota</i>	Sebarau	Hampala/Kelubak	Hampala barb	Downstream-middle stream	LC
40	<i>Mystacoleucus marginatus</i>	Cencen	Cencen	Burmese rainbow barb	Main river (middle stream)	LC
41	<i>Neolissochilus douronensis</i>	Jurung	Gemo	Mahseer	middle stream – upstream (tributaries)	-

No.	Family/ Species	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status
42	<i>Neolissochilus sumatranus</i>					LC
43	<i>Neolissochilus soro</i>	Jurung	Ihan, mera	Masheer		LC
44	<i>Oliotius oligolepis</i>	Keperas	Pora-pora/Gaman	Checkered barb	Tributaries (upstream)	LC
45	<i>Osteochilus jeruk</i>	Nilem	Lampam	-	Downstream-middle stream, swamp	LC
46	<i>Osteochilus serokan</i>	Nilem	Lampam	-		DD
47	<i>Osteochilus vittatus</i>	Nilem	Paitan	Barb	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
48	<i>Rasbora api</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
49	<i>Rasbora arundinata</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	LC
50	<i>Rasbora bankanensis</i>				middle stream-upstream	LC
51	<i>Rasbora bunguranensis</i>				Swamp	DD
52	<i>Rasbora einthovenii</i>				middle stream-upstream	LC
53	<i>Rasbora meinkenii</i>				middle stream-upstream	LC
54	<i>Rasbora sumatrana</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
55	<i>Rasbora truncata</i>	Seluang	Sulum	Rasbora	middle stream-upstream (Tributaries)	
56	<i>Tor tambroides</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
57	<i>Tor tambra</i>				middle stream-upstream (Tributaries)	DD
K	Eleotridae					-
58	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Betutu	Seluntok	Marble goby	middle stream (main river) and lake	LC
59	<i>Butis gymnopomus</i>			Striped Crazy Fish	downstream, swamp, and estuary	LC
60	<i>Ophiocara porocephala</i>				downstream, swamp, and estuary	LC
	Gereidae					
61	<i>Gerres filamentosus</i>				downstream and estuary	LC
L	Gobbidae					
62	<i>Awaous grammepomus</i>	Belosoh	Lontok	Scribbled goby	downstream, swamp, and estuary	LC
63	<i>Glossogobius aureus</i>			Golden Flathead Goby	downstream, swamp, and estuary	LC
64	<i>Glossogobius giuris</i>			Bareye Goby	downstream, swamp, and estuary	LC
65	<i>Periophthalmus argentilineatus</i>			Barred Mudskipper	downstream, swamp, and estuary	LC
	Haemulidae					
66	<i>Plectorhinchus gibbosus</i>			Brown Sweetlips	downstream, swamp, and estuary	LC
M	Helostomatidae					

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status
67	<i>Helostoma temminckii</i>	Tambakan	Alu	Kissing gourami	Downstream and swamp	LC
	Leiognathidae					
68	<i>Kuhlia marginata</i>			Silver Flagtail	downstream and estuary	LC
69	<i>Leiognathus equulus</i>				downstream and estuary	LC
	N Loricariidae					
70	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Ikan sapu-sapu	Ikan indosiar	Amzone sailfin catfish	Swamp and middle stream in Tributaries	LC
71	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>			vermiculated sailfin catfish	Swamp	
	O Lutjanidae					
72	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Kakap mangrove	Kakap	Mangrove red snapper	downstream, swamp, and estuary	LC
73	<i>Lutjanus fuscescens</i>			Freshwater snapper	downstream, swamp, and estuary	
74	<i>Lutjanus russellii</i>			<i>Russell's Snapper</i>	downstream, swamp, and estuary	LC
	P Mastacembelidae					
75	<i>Macrogathus aculeatus</i>	Tilan	Mirik	lesser spiny eel	middle stream (Tributaries)	LC
76	<i>Macrogathus maculatus</i>	Tilan	Mirik	Spiny eel	middle stream (Tributaries)	LC
	Megalopidae					
77	<i>Megalops cypronoides</i>			Indo-Pacific Tarpon	downstream, swamp, and estuary	DD
	Mugilidae					
78	<i>Valamugil seheli</i>			Bluespot Mullet	downstream, swamp, and estuary	LC
79	<i>Planiliza subviridis</i>			Greenback Mullet	downstream, swamp, and estuary	LC
	Poeciliidae					
80	<i>Gambusia affinis</i>			The western Mosquitofish	Upstream (tributaries)	
81	<i>Poecilia reticulata</i>			The guppy	Upstream (tributaries)	
	Q Pristolepididae					
76	<i>Pristolepis grooti</i>	Sepatung	Betok, kupar	Indonesian leaffish	Downstream and swamp	LC
	Rhyacichthyidae					
82	<i>Rhyacichthys aspro</i>	Pasir	Pasir	Loach goby	middle stream-upstream (Tributaries)	DD
	S Siluridae					
83	<i>Kryptopterus lois</i>				Swamp	LC
84	<i>Kryptopterus geminus</i>				middle stream (main river)	LC

No.	Family/ Spesies	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status
85	<i>Kryptopterus piperatus</i> ,				middle stream (main river)	VU
86	<i>Ompok brevirictus</i>	Ompok	Lais	-	Downstream and swamp	EN
T	Sisoridae					
87	<i>Glyptothorax ketambe</i>	Lele gunung	Sating	Sucking catfish	Upstream	DD
88	<i>Glyptothorax platypogonides</i>				Upstream (tributaries)	LC
89	<i>Glyptothorax plectilis</i>	Lele gunung	Sating	Sucking catfish	Upstream (tributaries)	VU
	Syngnathidae					
90	<i>Microphis brachyurus</i>		Kuda kuala	Opossum Pipefish	downstream, swamp, and estuary	LC
	Soleidae					
91	<i>Sillago sihama</i>			Sand whiting	downstream, swamp, and estuary	LC
U	Synbranchidae					
92	<i>Monopterus albus</i>	Belut	bolut	Swamp Eel.	Swamp and tributaries (middle stream)	LC
	Tetraodonidae					
93	<i>Tetraroge barbata</i>			Mangrove Waspfish	downstream, swamp, and estuary	LC
	Tetrapontidae					
94	<i>Terapon jarbua</i>			Tiger Perch	downstream, swamp, and estuary	LC
95	<i>Terapon puta</i>			Small-scaled terapon	downstream, swamp, and estuary	
	Zenarchopteridae					
96	<i>Zenarchopterus beauforti</i>				downstream, swamp, and estuary	
Total spesies					96	

DD = Data Deficient ; LC= Least Concern; NT=Near Threatened; VU= Vulnerable; EN=Endangered

Table 9. Crustaceans and reptiles found in the Alas-singkil watershed

No.	Family/ Species	Indonesian name	Local name	Common name	locations	IUCN Status*
Krustacea /						
A	Atyidae					
1	<i>Atyopsis moluccensis</i>	Udang	Udang	Bamboo Shrimp	middle stream (tributaries)	LC
2	<i>Atyopsis spinipes</i>	Udang	Udang	Soldier brush shrimp	middle stream (tributaries)	LC
Q	Palaemonidae					
3	<i>Caridina peninsularis</i>			smooth caridina	middle stream (tributaries)	LC
4	<i>Caridina typus</i>			Typical Caridina	middle stream (tributaries)	LC
5	<i>Caridina weberi</i>			pugnose caridina	middle stream (tributaries)	LC
6	<i>Macrobrachium australe</i>	Udang	Udang	Long-clawed freshwater prawns	downstream	LC
7	<i>Macrobrachium empulipke</i>	Udang	Udang	-	middle stream (tributaries)	LC
8	<i>Macrobrachium lanchesteri</i>	Udang	Udang	Glass Shrimp	middle stream (tributaries)	LC
9	<i>Macrobrachium latidactylus</i>	Udang	Udang	scissor river prawn	downstream	LC
R	Parathelphusidae					
10	<i>Parathelphusa convexa</i>	Kepiting	Kepiting	Panther crab	Upstream (tributaries)	DD
S	Reptil					
11	<i>Amyda cartilaginea</i>	Bulus	Labi-labi	Asiatic softshell turtle	Upstream (tributaries)	VU
12	<i>Crocodylus porosus</i>	Buaya	Buaya	Saltwater Crocodile	Estuary, swamp, and downstream to middle stream	LC
Total species					12	
*IUCN (2023) DD = Data Deficient ; LC= Least Concern; NT=Near Threatened; VU= Vulnerable; EN=Endangered						

4.3.3. Pengelolaan kawasan DAS Alas-Singkil

Sehubungan dengan kawasan DAS Alas_Singkil sangat potensial dijadikan sebagai sumber baik Pembangkit energi listrik tenaga air atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro/Minihidro (PLTMH) maka perlu dilakukan kajian mendalam terkait tipe habitat dan pola migrasi iktiofauna yang mewakili 2 musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Dugaan sementara jika dilakukan pembendungan air pada salah satu segmen tertentu akan menimbulkan fragmentasi habitat. Dengan demikian akan mengganggu distribusi spasial dan juga temporal ikan setelah dan sebelum bendungan (Barbarossa et al., 2020; Cutler et al., 2020; Liu et al., 2022). Pembangunan Waduk Mrica (Central Java) menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat di Sungai Serayu. Hal ini mengakibatkan variasi genetik pada ikan brek. Ikan brek yang mendiami zona bawah waduk membentuk klaster yang terpisah dari ikan brek yang mendiami zona waduk dan atas waduk ditandai adanya basa sitosin (C) pada zona bawah dibandingkan zona lainnya (Bahiyah et al., 2013). Hal ini akan dapat mengganggu populasi dan komunitas ikan di perairan sungai (Fuller et al., 2015). Hasil penelitian lainnya di Australia mendapatkan bahwa bendungan besar merupakan penghalang utama bagi pergerakan platypus (*Ornithorhynchus anatinus*) di Sungai-sungai Australia Timur. Adanya hambatan ini juga telah menimbulkan pembatasan aliran gen antara bagian bawah dan atas bendungan (Mijangos et al., 2022). Oleh karena itu, jika terjadi pembendungan sungai perlu dibuat teknologi fish run way yang dapat menghubungkan populasi dan komunitas ikan antara sebelum dan sesudah bendungan. Dalam hal ini terutama ikan-ikan yang bermigrasi longitudinal antara downstream dan upstream, seperti ikan sidat dan ikan Tor serta ikan-ikan lainnya yang melakukan migrasi dari hilir ke hulu atau sebaliknya

BAB 5

KESIMPULAN

Selama pengamatan di DAS Alas-Singkil, terkoleksi sebanyak 97 Spesies ikan serta 9 jenis udang dan 1 jenis kepiting air tawar, 1 jenis kura-kura air tawar dan 1 jenis buaya (Tabel 2-3). *Massher*, *Swamp barb*, dan *Panchax minnow* merupakan ikan yang sering ditemukan dan menyebar luas di DAS Alas-Singkil. Secara umum, iktiofauna yang ditemukan di DAS Alas-Singkil ini termasuk dalam kategori *least Concern (LC)* sebesar 78.31% dan *Data Deficient (DD)* sebesar 12.05%. namun demikian ada 2 spesies (2.41%) yang termasuk kategori *Endangered (EN)* dan 4 (4.82%) spesies masuk dalam kategori *Vulnerable (VU)* (Tabel 2). *Ompok brevirectus* dan *Clarias microspilus* merupakan spesies yang termasuk dalam kategori *Endangered (IUCN, 2023)*. kedua spesies ini hanya ditemukan pada bagian hilir sungai alas (*O. brevirectus*) dan hutan rawa singkil (*C. microspilus*). Spesies yang termasuk *vulnerable* adalah *Mystus punctifer*, *Nemacheilus tubirigum*, *Kryptopterus piperatus*, *Glyptothorax plectilis*. Sehubungan dengan kawasan DAS Alas_Singil sangat potensial dijadikan sebagai sumber baik Pembangkit energi listrik tenaga air atau Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro/Minihidro (PLTMH) maka perlu dilakukan kajian mendalam terkait tipe habitat dan pola migrasi iktiofauna yang mewakili 2 musim, yaitu musim hujan dan kemarau

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, S. 2009. Sebaran dan Kebiasaan Makan Beberapa Jenis Ikan di DAS Kapuas Kalimantan Barat. Seminar Nasional Tahunan VI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan. Balai Riset Perikanan Perairan Umum Palembang. Palembang
- Boyd CE. 1979. Water quality management in pond fish culture for aquaculture experimental station. Auburn University. Alabama.
- Desrita., Mahrozi. S, Pindi., 2016. Keragaman Ikan Native di Sungai Belumai Deli Serdang Sumatera Utara. Prosiding Seminar Perikanan IV dan Expo di Pekanbaru.
- Desrita, A. Muhtadi, I.S. Tamba, J. Ariyanti, R.D. Sibagariang. 2018. Community structure of biota air in the upstream of Alas-Singkil Watershed, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 19 (4): 1366-1374
- Fishbase.org (diakses 2017)
- Garcia, S., Boucher, J., Cury, P., Th'ebaud, O., Andriantsoa, M., Astudillo, A., Ba, M., Brander, K., Charles, A., Dulvy, N., Gauthiez, F., Heip, C., Jennings, S., Joannot, P., McDonald, D., MacKenzie, B., Rice, J., 2006. Workshop 10, Paris Conference: Biodiversity, Science and Governance, January 24–28, 2005 (report of the debates and proposed priority actions). Ministry of Foreign Affairs, Government of France, Paris.
- Hamidah A. 2004. Keanekaragaman jenis ikan di Sungai Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4 (2):51-55
- Hiddink, J.G., MacKenzie, B.R., Rijnsdorp, A., Dulvy, N.K., Nielsen, E.E., Bekkevold, D., Heino, M. Lorance, P., Ojaveer, H. 2008. Importance of Fish Biodiversity for the Management of Fisheries and Ecosystems. *Fisheries Research*. Vol 90. Hal 6 – 8.
- Husnah, et al. 2008. Status Keanekaragaman hayati sumberdaya Perikanan Perairan Umum di Sulawesi. Balai Riset Perikanan Perairan Umum, Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan hal 12-14.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions Ltd.
- Kottelat dan Whitten. 1996. Freshwater Biodiversity in Asia with special reference to fish. World Bank Technical Paper No. 343. World Bank, Washington D.C., 59 pp.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper Collins Publishers, Inc.
- Lumbantobing, D.N. 2014. Four new species of *Rasbora* of the Sumatrana group (Teleostei : Cyprinidae) from northern Sumatra, Indonesia. *Zootaxa* 3764 (1) : 001 – 025.
- Margasasmita, S. 2002. Ikan Air Tawar Endemik Sumatera yang Terancam Punah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, Vol 2 (2).
- Muchlisin, Z.A., Azizah, S., Huat, KK., dan Rudi, E. 2003. Keanekaragaman Ikan Air Tawar di Nanggroe Aceh Darusalam (NAD), Indonesia. *Jurnal of Tropical Fisheries* 3 (1) : 1 - 9

- Muhtadi, A., M.R. Cordova, Yonvitner. 2014. Ekologi Perairan: Suatu Panduan Praktikum. IPB Press. Bogor. 106 hal
- Muhtadi, A., O. R. Dhuha, Desrita, T. Siregar, Muammar. 2017. Habitat conditions and diversity of necton in catchman area of Alas-Singkil River, Langkat Regency, North Sumatra Province. *Depik*, 6(2): 90-99
- Muhtadi, A., Leidonald, R., Khairyunnisah, Rahmadya, A. 2022. Characteristics morphometric of the Singkil River drainage basins. *Iop sciences (in press)*
- Nguyen, T.T.T., S.S. De Silva. 2006. Freshwater fin fish biodiversity and conservation: an asian perspective. *Biodiversity and Conservation*, 15:3543–3568.
- Odum, E.P. 1996. Fundamental Ecology 3rd. translator: Samingan, T. UGM Press. Yogyakarta
- Omar Sharifuddin BA. 2010. Reproductive biology of bonylip barb, *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842) in Sidenreng Lake, South Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2):111-12
- PT. North Sumatra Hydro Energy. 2016. Adendum Environmental Impact Assesment Plan For Development Of Water Power Plant Of 500 Mw To 510 Mw (4 X 127.5 Mw) And Quarry Location Change In Tapanuli District, South - Sumatera Utara Province.
- Pranata, N. D., A. A. Purnama, R. Yolanda, R. Karno. 2016. Iktiofauna Sungai Sangkir Kabupaten Rokan Hulu Provinsi Riau. *Depik*, 5(3): 100-106
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 41/PERMEN-KP/2014 Tentang Larangan Pemasukan Jenis Ikan Berbahaya dari Luar Negeri ke dalam Wilayah Negara Republik Indonesia.
- Scottish Fisheries Co-Ordination Centre (SFCC). 2007. Fisheries Management SVQ Level 3: Manage Electrofishing Operations. Training Manual for Electrofishing Team Leader.
- Simanjuntak, 2012. Keragaman dan Distribusi Spasio-Temporal Iktiofauna Sungai Asahan Bagian Hulu dan Anak Sungainya. Prosiding Seminar Basional Ikan VII, 43 – 60 Makasar
- Siregar S, Putra RM, Sukendi. 1993. Fauna ikan di perairan sektor Bukit Tigapuluh Siberida, Sumatera. Rain Forest and Resource Management. *Proceedings of the NORINDA*. Jakarta, 23-25 Mei 1993.
- Sugianti, B., Enjang H.H., Nuah, J., dan Yeni, A., 2014. Daftar Pisces yang Berpotensi Sebagai Spesies Asing Invasif di Indonesia. Cetakan ke-2 (edisi revisi). Jakarta.
- Syahrir, M. 2013. Kajian Aspek Pertumbuhan Ikan di Perairan Pendalaman Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Ilmu Perikanan Tropis* Vol. 18 No. 2 ISSN 1402 – 2006.
- Tresna, L. K. Y., Dhahiyat dan T. Herawati. 2012. Kebiasaan Makanan dan Luas dan Relung Ikan di Hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3 (3) : 163 – 173.
- Wowor, D., Y. Cai, P.K.L. Ng. 2004. Crustacea: Decapoda, Caridea. Di dalam: Yule CM, Sen YH, editor. *Freshwater Invertebrata Of The Malaysian Region*. Kuala Lumpur: Akademi Sains Malaysia. 337-357
- Wowor, D. 2010. Studi Biota Perairan dan Herpetofauna di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung dan Cisadane: Kajian Hilangnya Keanekaragaman Hayati.

- [Laporan Akhir]. Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI Tahun 2010. Cibinong: LIPI.
- Zakaria-Ismail M. 1994. Zoogeography and biodiversity of the freshwater fishes of Southeast Asia. *Hydrobiologia*, 285: 41-48
- Jack A, Stanford1, Alexander LC, Whited DC. 2017. Riverscape: in Methods in Stream Ecology: 3rd Edition Volume 1: Ecosystem Structure. Ed., Hauer F, Lamberti G. Academic Press
- Dodds WK, Whiles MR. 2019. Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology: Third Edition. Academic Press
- Doan Thi Thu Ha, Seon-Ho Kim and Deg-Hyo Bae. 2019. Impacts of Upstream Structures on Downstream Discharge in the Transboundary Imjin River Basin, Korean Peninsula. *Appl. Sci.* 2020, 10, 3333; doi:10.3390/app10093333
- Nepal, S., Flügel, WA. & Shrestha, A.B. 2014. Upstream-downstream linkages of hydrological processes in the Himalayan region. *Ecol Process* 3, 19. <https://doi.org/10.1186/s13717-014-0019-4>
- Ningkeula ES. 2006. Analisis Karakteristik Morfometri Dan Hidrologi Sebagai Ciri Karakteristik Biogeofisik Das Singkil Kecamatan Seram Utara Timur Kobi Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan*, 9 (2): 76-86
- Muhtadi A, Leidonald R, Desrita. 2020. Habitat characteristics and water quality status in the Batangtoru Watershed, North Sumatra Province, Indonesia. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 454 012092
- Desrita, Muhtadi A, Leidonald R, Sibagariang RD, Nurfadillah. 2020. (PDF) Biodiversity of nekton in Batangtoru River and its tributaries in North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity* 21(6):2344-2352
- Buku Informasi Statistik Pekerjaan Umum 2017. Pusat Pengolahan Data, Kementerian Pekerjaan Umum
- Status Lingkungan Hidup Indonesia 2013. Kementerian Lingkungan Hidup

Lampiran (Luaran/ Proses Reviu pada Saudy Jurnal Biological Sciences)