



**BADAN RISET DAN SUMBERDAYA MANUSIA
KELAUTAN DAN PERIKANAN
POLITEKNIK KELAUTAN DAN PERIKANAN SORONG
2020 - 2023**



**BIOLOGI REPRODUKSI DAN KEBIASAAN PAKAN:
KAJIAN PRA-DOMESTIKASI IKAN GABUS
SENTANI (*Oxyeleotris heterodon*, Weber 1908)**

LAPORAN PENELITIAN (*Multi Years*)

Disusun oleh:

Intanurfemi B. Hismayasari, M.Si (Ketua Tim 2020 dan 2021)

Agung Setia Abadi, M.P. (Ketua Tim 2022)

Ernawati, M.Si (Ketua Tim 2023)

Dr. Achmad Sofian

Mohammad Sayuti, M.P.

Kadarusman, Ph.D

Asthervina Widyastami Puspitasari, M.P.

LAPORAN PENELITIAN TAHUN 2021
BIOLOGI REPRODUKSI DAN KEBIASAAN PAKAN: KAJIAN
PRA DOMESTIKASI IKAN GABUS SENTANI (*Oxyeleotris*
***heterodon*, Weber 1908)**

TIM PENELITIAN

1. Intanurfemi B.Hismayasari., M.Si
2. Agung Setia Abadi, M.P.
3. Kadarusman Ph.D
4. Dr. Achmad Sofian, S.Pi., M.Si
5. Mohammad Sayuti, M.P.
6. Ernawati, M.Si
7. Asthervina Widyastami Puspitasari, M.P.



PROGRAM STUDI TEKNIK BUDIDAYA PERIKANAN
POLITEKNIK KELAUTAN DAN PERIKANAN SORONG
BADAN RISET DAN SDM KELAUTAN DAN PERIKANAN
KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
TAHUN 2020 - 2023

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Biologi Reproduksi dan Kebiasaan Pakan:
Kajian Pra Domestikasi Ikan Gabus Sentani
(*Oxyeleotris heterodon*, Weber 1908)
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Intanurfemi B.Hismayasari, M.Si.
 - b. Jenis Kelamin : P
 - c. NIDN : 3907018101
 - d. Pangkat/ Gol. : Penata Tk. I/ III d
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor
 - f. Prodi : Teknik Budidaya Perikanan
 - g. Alamat : Komplek Politeknik KP, Suprau,
Tanjungkasuari
 - h. Telp./email : 08114850323
3. Jumlah Anggota peneliti : 6 orang
4. Jumlah mahasiswa : 3 orang
5. Jumlah Biaya yang Diajukan : Rp. 44.982.750,00

Mengetahui
Kepala Pusat Penelitian dan
Pengabdian Masyarakat



Dr. Ismail, S.Pi., M.Si
NIP. 19730123 200212 1 002

Sorong, 20 Desember 2021

Ketua Peneliti



Intanurfemi B. Hismayasari, M.Si.
NIP. 19810107 200604 2 019

IDENTITAS PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Biologi Reproduksi dan Kebiasaan Pakan: Kajian Pra-Domestifikasi Ikan Gabus Sentani (*Oxyeleotris heterodon*, Weber 1908)
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Intanurfemi B. Hismayasari., M.Si.
 - b. Jenis Kelamin : P
 - c. NIDN : 3907018101
 - d. Pangkat/ Gol. : Penata Tk. I/ III d
 - e. Jabatan Fungsional : Lektor
 - f. Prodi : Teknik Budidaya Perikanan
 - g. Alamat : Komplek Apsor, Suprau,
 - h. Telp./email : 081384110423
3. Anggota peneliti

No	Nama	Bidang Keahlian	Alokasi Waktu (Jam/minggu)
1	Agung Setia Abadi, M.P.	Hama Penyakit Ikan	4
2	Kadarusman, P.hD	Sumberdaya Genetik dan Konservasi	4
3	Dr. Achmad Suhermanto, S.St.Pi., M.P.	Hama Penyakit Ikan	4
4	Dr. Achmad Sofian, S.Pi., M.Si	Lingkungan	4
5	Mohammad Sayuti, S.St.Pi., M.P.	Pengolahan Hasil Perikanan	4
6	Ernawati. M.Si	Budidaya Perikanan	4
7	Asthervina Widyastami Puspitasari, M.P.	Bioteknologi perikanan	4
8	Hudai Manilet		
9	Dian Nurhasanah		
10	Novela Rumboisano		

4. Objek penelitian : Ikan Gabus Sentani
5. Masa pelaksanaan penelitian : 4 Tahun
6. Anggaran yang diusulkan : Rp. 44.982.750,00
7. Lokasi penelitian : Kota Sorong, Politeknik KP Sorong
8. Hasil yang ditargetkan : 1. Biologi Reproduksi Gabus Sentani
2. Pakan dan Kebiasaan Makan
9. Institusi lain yang terlibat : IPB university
Universitas Hasanuddin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga laporan antara penelitian tahun 2021 ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Laporan ini mengupas metodologi untuk mendapatkan data biologi reproduksi dan kebiasaan pakan ikan Gabus Sentani *Oxyeleotris heterodon* (Weber, 1907) sebagai kajian awal pra domestikasi. Kegiatan penelitian dalam jangka panjang akan berlangsung selama 4 tahun sehingga dapat tercapai luaran yang komplit terkait kajian awal sebagai dasar untuk menetapkan protokol teknis domestikasi ikan Gabus Sentani.

Semoga laporan antara ini menjadi referensi semangat kita semua untuk selalu bersinergi dan berkarya di tanah Papua.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
IDENTITAS PENELITIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat.....	4
BAB II. LANDASAN TEORITIS KAJIAN	5
2.1 Ikan Pulau Nugini	5
2.2 Ikan Gabus (Eleotridae).....	8
2.3 Kondisi habitat	10
2.4 Domestikasi	12
2.5 Konservasi	15
2.6 Urgensi domestikasi ikan Gabus Sentani	18
BAB III. METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat	20
3.2 Kerangka Konsep Penelitian	20
3.3 Prosedur Kerja	22
3.4 Analisa Data	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Model Pertumbuhan Ikan	26
4.2 Nisbah Kelamin.....	26
4.3 Fekunditas	27
4.4 Gonado Somatik Indeks	28
4.5 Hepato Somatik Indeks	28
4.6 Tingkat kematangan Gonad.....	29
4.7 Morfologi Gonad.....	31
4.8 Histologi Gonad	31
4.9 Analisis <i>Food Habits</i>	33
DAFTAR PUSTAKA	34

BAB I. PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Danau Sentani adalah ekosistem lakustrin terbesar di Indonesia (2.61°S 140.56°E), terletak pada ketinggian 75 mdpl, memanjang dari timur ke barat sejauh 26,5 km dan lebar 0,75–6 km dengan luas mencapai 9.630 ha. Danau Sentani mendapatkan suplai air dari sekitar 34 sumber air dari Pegunungan Cagar Alam Cyclops. Ekosistem lentik ini memiliki luas sekitar 245.000 hektar dengan cakupan tangkapan air sebesar 600 km². Danau ini terbentang sepanjang Kota Jayapura dan Kabupaten Jayapura, Papua dan bermuara di sungai Jafuri dan Tami (Budi *et al.*, 1994; Daawia, 1992; Patasik & Lantang, 2009; Surbhakti, 2011).

Di danau Sentani ini terdapat 30 spesies ikan air tawar dan empat di antaranya merupakan endemik yaitu ikan gabus Sentani (*Oxyeleotris heterodon*), ikan pelangi Sentani (*Chilatherina sentaniensis*), ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*) dan hiu gergaji (*Pristis pristis*). Selain itu, danau Sentani juga dimanfaatkan sebagai lokasi wisata untuk berenang, bersampan, menyelam, memancing, ski air serta wisata kuliner. Di antara keempat ikan endemik danau sentani yang populasinya semakin menyusut adalah ikan gabus Danau Sentani, hal ini dikarenakan telur ikan ini dimakan oleh ikan gabus Asia (*Channa striata*), spesies invasif cichlid red devil (*Amphilophus labiatus*) (Budi *et al.*, 1994; Ohee, 2013; Wargasasmita, 2017; Kanath & Budiyaniti, 2018).

Gabus Sentani (*O. heterodon*) adalah salah satu sumber protein hewani yang sangat penting bagi masyarakat yang mendiami sekitar danau Sentani. Ikan ini hidup pada ekosistem air tawar, mampu beradaptasi pada habitat lakustrin dan riverin. Distribusi *O. heterodon* dapat ditemukan di danau Sentani (Indonesia) maupun di Sungai Sepik dan Ramu (Papua New Guinea). *Oxyeleotris heterodon* berukuran rata-rata 40 cm dimana jantan memiliki ukuran tubuh lebih panjang dibandingkan dengan betina, umumnya memakan ikan-ikan kecil (*Ophieleotris aporos*) dan atau udang galah berukuran kecil (*Macrobrachium* spp.) (Abinawanto *et al.*, 2018).



Gambar 1. Topografi Danau Sentani, bagian timur, perbukitan di tumbuhi dengan savanna (Foto: Kadarusman, 2018).

Saat ini, Danau Sentani dihuni dan bahkan didominasi oleh ikan eksotik atau ikan dari luar, yang sudah berkembang biak sangat cepat, seperti ikan Lohan red devil (*A. labiatus*) dan Ikan Gabus asia (*C. striata*). Masuknya ikan jenis lain ke dalam Danau Sentani telah merugikan ikan jenis asli seperti ikan gabus (Khahabei) dan juga ikan jenis lainnya, mengingat spesies asing invasif bersifat predator (Ohee, 2013; Wargasmita, 2017).

Ikan asing dan invasif telah diintroduksi ke dalam danau Sentani sejak zama kolonial 1958, yang pada awalnya mengintroduksi ikan gurame (*Osphronemus goramy*), ikan tawes (*Barbonymus goniono*) dan mujair (*Oreochromis mossambicus*). Kehadiran ikan-ikan asing invasif tersebut telah mengkolonisasi ruang spektrum habitat air danau, yang berkompetisi langsung dengan ikan asli dan endemik untuk mendapatkan ruang dan makanan (Wargasmita, 2017).



Gambar 2. Gabus asli Sentani (*Oxyeleotris heterodon*: Eleotridae) yang hidup di sepanjang danau Sentani (Foto: Kadarusman).

Mengingat pentingnya menjaga spesies asli danau Sentani, khususnya ikan Gabus (*O. heterodon*), maka upaya kultivasinya lewat program domestikasi menjadi urgen. Pada perspektif ekonomi dan mata pencaharian turun temurun, ikan Gabus memiliki peran penting bagi kultur pemenuhan nutrisi bagi masyarakat yang hidup di Danau Sentani.

1.2 Permasalahan

Beberapa hal yang melandasi urgensi kajian ini dapat diuraikan sebagai berikut:

- ***Tekanan lingkungan:***

Seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dan aktivitas masyarakat yang berinteraksi dengan Danau Sentani, habitat lakustrin dan riverin yang berasosiasi dengannya mendapatkan tekanan yang hebat yang umumnya disebabkan oleh pencemaran/limbah sampah rumah tangga. Fenomena ini berimplikasi pada kelangsungan hidup ikan-ikan endemik, khususnya ikan Gabus Sentani.

- ***Spesies introduksi:***

Keberadaan spesies non-natif di Danau Sentani sudah berlangsung lama, dan terus mengalami peningkatan seiring dengan dinamika penduduk dan pertumbuhan populasi ikan asing invasif tersebut. Spesies non natif seperti Ikan Gabus asia (*Channa striata*.), Nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan wader (*Puntius sp.*) dll, menjadi spesies penyaing bahkan menjadi predator bagi spesies endemik Gabus Sentani. Kadarusman *et al.*, 2016 melaporkan bahwa ikan Gabus Sentani mati karena memangsa ikan Chiclid red-

devil (*A. labiatus*), duri ikan ini sangat kaku dan dapat melukai rongga mulut gabus Sentani, hingga akhirnya mempengaruhi sistem pernafasan, fisiologis akut dan berakhir dengan kematian.

- ***Jenis dan ukuran populasinya***

Akibat tekanan lingkungan (pencemaran) dan spesies introduksi (spesies asing dan invasif) dari luar Papua, dan sistem predasi yang intensif dan ketidakseimbangan sistem-sistem ekologis tersebut tengah mendesak populasi spesies ikan Gabus Sentani pada level krusial yang kemungkinan besar ukuran populasinya menurun hingga mengalami kepunahan. Selain itu, spesies Gabus Sentani adalah target utama penangkapan di danau, kondisi ini memberikan efek yang signifikan pada stock, ukuran petama kali tangkap, penurunan populasi, siklus reproduksi hingga rerata hasil tangkapan.

- ***Upaya domestikasi:***

Upaya penyelamatan populasinya melalui mekanisme domestikasi belum dilakukan. Upaya domestikasinya menjadi harapan utama upaya penyelamatan populasinya dari alam, dan untuk memastikan ketersediaan stock dan *fishing sustainable* di masa datang.

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a) Menganalisis biologi reproduksi ikan Gabus Sentani (*O. heterodon*)
- b) Menganalisis kebiasaan makanan ikan Gabus Sentani (*O. heterodon*)

1.4 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat dalam hal:

- a) Mengetahui serta menganalisis biologi reproduksi ikan gabus sentani sebagai kajian dasar upaya domestikasi ikan tersebut.
- b) Mengetahui kebiasaan makanan ikan Gabus Sentani sebagai kajian dasar upaya domestikasi ikan tersebut.

BAB II. LANDASAN TEORITIS

2.1 Ikan pulau Nugini

2.1.1 Asal usul dan kekerabatan ikan Nugini

Umum diketahui bahwa Pulau Nugini “New Guinea” (786,000 km²; 0.5% daratan bumi) adalah pulau terbesar kedua di dunia setelah Greenland (Heads, 2006). Secara geologi, Nugini terbentuk dari tumbukan kompleks dua plat tektonik, Australia dan Pasifik (Piagram dan Davis, 1987). Berdasarkan sejarah geologinya, daratan Nugini pernah bersinggungan dengan benua Australia, dan penyatuan tersebut berakhir sekitar 6,000-8,000 tahun lalu pasca naiknya permukaan air laut periode Pleistosen (Allen, 1991) yang ditandai dengan terbentuknya paparan Sahul (Torrest Strait & Arafura Sea). Bukti suksesif penyatuan kedua daratan tersebut dapat dibuktikan dengan ditemukannya 50 spesies yang sama pada kedua daratan tersebut (*shared species*). Kompleksitas historis geologinya telah membentuk koridor habitat organisme yang terisolir dan sulit diakses (Heads, 2006), hal ini berkorelasi dengan tingginya diversifikasi semua taksa di Nugini dengan reputasi ekstraordinari sebagai rumah bagi 10% biodiversitas planet bumi (Heads, 2006).

Pada bagian barat New Guinea, Papua Indonesia ‘West New Guinea’ (420,540 km²; 22% daratan Indonesia) terbagi ke dalam dua provinsi, Papua dan Papua Barat. Kedua provinsi ini diyakini oleh sains sebagai rumah dari 50% biodiversitas Indonesia (Conservation International, 1999), atas dasar itu, Indonesia menduduki reputasi istimewa sebagai salah satu ‘negara terkaya biodiversitas’ sejagat (Supriatna, 1999). Total diversitas sumberdaya ikan Papua Indonesia diperkirakan 2,400 spesies, terdiri atas 2,000 spesies ikan laut dan 400 spesies ikan air tawar (McKenna *et al.*, 2002; Allen, 2007; Allen & Erdmann, 2009; Niesten & Gjertsen, 2009).

Saat ini, komposisi jenis ikan air tawar di Papua Indonesia relatif sepadan dengan sungai Kapuas, Kalimantan Barat (Roberts, 1989; Goltenboth, 2006). Rendahnya jumlah spesies ikan di Papua Indonesia

disebabkan karena kurangnya kegiatan eksplorasi, diperparah dengan tofografi habitat yang sulit diakses manusia. Ikan air tawar Papua Indonesia terdiri dari 47 famili, sekitar 30 famili merupakan taksa target potensial untuk pengembangan budidaya ikan konsumsi dan hias. Selain itu, 9 famili diidentifikasi sebagai spesies non-natif asal luar Nugini.

Hingga saat ini, studi tentang asal-usul ikan Nugini belum seutuhnya diketahui pasti, mengingat belum ditemukannya fosil ikan di daratan Nugini, fosil ikan adalah kunci utama dalam mengelusidasi sejarah evolusinya (Allen, 1991). Namunpun demikian, ikan primitif Australian Lungfish (*Neoceratodus forsteri*) tidak ditemukan di Nugini, akan tetapi ikan primitif lainnya, Arwana (*Scleropages jardini*) ditemukan berada di Merauke (selatan Nugini).

2.1.2 Zoogeografi iktiodiversitas di pulau Nugini

Pada konteks geografis spesies ikan, distribusi spesies ikan Nugini sangat dipengaruhi oleh sejarah tektoniknya. Secara prinsip zoogeografi ikan di wilayah ini dapat di kelompokkan menjadi dua bagian yaitu bagian utara dan bagian selatan Nugini yang dipisahkan oleh barisan pegunungan tinggi dan lembah dalam (Allen, 1991). Seiring dengan intensifnya studi biogeografi pada beberapa level taksa menunjukkan bahwa wilayah bagian barat Nugini (Vogelkop : Bird's Head of Papua) merupakan zoogeografi ketiga (McGuigan *et al.*, 2000 ; Unmack *et al.*, 2013).

Zoogeografi utara Nugini plus sub bagian utara-timur jauh, didiami oleh beberapa tetua ikan air tawar dari bagian selatan. Secara geologi, bagian utara Nugini merupakan formasi muda (*ca.* 10 myr), sekaligus ekses dari gesekan plat tektonik Australia dan karolin-Pasifik. Umumnya, ikan-ikan air tawar hanya mampu mengkolonisasi bagian bawah pegunungan (<1.800 mdpl). Beberapa taksa ikan yang dikenal mampu menginvasi pegunungan rendah terdiri atas mountain rainbowfish (*Chilatherina campsi*), Northern Tandan (*Neosilurus gjellerupi*), Gudgeon (*Oxyeleotris fimbriata*) dan Bulmer's Goby (*Gloosogobius bulmeri*). Komposisi iktiodiversitas bagian utara

Nugini jauh lebih rendah dibandingkan dengan bagian selatan (Allen, 1991 ; 2007).



Gambar 3. Zoogeografi iktiodiversitas pulau Nugini (1) Bagian Utara Nugini, *Great Northern Province* plus Sub bagian utara-timur jauh *North-eastern Province* (2) Bagian Selatan Nugini *Great Southern Province* plus Sub bagian Selatan-timur jauh *South-eastern Province* (3) Kepala Burung, *Vogelkop Province*.

Di sisi lain, zoogeografi selatan Nugini plus sub bagian selatan-timur jauh, dikenal lebih stabil secara geologi, dan memiliki komposisi diversitas ikan lebih tinggi. Stabilitas daratan selatan tersebut tidak lepas dari sejarah koneksinya dengan Australia selama jutaan tahun (Allen, 1991 ; Kadarusman, 2012).

Zoogeografi Vogelkop (kepala burung Papua) dikenal sebagai salah satu region yang kaya dengan sumberdaya ikan. Region tersebut terbentang mulai dari teluk Etna (Kaimana) dan Teluk Cendrawasih hingga kepulauan Raja Ampat. Ikan air tawar di Vogelkop memiliki kekerabatan yang dekat dengan bagian selatan Nugini plus Australia, wilayah ini pula dikenal sebagai pusat endemisitas ikan *Melanotaenids* (Allen, 1991 ; 2007; McGuigan *et al.*, 2000 ; Kadarusman, 2012 ; Unmack *et al.*, 2013).

2.1.3 Endemisitas

Mengingat sejarah geologis pembentukan Pulau Nugini sangat kompleks, spot endemisitas ikan air tawarnya mengikuti pola zoogeografi. Nampaknya, pola spesiasi ikan rainbow di Nugini mengikuti pola vicarian.

Secara garis besar, level endemisitas bagian utara Nugini terdiri dari 145 spesies (35% endemik), sedangkan sub bagian utara-timur jauh (90 spesies ; 20% endemik). Sedangkan level endemisitas bagian selatan Nugini terdiri dari 190 spesies (30% endemik), sedangkan sub bagian selatan-timur jauh (70 spesies; 10% endemik).

Level endemisitas di Vogelkop terdiri dari 90 spesies (20% endemik). Vogelkop dikenal dengan daratan masif karstik yang terbentuk (*ca.* 2-3 myr) yang kaya dengan sumberdaya air karst (*spring*) dan dikenal pula sebagai habitat favorit ikan pelangi. Selama ini, Vogelkop dikenal sebagai pusat endemisitas ikan Melanotaenids di dunia. Namupun demikian, masih banyak habitat riverin dan lakustrin yang belum diekplorasi secara saintifik (Allen, 2007; Kadarusman *et al.*, 2010;2011;2012).

2.2. Ikan Gabus Sentani

2.2.1 Evolusi dan sistematika ikan Gabus Sentani

Ikan Gabus Sentani (*O. heterodon*), atau disebut Sentani gudgeon adalah ikan air tawar, tergolong ke dalam Ordo Perciformes, famili Eleotridae (sleeper), genus *Oxyeleotris*. Hingga saat ini, genus *Oxyeleotris* memiliki 17 spesies valid (Tabel 1) di bawah ini.

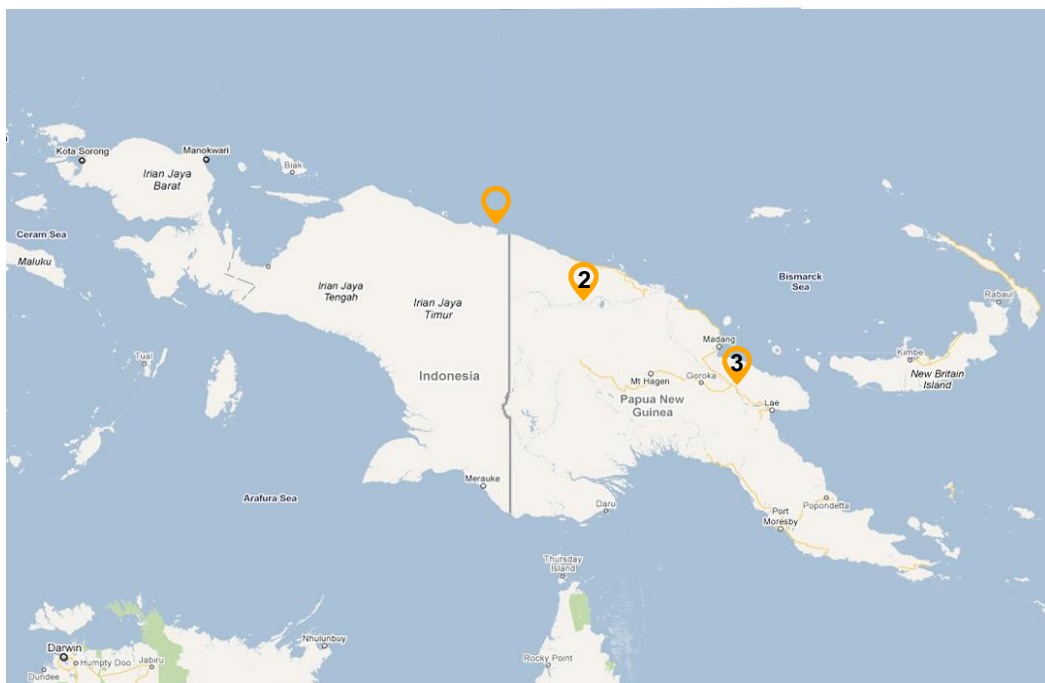
Tabel 1. Diversitas ikan Gabus, genus *Oxyeleotris*, distribusi dan panjang maksimum tiap spesies (Fishbase. org: Froese dan Pauly, 2018)

Nama spesies	Nama umum	Sebaran	Panjang Maks (cm)
<i>Oxyeleotris altipinna</i>	Altipinna gudgeon	Asia	4.3 SL
<i>Oxyeleotris aruensis</i>	Aru gudgeon	Asia and Oceania	16 SL
<i>Oxyeleotris caeca</i>	Caeca gudgeon	Oceania	10.7 SL
<i>Oxyeleotris colasi</i>	Colasi gudgeon	Asia	4.3 SL
<i>Oxyeleotris fimbriata</i>	Fimbriate gudgeon	Asia and Oceania	18 SL
<i>Oxyeleotris herwerdenii</i>	Blackbanded gauvina	Asia and Oceania	30 SL
<i>Oxyeleotris heterodon</i>	Sentani gudgeon	Oceania	41 SL
<i>Oxyeleotris lineolata</i>	Sleepy cod	Oceania	45 SL
<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Marble goby	Asia	65 SL
<i>Oxyeleotris nullipora</i>	Poreless gudgeon	Oceania	4 SL

<i>Oxyeleotris paucipora</i>	Fewpored gudgeon	Asia and Oceania	4.5 SL
<i>Oxyeleotris selheimi</i>	Giant gudgeon	Oceania	55 SL
<i>Oxyeleotris siamensis</i>	Siamensis gudgeon	Western Pacific	-
<i>Oxyeleotris stagnicola</i>	Swamp gudgeon	Oceania	4.2 SL
<i>Oxyeleotris urophthalmoides</i>	Urophthalmoides g.	Asia	19.8 TL
<i>Oxyeleotris urophthalmus</i>	Urophthalmus g.	Asia	28 TL
<i>Oxyeleotris wisselensis</i>	Paniai gudgeon	Asia	11.5 SL

Secara umum (Tabel 1) menunjukkan bahwa semua spesies gudgeon memiliki sebaran di Asia dan Oceania. Selain itu, panjang maksimumnya berkisar antara 4-65 cm, dimana *Oxyeleotris nullipora* yang berukuran lebih kecil (4 cm) dan *Oxyeleotris marmorata* yang berukuran paling besar (65 cm).

Sedangkan ikan Gabus Sentani (*O. heterodon*) memiliki sebaran geografis terbatas, populasinya dapat ditemukan di Danau Sentani (Papua Indonesia), sungai Ramu dan Sepik (Papua New Guinea) (Gambar 4).



Gambar 4. Sebaran geografis Gabus Sentani (*O. heterodon*), yang mengkolonisasi habitat lakustrin di danau Sentani (Nomor 1: Papua Indonesia) dan dua habitat riverin, sungai Sepik (2) dan Ramu (3), di Papua New Guinea (Map: mongabay.com).

Pada konteks ini, *O. heterodon* memiliki sebaran terbatas di bagian utara New Guinea, yang secara geo-politik dapat ditemukan di danau Indonesia dan Papua New Guinea. Spesies ini memiliki perbedaan nyata secara morfologi (utamanya ukuran) dengan spesies sister di bagian selatan New Guinea yang mengkolonisasi ekosistem air tawar di Fly River hingga teluk Etna (danau Yamor). Sistem kematangan gonad pada spesies ini belum diketahui secara utuh. Namun kematangan gonad populasi Sungai Sepik (PNG) mencapai 210-230 mm (jantan) dan 176-200 mm (betina). Hingga saat ini pula, sistem hermaproditnya belum diobservasi (Coates, 1992). *Oxyeleotris heterodon* memiliki maksimum standard length sebesar 41.0 cm (jantan) dan 39,6 cm (betina) dengan berat rata-rata sebesar 1,8 kg (Froese & Pauly, 2018).

2.2.2 Status Gabus Sentani

Saat ini, Eleotridae terdiri dari 34 genus dan 178 spesies dan sub-spesies yang telah diakui valid, dan tersebar luas di hampir seluruh daratan tropis dan subtropis, dan sangat jarang ditemukan di daerah temperate.

Secara morfologi, Eleotridae memiliki sirip pelvic yang terpisah, posisi mulut tidak subterminal, sisik berbentuk Cycloid atau Crenoid. Famili ini juga memiliki sirip punggung antara 2-8 sirip (flexibel), sedangkan tulang vertebrata antara 25-28, branchiostegal 6. Umumnya, famili ini memiliki ukuran tubuh sekitar 60 cm, dengan corak kecoklatan, sedangkan bagian abdomen berwarna abu-abu, kontras dengan warna bagian tubuh dorsal. Umumnya pula, ukuran jantan jauh lebih panjang (SL) dibandingkan dengan betina.

2.3. Kondisi Habitat

2.3.1 Faktor tangkap lebih

Beberapa spesies Eleotridae merupakan spesies target penangkapan (memiliki nilai ekonomis penting) (Komarudin, 2000). Harga ikan gabus (*Oxyeleotris marmorata*) untuk ukuran konsumsi adalah Rp. 125.000,-/kg, sedangkan harga ikan betutu untuk diekspor

mencapai Rp. 300.000,-/kg (Kudsiyah dan Nur, 2008). Evidensi ini mengemuka karena dipercaya ikan Gabus malas memiliki cita rasa dagingnya yang mampu memberikan stimuli hormonal karena kandungan albumin yang tinggi dan perbaikan jaringan pasca operasi atau luka, selain itu daging ikan Gabus betutu mengandung protein (9-22%), lemak (0,1-20 %), mineral (1-3%), vitamin, lecithin, guanine dan sedikit mengandung kolesterol (Arief *et al.*, 2009). Berdasarkan fenomena dan evidensi nilai ekonomisnya di masyarakat, maka eksploitasi populasi semakin meningkat dari tahun ke tahun, kondisi penangkapan intensif ini dapat kita temukan di danau Sentani.

2.3.2 Faktor penurunan kualitas lingkungan

Beberapa daerah di Papua, khususnya perkotaan dan daerah transmigrasi, beberapa drainase sungai telah beralih fungsi, hal ini didorong dengan desakan ledakan jumlah penduduk (Ahab, 2015). Hal ini berimplikasi terhadap hilangnya habitat ikan-ikan air tawar. Di sisi lain, daerah yang mulai dipadati penduduk menjadi sumber polutan (e.g Pestisida) yang banyak digunakan oleh petani untuk memberantas hama, sayangnya pestisida sangat mudah larut dan hanyut pada saat musim penghujan dan selalu berakhir di drainase sungai (Pazou *et al.*, 2006).

2.3.3 Faktor keberadaan spesies asing dan invasif

Spesies ikan introduksi dapat menyebabkan dampak negatif apabila sifatnya di perairan menjadi invasif (Verbrugge *et al.*, 2012). Spesies invasif adalah organisme asli (native) ataupun asing (non- native) yang telah diintroduksi ke suatu daerah, mampu beradaptasi dan kemudian berkembang lalu menyebar di luar titik awal introduksi mereka. Spesies invasif biasanya akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan, ekonomi atau kesehatan manusia (Kolar & Lodge, 2001). Spesies invasif dapat berupa seluruh kelompok taksonomi meliputi virus, alga, lumut, paku-pakuan, tumbuhan tinggi, invertebrata, ikan, amphibi, reptil, burung dan mamalia (Hossain *et al.*, 2009).

Pertumbuhan populasi manusia, peningkatan kapasitas transportasi dan globalisasi ekonomi telah mempercepat laju introduksi spesies invasif di seluruh dunia (Vitousek *et al.*, 1997). Spesies invasif dapat

mempengaruhi spesies asli secara langsung, melalui persaingan atau pemangsaan, atau secara tidak langsung, yaitu dengan mengubah habitat atau menyebarkan penyakit.

Spesies invasif sekarang diakui sebagai penyebab utama hilangnya keanekaragaman hayati dan perubahan dalam fungsi ekosistem, yang mengarah ke dominasi suatu spesies di suatu ekosistem sehingga spesies asli akan digantikan oleh spesies invasif (baik asli maupun asing) (Lymbery *et al.*, 2014).

Spesies asing invasif didefinisikan sebagai spesies asing (non-native) yang pada umumnya diintroduksi oleh manusia kemudian mengancam ekosistem, habitat atau spesies lainnya dan menyebabkan perubahan global pada lingkungan (Pejchar & Mooney, 2009). Spesies asing menjadi invasif apabila: tidak ada predator, tidak ada penyakit dan parasit, kemampuan adaptasi dan sifat agresif spesies asing tersebut dalam merebut habitat dan makanan spesies asli sangat tinggi (Primack, 2002).

2.4. Domestikasi

2.4.1 Konsep dan ruang lingkup domestikasi

Domestikasi sudah ada sejak zaman Neolitikum (14.000 tahun lalu), namun studi arkeologi melaporkan bahwa sistem domestikasi domba dan anjing sudah dimulai sejak 12.000 tahun lalu (Balon, 1995). Program domestikasi satwa liar mempunyai tujuan ganda, yaitu disamping untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (orientasi sosial, ekonomi, budaya dan rekreasi) juga bertujuan untuk menjamin kelestarian spesies. Kaidah-kaidah ekologi seperti biogeografi fauna perlu dipertahankan dalam mengembangkan domestikasi satwa liar. Disamping itu pandangan kebanyakan manusia yang sangat sempit terhadap satwa liar perlu diperluas, yaitu disamping melihat segi manfaatnya secara langsung juga harus dipahami, bahwa satwa liar mempunyai manfaat yang sangat penting bagi keseimbangan lingkungan (Alikodra, 2010).

Ruang lingkup domestikasi dapat dibedakan adanya tiga unsur pokok yang saling berkaitan, yaitu objek, proses, dan sasaran. Satwa liar

merupakan sumberdaya alam, sebagai objek yang dapat dimanfaatkan untuk mencapai sasaran pengembangan yaitu meningkatkan kuantitas dan kualitas komoditi domestik, sehingga perlu dilakukan suatu proses domestikasi terhadap objek satwaliar (Alikodra, 2010).

Namun, domestikasi ikan mulai dilakukan pada 2500 SM di delta Mesir dan Cina (Chen, 1956). Domestikasi ikan mas *Cyprinus carpio* dan *Carassius auratus* sudah dimulai sebelum domestikasi ikan Carp di Cina (Chen, 1956). Domestikasi dalam bidang pertanian lebih tua dibandingkan dengan akuakultur dengan waktu sekitar 8.000 tahun.

Saat ini, organisme akuatik yang dikultivasi mencapai 465 spesies (107 famili), namunpun demikian kesuksesan domestikasi hanya diproduksi dari sebagian kecil jenis ikan seperti Carp, trout, catfish, tilapia dan udang air tawar (Liao dan Chao, 1983).

Beberapa pertimbangan jenis ikan yang dapat didomestikasi yaitu (a) memiliki pertumbuhan yang cepat (b) memiliki nilai ekonomi yang tinggi (c) tahan terhadap stress dan penyakit (d) mudah dikontrol oleh manusia (e) siklus hidup yang tidak kompleks (f) mampu beradaptasi dengan pakan buatan dan lingkungan baru (Liao & Huang, 2000).

2.4.2 Tujuan dan manfaat domestikasi ikan

Domestikasi berkaitan dengan seleksi dan manajemen oleh manusia dan tidak hanya sekedar pemeliharaan saja. Spesies eksotik-organisme yang dipindahkan dari habitat aslinya ke wadah budidaya, karakteristik genetiknya berubah dengan maksud tertentu, atau sebaliknya, melalui pemeliharaan, seleksi dan manajemen genetik (Pullin, 1994). Dalam hal ini, mendomestikasi adalah menaturalisasikan biota ke kondisi manusia dengan segala kebutuhan dan kapasitasnya (Muslim & Muhammad, 2012).

Tujuan dilakukannya domestikasi adalah untuk menambah jumlah jenis (diversifikasi) komoditas budidaya perairan. Spesies yang dipilih untuk domestikasi dan introduksi tersebut memiliki potensi yang kuat sebagai kandidat komoditas budidaya perairan melalui pertimbangan biologi, ekonomi dan pasar (Liao & Huang, 2000).

2.4.3 Ukuran keberhasilan domestikasi

Menurut Zairin (2003), ada beberapa tingkatan yang dapat dicapai manusia dalam upaya penjinakan hewan ke dalam suatu sistem budidaya. Tingkatan dimaksud, sebagaimana berlangsung pada ikan, adalah sebagai berikut:

- a) Domestikasi sempurna, yaitu apabila seluruh daur hidup ikan sudah dapat berlangsung dalam sistem budidaya.
- b) Domestikasi hampir sempurna, yaitu apabila seluruh daur hidupnya dapat berlangsung dalam sistem budidaya, tapi keberhasilannya masih rendah.
- c) Domestikasi belum sempurna, yaitu apabila baru sebagian daur hidupnya dapat berlangsung dalam sistem budidaya.

Tingkatan kesempurnaan domestikasi hewan umumnya sangat ditentukan oleh pemahaman tentang keseluruhan aspek biologi dan ekologi hewan tersebut. Perilaku satwa liar di habitat alaminya, daur hidup dan dinamika pertumbuhannya merupakan aspek biologi yang antara lain menunjang keberhasilan domestikasi (Zairin, 2003). Secara spesifik, indikator keberhasilan domestikasi ditandai dengan reproduksi parentum yang menghasilkan turunan pertama (F1) dan tumbuh hingga ukuran dewasa dan mampu menghasilkan keturunan lanjutan (F2). Selain itu, ukuran keberhasilan lainnya jika, ikan yang didomestikasi mampu beradaptasi dengan lingkungan terkontrol dan mengkonsumsi pakan buatan (pelet). Disisi lain, tingkahlaku ikan yang didomestikasi sudah berbeda dengan induknya dari alam (*wild ancestor*).

2.4.4 Proses domestikasi ikan

Proses domestikasi sangat panjang, mengingat proses naturalisasi ikan secara terkontrol dan terkendali membutuhkan adaptasi tingkahlaku, biologi tubuh dan implikasi genetis lainnya. Rangkaian proses domestikasi dapat diuraikan sebagai berikut (Price & Grandin, 1998; Clutton-Brock, 1992; Kretchmer & Fox, 1975; Lorenzen *et al.*, 2012):

- Karakterisasi kandidat kultivan (domestikasi) secara biologis dan ekonomi

- Karakterisasi habitat (parameter fisika dan kimia air, tofografi serta ancamannya)
- Koleksi sampel ikan hidup, beberapa hal yang perlu diperhatikan; sampel terdiri dari komposisi jantan dan betina, tidak cacat, pergerakan lincah dan ukuran dewasa.
- Penangkaran dan karantina, hal ini bertujuan untuk memutus mata rantai parasit dan penyakit yang terbawa dari alam.
- Manajemen pakan, yang meliputi pemberian pakan secara ad-libitum dengan pola zig-zag (antara pakan alami dan pelet).
- Pemijahan, yang didahului dengan seleksi induk yang matang gonad, dimana performa betina ditunjukkan dengan gerakan lambat dan perut membuncit.
- Penanganan larva, anakan ikan dikelola dengan tingkat kehati-hatian yang tinggi untuk menghindari mortalitas.
- Manajemen kualitas air, kontrol kualitas air meliputi seluruh parameter fisika dan kimia serta sistem oksigenasi.
- Kontrol hama dan penyakit, bertujuan untuk melindungi kultivan dari serangan hama dan penyakit yang dapat menyerang secara tiba-tiba
- Pembesaran, proses ini menggunakan SOP pembesaran ikan yang seutuhnya menggunakan pakan buatan dan standar operasional asosiatif lainnya.

2.5. Konservasi

2.5.1 Konsep dan ruang lingkup konservasi sumberdaya perairan

Konservasi dapat dibagi menjadi 2 bagian, konservasi biologi dan konservasi genetik. Konservasi biologi adalah disiplin yang menginkorporasi disiplin lain (multi disiplin) yang mengkaji tentang keanekaragaman hayati di bumi untuk tujuan penyelamatan spesies, habitat, dan ekosistemnya dari kepunahan. Disiplin ini mengagregat disiplin ilmu pengetahuan alam, ilmu sosial dan ilmu praktis pengelolaan sumberdaya alam (Sahney & Benton, 2008; Wilcox *et al.*, 1980; Soule & Soule, 1986).

Konservasi genetik bersifat multidisplin yang mengaplikasikan metode genetik untuk konservasi dan restorasi biodiversitas. Studi konservasi genetika dianggap penting untuk mengetahui diversitas genetis suatu populasi, penurunan variabilitas genetik akan berimplikasi pada peningkatan kawin sesama jenis (*in breeding*) (Richard, 2012).

Kawasan konservasi perairan yang terlindungi dengan baik, secara ekologis akan mengakibatkan beberapa hal berikut terkait dengan perikanan:

- a) Habitat yang lebih cocok dan tidak terganggu untuk pemijahan induk;
- b) Meningkatnya jumlah stok induk;
- c) Ukuran (body size) dari stok induk yang lebih besar; dan
- d) Larva dan recruitment hasil reproduksi lebih banyak. Sebagai akibatnya, terjadi kepastian dan keberhasilan pemijahan pada wilayah kawasan konservasi.

2.5.2 Tujuan dan manfaat konservasi ikan

Setiap jenis ikan memiliki fungsi sebagai bagian dari rantai makanan sesuai *level tropic*-nya. Apabila ada salah satu jenis ikan yang punah, tentu akan memutus rantai makanan yang telah terbentuk dan itu berarti mengganggu keseimbangan alam. Ikan adalah segala jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam perairan. Sedangkan konservasi sumber daya perikanan adalah upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya ikan, termasuk ekosistem, jenis, dan genetika untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragaman sumber daya ikan (Undang Undang No. 45 Tahun 2009 tentang perubahan atas Undang Undang No. 31 Tahun 2004 tentang Perikanan).

Konservasi jenis ikan sendiri adalah upaya melindungi, melestarikan, dan memanfaatkan sumber daya ikan, untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungan jenis ikan bagi generasi sekarang maupun yang akan datang (Peraturan Pemerintah No. 60 tahun 2007 tentang Konservasi Sumber Daya Ikan).

Kerusakan sumber daya ikan dapat dilihat dari penurunan kuantitas sumber daya ikannya sendiri sebagai akibat dari pertumbuhan penduduk yang cepat dan perubahan pola konsumsi masyarakat. Konservasi jenis-jenis ikan penting karena:

- Nilai ekonomi,
- Nilai sosial,
- Nilai ekologi,
- Nilai budaya,
- Nilai religi,
- Nilai estetika, dan
- Adanya ancaman serius akan kepunahannya.

Tujuan dari dilakukannya konservasi jenis ikan sendiri adalah;

- Menjaga atau meningkatkan Produksi,
- Keseimbangan alam,
- Perbaikan genetika/spesies,
- Menggali manfaat potensial,
- Turisme,
- Pendidikan dan penelitian,
- Estetika,
- Endemik, etnik,
- Kesehatan lingkungan, dan
- Kelestarian keanekaragaman hayati

2.5.3 Konservasi ex-situ dan in-situ

Konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia telah diatur dalam UU. No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya dan UU No. 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan Lingkungan Hidup.

Konservasi ex-situ merupakan konservasi yang melindungi spesies langka dengan mengambil dari habitat yang tidak aman atau terancam dengan ditempatkan ke tempat perlindungan manusia atau pelestarian di luar habitatnya (UU No. 23 Tahun 1997).

Konservasi in-situ merupakan konservasi tempat atau konservasi sumber daya genetik dalam populasi alami tumbuhan atau hewan. Hal

ini merupakan proses dalam melindungi spesies tanaman atau hewan yang terancam punah di habitat aslinya, atau predator atau pelestarian di habitat aslinya (UU No. 23 Tahun 1997).

2.5.4 Konservasi ex-situ dan program reinforcement

Konservasi ex-situ diperlukan untuk menyelamatkan suatu spesies yang terancam punah di habitat aslinya, dimana habitatnya telah mengalami degradasi yang hebat dan mengakibatkan disfungsi ekologi habitat yang tidak dapat lagi menyokong kelangsungan populasi spesies tersebut (Primack, 2006; Guerrant *et al.*, 2004). Metode konservasi ini mengacu pada beberapa aspek teknis, diantaranya, pemindahlokasian populasinya ke habitat lain, breeding sebagian populasinya pada unit penangkaran (domestikasi), dan menyimpan gametnya di bawah sistem laboratorium (e.g *bank sperm*) (Gausen, 1993; Cabrita *et al.*, 2010).

Hubungannya dengan penguatan populasi (reinforcement), hasil upaya konservasi ex-situ (living individu) dapat direlease kembali ke habitat aslinya sebagai upaya untuk menambah jumlah individunya yang terus mengalami penurunan jumlah (Schutz& Bitterman, 1969).

2.6. Urgensi domestikasi Gabus Sentani (*O. heterodon*)

Gabus Sentani (*O. heterodon*) adalah spesies air tawar yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat yang bermukim di sekitar danau Sentani sejak dahulu kala. Ikan ini pula dipercaya sebagai spesies kharismatik yang tak lekang oleh waktu untuk dikonsumsi oleh masyarakat Sentani. Mengingat spesies ini memiliki nilai ekonomis penting di Jayapura dengan harga berkisar antara Rp. 200,000-250,000/kg, maka upaya penangkapannya semakin meningkat, yang berimplikasi pada penurunan ukuran hasil tangkapan, dan populasinya. Selain itu, keberadaan spesies asing invasif (e.g *A. labiatus*) telah memperparah kelangsungan hidup ikan asli Sentani ini.

Selain itu, mengingat pertumbuhan penduduk yang naik secara signifikan yang dibarengi dengan aktivitas ekonomi yang dinamis yang kurang memperdulikan kelangsungan biota dan lingkungannya menjadi

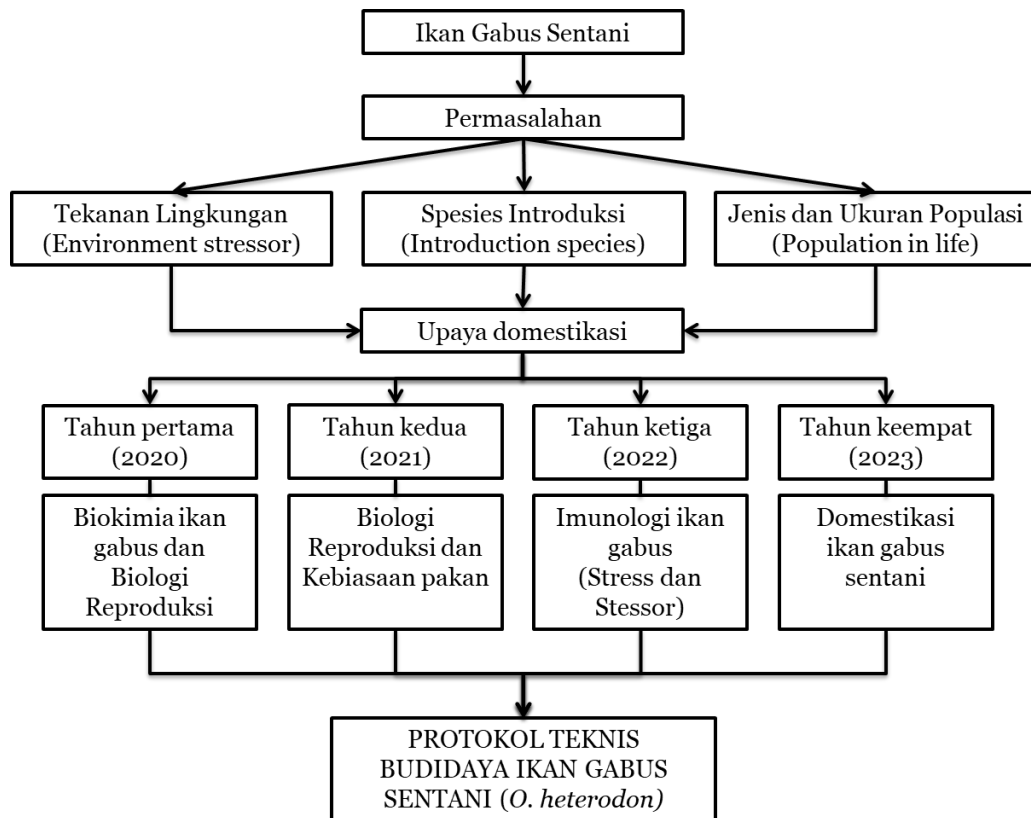
tonggak urgensi penyelamatan populasinya lewat domestikasi ikan Gabus Sentani agar dapat dijadikan sebagai acuan terbaru untuk membudidayakannya secara masal dan komersial.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

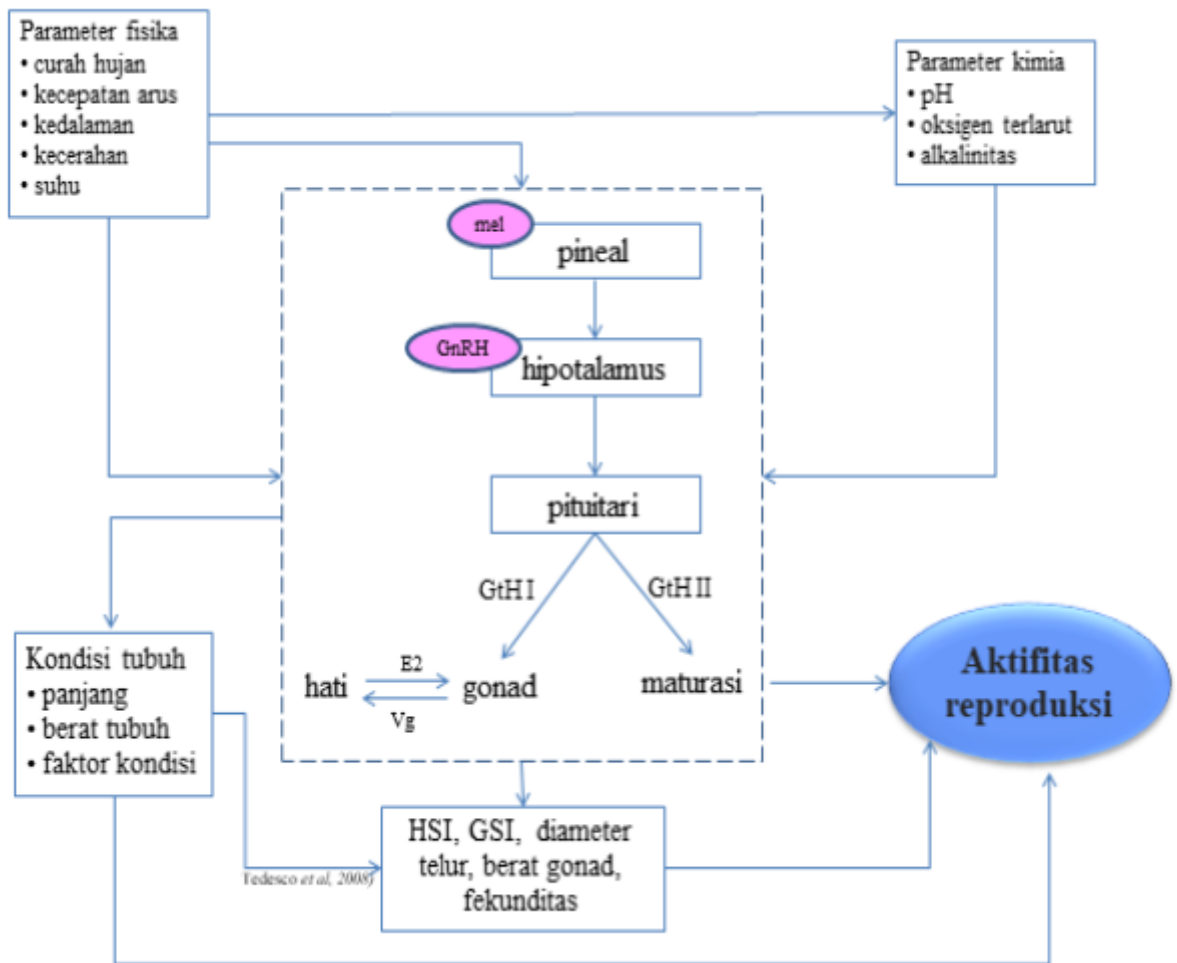
Pengambilan sampel rencana akan dilaksanakan pada bulan mei 2021 berdasarkan pada data curah hujan tahun 2020 dengan kondisi curah hujan rendah. Pengambilan sampel dilakukan di danau Sentani Jayapura. Sampel kemudian dipacking dan dikirim dari Jayapura ke Sorong. Setelah sampai di Sorong sampel akan ditangani untuk pengujian selanjutnya.

3.2 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 5. Kerangka Konsep Penelitian

3.2.1 Kerangka Konsep Biologi Reproduksi Ikan Gabus Sentani



Gambar 7. Kerangka Konsep Biologi Reproduksi

Keterangan :

Kondisi lingkungan atau habitat tempat tinggal ikan gabus tidak terlepas dari berbagai faktor fisika dan kimia perairan. Faktor tersebut akan mempengaruhi kerja kelenjar pineal yang kemudian mensekresi hormon kedalam hipotalamus. Hipotalamus akan menghasilkan hormon GnRH yang menuju ke kelenjar pituitari. Kelenjar pituitari akan mengeluarkan hormon GtH I dan GtH II. Sekresi hormon akan menuju organ target yaitu gonad. dan hati. Hati akan mensekresi hormon untuk proses vitelogenesis. Selain faktor eksternal, faktor internal juga akan mempengaruhi kinerja hormon ikan. Faktor-faktor tersebut yaitu panjang dan berat tubuh serta faktor kondisi ikan. Parameter untuk menguji aktifitas reproduksi guna

menduga siklus reproduksi ikan gabus meliputi HSI, GSI, Diameter telur, Berat Gonad, dan Fekunditas.

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1. Prosedur kerja Biologi reproduksi

3.3.1.1. Pengamatan Morfometrik

Sampel ikan yang ditangkap diidentifikasi berdasarkan karakter morfometrik. Identifikasi jenis ikan berdasarkan karakter morfometrik dan meristik dilakukan berdasarkan Harjono (2009). Ikan sampel dipingsankan terlebih dahulu dengan menusuk bagian medulla oblongata (Effendi, 1979) kemudian dilakukan pengamatan morfometrik dan meristik meliputi panjang standar (SL), berat tubuh (W). Panjang standar adalah panjang ikan dari teranterior kepala sampai terposterior pangkal ekor diukur dengan menggunakan penggaris berketelitian 0,1 mm. Berat tubuh ikan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital berketelitian 0,01 gram. Ikan sampel yang sudah diidentifikasi diawetkan dengan menggunakan formalin 10% kecuali ikan sampel yang akan diamati secara histologis hanya organ gonadnya yang diawetkan dengan menggunakan *neutral buffered formaline* 10%.

3.3.1.2. Pengamatan Gonad

Pengamatan gonad dilakukan dengan cara pengamatan morfologi dan anatomi gonad dari masing - masing jenis kelamin ikan sampel. Ikan sampel yang sudah dipingsankan kemudian dibedah dengan menggunakan gunting. Pembedahan dimulai dari anus dengan menggunakan ujung gunting runcing secara vertikal kearah punggung sampai menyentuh tulang belakang kemudian dilanjutkan secara horizontal kearah anterior dengan menggunakan ujung gunting tumpul sampai batas terposterior penutup insang. Pembedahan dilanjutkan secara vertikal kearah ventral. Ikan sampel diperlakukan berdasarkan Effendi (1979) dengan maksud menentukan jenis kelamin dan mengambil organ gonad untuk keperluan histologis dan pengukuran beberapa variabel reproduksi. Variabel reproduksi yang diamati terdiri dari tingkat kematangan gonad, bobot

gonad, proporsi, fekunditas dan bobot hati. Ikan sampel yang sudah tidak digunakan kemudian dimusnahkan.

Pengamatan gonad secara histologis dengan membuat preparat histologis gonad jantan dan betina dari TKG I sampai TKG IV yang mengacu pada teknik pembuatan preparat histology (Angka dkk, 1990).

3.3.2. Prosedur kerja kebiasaan makanan

Ikan sampel diukur panjang total (TL) dan ditimbang bobotnya, serta dibedah dengan maksud untuk melihat jenis kelamin dan mengambil lambung serta isinya untuk keperluan analisis makanan. Bagian lambung ikan contoh dibedah dan isinya diawetkan pada larutan alkohol 70% untuk diamati dibawah mikroskop. Sedangkan untuk pewamaannya digunakan larutan lugol. Masing-masing jenis organisme yang ditemukan dalam lambung ikan diidentifikasi hingga tingkatan kelas menggunakan buku identifikasi plankton air tawar. Komposisi jenis makanan ikan kembung dibedakan berdasarkan kelompok ukuran panjang tubuh ikan dan berdasarkan jenis kelaminnya.

3.4 Analisa Data

3.4.1. Variabel Pertumbuhan

Analisis korelasi dan regresi digunakan untuk menentukan hubungan antara berat badan dan panjang standar dengan menggunakan paket statistic PAST versi 2.17. Menurut King (1975) dalam Effendi (2002) korelasi panjang berat dapat diukur menggunakan rumus:

$$W = aL^b$$

keterangan W = berat ikan (g)
 L = panjang ikan (mm)
 a dan b = konstanta

Nilai b dapat dijadikan sebagai indikator pola pertumbuhan ikan, kisaran

penentuan nilai b:

$b > 3$ terjadi apabila pertumbuhan berat lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan panjangnya (*allometrik* positif)

$b = 3$ terjadi apabila pertumbuhan panjang dan beratnya seimbang (pertumbuhan *isometrik*)

$b < 3$ terjadi apabila pertumbuhan panjang lebih cepat dibanding dengan pertumbuhan beratnya (*allometrik* negatif)

$b \neq 3$ dinamakan pertumbuhan *allometrik*

Untuk menentukan perbedaan signifikan antara panjang dan berat masing – masing jenis kelamin diuji dengan uji t dengan menggunakan rekomendasi paket statistic SPSS 17. Jika nilai signifikansi p value ≤ 0.05 maka terima H_0 yang berarti nilai $b = 3$ dan jika nilai p value > 0.05 maka tolak H_0 yang berarti nilai $b \neq 3$.

3.4.2. Variabel Reproduksi

a) Nisbah kelamin

Perbandingan antara jumlah ikan jantan dan betina digunakan formula :

$$SR = \frac{J}{B}$$

Keterangan : J = jantan

B = betina

Keseragaman sebaran sex ratio dilakukan dengan uji chi quadrat (Steel and Torrie, 1993)

b) Fekunditas

Fekunditas ikan sampel dapat dihitung dengan menggunakan metode gravimetrik dengan cara membandingkan bobot gonad keseluruhan dan telur sampel dengan jumlah telur sampel dari hasil analisis ImageJ dengan rumus :

$$X : x = G : g$$

keterangan :

- X = fekunditas (butir)
x = jumlah sebagian telur contoh
G = bobot gonad total
g = bobot gonad contoh

c) Indeks Kematangan Gonad

Dihitung dengan cara membandingkan berat gonad terhadap berat tubuh ikan dengan rumus :

$$IKG = (Bg : Bt) \times 100 \%$$

Di mana : *IKG* = Indeks kematangan gonad

Bg = Berat gonad (g)

Bt = Berat tubuh (g)

d) Faktor kondisi

Perhitungan faktor kondisi (K) berdasarkan panjang dan berat ikan contoh menggunakan rumus system metrik yang dikemukakan oleh Effendie (2002) dengan persamaan:

$$K = \frac{10000 W}{L^3}$$

Keterangan : K = faktor kondisi

W = berat ikan (gram)

L = panjang ikan (mm)

e) Ukuran pertama kali matang gonad

Untuk mendapatkan ukuran ikan pertama kali matang gonad dilakukan dengan memplotkan persentase ikan matang gonad dengan panjang standarnya. Panjang ikan minimum pada sekurang – kurangnya 50% dari ikan yang matang gonad (TKG IV dan V) dinyatakan sebagai ukuran ikan pertama kali matang gonad (Rao and Sharma, 1984, Offem *et al.*, 2008)

f) Diameter dan pola sebaran telur

Data yang didapat ditabulasikan kedalam tabel dan dianalisis penyebarannya dengan menggunakan uji χ^2 (Chi – kuadrat) dengan menggunakan rekomendasi paket statistik SPSS 17.

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh nilai signifikansi p value. Jika p value < 0.05 maka terima H_0 berarti sebaran diameter telur homogen dan jika p value > 0.05 berarti sebaran diameter telur tidak homogen.

g) Indeks somatic hepar (*hepatosomatic index/ HSI*)

Nilai HSI didapatkan dengan membandingkan berat hati dengan berat tubuh. Nilai HSI dapat ditentukan dengan rumus (Sulistyo *et al.*, 2000) sebagai berikut :

$$HSI = \frac{\text{berat hati (gram)}}{\text{berat tubuh (gram)}}$$

3.4.3. Analisis morfoanatomi gonad

Preparat histologi gonad dianalisis secara deskriptif berdasarkan Genten *et al.*, 2009 yang menggambarkan struktur anatomi gonad dan perkembangan oosit dan spermatozoa spesies ikan sampel dan dari berbagai ukuran.

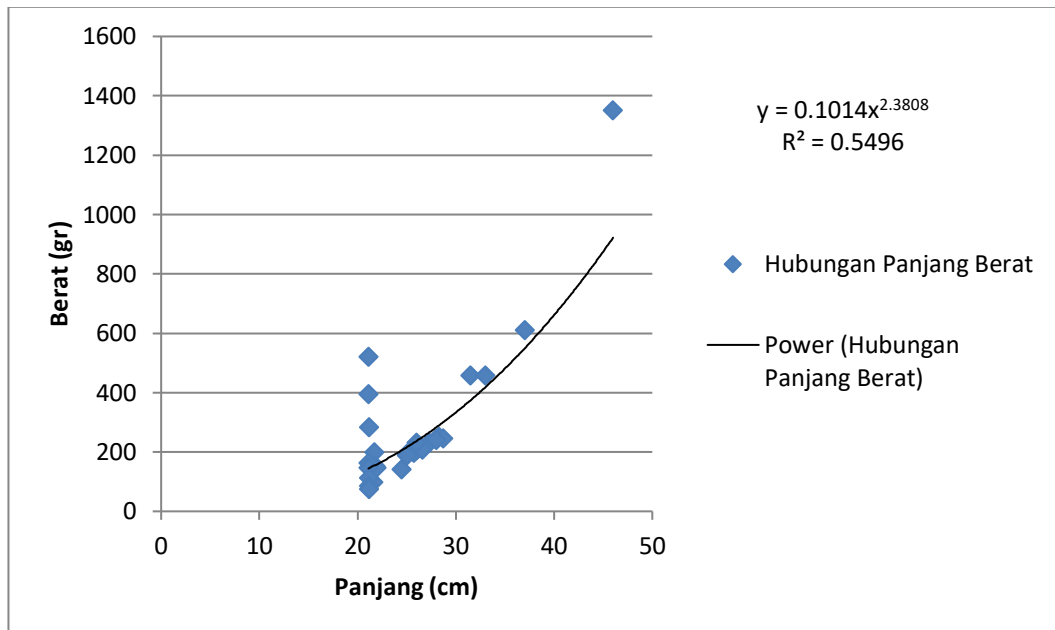
3.4.4. Variabel Kebiasaan Makanan

Jenis makanan ikan kembung dianalisa secara deskriptif dengan menggunakan metode frekuensi kejadian yaitu dengan menjumlah semua organisme yang ada dalam lambung kemudian dibandingkan satu dengan yang lain, namun ikan yang perutnya kosong tidak diperhitungkan dan dinyatakan dengan persen dan disajikan dalam bentuk diagram.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Model Pertumbuhan Ikan

Karakter pertumbuhan ikan berbeda-beda tergantung spesies dan nutrisi yang didapatkan. Hasil pengukuran Model pertumbuhan ikan dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 8. Hubungan Panjang dan Berat

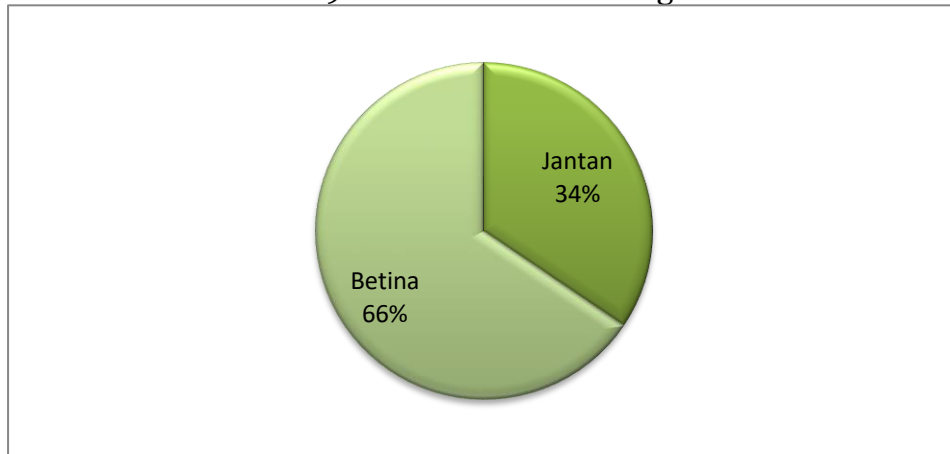
Grafik diatas menunjukkan hubungan panjang dan berat ikan, hasil regresi linier menunjukkan nilai $R^2 = 0,549$ hal ini secara matematis menunjukkan bahwa adanya relatifitas hubungan panjang dan berat hal ini dapat dilihat dari nilai $b < 3$ yang mana menunjukkan bahwa pola pertumbuhan adalah alometrik negatif. Menurut Wujdi A et al., (2012). maka hubungannya bersifat allometrik negatif dimana pertambahan panjang lebih dominan dari pertambahan berat.

4.2 Nisbah Kelamin

Nisbah kelamin merupakan presentasi perbandingan jumlah ikan jantan dan betina pada pengamatan. Jumlah sampel yang diamati pada penelitian ini sebanyak 30. Nisbah kelamin sebagai salah satu parameter reproduksi diukur untuk menentukan kemungkinan tersedianya induk jantan dan induk betina yang diharapkan dapat terjadi pemijahan

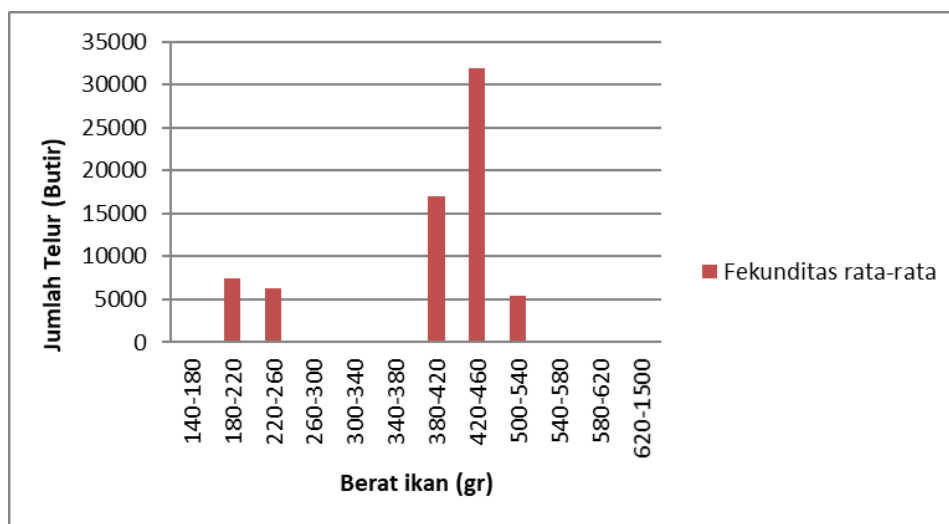
(Rochmady dan Lodewyck S, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah ikan betina lebih banyak dibandingkan ikan jantan dengan perbandingan 1:1,9. Secara histogram dapat dilihat pada gambar 9.

Gambar 9. Nisbah kelamin ikan gabus sentani



4.3 Fekunditas

Perhitungan fekunditas merupakan kebutuhan fundamental terhadap strategi dalam manajemen sumberdaya perikanan. Data fekunditas juga dapat digunakan untuk menduga variabilitas dan dinamika populasi ikan (Muchlisin, 2014). Nilai fekunditas pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 10



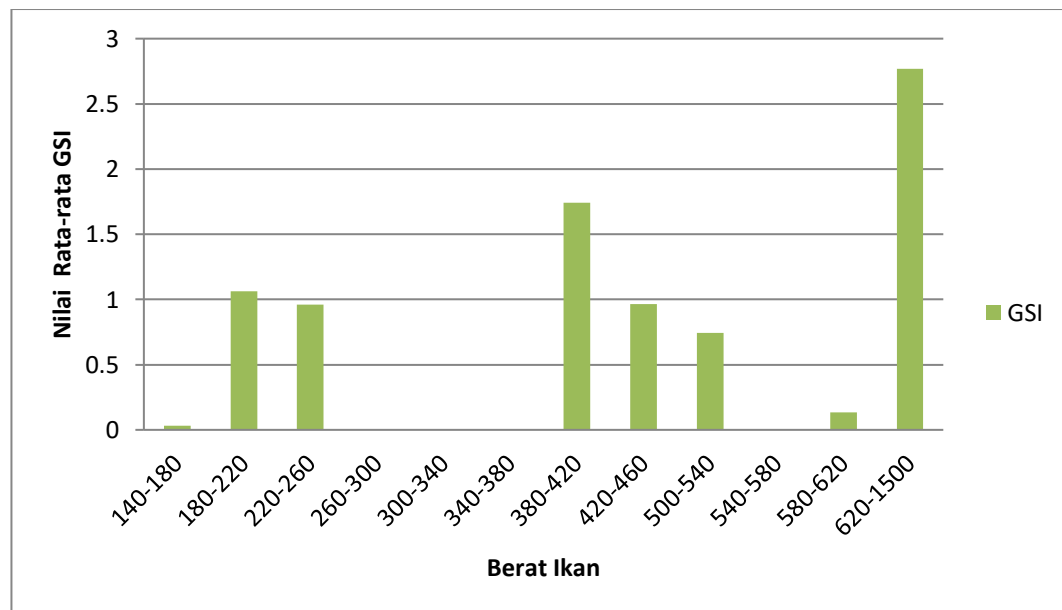
Gambar 10. Fekunditas ikan rata-rata

Berdasarkan gambar diatas nilai fekunditas tertinggi didapatkan pada ikan dengan berat 420-460 gr dengan jumlah telur rata-rata 31932 butir telur,

dan fekunditas terndah didapatkan pada berat ikan 500-540 gr dengan jumlah telur 5384 butir telur. Nilai fekunditas ikan erat kaitannya dengan berat ikan, beberapa ikan memiliki fekunditas lebih dari 10.000 butir, hal ini juga sangat dipengaruhi oleh diameter telur ikan (Duhamel et al., 1993).

4.4 GSI (Gonado Somatik Index)

GSI erat kaitannya dengan berat ikan, nutrisi, spesies dan kondisi lingkungan atau musim, nilai GSI dapat dilihat secara makroskopis. Nilai GSI dapat dilihat pada Gambar 11



Gambar 11. GSI rata-rata ikan

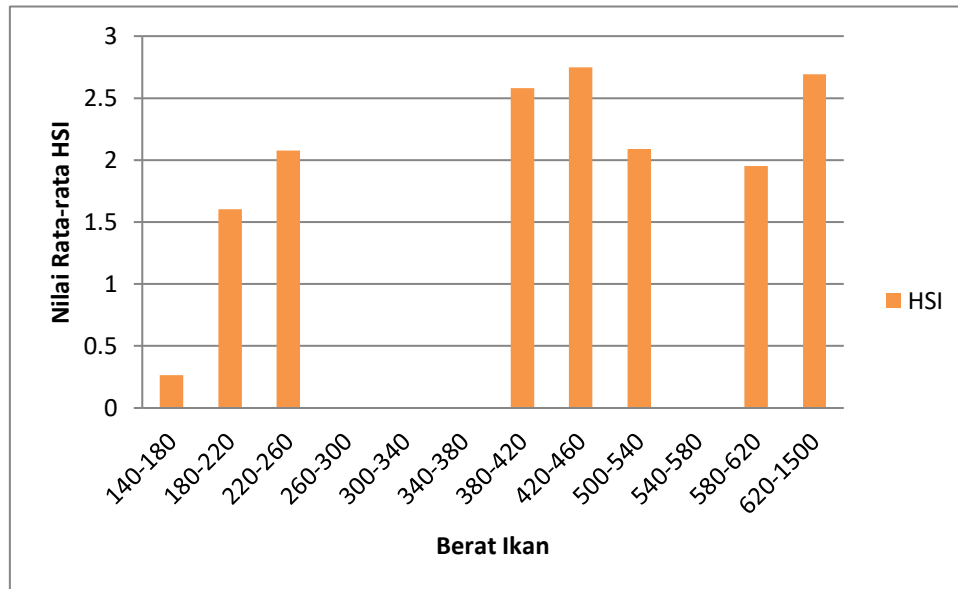
Berdasarkan data diatas nilai GSI tetinggi didapatkan pada ikan dengan berat 620-1500 gr dengan nilai GSI sebesar 2,767. Nilai GSI dapat membantu memprediksi bagaimana produktifitas reproduksi ikan yang terjadi dari perubahan kondisi lingkungan (Nunes et al., 2011).

4.5 HSI (Hepato Somatik Index)

Nilai HSI merupakan representatif kinerja hormon reproduksi yang disintesa oleh hati melalui proses vitelogenesis. Hal ini terjadi karena sintesa lemak hati sehingga terjadi peningkatan masa lemak pada ikan dan secara bersamaan akan meningkatkan fekunditas ikan (Nunes et al., 2011) .

Nilai HSI dapat dilihat pada Gambar 12.

Gambar 12. Nilai HSI rata-rata ikan Gabus sentani

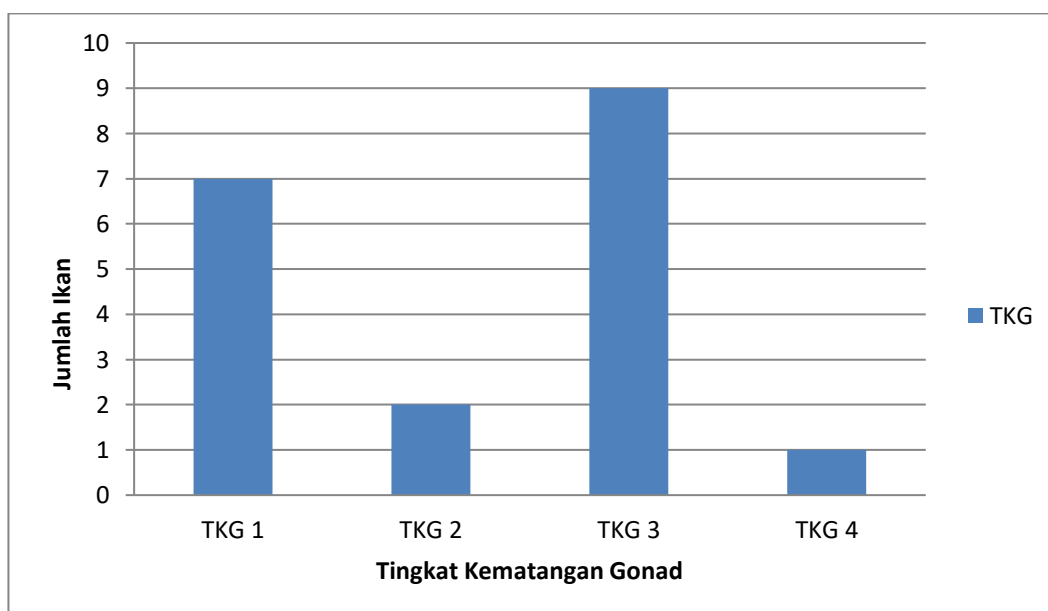


Berdasarkan gambar diatas nilai HSI tertinggi didapatkan pada berat ikan rata-rata 420-460 gr dengan nilai HSI 2,7484 dan terendah pada kisaran berat 140-180 gr dengan nilai HSI sebesar 0,264. Hubungan antara hati dengan gonad terjadi karena adanya perintah dari aktivitas seluler dimana terjadi pembengkakan sitoplasma pada hati (Nunes et al., 2011). Adanya respon fisiologi dari stimulus lingkungan akan dapat meningkatkan atau menurunkan nilai HSI pada ikan. Semakin tinggi aktivitas hati maka tingkat HSI pada ikan meningkat (Pandit, 2019).

4.6 TKG (Tingkat Kematangan Gonad)

Tingkat kematangan gonad ikan merupakan suatu siklus reproduksi pada ikan dimana akhir dari TKG adalah pemijahan atau ovulasi telur. Pada beberapa spesies ikan peningkatan TKG akan disertai dengan peningkatan diameter telur ikan (Duhamel et al., 1993). Nilai yang didapat dari pengukuran menunjukkan bahwa terdapat empat tingkatan TKG yang ditemukan yaitu TKG I sampai TKG IV. TKG III merupakan nilai paling banyak ditemukan hal ini menunjukkan bahwa ikan akan menuju fase pemijahan atau matang akhir. Menurut Sitepu et al. (2018), banyak faktor

intrinsik dan ekstrinsik yang mempengaruhi TKG ikan diantaranya umur, spesies, ukuran dan faktor ekstrinsik diantaranya curah hujan, suhu air, pH, DO serta polutan. Kestabilan TKG pada ikan erat kaitannya dengan stress dan stressor pada ikan, dibawah kondisi yang teramat stress ikan akan mengalihkan energinya dari bereproduksi, menjadi pertumbuhan bahkan hanya digunakan untuk bertahan hidup dan jika kondisi tersebut dapat teratasi maka energy akan dikembalikan ke pertumbuhan dan menuju kereproduksi (Schreck et al., 2001). Nilai TKG ikan Gabus sentani dapat dilihat pada Gambar 13.

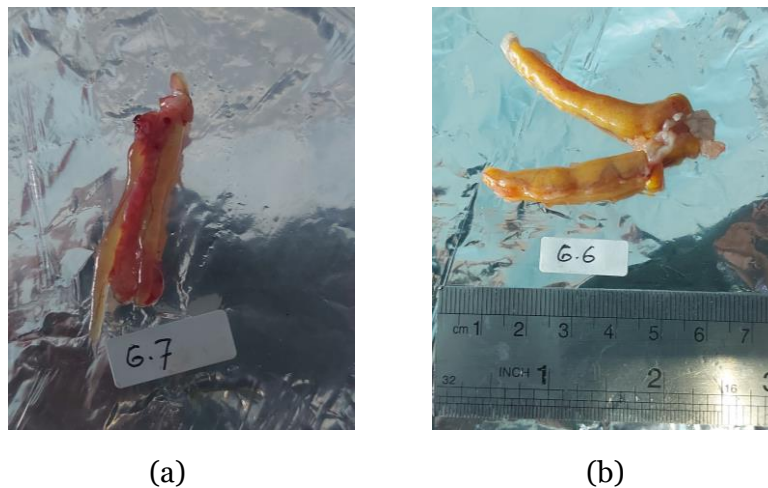


Gambar 13. TKG ikan Gabus sentani

Ketidakseragaman TKG pada ikan gabus menindikasikan bahwa tipe pemijahan ikan masuk kedalam kelompok *synchronous ovarian* dimana adanya dispersi pada produksi telur pada waktu tertentu/saat ini. Pada ikan yang memijah hanya sekali perubahan suhu akan secara menyeluruh merubah siklus reproduksinya, lebih dari itu multiple spawning akan mengkondisikan fisiknya untuk melakukan pemijahan pada waktu yang tepat disaat itu (Rinchard & Kestemont, 1996).

4.7 Morfologi Gonad

Hasil pengamatan gonad ikan gabus sentani diketahui bahwa gonad ikan gabus sentani tergolong tipe gonad berpasangan. Morfologi ovarium TKG I pada ikan gabus sentani terlihat sangat tipis berwarna oranye transparan. Pada TKG II, ovarium berwarna oranye pucat dan terdapat sedikit folikel dengan ukuran kecil serta tidak dapat dilihat dengan menggunakan mata telanjang. Ovarium pada tahap TKG III berwarna oranye, pada permukaan folikel mulai tampak butiran halus yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Ovarium TKG IV berwarna kuning oranye, folikel bulat jelas terlihat.



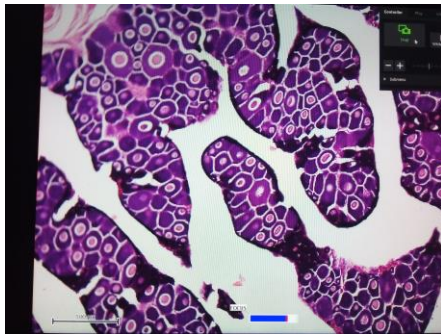
Gambar 14. Morfologi ovarium ikan Gabus Sentani
(a) TKG I
(b) TKG III

4.8 Histologi Gonad

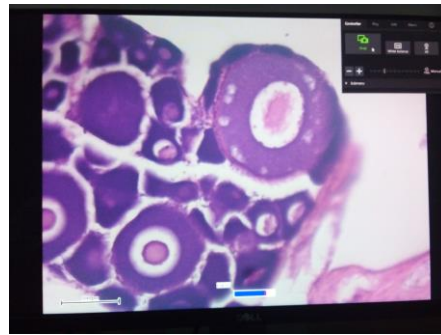
Gambaran histologi ovarium dikaji dari hasil preparat dengan pewarnaan HE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat folikel yang belum mengalami proses vitelogenesis dan ada juga yang sudah mengalami proses vitelogenesis. Pada gonad *immature* (TKG I dan TKG II) ditemukan adanya oosit perinuklear awal dan perinuklear akhir. Ovarium TKG I ditandai dengan oosit previtelogenik yang ukurannya kecil dan jumlah nukleolinya sedikit. Sedangkan pada gonad *mature* (TKG III dan TKG IV) ditemukan

fase oosit vitelogenik. Ovari TKG III didominasi oleh fase vitelogenik akhir sedangkan ovari TKG IV didominasi oleh fase oosit matang.

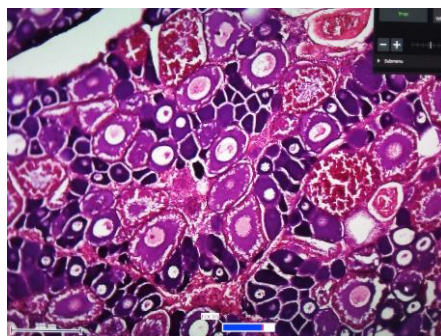
Hasil analisis ovari juga menunjukkan adanya folikel atresia yang ditandai dengan diintegrasi khorion, perubahan bentuk folikel serta adanya celah antara komponen sitoplasma dan khorion (Gambar 15 e).



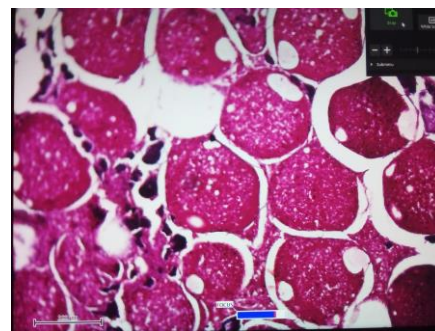
(a)



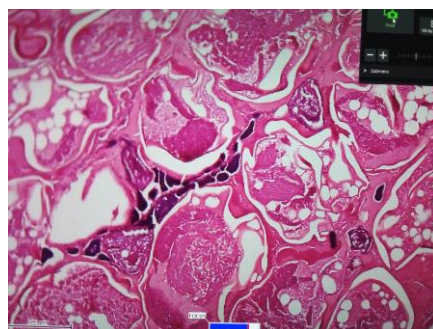
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 15. Gambaran histologi ovari ikan gabus sentani
(Keterangan : (a) TKG I; (b) TKG II; (c) TKG III; (d) TKG IV;
(e) Folikel atresia

4.9 Analisis *Food Habits*

Pola makan ikan dipengaruhi oleh ketersediaan, kelimpahan dan penyebaran sumberdaya makanan yang ada diperairan tersebut. Analisis food habit pada ikan Gabus sentani bertujuan untuk mengetahui kebiasaan makan dan jenis makanan yang dikonsumsi oleh ikan. Hasil uji isi lambung ikan tidak didapatkan makro biota, dan atau mikro biota dalam lambung ikan gabus dikarenakan beberapa hal diantaranya, a. Penangkapan ikan dilakukan tidak pada saat ikan mencari makan, b. Ikan ditangkap saat ikan akan mencari makan (belum memakan apapun), c. Sebelum ikan diberangkatkan dari danau Sentani menuju Sorong ikan dipuasakan terlebih dahulu sehingga makanan yang telah di makan oleh ikan sudah tercerna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abinawanto, A., Sriyani, E. D., Bowolaksono, A. 2018. Characterization of Sentani gudgeon, *Oxyeleotris heterodon* (Weber, 1907) at Sentani Lake, Papua, Indonesia based on truss morphometric. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 19(3), 1013-1020.
- Alikodra, H.A. 2010. Teknik Pengelolaan Satwaliar dalam Rangka Mempertahankan
- Allen, G.R & M.V. Erdmann. 2009. Reef Fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. Check List, 5(3):587-628.
- Allen, G.R. 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Christensen Research Institute, Madang.pp-268.
- Allen, G.R. 2007. Fishes of Papua p.637-653. In: Marshall & Beehler 2007. Ecology of Papua, part one. Periplus, Singapore.pp-749.
- Arief, M., I. Triasih dan W. P.Lokapirnasih. 2009. Pengaruh Pemberian Pakan Alami dan Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata* Bleeker.). Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelangsungan Volum 1.
- Balon, E.K. 1995. Origin and Domestication of the Wild Carp, *Cyprinus carpio*: From Roman gourmet to the Swimming Flows. Aquaculture, 129: 3-48
- Budi, I. M.; Agustini, V.; Kirenus, M.; Suyono, I. J.; Rufina, E. 1994, Study Tentang Kualitas Air Danau Sentani di Desa Ayapo, Kecamatan Sentani, Kabupaten Jayapura [Study of Lake Sentani Water Quality in Ayapo village, Subdistrict of Sentani, District of Jayapura] (in Indonesian), Program Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih
- Cabrita, E., Sarasquete, C., Mart'nez_P¶ramo, S., Robles, V., Beirao, J., P¶rez_Cerezales, S., & Herr¶ez, M. P. 2010. Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives. Journal of Applied Ichthyology, 26(5), 623-635.
- Chen, S.C. 1956. A history of domestication and the factors of the varietal formation of the common goldfish, *Carassius auratus*. Sci. Sin., 5: 287-321.
- Clutton_Brock, J. 1992. The process of domestication. Mammal Review, 22(2), 79-85.
- Coates, D. 1992. Biology of *Oxyeleotris heterodon* and its major prey, *Ophieleotris aporos*, two floodplain sleepers (Pisces: Eleotrididae) of the Sepik River fishery, northern Papua New Guinea. Environmental biology of fishes, 34(1), 51-64.
- Conservation International. 1999. The Irian Jaya Biodiversity Conservation Priority-setting Workshop. Biak, 7-12 January 1997. Washington, D.C : Conservation International
- Daawia. 1992. Kualitas Air Secara Mikrobiologi Dengan Indikator Coliform dan *E. coli* Terhadap Perairan Danau Sentani di

- Daerah Netar Desa Nendali, Kecamatan Sentani, Kabupaten Jayapura [Microbiological water quality assessment by coliform indicator and *E. coli* in the area of Netar, Nendali village, Subdistrict of Sentani, District of Jayapura, SI thesis] (in Indonesian), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication.
- Froese, Rainer, and Daniel Pauly, eds. 2013. Species of *Oxyeleotris* in FishBase. April 2013 version
- Goltenboth, F. 2006. Ecology of insular Southeast Asia : the Indonesian Archipelago, Elsevier, p. 157
- Guerrant, E. O., Havens, K., & Maunder, M. (2004). Ex situ plant conservation: supporting species survival in the wild (Vol. 3). Island Press.
- Heads, M. 2006. Biogeography, ecology and tectonics in New Guinea. *Journal of Biogeography* (J. Biogeogr.) (2006) 33, 957-958.
- Hossain, M. Y., Jasmine, S., Ibrahim, A. H. M., Ahmed, Z. F., Rahman, M. M., & Ohtomi, J. 2009. Length-weight and length-length relationships of 10 small fish species from the Ganges, Bangladesh. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(1), 117-119.
- Kadarusman, N. Hubert, R. K. Hadiaty, Sudarto, E. Paradis, L. Pouyaud. 2012. Cryptic Diversity in Indo-Australian Rainbowfishes Revealed by DNA Barcoding: Implications for Conservation in a Biodiversity Hotspot Candidate. *PLoS ONE* 7(7): E40627.
- Kadarusman, R.K Hadiaty, G. Segura, G. Setiawibawa, D. Caruso, and L. Pouyaud. 2012. Four new species of Rainbowfishes (Melanotaeniidae) from Arguni Bay, west Papua, Indonesia. *Cybiuim-International Journal of Ichthyology*. 36(2): 369-382.
- Kadarusman, Sudarto, E. Paradis and L. Pouyaud. 2010. Description of *Melanotaenia fasinensis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua, Indonesia with comments on the rediscovery of *M. ajamaruensis* and the endangered status of *M. parva*. *Cybiuim*. 34 (2): 207-215.
- Kadarusman, Sudarto, J. Slembrouck and L. Pouyaud. 2011. Description of *Melanotaenia salawati*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from Salawati Island, West, Indonesia. *Cybiuim* 35(3): 223-230.
- Kadarusman. 2012. Rainbowfishes from West Papua (Melanotaeniidae): Evolution and Systematics. T These Doctorat de l'Universite de Toulouse. Pp 161.
- Kanath, H. S., & Budiyanthi, R. B. 2018. Pengembangan Potensi Danau Sentani Sebagai Destinasi Wisata: Peluang Dan Tantangan. In *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*. pp. 365-369.
- Kolar, C. S., & Lodge, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in ecology & evolution*, 16(4), 199-204.
- Komarudin, A.K.U. 2000. Betutu : Pemijahan Secara Alami dan Induksi, Pembesaran di Kolam dan Hampang. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Kretchmer, K. R., & Fox, M. W. 1975. Effects of domestication on animal

- behaviour. *The Veterinary Record*, 96(5), 102-108.
- Kudsiyah, H. dan A. Nur. 2008. Efisiensi Usaha Pembesaran Ikan Betutu Dengan Pemberian Berbagai Bentuk Pakan dari Ikan Sepat Rawa dan Udang Rucuh. *Jurnal Sains dan Teknologi* Volum 8.
- Liao, I.C & Huang Y.S. 2000. Methodological approach used for the domestication of potential candidates for aquaculture. Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Zaragoza: CIHEAM. 2000.p 97-107
- Lorenzen, K., Beveridge, M., & Mangel, M. 2012. Cultured fish: integrative biology and management of domestication and interactions with wild fish. *Biological Reviews*, 87(3), 639-660. 1
- Lymbery, A. J., Morine, M., Kanani, H. G., Beatty, S. J., & Morgan, D. L. 2014. Co-invaders: the effects of alien parasites on native hosts. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*, 3(2), 171-177.
- McGuigan, K., G. Zhu., G.R. Allen, and C. Moritz. 2000. Phylogenetic relationships and historical biogeography of melanotaeniidae fishes in Australia and New Guinea. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* 51: 713-723.
- McKenna SA.; Allen GR.; S. Suryadi. 2002. A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands. Conservation International. Washington DC.
- Muslim, M., & Muhammad, S. (2012). Domestikasi Calon Induk Ikan Gabus (*Channa striata*) Dalam Lingkungan Budidaya (Kolam Beton). *Majalah Ilmiah Sriwijaya*.
- Nielsen, E. and H. Gjertsen. 2009. Incentives in marine conservation approaches : Comparing buyouts, incentive agreements, and alternative livelihoods. Discussion Paper, Conservation International, Washington, DC.
- Ohee, H.L. 2013. The Ecology of the Red Rainbowfish (*Glossolepis incisus*) and the Impact of Human Activities on Its Habitats in Lake Sentani, Papua. Dissertation, Georg-August Universität Göttingen.
- Patasik, I.F. dan D. Lantang. 2009. Kualitas Sumber Air Minum Masyarakat Kampung Yokiwa Distrik Sentani Timur Secara Bakteriologis. *Jurnal Biologi Papua*. 1(2): 67-71.
- Pazou, E. Y. A., Laly, P., Boko, M., Van Gestel, C. A., Ahissou, H., Akpona, S. & Van Straalen, N. M. 2006. Contamination of fish by organochlorine pesticide residues in the Ouémé River catchment in the Republic of Bénin. *Environment international*, 32(5), 594-599.
- Pejchar, L., & Mooney, H. A. 2009. Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in ecology & evolution*, 24(9), 497-504
- Pigram, C.J. and P.J Davies. 1987. Terranes and the accretion history of the New Guinea orogen. *BMR J. Aust.geol.geophys.* 10: 193-212.
- Price, E. O., & Grandin, T. 1998. Behavioral Genetics and The Process of Animal Domestication. *Genetics and The Behavior of Domestic Animals.*, 31-66.
- Primack, R. B. 2006. *Essentials of Conservation Biology* (Vol. 23).

- Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Primack, R.B. 2002. *Essential of Conservation Biology*. 3rd Edition. Sinauer Associates, Inc. Sunderland.
- Pullin, R.S.V. 1994. Exotic Species and Genetically Modified Organisms in Aquaculture and Enhanced Fisheries : ICLARM's Position. *NAGA, the ICLARM Quarterly*. 17(4): 19-24.
- Roberts, T.R. 1989. The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia), *Mem. Calif. Acad. Sci.* 14. pp. 1-210.
- Sahney, S. and Benton, M.J. 2008. Recovery from the most profound mass extinction of all time. *Proceedings of the Royal Society: Biological* 275 (1636): 759-65.
- Schutz, S. L., & Bitterman, M. E. 1969. Spaced-trials partial reinforcement and resistance to extinction in the goldfish. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 68(1p1), 126-59
- Soule ME; Soule, Michael E. 1986. What is Conservation Biology?. *BioScience (American Institute of Biological Sciences)* 35 (11): 727-34.
- Supriatna, J. 1999. The Irian Jaya Biodiversity Conservation Priority-Setting Workshop. Conservation International, Washington, DC
- Surbakti, S. B. 2011. Biologi dan Ekologi Thiaridae (Moluska: Gastropoda) di Danau Sentani Papua. *Jurnal Biologi Papua*, 3(2), 59-66.
- Unmack, P. J., Allen, G. R., & Johnson, J. B. 2013. Phylogeny and biogeography of rainbowfishes (Melanotaeniidae) from Australia and New Guinea. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 67(1), 15-27
- Verbrugge, L. N., Velde, G., Hendriks, A. J., Verreycken, H., & Leuven, R. S. 2012. Risk classifications of aquatic non-native species: application of contemporary European assessment protocols in different biogeographical settings. *Aquatic Invasion*, 7(1): 49-58
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499
- Wargasasmita, S. 2017. Ancaman Invasi Ikan Asing Terhadap Keanekaragaman Ikan Asli: Invasion Threats of Exotic Fish Species to Diversity of Indigenous Fish Species. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1), 5-10.
- Wilcox, Bruce A.; Soulž, Michael E.; Soulž, Michael E. 1980. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates. ISBN 0-87893-800-1. www.fishbase.org, version (06/2018).
- Zairin, M.Jr. 2003. *Endokrinologi dan Perannya Bagi Masa Depan Perikanan Indonesia*. Orasi Ilmiah Gurubesar FPIK IPB.