

**KAJIAN RISIKO KEBERADAAN SPESIES ASING INVASIF DI
DANAU TEMPE, SULAWESI SELATAN**

Risk Assessment of the Invasive Alien Species in Lake Tempe, South Sulawesi

HIKMAH MAULIFIAH ZAIM



**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**KAJIAN RISIKO KEBERADAAN SPESIES ASING INVASIF DI
DANAU TEMPE, SULAWESI SELATAN**

Risk Assessment of the Invasive Alien Species in Lake Tempe, South Sulawesi

HIKMAH MAULIFIAH ZAIM

L012202001

THESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Master

**PROGRAM MAGISTER ILMU PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

HALAMAN PENGESAHAN THESIS

Judul Thesis : Kajian Resiko Keberadaan Spesies Asing Invasif Di Danau
Tempe, Sulawesi Selatan
Nama Mahasiswa : Hikmah Maulifiah Zaim
Nomor Pokok : L012201002
Program Studi : Ilmu Perikanan

Thesis telah diperiksa dan disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc
NIP. 195902231988111001

Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Dewi Yanuarita, M.Si
NIP. 195801021987022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan
Perikanan



Safriadin, S.Pi., MP., Ph.D
NIP. 197506112003121003

Ketua Program Studi

Ir. Badraeni, MP
NIP. 196510231991032001

Tanggal Lulus : 10 Maret 2023

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hikmah Maulifiah Zaim
NIM : L012201002
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelutan dan Perikanan

Menyatakan bahwa thesis dengan judul "Kajian Risiko Keberadaan Spesies Asing Invasif di Danau Tempe, Sulawesi Selatan" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Di dalamnya tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali digunakan sebagai acuan dalam naskah ini, yang artinya sumber yang disebutkan sebagai referensi dan dituliskan pula di Daftar Pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiasi dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundang-undangan terkait (Permendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 10 Maret 2023



Hikmah Maulifiah Zaim
L012201002

PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN

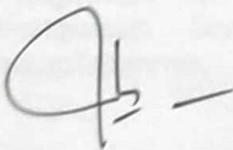
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hikmah Maulifiah Zaim
NIM : L012201002
Program Studi : Ilmu Perikanan
Fakultas : Ilmu Kelutan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi thesis pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai pemilik tulis (*author*) dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan thesis) saya tidak melakukan publikasi dari Sebagian atau keseluruhan thesis ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

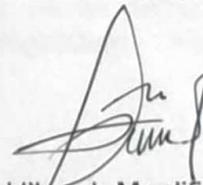
Makassar, 10 Maret 2023

Mengetahui,



Ir. Badraeni, MP
NIP. 196510231991032001

Penulis,



Hikmah Maulifiah Zaim
NIM. L012201002

ABSTRAK

Hikmah Maulifah Zaim. L012201002. “Kajian Risiko Keberadaan Spesies Asing Invasif di Danau Tempe, Sulawesi Selatan” dibimbing oleh **Sharifuddin Bin Andy Omar** sebagai pembimbing utama dan **Dewi Yanuarita** sebagai pembimbing anggota.

Spesies asing invasif adalah salah satu isu strategis di Indonesia karena keberadaannya menjadi ancaman terhadap kelestarian keanekaragaman hayati dan keberlanjutan konservasi ekosistem. Spesies asing invasif memiliki karakter yang merugikan ekosistem seperti dominasi habitat dengan menguasai relung makanan dan ruang, menghasilkan perubahan signifikan pada komposisi struktur, proses ekosistem, menyebarkan penyakit serta menyebabkan kerugian pada aktivitas perekonomian manusia. Saat ini diketahui beberapa spesies asing sudah mendominasi perairan Danau Tempe sehingga dikhawatirkan mempengaruhi populasi spesies asli, proses ekosistem, dan perekonomian masyarakat. Pengambilan sampel dilakukan selama bulan Januari dengan menggunakan alat tangkap jaring insang dan perangkap dasar, observasi hasil tangkapan nelayan, serta studi pustaka. Penelitian ini dilakukan selama bulan Januari sampai Juni 2022 Analisis risiko keberadaan spesies asing menggunakan metode *Freshwater Fish Risk Assessment Model* (FRAM). Hasil tangkapan spesies asing selama penelitian berjumlah 10 spesies. Hasil menunjukkan nilai korelasi positif $R^2 = 0,52$ ($p < 0,05$) di mana adanya pengaruh dampak terhadap menetapnya spesies asing di Danau Tempe. Nilai risiko tertinggi didapatkan pada ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) yaitu berjumlah 58, diikuti ikan nila (*Oreochromis niloticus*), gabus (*Channa striata*), tawes (*Barbonymus gonionotus*), dan mas (*Cyprinus carpio*). Manajemen risiko yang dapat dilakukan adalah mengontrol populasi ikan sapu-sapu dengan beberapa upaya seperti pengurangan populasi dengan meningkatkan nilai ekonomis ikan sapu-sapu sebagai pakan ternak, melakukan penangkapan ikan sebelum memijah dan meningkatkan nilai mortalitas penangkapannya.

Kata kunci: spesies asing, invasif, kajian risiko, analisis risiko, manajemen risiko

ABSTRACT

Hikmah Maulifah Zaim. L012201002. "Risk Assessment of the Invasive Alien Species in Lake Tempe, South Sulawesi" supervised by **Sharifuddin Bin Andy Omar** as the main supervisor and **Dewi Yanuarita** as member supervisor.

Invasive alien species is a strategic issue in Indonesia because their existence poses a threat to the preservation of biodiversity and the sustainability of ecosystem conservation. Invasive alien species have characteristics such as habitat dominance by controlling food and space niches, causing significant changes to the structural composition and ecosystem processes, spreading disease, and causing losses to human economic activities. Currently, it is known that several non-native species have dominated Lake Tempe. This study aimed to analyze the risk of non-native fish in Lake Tempe. This research was conducted from January to June 2022. The sample collection was carried out during January using gill nets and bottom traps, observing fishermen's catches, and a literature review. Analysis of the risk of the presence of non-native species using the Freshwater Fish Risk Assessment Model (FRAM) method. The number of non-native species during the study amounted to 10 species. The results show a positive correlation value of $R^2 = 0.52$ ($p < 0.05$) where there is an impact on the establishment of non-native species in Lake Tempe. The highest risk score was Amazon sailfin catfish (*Pterygoplichthys pardalis*), which was 58, followed by Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), snakehead (*Channa striata*), silver barb (*Barbonymus gonionotus*), and common carp (*Cyprinus carpio*). The risk management is to control the population of invasive fish with several efforts such as reducing the population by increasing the economic value of Amazon sailfin catfish, catching fish before spawning, and increasing the fishing mortality value.

Keywords: alien species, invasive, risk assessment, risk analysis, risk management

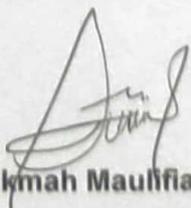
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul "**Kajian Risiko Keberadaan Spesies Asing Invasif di Danau Tempe, Sulawesi Selatan**". Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi magister Ilmu Perikanan di Sekolah Pascasarjana, Universitas Hasanuddin, Makassar. Dalam penyusunan tesis ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak yang merupakan sumber acuan dalam keberhasilan penyusunan tesis ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis sangat berterima kasih kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Zainuddin, M. Si** selaku ketua program studi Ilmu Perikanan.
2. **Bapak Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M. Sc dan Ibu Dr. Ir. Dewi Yanuarita, M. Si** selaku pembimbing akademik penulis yang dengan tulus membantu, memberi petunjuk, dan nasihat kepada penulis.
3. **Ibu Prof. Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, M. Si, Ibu Dr. Ir. Suwarni, M. Si, dan Ibu Dr. Ir. Nadiarti, M. Sc** selaku penilai serta penasihat dalam penelitian ini, yang senantiasa memberikan arahan yang sangat baik untuk penulis.
4. **Bapak H. Zaenal Abidin, S. Pd dan Ibu Hj. Mirawati, S. Pd** orang tua tercinta yang tak hentinya memberikan kasih sayang dan dukungan kepada penulis, serta saudara yang tersayang **Fitrah Maulidiah Zaim, S. Ds** yang selalu memberikan motivasi dalam menyelesaikan studi ini.
5. **Rekan-rekan seperjuangan Magister Ilmu Perikanan angkatan 2020**, Nur Indah Sari S, S. Pi, Muhamad Gazali, S. Pi, Andi Nurul Ayu Muchlisa, S. Pi, Lalu Penta Febri Suryadi, S. Pi, M. Si.
6. **Risnayanti, S. Pi dan Neneng Rahayu Ningsih, S. Pi, M. Si** yang telah membantu dan mendukung penulis pada saat pengambilan sampel di lapangan.

Akhir kata, penulis berharap agar tesis ini bermanfaat untuk kepentingan bersama dan segala amal baik serta jasa dari pihak yang turut memantu penulis diterima oleh Allah SWT dan mendapat berkah serta karunia-Nya Amin.

Makassar, 10 Maret 2023



Hikmah Maulidiah Zaim

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Hikmah Maulifiah Zaim dilahirkan di Pattiro Bajo, Kecamatan Sibulue, Kabupaten Bone pada tanggal 18 Juli 1997. Anak kedua dari empat bersaudara yang merupakan putri pasangan ayahanda H. Zaenal Abidin, S. Pd dan ibunda Hj. Mirawati, S. Pd. Tahun 2009 penulis lulus dari Sekolah Dasar Inpres 10/73 Maroanging, Kecamatan Sibulue, setelah itu bersekolah di SMP Negeri 1 Sibulue dan lulus pada tahun 2012, kemudian melanjutkan sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Watampone, Kabupaten Bone dan lulus pada tahun 2015. Pada tahun yang sama penulis lulus penerimaan mahasiswa baru melalui jalur SBMPTN di Universitas Hasanuddin, program studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Penulis berhasil menyelesaikan pendidikan Strata 1 pada tahun 2019. Setelah itu, pada tahun 2020 melanjutkan pendidikan Strata 2 di Universitas Hasanuddin pada program studi Ilmu Perikanan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEPEMILIKAN TULISAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Kegunaan Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Iktiofauna Danau Tempe	4
B. Spesies Asing	6
C. Karakteristik Spesies Asing Invasif	7
D. Dampak Keberadaan Spesies Asing Invasif.....	8
E. Kajian Risiko	10
1. Analisis Spesies Asing Invasif menurut Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM)	10
2. Metode Freshwater Fish Risk Assessment Model (FRAM)	12
3. Analisis Status Ekologi sebagai Acuan Pengambilan Keputusan Pengendalian Spesies Asing Invasif	12
F. Hipotesis	12
G. Kerangka Pikir Penelitian	13
III. METODE PENELITIAN	14
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	14
B. Alat dan Bahan	14

	Halaman
C. Prosedur Penelitian	14
1. Penentuan Lokasi Penelitian.....	14
2. Pengumpulan Data.....	14
3. Kajian Risiko Spesies Asing di Danau Tempe.....	15
D. Analisis Data.....	17
1. Identifikasi Potensi Bahaya	17
2. Penilaian Risiko	18
3. Analisis Pengambilan Keputusan Pengendalian berdasarkan Nilai Risiko... ..	18
4. Analisis Pengambilan Keputusan berdasarkan Status Ekologi.....	19
IV. HASIL	20
A. Komposisi Jenis Ikan di Danau Tempe.....	20
B. Kajian Risiko Ikan Asing di Danau Tempe.....	21
1. Identifikasi Potensi Bahaya	21
2. Analisis Risiko Spesies Asing di Danau Tempe	22
C. Manajemen Risiko	26
1. Penentuan Keputusan berdasarkan Nilai Risiko Ekologi	26
2. Penentuan Keputusan berdasarkan Status Ekologi Danau Tempe	27
V. PEMBAHASAN	28
A. Komposisi Jenis Ikan di Danau Tempe.....	28
1. Jenis Ikan yang Pernah Tercatat di Danau Tempe.....	28
2. Jenis Ikan Asing di Danau Tempe.....	29
B. Kajian Risiko Ikan Asing di Danau Tempe.....	30
1. Identifikasi Potensi Bahaya.....	30
2. Analisis Risiko Spesies Asing Invasif di Danau Tempe	33
C. Manajemen Risiko	40
1. Penentuan Keputusan berdasarkan Nilai Risiko Ekologi.....	40
2. Penentuan Keputusan Pengendalian berdasarkan Status Ekologi	41
3. Upaya Pengendalian Spesies Asing Invasif	41
D. KESIMPULAN DAN SARAN	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Jenis ikan di Danau Tempe	4
2. Interpretasi nilai analisis status Danau Tempe	18
3. Iktiofauna Danau Tempe	19
4. Spesies asing yang ditemukan di Danau Tempe dan proses masuknya	20
5. Hasil identifikasi potensi bahaya spesies asing di Danau Tempe	21
6. Kebiasaan makan spesies asing di Danau Tempe	21
7. Aspek reproduksi spesies asing di Danau Tempe	23
8. Hasil analisis risiko spesies asing menggunakan metode FRAM	24
9. Status, tingkat risiko, dan penentuan pengambilan keputusan	25
10. Nilai status ekologi dan pemanfaatan Danau Tempe	26

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Skema kerangka pikir penelitian	12
2. Peta lokasi Danau Tempe, Sulawesi Selatan	13
3. Skema alur kajian risiko spesies asing di Danau Tempe	15
4. Skema alur penentuan keputusan berdasarkan hasil dari nilai FRAM. *ERA = <i>Environmental Risk Assessment</i>	17
5. Hubungan antara skor A (risiko kemungkinan menetap di luar habitat) dan skor B (dampak risiko) spesies asing di Danau Tempe	24
6. Spesies asing invasif di Danau Tempe. (a) <i>Pterygoplichthys pardalis</i> , (b) <i>Oreochromis niloticus</i> , (c) <i>Channa striata</i> , (d) <i>Barbonymus gonionotus</i> , (e) <i>Cyprinus carpio</i>	23
7. Perbedaan karakteristik pola pada bagian dorsal ikan sapu-sapu. (a) <i>Pterygoplichthys pardalis</i> yang sama dengan spesies di Sungai Amazon, Brazil; (b) <i>Pterygoplichthys pardalis</i> yang sama dengan spesies dari Taiwan (Kasmiati <i>et al.</i> , 2022); (c) <i>Pterygoplichthys disjunctivus</i> dari Bangladesh (Froese dan Pauly, 2023); (d) Spesies hybrid yang ditemukan di Danau Tempe (Kasmiati <i>et al.</i> , 2022)	32

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Daftar pertanyaan identifikasi potensi bahaya (BKIPM, 2017)	52
2. Analisis risiko spesies asing invasif menggunakan metode FRAM	53
3. Analisis regresi	60

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Spesies asing invasif adalah salah satu isu strategis di Indonesia karena keberadaannya menjadi ancaman terhadap kelestarian keanekaragaman hayati dan keberlanjutan konservasi ekosistem. Tak hanya di Indonesia, spesies asing invasif merupakan salah satu isu yang diperhatikan secara global (Radočaj et al., 2021). Spesies asing invasif merupakan spesies yang menyebar dengan atau tanpa bantuan manusia yang menghasilkan perubahan signifikan pada komposisi struktur, proses ekosistem, serta menyebabkan kerugian pada aktivitas perekonomian manusia (Copp et al., 2005). Beberapa karakteristik spesies asing invasif antara lain mampu menetap dan menyebar dengan secara cepat dan luas (Wilding dan Rowe, 2008), memiliki fekunditas yang tinggi, memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi, memiliki sifat agresif dalam menguasai relung habitat dan relung makanan, serta tidak adanya predator yang memangsanya (Pearson et al., 2022). Selain itu menurut Manfrin et al., (2019), ancaman lain dari spesies asing invasif yaitu dapat membawa atau menjadi perantara penyakit dan hama yang bisa mengganggu kelangsungan hidup ikan ikan asli pada suatu perairan.

Beberapa jenis ikan yang termasuk ke dalam kategori Spesies Asing Invasif (SAI) yang ditetapkan oleh Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) seperti ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mas (*Cyprinus carpio*), sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*), dan lele (*Clarias batrachus*) diketahui sudah tersebar luas di perairan umum daratan Sulawesi Selatan, salah satunya di Danau Tempe. Spesies asing lainnya juga menyebar luas di Danau Tempe dan mendominasi relung, tercatat pada laporan produksi tangkapan tahunan Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Wajo yang setiap tahunnya didominasi oleh spesies asing seperti tawes (*Barbonymus gonionotus*), nila (*Oreochromis niloticus*) dan sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) (Dina et al., 2019).

Masuknya spesies asing dapat melalui jalur introduksi yang telah lama dilakukan dengan beberapa kepentingan seperti optimalisasi perairan (Gozlan, 2008), rekreasi, perdagangan dan kepentingan ekonomi lainnya serta kebutuhan gizi protein (Kiruba-Sankar et al., 2018). Dilaporkan bahwa jumlah keseluruhan ikan yang diintroduksi secara global adalah 642 jenis, yang mana 91% ditujukan untuk kebutuhan protein (Gozlan, 2008). Namun, kebutuhan yang tinggi terhadap suplai protein dari ikan menyebabkan kegiatan introduksi ikan dilakukan tanpa dilandaskan

pada hasil kajian ilmiah dan pada umumnya tidak dilakukan dengan pendekatan kehati-hatian (Hedianto *et al.*, 2019; Umar dan Sulaiman, 2013).

Keberadaan spesies asing di Danau Tempe yang mendominasi danau dapat meningkatkan produktivitas perairan, namun di sisi lain membawa dampak risiko yang negatif (Joy *et al.*, 2018). Masuknya spesies asing diduga menjadi penyebab hilangnya ikan asli seperti ikan kepala timah (*Aplocheilichthys panchax*), ikan julung-julung (*Dermogenys pusilla*), dan ikan bete-bete (*Karalla dussumieri*) (Dina *et al.*, 2019). Selain itu membawa dampak negatif pada perekonomian nelayan, di mana keberadaan spesies asing invasif *Pterygoplichthys pardalis* mengurangi efektivitas penangkapan nelayan sehingga menyebabkan penurunan jumlah hasil tangkapan yang akan dijual dan berimbas pada pendapatan nelayan (Hasrianti *et al.*, 2020). Ancaman lain yang ditimbulkan oleh ledakan populasi ikan sapu-sapu yaitu menyebabkan penurunan kualitas air (Hossain *et al.*, 2018). Hal ini tentu menjadi permasalahan yang perlu diperhatikan untuk menjaga kelestarian ekosistem Danau Tempe. Dampak yang ditimbulkan spesies asing perlu diukur menggunakan alat ukur yang sesuai (Gozlan, 2008). Salah satu pendekatan yang efektif adalah kajian risiko.

Kajian risiko merupakan salah satu komponen untuk mengidentifikasi, mengukur, dan menilai risiko ekologis dari masuknya ikan asing ke dalam suatu perairan, termasuk perairan umum daratan (Copp *et al.*, 2005; Sentosa dan Wijaya, 2013). Analisis ini berfokus pada penilaian risiko dampak lingkungan yang dapat memprediksi dan mengukur nilai risiko dan status hama pada ikan asing sehingga dapat dilakukan penentuan upaya pengendalian yang sesuai. Berdasarkan isu spesies asing ini, Kepala Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM) mengeluarkan keputusan tentang Pedoman Analisis Spesies Asing Invasif tahun 2017 sebagai satu langkah dalam melindungi kelestarian sumber daya ikan nasional yang didalamnya tercantum beberapa tindakan analisis risiko yakni identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan manajemen risiko dikombinasikan dengan penilaian risiko dari metode *Freshwater Fish Risk Assessment Model* (FRAM) yang disusun oleh Rowe dan Wilding (2008).

Metode FRAM adalah suatu metode kajian risiko yang dikembangkan oleh Rowe dan Wilding (2008) yang bersifat sangat umum dan untuk digunakan pada perairan air tawar. Metode ini sudah pernah digunakan di Indonesia untuk menilai risiko ekologi dan melihat potensi invasif spesies asing di beberapa perairan di Indonesia yakni di Danau Beratan, Bali (Sentosa dan Wijaya, 2013), di Danau Matano, Sulawesi Selatan (Sentosa dan Hedianto, 2017) dan di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat (Hendrawan *et al.*, 2021).

Saat ini diketahui kajian mengenai potensi invasif dari spesies asing di Danau Tempe masih terbatas dan masih kurang diperhatikan. Oleh karena itu, penulis merasa perlu melakukan penelitian dengan judul “**Kajian Risiko Keberadaan Spesies Asing Invasif di Danau Tempe, Sulawesi Selatan**” untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengukur nilai risiko ekologis serta menentukan upaya pengendalian yang tepat. Data dan informasi dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dasar dalam melakukan kegiatan introduksi ikan di Danau Tempe maupun di perairan umum daratan lainnya di Indonesia.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengidentifikasi potensi bahaya spesies asing di Danau Tempe?
2. Bagaimana mengukur nilai risiko ekologis yang ditimbulkan spesies asing di Danau Tempe?
3. Bagaimana menentukan upaya pengendalian spesies asing invasif di Danau Tempe?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi potensi bahaya spesies asing berdasarkan Pedoman Analisis Spesies Asing Invasif dari Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM).
2. Menganalisis risiko ekologi yang ditimbulkan spesies asing di Danau Tempe menggunakan metode *Freshwater Fish Risk Assessment Model* (FRAM).
3. Menentukan upaya pengendalian yang dapat dilakukan berdasarkan nilai risiko ekologi yang didapatkan.

D. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan tujuan penelitian, data dan informasi dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk mengendalikan populasi spesies asing yang sudah ada maupun spesies asing yang akan dimasukkan pada kegiatan introduksi mendatang, serta untuk menghidupkan kesadaran masyarakat mengenai keberadaan spesies asing invasif di Danau Tempe. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait kegiatan pemasukan ikan di Danau Tempe.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Iktiofauna Danau Tempe

Danau Tempe adalah salah satu danau di Sulawesi Selatan yang terletak di Kabupaten Wajo, Kabupaten Soppeng, dan Kabupaten Sidrap. Pada saat normal Danau Tempe memiliki luas 10.000 ha, pada musim hujan mencapai luas maksimum 30.000 ha, sedang pada musim kemarau mencapai minimum luas 1.000 ha (Nasution, 2012). Danau ini dikategorikan sebagai danau paparan banjir dengan permukaan air yang berfluktuasi. Fluktuasi Tinggi Muka Air (TMA) Danau Tempe mempengaruhi biota akuatik yang hidup di dalamnya, baik dari aspek morfologi, anatomi, dan adaptasi ekologi (Dina *et al.*, 2019).

Danau ini merupakan salah satu danau yang memiliki kelimpahan ikan air tawar yang tinggi (Hatta *et al.*, 2019). Terdapat dua kelompok jenis ikan yakni kelompok ikan yang melakukan migrasi ke sungai utama untuk menghindari kondisi danau yang tidak mendukung pada saat musim kemarau, dan kelompok ikan dengan migrasi lebih terbatas dan menetap pada kondisi danau yang memiliki kualitas air yang cenderung kurang baik pada musim kemarau. Jenis-jenis ikan yang hidup di Danau Tempe terdiri atas spesies asli dan spesies asing dapat dilihat pada Tabel 1 (Nasution, 2012; Dina *et al.*, 2019).

Tabel 1. Jenis ikan di Danau Tempe

Famili	Spesies	Nama Indonesia	Nama Lokal
Anabantidae	<i>Anabas testudineus</i>	Betok/ Puyu	Bale oseng
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	Sidat/ masapi	Masapi
Channidae	<i>Channa striata</i>	Gabus *	Bale bolong
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila/ kamba*	Bale nila
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Lele*	Bale samelang
Cyprinidae	<i>Barbonymus gonionotus</i>	Tawes*	Bale kande
	<i>Cyprinus carpio</i>	Mas*	Bale cella
	<i>Osteochilus vittatus</i>	Nilem*	Bale calabai
Eleotrididae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	Betutu*	Lappuso
Gobiidae	<i>Glossogobius aureus</i>	Beloso	Bale bungo
	<i>Glossogobius giuris</i>	Beloso	Bale Bungo
	<i>Stenogobius gymnopomus</i>	Mile-mile	Mile-mile
	<i>Stenogobius sp.</i>	Mile-mile	Mile-mile
Loricariidae	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Sapu-sapu*	Bale tokke'
Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Sepat siam*	Bale cambang
	<i>Trichopodus trichopterus</i>	Sepat sawah*	Bale cambang
Pangasiidae	<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	Patin*	Bale patin
Synbranchidae	<i>Monopterus albus</i>	Belut	Lenrong

Keterangan: tanda asterisk (*) menunjukkan spesies asing yang dihidup di Danau Tempe.

Sebagai danau paparan banjir, fluktuasi tinggi muka air Danau Tempe dikategorikan menjadi tiga kelompok. Menurut Setiawan dan Wibowo (2014), tiga kategori tinggi muka air Danau Tempe yaitu dikelompokkan menjadi periode air tinggi (Mei - Agustus, tertinggi Juni), periode rendah (September - Desember, terendah Oktober - November), dan periode rerata/ sedang (Januari - April). Pada saat TMA sedang berkisar antara 2 - 2,5 meter. Pada saat periode sedang diduga semua jenis ikan akan ditemukan karena tinggi muka air berada pada kondisi normal, yakni tidak sangat tinggi dan tidak sangat rendah.

Pada Tabel 1 menunjukkan jenis-jenis ikan di Danau Tempe dengan total 18 jenis ikan. Komposisi jenis ikan di Danau Tempe terdiri atas ikan asli, ikan introduksi, ikan laut yang bermigrasi ke Danau Tempe dan ikan asing. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Hickling (1961). Ikan asli Danau Tempe adalah ikan bungo/bloso (*Glossogobius giuris* dan *Glossogobius aureus*), sidat (*Anguilla marmorata*) dan belut (*Monopterus albus*). Selain ikan asli, sebagian besar ikan yang hidup di Danau Tempe adalah spesies asing yang sengaja dimasukkan untuk mengoptimalkan produktivitas perairan dan beberapa tujuan lainnya. Ikan introduksi Danau Tempe adalah ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*), sepat (*Trichopodus pectoralis*), nilem (*Osteochilus vittatus*), lele (*Clarias batrachus*), nila (*Oreochromis niloticus*), dan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) (Dina *et al.*, 2019).

Lebih lanjut Dina *et al.*, (2019) menambahkan, kelompok ikan lainnya yang ditemukan di Danau Tempe adalah ikan-ikan yang bermigrasi ke muara atau laut, terdiri dari ikan kampulan (*Megalops cyprinoides*), mile-mile (*Stenogobius gymnopomus* dan *Stenogobius sp.*), dan sidat/ masapi (*Anguilla marmorata*). Kelompok ikan migrasi ini ditemukan dalam jumlah sangat sedikit dan tidak sepanjang tahun seperti ikan sidat hanya tertangkap satu kali dan satu ekor. Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Wajo juga melaporkan kelangkaan ikan-ikan migrasi ini. Hal ini diduga karena keberadaan bendungan gerak yang diperkirakan dapat menghambat jalur ruaya ikan-ikan tersebut. Berdasarkan penelitian Dina *et al.*, (2019), ditemukan juga spesies asing yaitu ikan betutu (*Oxyeleotris marmorata*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichtys pardalis*).

Untuk jenis ikan sapu-sapu tidak ditemukan di dalam penelitian Nasution *et al.*, (2012), diduga pada saat itu ikan sapu-sapu belum masuk ke perairan Danau Tempe. Namun ikan sapu-sapu ditemukan pada penelitian Dina *et al.*, (2019) dan diduga masuknya ikan sapu-sapu karena sengaja dilepaskan dari aquarium, dengan alasan seperti sudah tidak digunakan lagi atau tubuh ikan sapu-sapu sudah tumbuh menjadi sangat besar. Diketahui ikan sapu-sapu sangat terkenal dikalangan peminat ikan hias.

B. Spesies Asing

Sumberdaya perikanan Indonesia memiliki keanekaragaman yang sangat tinggi yang dimanfaatkan oleh masyarakat Indonesia dengan berbagai macam cara. Pengelolaan perairan daratan sebagai salah satu upaya pemanfaatan sumberdaya perlu dilakukan setcara bijaksana. Tujuan akhir dari pengelolaan tersebut adalah menjamin keberlanjutan biologi, sosial, dan memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat. Salah satu upaya pengelolaan perikanan adalah pemulihan sumberdaya ikan yakni kegiatan rehabilitasi dan modifikasi habitat, konservasi populasi ikan melalui pembuatan kawasan suaka perikanan, penebaran ulang, dan penambahan jenis ikan baru atau ikan introduksi ke dalam kawasan perairan (Umar dan Sulaiman, 2013).

Komposisi jenis ikan yang berada di dalam suatu perairan terdiri dari ikan asli dan ikan asing atau ikan introduksi. Ikan asli adalah ikan yang hidup pada suatu perairan yang juga ditemukan dan dapat hidup di perairan lainnya. Ikan introduksi adalah ikan asing yang berasal dari luar kawasan perairan yang kemudian dimasukkan ke sebuah perairan dengan tujuan tertentu (Syafei dan Sudinno, 2018).

Introduksi ikan atau kegiatan memasukkan jenis ikan asing ke perairan yang bukan habitat aslinya adalah kegiatan yang telah lama dilakukan di Indonesia. Introduksi ikan juga bertujuan untuk menyelamatkan suatu jenis ikan tertentu dari kepunahan dengan memindahkannya ke habitat lain yang mirip dengan habitat aslinya agar dapat berkembang dengan baik (Umar dan Sulaiman, 2013).

Kegiatan introduksi ikan di Danau Tempe dilakukan pada tahun 1925 dengan tujuan untuk pembudidayaan dan peningkatan produktivitas danau. Kemudian setelah dua tahun, ikan introduksi di Danau Tempe mendominasi 70% hasil tangkapan nelayan di danau tersebut (Iskandariah *et al.*, 2013). Introduksi ikan ini dikatakan berhasil karena dapat hidup dan berkembang dengan baik di Kompleks Danau Tempe. Salah satu jenis ikan asing yang berhasil dimanfaatkan adalah ikan sepat siam (Asyari, 2017). Sampai pada tahun 2016, ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) yang telah sejak lama diintroduksi ke Danau Tempe menjadi dominan di Danau Tempe sepanjang tahun 2016, didapatkan dari penelitian Dina *et al.*, (2019), ikan tawes mencapai presentase tangkapan sampai 54.5% pada bulan Februari sampai Desember. Sementara ikan asli Danau Tempe yaitu ikan bungo (*Glossogobius giuris*) dan ikan asli lainnya, presentasinya tidak melebihi ikan tawes.

Selanjutnya berdasarkan catatan produksi perikanan tangkap Kabupaten Wajo tahun 2019 diketahui bahwa produksi tertinggi yaitu ikan sepat siam yaitu mencapai 5983.7 ton diikuti ikan nila 1907.4 ton, dan ikan tawes 1815.4 ton. Melihat data tersebut, ikan introduksi lebih mendominasi Danau Tempe jika dibandingkan dengan jenis ikan-ikan aslinya. Data tersebut menunjukkan bahwa ikan tawes, sepat siam,

serta nila berhasil diintroduksi di Danau Tempe sehingga dapat dikatakan, sisi positif dari introduksi ikan dapat berkontribusi terhadap produksi perikanan Danau Tempe. Fakta ini selaras dengan produksi perikanan Danau Tempe yang didominasi oleh ikan tawes dan sepat siam pada tahun 1960 yang berkontribusi masing-masing 70% dan 20% terhadap produksi perikanan (Dina *et al.*, 2019).

C. Karakteristik Spesies Asing Invasif

Spesies asing invasif pada awalnya merupakan ikan yang masuk habitat yang baru baik disengaja maupun secara tidak sengaja. Spesies asing memiliki karakteristik tertentu sehingga dapat dikatakan bersifat invasif atau merugikan terhadap komunitas ikan di perairan (Joy *et al.*, 2018). Menurut Dewantoro dan Rachmatika (2016), spesies asing invasif memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi, mampu berkembang biak dan bereproduksi secara cepat, dan mampu hidup pada lingkungan yang memiliki makanan terbatas. Selain itu, menurut Syafei dan Sudinno, (2018), tingkat fekunditas tergolong tinggi dan memiliki keragaman genetik yang tinggi.

Beberapa alasan jenis ikan diintroduksi ke beberapa perairan Indonesia karena keunggulannya yang mudah dibudidayakan dan dapat cepat dipanen seperti ikan mas, ikan lele dumbo, dan ikan mujair. Sebagian lainnya disebut unggul karena mudah dibudidayakan dan dapat cepat dipanen (Dewantoro dan Rachmatika, 2016). Namun dibalik keunggulan tersebut, ikan asing tersebut tidak bisa dianggap remeh keberadaannya di dalam suatu perairan yang bukan habitat aslinya. Apabila tidak diperhatikan akan membawa kerugian terhadap ikan ikan asli (Kiruba-Sankar *et al.*, 2018)

Ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) termasuk spesies asing invasif yang memiliki karakteristik tersendiri. Ikan sapu-sapu memiliki kemampuan beradaptasi yang sangat tinggi, termasuk pada kondisi perairan yang buruk sekalipun, sehingga kemungkinan besar populasinya dapat menjadi hama di dalam suatu perairan karena daya kelangsungan hidupnya sangat tinggi (Dewantoro, 2018). Menurut Chaichana & Jonghpadungkiet (2012), salah satu kebiasaan makan ikan sapu-sapu adalah memangsa ikan-ikan kecil dan telur dari jenis ikan lainnya. Berdasarkan referensi, selain kemampuannya beradaptasi terhadap lingkungan, ikan invasif juga memiliki kemampuan biologi reproduksi yang tinggi. Ikan asing invasif memiliki kemampuan beregenerasi lebih cepat daripada ikan asli dan memiliki jumlah telur atau tingkat fekunditas yang tinggi. Melihat kemampuan yang unggul tersebut, tak sedikit ikan asing dijadikan sebagai komoditas budidaya (Dewantoro dan Rachmatika, 2016).

Beberapa hal yang mendukung keberadaan ikan invasif menurut Sentosa *et al.* (2011) adalah iklim yang sesuai dengan habitat ikan introduksi, keanekaragaman jenis

ikan asli yang rendah, tidak adanya predator bagi spesies pendatang, adanya modifikasi habitat oleh manusia, adanya penurunan variasi habitat alami secara hidrologi dan geomorfologi, dan komunitas yang terganggu secara antropogenik.

Berdasarkan penelitian kajian risiko keberadaan ikan introduksi yang dilakukan oleh Hendrawan *et al.*, (2021) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat, mendapatkan nilai risiko ekologi tertinggi pada ikan oskar (*Amphilophus citrinellus*) dengan nilai 56. Karakteristik ikan oskar dapat menunjukkan bahwa ikan ini merupakan ikan yang berpotensi invasif. Ikan oskar merupakan ikan yang berpotensi invasif dan telah menyebar ke beberapa perairan umum daratan di Indonesia. Ikan oskar memiliki sifat oportunistik dan daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan.

D. Dampak Keberadaan Ikan Asing Invasif

Beberapa jenis ikan introduksi bermanfaat dalam meningkatkan produksi perikanan secara ekonomi, namun kegiatan introduksi ikan yang selama ini dilakukan juga menimbulkan dampak yang cenderung negatif dalam aspek ekologi. Menurut Sentosa dan Wijaya, (2013) kegiatan introduksi ikan asing di beberapa negara cenderung bersifat merugikan. Adanya penurunan populasi ikan asli merupakan proses awal menuju kepunahan spesies tertentu yang mengakibatkan penurunan keanekaragaman hayati dan berakhir dengan terbentuknya komunitas ikan yang homogen yaitu didominasi oleh ikan asing. Tidak hanya secara ekologi, keberadaan ikan invasif juga berdampak pada ekonomi masyarakat, di mana ikan invasif memiliki nilai ekonomis yang rendah, namun keberadaannya dapat menyebabkan populasi ikan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi menurun. Hal ini terjadi pada badan air seperti Waduk Jatiluhur, Sermo, Kedungombo, Danau Sentani, Danau Sidenreng di mana hasil tangkapan ikan asing invasif ini lebih besar dibandingkan ikan asli, yakni berkisar 40% – 60% (Hasrianti *et al.*, 2020).

Ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) digolongkan sebagai ikan asing invasif karena menyebabkan perubahan struktur lingkungan perairan, gangguan rantai makanan, persaingan dengan spesies asli dalam hal pemanfaatan sumber daya penting seperti makanan dan ruang hidup, perubahan komunitas tumbuhan air, dan kerusakan pada alat tangkap ikan (Hossain *et al.*, 2018). Kondisi pada danau lainnya juga mengalami dampak yang tidak menguntungkan dari ikan asing yang masuk, seperti Danau Beratan, Bali, yang didominasi oleh ikan zebra yang merupakan ikan asing. Dampak yang terjadi di Sulawesi adalah punahnya ikan lokal jenis moncong bebek (*Adrianichthys kruxi*) akibat introduksi ikan mujair pada tahun 1951 di Danau Poso (Sentosa dan Wijaya, 2013).

Dampak negatif introduksi ikan lainnya di dunia adalah introduksi ikan Nile perch (*Lates niloticus*) dari Sungai Nil ke Danau Victoria pada 1950 yang telah mengakibatkan 60% ikan endemik dari famili Cichlidae terancam punah. Demikian halnya dengan introduksi sejenis ikan pemangsa (*Cichla ocellaris*) ke Danau Gatun, Panama, pada tahun 1967 yang terbukti memusnahkan 8 dari 11 ikan asli dan menurunkan populasi dari 3 jenis lainnya sebanyak 75-90% (Wargasasmita, 2000). Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) juga dianggap sebagai berupa ancaman terhadap kelangsungan hidup ikan asli di sejumlah negara, misalnya terhadap ikan belanak (*Mugil cephalus*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos*) di Filipina, serta ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang sangat invasive di Afrika (De Moor, 1996).

Masuknya ikan asing ke dalam suatu perairan dapat membawa ancaman terhadap ikan asli. Menurut Syafei & Sudinno (2018), ikan asing dapat merugikan karena dua hal yakni: (1) menjadi pesaing relung makanan dan ruang terhadap ikan asli dan ikan endemik dan juga menjadi predator yang memangsa ikan lainnya, dan (2) membawa penyakit yang sebelumnya tidak ada di habitat suatu perairan. Kedua hal ini dapat mempengaruhi komposisi spesies dan mengubah struktur komunitas ikan sehingga dapat mendominasi dan menyingkirkan jenis ikan asli.

Cukup banyak catatan mengenai kerugian yang ditimbulkan oleh keberadaan ikan asing invasif yang membawa penyakit, baik yang terjadi di Indonesia maupun di beberapa negara lainnya. Serangan wabah *Koi Herpes Virus* (KHV) di Indonesia yang terdeteksi mulai awal bulan Maret tahun 2002, telah menyebabkan kerugian finansial yang cukup besar akibat kematian total hampir 90% ikan koi dan ikan mas yang dibudidayakan (Syafei dan Sudinno, 2018).

Spesies asing yang diduga invasif telah hidup di beberapa perairan di Sulawesi Selatan, yakni ikan louhan dan ikan sapu-sapu. Keberadaan ikan louhan menurut (Hedianto *et al.*, 2019) mempengaruhi struktur komunitas ikan di Danau Matano. Sementara ikan sapu-sapu mengalami ledakan populasi salah satunya yang terjadi di Danau Sidenreng. Menurut Hasrianti *et al.*, (2020) ledakan populasi ikan sapu-sapu memberikan dampak yang buruk terhadap keberlanjutan keanekaragaman jenis ikan di Danau Sidenreng dan juga memberikan dampak terhadap produksi hasil tangkapan nelayan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan volume hasil tangkapan nelayan sebelum adanya ledakan populasi ikan sapu-sapu dan saat terjadi ledakan populasi ikan sapu-sapu. Persentase jumlah hasil tangkapan ikan target per-trip penangkapan yaitu 46,19% sementara untuk tangkapan buangan (ikan sapu-sapu) adalah 58,81%.

E. Kajian Risiko

1. Analisis Spesies Asing Invasif menurut Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan (BKIPM)

Pada awalnya, spesies asing yang masuk dan tersebar di perairan Indonesia bertujuan untuk meningkatkan produksi perairan atau digunakan sebagai pengendalian gulma. Spesies asing yang umumnya diimpor dari negara lain menimbulkan hal yang saat ini terbilang cukup merugikan karena faktanya, spesies asing dengan jumlah yang tidak sedikit mendominasi perairan Indonesia dan menekan pertumbuhan spesies asli pada perairan tertentu. Alur impor ini atau yang bisa dikatakan dengan kegiatan introduksi dapat menjadi jalur masuknya spesies asing invasif (SAI) (Dewantoro dan Rachmatika, 2016).

Menurut Badan Karantina Ikan, Pengendalian Mutu, dan Keamanan Hasil Perikanan, spesies asing invasif merupakan makhluk hidup yang bukan bagian dari suatu ekosistem asli yang menimbulkan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati, kerusakan ekosistem, lingkungan, kerugian ekonomi, dan Kesehatan manusia. Ancaman yang ditimbulkan dapat membahayakan kelestarian sumber daya hayati. Satu langkah yang perlu dilakukan untuk menjaga kelestarian sumber daya perairan nasional adalah dengan mencegah masuknya spesies asing invasif. Beberapa tahap dalam Pedoman Analisis Spesies Asing Invasif adalah melakukan identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan manajemen risiko. Analisis risiko ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan introduksi spesies asing ke dalam perairan Indonesia.

2. Metode *Freshwater Fish Risk Assessment Model* (FRAM)

Freshwater Fish Risk Assessment Model (FRAM) merupakan suatu konsep kajian risiko yang dikembangkan oleh Bomford dan Glover, (2004), Copp *et al.* (2005) dan Rowe dan Wilding, (2012) yang spesifik digunakan untuk mengukur risiko spesies asing invasif air tawar. Penggunaannya telah dimodifikasi dalam *Atmospheric Research/ NIWA* pada tahun 2012. Analisis FRAM menggunakan sistem skoring dengan kelompok pertanyaan yang dibagi menjadi dua, yaitu bagian A untuk mengkaji potensi risiko kemungkinan spesies ikan dapat hidup di luar habitat aslinya dan bagian B untuk mengkaji potensi risiko dampak yang ditimbulkan oleh ikan asing terhadap lingkungan barunya. Bagian B disebut juga penilaian potensi invasif ikan dalam skala geografis tertentu (Sentosa *et al.*, 2013). Hasil dari metode ini menunjukkan nilai risiko ekologi yang ditimbulkan oleh ikan introduksi. Risiko ekologi adalah kemungkinan terjadinya dampak yang tidak diinginkan seperti perubahan struktur komunitas,

perubahan komposisi spesies dan juga perubahan kualitas air. Metode ini sudah digunakan di Indonesia untuk mengkaji potensi invasif dari ikan introduksi di Danau Beratan, Bali (Sentosa dan Wijaya, 2013), di D. Matano, Sulawesi Selatan (Sentosa dan Hedianto, 2017) dan di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat (Hendrawan et al., 2021). Semakin tinggi skor ekologi maka semakin tinggi pula potensi invasif dari ikan introduksi.

Penelitian analisis risiko keberadaan ikan introduksi di Danau Beratan, Bali, oleh Sentosa dan Wijaya (2013) menunjukkan nilai risiko ekologi yang ditimbulkan. Didapatkan 17 spesies ikan di Danau Beratan dimana 70% merupakan jenis ikan introduksi. Beberapa jenis ikan introduksi tersebut telah memiliki karakter sebagai ikan asing invasif seperti ikan zebra cichlid (*Amatitlania nigrofasciata*) yang memiliki nilai risiko ekologi tertinggi dibandingkan ikan introduksi lainnya yaitu 57. Ikan zebra memiliki luas relung yang tinggi sehingga mampu beradaptasi dengan kondisi keterbatasan sumber daya makanan alami di Danau Beratan. Oleh karena itu, peluang terjadinya kompetisi makanan oleh ikan zebra dengan ikan lainnya di Danau Beratan relatif tinggi.

Sementara itu, untuk analisis risiko keberadaan ikan introduksi di Danau Matano oleh Sentosa dan Hedianto (2017), dari 21 jenis ikan yang hidup di Danau Matano, 16 jenis diantaranya merupakan ikan introduksi. Ikan introduksi yang memiliki skor risiko ekologi tertinggi adalah ikan louhan, sama dengan skor ikan zebra di Danau Beratan, yaitu 57. Ikan louhan tergolong omnivora cenderung karnivora, fekunditas tinggi dengan tipe pemijahan *partial spawner* dan *multi spawning* sehingga potensi adaptasi ikan louhan relatif tinggi. Pada penelitiannya diungkapkan bahwa ikan louhan merupakan ikan yang agresif memangsa seluruh fauna akuatik berukuran kecil sehingga dapat menjadi dominan dan berpotensi mendesak komunitas ikan asli.

Setelah ikan zebra dan ikan louhan yang menempati posisi tertinggi skor ekologinya di kedua danau tersebut, diikuti oleh ikan nila yang menempati posisi kedua, kemudian juga ikan sapu-sapu. Disebutkan Sentosa dan Hedianto (2017), bahwa pertumbuhan ikan nila dan ikan sapu-sapu harus diantisipasi karena memiliki potensi yang tinggi pula untuk menjadi ikan invasif. Penelitian terbaru mengenai analisis risiko keberadaan ikan introduksi dilakukan oleh Hendrawan *et al.*, (2021) di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. Nilai risiko ekologi yang tertinggi adalah ikan oskar dengan nilai 56, diikuti oleh ikan nila dan ikan sapu-sapu. Walaupun lebih rendah dibandingkan ikan zebra di Danau Beratan dan ikan louhan di Danau Matano. Risiko ekologi yang terendah adalah ikan bandeng. Ikan bandeng memiliki risiko ekologi yang rendah karena mampu memanfaatkan pakan alami yang dominan berupa fitoplankton sekaligus memulihkan kesuburan perairan. Sementara ikan oskar yang memiliki risiko

ekologi tertinggi memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan sehingga dapat dikatakan unggul dalam segi kompetisi dengan ikan asli pada aspek ruang dan makanan.

3. Analisis Status Ekologi sebagai Acuan Pengambilan Keputusan Pengendalian Spesies Asing Invasif

Spesies asing invasif diketahui telah mendominasi beberapa perairan di Indonesia sehingga perlu dilakukan pengendalian yang tepat. Menurut Hediando *et al.*, (2019), terdapat pengambilan keputusan tertentu yang dapat dilakukan terhadap spesies asing invasif yang telah mendominasi perairan. Pengendalian spesies asing invasif merupakan cara yang paling rasional untuk dilakukan, disamping itu pemberantasan total atau eradikasi juga dapat dilakukan namun belum terdapat metode yang aman untuk memberantas populasi spesies asing sampai menyentuh angka 0 (nol). Untuk menentukan keputusan pengendalian perlu dilakukan analisis status ekologi, di mana di dalamnya terdapat beberapa parameter yang menunjukkan karakteristik perairan.

Analisis kondisi ekologi ini mengacu pada riset model dan teknologi pengendalian spesies asing invasif Cichlid dari Hediando *et al.*, (2019), meliputi beberapa parameter yakni potensi dispersal, status konservasi, dan nilai perikanan danau baik pada badan perairan itu sendiri dan pada daerah tangkapan air. Daerah tangkapan air adalah suatu area yang dibatasi oleh punggung-punggung bukit berfungsi sebagai penadah air hujan dan menjadi tempat resapan air (Ichsan, 2022). Analisis ini memiliki nilai maksimal 15. Nilai dari analisis ini menunjukkan kondisi ekologis perairan ke dalam tiga tingkat yakni rendah, moderat, dan tinggi. Tingkat rendah bernilai ≤ 5 dengan interpretasi tidak perlu dilakukan pengendalian apapun, tingkat moderat bernilai 6 – 9 dengan interpretasi perlu melakukan kontrol dan pengurangan populasi spesies asing invasif, dan tingkat tinggi bernilai ≥ 10 dengan interpretasi perlu dilakukan eradikasi atau pemberantasan total spesies asing invasif.

Berdasarkan kajian riset model dan teknologi pengendalian spesies asing invasif oleh Hediando *et al.*, (2019) di Waduk Sermo, didapatkan status ekologi Waduk Sermo bernilai 9.

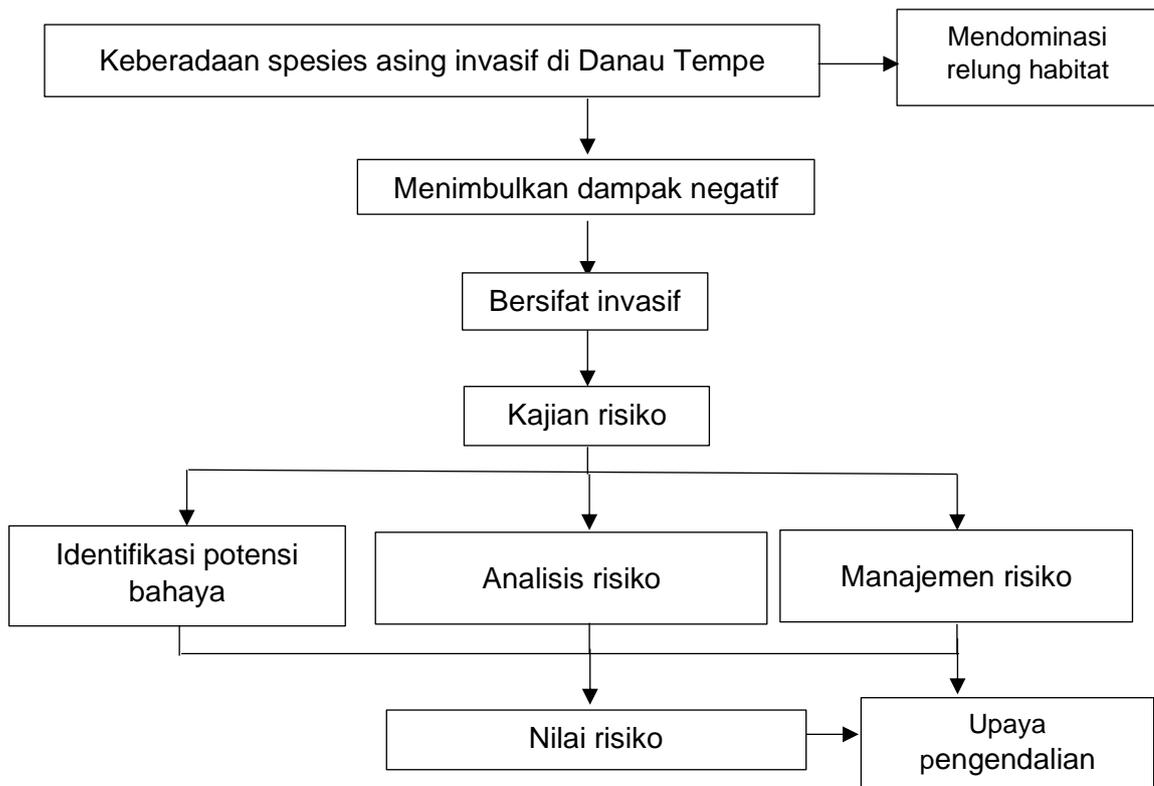
F. Hipotesis

Hipotesis atau juga dapat disebut sebagai kesimpulan sementara pada penelitian ini adalah H_0 = spesies asing tidak menimbulkan risiko ekologi di Danau Tempe dan H_1 = spesies asing menimbulkan risiko ekologi di Danau Tempe.

G. Kerangka Pikir Penelitian

Keanekaragaman iktiofauna di Danau Tempe terancam oleh keberadaan spesies asing dan terdapat spesies asing invasif yang sudah berkembang biak dan mendominasi Danau Tempe, diketahui populasinya makin meningkat setiap tahunnya. Ancaman dan risiko ekologi yang ditimbulkan dari keberadaan spesies asing invasif dapat diukur dengan melakukan kajian risiko spesies invasif. Kajian risiko merupakan salah satu langkah penilaian yang terdiri atas beberapa komponen untuk mengukur dampak risiko ekologi yang ditimbulkan. Kajian risiko bermanfaat untuk mengidentifikasi spesies yang cenderung menjadi invasif, mengukur nilai risiko yang ditimbulkan, serta memberikan upaya mitigasi atau pengendalian yang sesuai. Saat ini diketahui ada beberapa spesies yang tercatat sebagai spesies asing invasif dan sudah ditemukan di Danau Tempe namun masih kurang diperhatikan dan belum banyak dikaji.

Oleh karena itu perlu dilakukan kajian risiko untuk mengukur nilai risiko ekologi dan untuk menyusun upaya pengendalian spesies asing invasif. Kajian risiko terdiri atas tiga tahap yakni identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan manajemen risiko. Berikut Skema kerangka pikir pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pikir penelitian