PENDEKATAN BARU DALAM PENILAIAN STATUS KONSERVASI DAN PENERAPANNYA PADA IKAN PELANGI ENDEMIK PAPUA

NEW APPROACH IN THE ASSESSMENT OF SPECIES CONSERVATION STATUS AND ITS APPLICATION ON THE PAPUA'S ENDEMIC RAINBOWFISHES

Henderite L. Ohee^{1*}, Jatna Supriatna², Yance de Fretes³

¹Jurusan Biologi-Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam-Universitas Cendrawasih
Jl. Kamp. Wolker Waena, Jayapura, Papua, Indonesia 99358

²Jurusan Biologi-Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam-Universitas Indonesia,
Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia 16424

³Conservation International Indonesia- Manokwari
Jl. Transito Wosi, Wosi, Manokwari, Papua Barat, Indonesia 98312

Dikirim: 12 November 2021; Disetujui: 27 November 2021; Diterbitkan: 16 Desember 2021

DOI: [10.47039/ish.3.2021.113-126](https://doi.org/10.47039/ish.3.2021.113-126)

Inti Sari

Secara berkala, IUCN mengeluarkan daftar spesies terancam dan status konservasinya melalui *Red List*. Indonesia juga mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 menetapkan kriteria penentuan spesies lindung dan status perlindungannya. Kedua ketentuan ini dibuat berdasarkan penilaian ukuran populasi dan ancaman terhadap habitat, serta tekanan pemanfaatan sebagai faktor utama penentuan kriteria keterancaman dan status konservasi spesies. Namun, dalam pelaksanaannya kriteria ini sulit dilaksanakan karena keterbatasan data dan informasi sementara tingkat ancaman, terutama perubahan dan kehilangan habitat terus meningkat sejalan dengan peningkatan pembangunan. Penelitian ini mengusulkan suatu pendekatan baru dalam menilai status keterancaman species, terutama menggunakan kriteria yang digunakan IUCN yaitu penilaian atas keadaan habitat (kehilangan dan kerusakan). Pendekatan baru ini diterapkan dalam penilaian ikan pelangi endemik Papua. Penilaian dilaksanakan dengan melakukan tupang susun daerah penyebaran ikan endemik dengan berbagai kegiatan pembangunan, baik yang sedang berjalan maupun dalam tahapan perencanaan dengan *Arcgis*. Daerah penyebaran yang ditumpang susun dengan berbagai kegiatan pembangunan berskala besar kemudian dihitung luas daerah penyebaran ikan yang terancam. Sebuah matrik dibuat untuk menghitung berbagai ancaman atas habitat atau daerah penyebaran tiap spesies yang dianalisa untuk menentukan tingkat keterancaman spesies dan status konservasinya. Pendekatan analisa ini menyimpulkan ada empat spesies kritis, 11 spesies terancam dan 15 spesies rawan. Pendekatan ini memungkinkan penilaian status dapat dilaksanakan beberapa spesies bersamaan dibandingkan dengan penilaian yang menggunakan penilaian populasi sebagaimana dianjurkan IUCN. Namun pendekatan lebih tepat bagi spesies dengan habitat penyebaran tertentu atau daerah penyebaran telah diketahui, seperti spesies yang terdapat pada danau, pulau atau puncak gunung dan spesies yang daerah penyebarannya telah terpetakan dengan jelas.

Kata Kunci: pendekatan, GIS, ikan pelangi Papua, status konservasi spesies.

* Korespondensi Penulis

Tlp : +62812 4844 6036

Email : henderite.ohee@gmail.com

Abstract

Periodically, the IUCN issued list of threatened species through its Red List. The threatened was done by assessment of species population size, reduction of its original habitats, and level of human pressures through hunting or harvest. In Indonesia, the Government has issued Governmental Decree No. 7/1999, which outlines criteria for determine species conservation and its protection status. This research proposed new approach that primarily based on the IUCN's criteria on the assessment of habitat conditions (habitat loss and degradation). The proposed approach has been applied for the assessment of endemic Papua's rainbowfishes. The threat assessment was done by overlay the known habitat of endemic rainbowfishes over the existing or planned large scale development activities using GIS (Geographic Information System). The overlaid areas of known rainbowfishes' habitats and areas designated for each larger scale development activities were calculated to determine the percentage of the habitat under threat. A matrix was developed to capture existing conflicts, which along with other factor (size of original habitat) to determine conservation status of species assessed. The assessment indicated that 4 species as critical, eleven species indicated as endangered and another 15 species as vulnerable. Using this approach, number of species can be assessed in a short-time, as compared to any population studies as suggested in the IUCN criteria. This approach is more applicable to assess species with discrete habitats or well-defined distributions, such as species found lake, island or mountain ridge, and species that have detailed information on their distribution.

Keywords: approach, GIS, Papua rainbowfish, species conservation status.

I. PENDAHULUAN

Tanah Papua merupakan salah satu daerah yang memiliki keanekaragaman hayati tertinggi di Indonesia, bahkan mungkin merupakan daerah terkaya dan paling beragam ekosistemnya di kawasan Pasifik tropis (Conservation International, 1999; Mack dan Alonso, 2000). Selain kaya, Tanah Papua juga memiliki tingkat endemisitas jenis yang tinggi untuk berbagai taxa (FAO, 1981, C 'amara-Leret, et al 2020), salah satunya adalah ikan air tawar. Ikan air tawar di New Guinea berjumlah 329 spesies (Allen, 1991). Sama seperti taxa lainnya, penelitian-penelitian selanjutnya telah menambah jumlah tersebut menjadi 385 spesies, dimana sekitar 60% merupakan spesis endemic (Allen et al., 2002). Salah satu

famili yang endemik di New Guinea adalah ikan pelangi (Famili Melanotaeniidae).

Papua sebagaimana daerah lainnya di Indonesia dan daerah tropis umumnya juga memiliki daftar panjang jenis tumbuhan dan satwa terancam sebagai akibat kegiatan manusia, yang berakibat pada pengurangan atau bahkan kehilangan habitat alami, pemanfaatan yang berlebihan serta kompetisi dengan spesies eksotik. Jenis-jenis ini membutuhkan usaha pelestarian secepatnya agar terhindar dari kepunahan. Keterbatasan dana dan sumber daya membuat pemerintah dan pelaksana konservasi harus membuat prioritas dalam usaha pelestarian. Ini hanya dapat dilaksanakan bila telah diketahui status konservasi jenis. Penilaian status konservasi dan penentuan kategori keterancaman (atau tingkat ancaman) ini dimaksudkan agar jenis-jenis tumbuhan dan satwa bisa memperoleh perlindungan yang memadai berdasarkan kategori keterancaman.

Papua dan daerah tropis lainnya, yang memiliki banyak spesies endemik dan juga mengalami banyak perubahan habitat menghadapi kendala dalam pelaksanaan konservasi atau spesies lindung karena banyak spesies tumbuhan dan satwa di Papua belum dapat ditentukan status konservasinya saat ini, karena terbatasnya data dan informasi mengenai spesies tersebut. Selain terbatasnya informasi, kriteria yang digunakan dalam penilaian dan penentuan status konservasi spesies sangat kompleks. Serangkaian data biologi dan ekologi yang komprehensif dalam skala ruang (*spatial*) dan waktu (*temporal*) diperlukan untuk menentukan status konservasi spesies.

Penentuan status konservasi spesies di Indonesia ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, mengacu pada pendekatan yang digunakan oleh *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Kedua pendekatan ini, terutama pendekatan yang digunakan oleh IUCN, walaupun sangat handal dan komprehensif, tetapi memerlukan data yang terinci dalam skala ruang dan waktu. Seperti ukuran populasi dari spesies yang dinilai. Informasi biasanya hanya dapat dikumpulkan lewat penelitian yang panjang dan berulang, demikian juga dengan informasi penyebarannya. Terbatas

penelitian spesies di daerah tropis membuat ini relatif sulit dilaksanakan. Kalaupun dapat dilaksanakan, maka kegiatan memerlukan waktu yang relatif lama dan biaya yang besar, terutama penelitian tentang ukuran populasi jenis. Hal ini disebabkan faktor-faktor yang berperan dalam fluktuasi populasi suatu spesies di alam, harus diukur dan diamati secara teratur dan dalam kurun waktu tertentu. Faktor-faktor tersebut adalah natalitas, mortalitas, emigrasi dan imigrasi (Krebs, 2001).

Tantang lainnya, PP Nomor 7 Tahun 1999 tidak memberikan kriteria yang lebih jelas daripada IUCN dalam penentuan status keterancaman suatu spesies. Pendekatan ini pun memerlukan proses yang panjang dalam menilai dan menentukan status perlindungan jenis tumbuhan dan satwa di Indonesia.

Di sisi lain, ancaman terhadap pelestarian berbagai jenis tumbuhan dan satwa terus meningkat, sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan. Papua misalnya, sejak ditetapkan sebagai daerah otonomi khusus berdasarkan Undang-Undang No. 21 Tahun 2001 Tentang Otonomi Khusus Bagi Provinsi Papua, memberikan wewenang kepada pemerintah daerah untuk mengelola sumber daya alamnya. Sebuah analisa oleh *Conservation International* (CI), *Forest Watch Indonesia* (FWI) dan Badan Planologi (BAPLAN) Departemen Kehutanan tahun 2001-2002, menyimpulkan bahwa laju penurunan luas hutan alam di Papua cukup signifikan. Pada periode 1986-1998 penurunan luas hutan sekitar 0,2% (67.000 ha) atau sekitar 0,01% (5.500 ha) per tahun, namun pada periode 1998-2000 meningkat menjadi sekitar 11,7% (4.900.000 ha) atau 5,8% (2,450.000 ha) per tahun. Penurunan luas hutan dalam kurun waktu 1998-2000 cukup signifikan, memberikan gambaran bahwa telah terjadi peningkatan kegiatan pembangunan atau pemanfaatan lahan yang cukup pesat. Hutan dikonversi untuk berbagai kebutuhan pembangunan, dieksplotasi oleh perusahaan hak pengusahaan hutan (HPH) dan pembalakan liar (Sumantri, 2002).

Pencegahan kerusakan habitat dan penekanan ancaman keanekaragaman hayati yang lebih banyak memerlukan suatu pendekatan penilaian dan penentuan status konservasi jenis yang lebih praktis. Pendekatan seperti itu harus dapat dilaksanakan secara cepat, dapat diterima secara ilmiah, dan

diharapkan dapat menentukan status perlindungan jenis yang bersangkutan.

Penelitian ini bertujuan mengusulkan suatu pendekatan baru untuk menilai dan menentukan status konservasi jenis. Pendekatan ini menitikberatkan pada penilaian salah satu ancaman utama terhadap pelestarian jenis yaitu kerusakan dan kehilangan habitat. Pendekatan ini merupakan penyederhanaan dari kriteria yang digunakan oleh IUCN, dengan menitikberatkan pada penilaian pada ancaman kerusakan dan kehilangan habitat. Pendekatan ini selanjutnya digunakan untuk menilai dan menentukan status konservasi ikan pelangi endemik Papua. Penelitian ini hanya terbatas untuk menentukan status konservasi, sedangkan proses pengusulan menjadi spesies lindungan tidak dibahas dalam penelitian ini.

Metode ini diharapkan dapat menentukan status konservasi ikan pelangi Papua dan spesies lainnya yang belum dapat dinilai dengan pendekatan yang digunakan oleh IUCN atau PP No. 7 Tahun 1999. Diharapkan pendekatan ini dapat menjadi salah satu strategi konservasi spesies dapat dilakukan dengan tepat dan sesuai sasaran.

II. METODE

Pengumpulan data dilakukan pada Januari-Desember 2004, di kabupaten dan Kota Jayapura, Papua. Peta distribusi ikan pelangi endemik Papua, mengacu pada Allen (1991, 1995, 1998), Allen dan Renyaan (1998, 2000a); Allen dan Renyaan (2000b). Peta kegiatan pembangunan, yaitu HPH (BAPLAN, 2001a), perkebunan (BAPLAN, 2001b), pertambangan (Conservation International, 1999), dampak pembuatan jalan (Mertens, 2002), peta Provinsi Papua dengan perubahan jumlah kabupaten (BP3D Provinsi Papua, 2003), peta pertumbuhan penduduk Papua (BAPPEDA dan BPS Provinsi Irian Jaya, 2000; BP3D dan BPS Provinsi Papua, 2003), peta dampak pembuatan jalan dipakai berdasarkan hasil analisa spasial pada Rapid Assessment of Conservation and Economy (RACE) yang dilakukan oleh CI dan Center for International Forestry Research (CIFOR) (Mertens, 2002). Penelitian ini menggunakan hasil analisa tersebut dengan skenario dampak pembangunan jalan 10 km dan 20 km sisi kiri dan kanan jalan, pada jalan yang telah dibangun maupun yang masih dalam perencanaan. Seluruh peta yang digunakan

berskala 1: 3.750.000.

Kriteria utama yang digunakan dalam pendekatan ini adalah 1) adanya kegiatan pembangunan pada daerah penyebaran jenis yang dinilai (kegiatan konversi hutan untuk HPH, perkebunan, kegiatan pertambangan dan pembuatan jaringan jalan); 2) perubahan status administrasi pemerintahan yang langsung berhubungan dengan daerah penyebaran spesies yang dinilai atau berhubungan langsung dengan pelestarian habitat spesies tersebut; dan 3) peningkatan jumlah penduduk yang signifikan dalam waktu 5 atau 10 tahun terakhir.

Daerah penyebaran tiap spesies ikan pelangi endemik dipetakan menggunakan Argis (Gambar 1). Untuk data penyebaran yang berupa titik (*collection points*) dipetakan mengikuti daerah aliran sungai (DAS) atau danau. Peta ini kemudian ditumpang susun dengan peta HPH (Gambar 2), daerah yang berpotensi untuk kegiatan pertambangan (Gambar 3), konsesi perkebunan (Gambar 4), dan jaringan jalan yang sudah dibangun maupun yang sedang direncanakan (Gambar 5). Peta ini juga ditumpang susun dengan peta Provinsi Papua dengan 26 kabupaten yang ada sekarang (Gambar 6), dengan memperhatikan laju pertumbuhan penduduk di masing-masing daerah habitat ikan pelangi, serta ditumpang susun dengan peta kawasan konservasi di Papua (Gambar 7). Gambar 6 merupakan peta kabupaten-kabupaten yang laju pertumbuhan penduduknya di atas rata-rata Papua (3,18% per tahun) (BP3D dan BPS Provinsi Papua, 2003), dibedakan dengan yang laju pertumbuhan penduduk di bawah rata-rata.

Hasil tumpang susun dihitung berapa luas daerah penyebaran ikan pelangi yang tumpang tindih (terancam) di dalam tiap kriteria yang digunakan dalam pendekatan ini. Hasil perhitungan ini ditampilkan dalam sebuah matriks untuk menentukan status konservasi tiap spesies ikan pelangi endemik.

Penilaian status dan prioritas konservasi ikan pelangi lebih banyak bersifat kuantitatif, dengan menitikberatkan pada gabungan (akumulasi) faktor-faktor utama, yaitu:

1. Luas penyebaran ikan pelangi. Penyebaran ikan pelangi memakai standar luas minimum bagi spesies yang daerah penyebarannya terbatas yaitu $<50.000 \text{ km}^2$. Standar luas

ini dipakai sebagai salah satu kriteria untuk menentukan daerah-daerah kunci keanekaragaman hayati (*key biodiversity areas* atau KBA) (Eken et al., 2004). Pada penelaahan ini luas penyebaran ikan pelangi dibedakan menjadi tiga kriteria yaitu: terbatas ($1.000\text{-}50.000 \text{ km}^2$), sempit ($100\text{-}1.000 \text{ km}^2$), dan sangat sempit ($<100 \text{ km}^2$).

2. Status kegiatan eksploitasi (*current or future threats*) yang bertumpang tindih dengan penyebaran ikan pelangi. Terutama jika terdapat kegiatan pembalakan saat ini, maupun dalam waktu lima tahun yang akan datang, serta luas daerah ketercakupan 50% atau lebih.
3. Informasi aktual, apakah ada kegiatan pemanfaatan, ada tidaknya spesies eksotik pada habitat ikan tersebut, serta rekomendasi dari penelitian.
4. Hasil analisis kesenjangan (*gap analysis*) antara daerah penyebaran ikan pelangi endemik dan kawasan suaka alam di Papua, untuk melihat apakah daerah penyebaran telah berada dalam kawasan suaka alam (sudah dilindungi).

Spesies yang berstatus konservasi kritis dan terancam dikategorikan terancam dalam penelitian ini, sedangkan 2 status lainnya, rawan dan membutuhkan perhatian belum terancam. Status dan prioritas konservasi spesies ditetapkan berdasarkan ketentuan bahwa spesies ikan pelangi yang memenuhi:

1. Kriteria 1-4, status konservasi: kritis, prioritas I.
2. Kriteria 1 dan 2 di antara 3 kriteria yang lain (kriteria 1,2,3; atau 1,2,4; atau 1,3,4), status konservasi: terancam, prioritas II.
3. Kriteria 1 dan salah satu dari 3 kriteria yang lain (kriteria 1,2; atau 1,3; atau 1,4), status konservasi: rawan, prioritas III.
4. Kriteria 1 saja, status konservasi: membutuhkan perhatian, prioritas IV.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Luas Penyebaran Ikan Pelangi

Ikan pelangi endemik Papua ini tersebar pada 27 daerah sungai dan danau, dengan luas sekitar 8,2 juta ha atau sekitar 19,5% dari luas wilayah daratan Papua. *Melanotaenia irianjaya* memiliki daerah penyebaran paling luas yaitu 2.600.000 ha, di Semenanjung Bomberai dan Vogelkop. Sebaliknya, *M. parva*

memiliki daerah penyebaran paling sempit yaitu hanya 59 ha di Danau Kurumoi, Teluk Bintuni (Gambar 1). Luas daerah penyebaran 13 spesies lainnya antara 0,1-2.600.000 ha dan dikategorikan terbatas. Ada enam spesies dengan daerah penyebaran yang sempit yaitu berkisar antara 10.000-100.000 ha, sedangkan 11 spesies memiliki daerah penyebaran yang sangat sempit yaitu <10.000 ha.

B. Ancaman Terhadap Habitat

Habitat ikan pelangi endemik Papua mendapat ancaman dari berbagai kegiatan pembangunan di Papua. Ada daerah penyebaran dari 19 spesies dalam wilayah konsesi penebangan hutan (HPH). Luas daerah konsesi HPH sekitar 6.600.000 ha atau 15,7% luas wilayah Papua (Gambar 2). Daerah penyebaran delapan spesies diantaranya sebagian besar ($\geq 50\%$) berada dalam wilayah konsesi HPH. Dua spesies yaitu *Pelangia mbutaensis* yang terdapat di Danau Mbuta, Teluk Etna dan *Melanotaenia maylandi* yang ditemukan di anak sungai dekat Danau Bira Mamberamo seluruh daerah penyebarannya

tercakup di dalam daerah konsesi HPH.

Ada 26 wilayah yang berpotensi untuk konsesi pertambangan dengan luas sekitar 14.500.000 ha atau sekitar 34,5% luas wilayah Papua. Daerah penyebaran 21 spesies ikan pelangi berada di dalam kawasan tersebut, dimana 17 spesies daerah penyebarannya sebagian besar ($\geq 50\%$) berada di dalam wilayah potensi konsesi pertambangan. Ada enam spesies yaitu *M. batanta* dan *Melanotaenia* sp. (Batanta) di Pulau Batanta, *M. angfa*, di Sungai Yakati, *M. parva* di Danau Kurumoi, *C. bleheri* dan *M. maylandi* di Sistem Sungai Mamberamo seluruh daerah penyebarannya berada di dalam kawasan eksplorasi pertambangan.

Tercatat 22 perusahaan perkebunan yang melakukan eksploitasi di Papua (BAPLAN 2001b) dengan luas sekitar 540.000 ha. Daerah distribusi 10 spesies ikan pelangi tercakup di dalam wilayah konsesi 10 perusahaan. Cakupan daerah-daerah konsesi perkebunan dalam daerah distribusi ikan pelangi ini relatif kecil, berkisar antara 0,05-21% (100-30.000 ha) (Gambar 4).

Gambar 1. Peta Penyebaran 30 Spesies Ikan Pelangi Endemik Papua

Gambar 2. Peta Tumpang Tindih Daerah Penyebaran Ikan Pelangi Dalam Konsesi HPH

Gambar 3. Peta Daerah Penyebaran Ikan Pelangi Endemik Pada Daerah Potensi Konsesi Pertambangan di Papua

Gambar 4. Peta Tumpang Tindih Daerah Penyebaran Ikan Pelangi Endemik Dalam Lahan Konsesi Perkebunan di Papua

Gambar 5. Peta Penyebaran Ikan Pelangi Pada Daerah yang Terkena Dampak 10 dan 20 km Jalan yang Sudah Ada dan yang Sedang Direncanakan

Gambar 6. Peta Penyebaran Ikan Pelangi Endemik Per Kabupaten di Papua

Gambar 7. Peta Ketercakupan Daerah Penyebaran Ikan Pelangi Dalam Kawasan Konservasi

Daerah distribusi 20 spesies ikan pelangi sebagian besar atau seluruhnya berada di dalam daerah yang terkena dampak pembangunan jalan yang sudah ada saat ini di Papua (Gambar 5). Pembangunan jaringan jalan yang sedang direncanakan akan menambah luas perubahan habitat beberapa spesies ikan pelangi.

Tercatat tahun 1999-2004, terjadi penambahan jumlah kabupaten yang signifikan di Papua, dari 12 menjadi 26 kabupaten (Gambar 6). Daerah penyebaran 26 spesies endemik (87%) berada di wilayah administrasi 11 kabupaten baru dan wilayah kabupaten yang lama. Daerah penyebaran 20 spesies diantaranya sebagian besar terdapat di wilayah kabupaten baru (Gambar 6).

Penduduk Papua berdasarkan sensus tahun 2000 berjumlah 2.233.530 jiwa. Rata-rata laju pertumbuhan penduduk Papua selama periode 1971-1980 sebanyak 2,6%, periode 1980-1990 tumbuh 3,46%, sedangkan pada kurun waktu 1990-2000 bertumbuh sebesar 3,18% (BP3D dan BPS Provinsi Papua, 2003). Kabupaten-kabupaten yang laju pertumbuhan penduduknya lebih dari 3,18% per tahun adalah Merauke, Manokwari, Paniai, Nabire, Mimika, Sorong, FakFak, Jayawijaya, Jayapura dan kota Jayapura. Gambar 6 menyajikan daerah penyebaran 26 spesies endemik berada di dalam batas administrasi.

Hasil analisa kesenjangan menunjukkan bahwa 16 spesies ikan pelangi (53%) daerah penyebarannya tercakup dalam 22 kawasan konservasi, dengan luas penyebaran sekitar 2,2 juta ha atau sekitar 27% dari seluruh luas penyebaran spesies endemik. Kesenjangan antara daerah penyebaran ikan pelangi dan kawasan konservasi sebesar 73% atau 6.000.000 ha. Ada 16 spesies memiliki daerah penyebaran terbatas (*restricted range species*), <50.000 km² (5.000.000 ha) (Eken et al., 2004).

Sekitar 75% (12 spesies) memiliki daerah penyebaran 0,1-2,6 juta ha, sedangkan 4 spesies lainnya memiliki daerah penyebaran sempit yaitu <100.000 ha. Empat spesies tersebut adalah *M. arfakensis* di Sungai Prafi, Manokwari, *M. batanta* dan *Melanotaenia* sp. (*Batanta*) di Pulau Batanta, Kepulauan Raja Ampat dan *M. angfa* di Sungai Yakati, Teluk Bintuni. Luas penyebaran sekitar berturut-turut 53.000 ha, 45.000 ha, dan 27.000 ha. Walaupun penyebaran 16 spesies ini tercakup

dalam kawasan konservasi, namun luasannya sangat kecil dibandingkan daerah yang berada di luar kawasan.

Berdasarkan akumulasi ancaman berbagai faktor di atas terdapat 15 spesies ikan pelangi statusnya terancam. Empat spesies tersebut, *Chilaterina sentaniensis*, *Glossolepis incisus*, *Majamaruensis* dan *M.boesemani* berstatus kritis. Spesies ini seharusnya mendapat prioritas pertama untuk ditelaah mendapat status perlindungannya. Sebelas spesies berstatus terancam dan mendapat prioritas kedua. Lima belas spesies sisanya berstatus rawan, dan dalam penelitian ini dikategorikan belum terancam dan mendapat prioritas ketiga untuk ditelaah lebih lanjut (Tabel 1).

Status konservasi dan status perlindungan spesies di Indonesia ditentukan berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis-Jenis Tumbuhan dan Satwa. Akan tetapi, penentuan status konservasi dengan pendekatan peraturan ini relatif lebih sulit dilakukan dan membutuhkan waktu yang relatif lama. Bukan hanya proses pengusulan sampai penentuan perlindungan oleh lembaga yang berwenang, proses penelitiannya pun memerlukan waktu yang lama dan biaya yang relatif besar.

Monk, et al. (2000) menganjurkan, jika memungkinkan spesies yang terancam, pelestarian habitat menjadi prioritas pertama dalam usaha-usaha pelestarian alam. Oleh karena itu, pendekatan penilaian status konservasi spesies dengan menitikberatkan pada ancaman rusak dan hilangnya habitat diharapkan dapat menjawab kebutuhan tersebut. Selain itu, pendekatan ini dapat dilakukan dalam waktu yang relatif lebih singkat, sehingga keputusan perlindungan jenis akan semakin cepat dapat diambil.

Pertimbangan utama untuk menitikberatkan penilaian status pada kerusakan dan kehilangan habitat karena kerusakan habitat merupakan ancaman utama pada pelestarian keanekaragaman hayati. *Conservation International* (CI, 2004) misalnya menyimpulkan bahwa kerusakan dan kehilangan habitat merupakan ancaman terbesar ($\pm$ 90%) untuk taksa burung, mamalia dan tumbuhan, melebihi ancaman yang disebabkan oleh pemanfaatan langsung. Pertimbangan lainnya, IUCN kebanyakan

Tabel 1.
Status Konservasi Spesies Ikan Pelangi Endemik Papua

No	Nama spesies	Daerah Penyebaran	Kriteria	Skala Prioritas	Status konservasi
1	<i>Chilaterina sentaniensis</i>	Danau Sentani, Jayapura	1,2,3,4	I	Kritis
2	<i>Glossolepis incisus</i>	Danau Sentani, Jayapura	1,2,3,4	I	Kritis
3	<i>Melanotaenia ajamaruensis</i>	Danau Ayamaru, Sorong	1,2,3,4	I	Kritis
4	<i>M. boesemani</i>	Danau Ayamaru, Sorong	1,2,3,4	I	Kritis
		Danau Aitinjo, Sorong	1,2,3,4	I	Kritis
5	<i>C. bleheri</i>	Danau Bira, Mamberamo	1,2,4	II	Terancam
6	<i>G. pseudoincisus</i>	Sungai Tami dan sekitarnya, Jayapura	1,2,4	II	Terancam
7	<i>G. dorityi</i>	Sungai Grime, Jayapura	1,2,4	II	Terancam
8	<i>M. arfakensis</i>	Sungai Prafi Manokwari	1,2,3	II	Terancam
9	<i>M. corona</i>	Sungai Sermowai, Jayapura	1,2,4	II	Terancam
10	<i>M. kamaka</i>	Danau Kamakawaiar, Kaimana	1,2,4	II	Terancam
11	<i>M. lakamora</i>	Danau Lakamora, Kaimana	1,2,4	II	Terancam
		Danau Aiwaso, Kaimana			
12	<i>M. maylandi</i>	Anak sungai dekat D. Bira, Mamberamo	1,2,4	II	Terancam
13	<i>M. parva</i>	Danau Kurumoi	1,2,4	II	Terancam
14	<i>M. pierucciae</i>	Anak Sungai Werfyang, Kaimana	1,2,4	II	Terancam
15	<i>Pelangia mbutaensis</i>	Danau Mbuta, Kaimana	1,2,4	II	Terancam
16	<i>C. pricei</i>	P. Yapen	1,2	III	Rawan
17	<i>C. alleni</i>	Sungai Wapoga	1,2	III	Rawan
18	<i>G. leggeti</i>	Sungai Wapoga	1,2	III	Rawan
19	<i>M. angfa</i>	Sungai Yakati	1,2	III	Rawan
20	<i>M. batanta</i>	P. Batanta, Kep. Raja Ampat	1,2	III	Rawan
21	<i>M. catherinae</i>	P. Waigeo, Kep. Raja Ampat	1,2	III	Rawan
22	<i>M. fredericki</i>	P. Salawati, Kep. Raja Ampat	1,2	III	Rawan
		sungai-sungai kecil dekat Sorong	1,2	III	Rawan
		di ujung barat Semenanjung Vogelkop			
23	<i>M. irianjaya</i>	Semenanjung Bomberai&	1,2	III	Rawan
		Vogelkop			
24	<i>M. jappenensis</i>	P. Yapen	1,2	III	Rawan
25	<i>M. misoolensis</i>	P. Misool, Kep. Raja Ampat	1,2	III	Rawan
26	<i>M. ogilbyi</i>	Sungai Lorentz bagian bawah	1,2	III	Rawan
27	<i>M. praecox</i>	Sungai Wapoga	1,2	III	Rawan
		Mamberamo bagian tengah	1,2	III	Rawan
28	<i>M. rubripinnis</i>	Sungai Wapoga	1,2	III	Rawan
29	<i>M. vanheurni</i>	Sungai Idenburg	1,2	III	Rawan
30	<i>Melanotaenia</i> sp. (Batanta)	P. Batanta, Kep. Raja Ampat	1,2	III	Rawan

melakukan penilaian status konservasi spesies hanya pada kerusakan habitat asli. Walaupun lembaga ini menetapkan ukuran dan penurunan populasi sebagai salah satu faktor dalam penentuan status konservasi, tetapi karena keterbatasan data maka kriteria ini jarang digunakan.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini, dapat digunakan lagi untuk penilaian taksa atau jenis lainnya. Walaupun proses penilaian ini memerlukan waktu untuk memetakan kegiatan pembangunan dari beberapa sumber dan instansi pemerintah, serta dengan peta dan skala yang berbeda. Akan tetapi jauh lebih mudah dilaksanakan, dibandingkan dengan penelitian ukuran populasi yang memerlukan waktu lama dan dana besar.

Kriteria utama yang digunakan dalam penilaian ancaman habitat adalah ada atau tidaknya kegiatan pembangunan yaitu HPH, pertambangan, perkebunan dan jalan, disamping kriteria yang lain. Kegiatan-kegiatan pembangunan yang dipakai dalam pendekatan ini dipilih dengan pertimbangan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yang berhubungan langsung dengan keberadaan habitat ikan pelangi endemik Papua.

Kegiatan-kegiatan pembangunan ini melakukan eksploitasi di daratan, namun dampak yang ditimbulkan tidak hanya mempengaruhi lingkungan daratan, tetapi juga lingkungan perairan yang ada di sekitarnya. Setidaknya ada lima faktor yang menyebabkan degradasi lingkungan perairan dan fauna yang ada di dalamnya, di antaranya adalah perubahan habitat. Perubahan habitat oleh kegiatan di daratan merupakan faktor yang mengancam ekosistem perairan, misalnya terjadi pengendapan dan kekeruhan. Pengendapan dari erosi di daratan dapat merugikan karena menutupi daerah bertelur dengan sedimen, merusak sumber makanan benthik dan mengurangi tingkat kejernihan air bagi penglihatan ikan untuk mencari makan (Moyle dan Leidy, 1992).

Ilmuwan dan pelaku konservasi di Papua menyebutkan bahwa ancaman utama terhadap ekosistem di Papua adalah proyek-proyek besar di bidang infrastruktur. Proyek-proyek itu seperti, pembangunan bendungan dan jalan, pertambangan skala besar dan kecil, serta

pengembangan minyak dan gas bumi. Konversi hutan untuk perkebunan dan transmigrasi, proyek pertanian, pembalakan hutan, dan introduksi spesies eksotik (*Conservation International*, 1999). Pendapat ini diperkuat dengan hasil analisis tentang laju kerusakan hutan di Papua yang dilakukan oleh CI, FWI dan BAPLAN, Departemen Kehutanan tahun 2001-2002. Analisa ini menyimpulkan bahwa laju penurunan luas hutan alam di Papua cukup signifikan. Pada periode 1986-1998 penurunan luas hutan sekitar 0,2% (67.000 ha) atau sekitar 0,01% (5.500 ha) per tahun, namun pada periode 1998-2000 meningkat menjadi sekitar 11,7% (4.900.000 ha) atau 5,8% (2.450.000 ha) per tahun (Sumantri, 2002).

Sejak tahun 2001 Papua ditetapkan sebagai daerah dengan status otonomi khusus, berdasarkan Undang-Undang No. 21 Tahun 2001 Tentang Otonomi Khusus Bagi Provinsi Papua. Undang-undang ini memberikan kewenangan pada pemerintah daerah untuk mengelola sumber daya alamnya dengan lebih leluasa. Sejalan dengan itu, sejak tahun 2001 terjadi pemekaran wilayah Papua. Jumlah kabupaten di Papua meningkat dari 12 menjadi 26 dalam kurun waktu lima tahun (BP3D dan BPS Provinsi Papua, 2003). Perubahan ini diikuti dengan meningkatnya kegiatan pembangunan di masing-masing kabupaten, khususnya di kabupaten-kabupaten yang baru. Pembukaan daerah kabupaten atau kecamatan baru tentunya membutuhkan pembukaan lahan baru. Lahan ini dibutuhkan untuk pembangunan sarana dan prasarana, infrastruktur, serta untuk kegiatan ekonomi penghasil sumber pendapatan asli daerah (PAD) untuk membiayai kegiatan rutin pemerintah dan pembangunan, dan keadaan ini mendorong konversi hutan alam terus berlanjut.

Perubahan status administrasi dan laju pertumbuhan penduduk ditelaah dalam penelitian ini. Kedua faktor ini mendorong perubahan dan hilangnya habitat, walaupun secara tidak langsung. Perubahan administrasi menimbulkan dampak seperti telah dijelaskan sebelumnya. Dampak yang dapat ditimbulkan oleh bertambahnya penduduk adalah: 1) bertambahnya pencemaran akibat pembuangan limbah rumah tangga ke badan air (sungai atau danau); 2) kemungkinan meningkatnya

kehadiran spesies asing yang disengaja (untuk kegiatan perikanan atau hiasan) maupun tidak; dan 3) kemungkinan pemanfaatan spesies secara berlebihan untuk memenuhi kebutuhannya. Dengan kata lain, pertambahan jumlah penduduk ini berhubungan dengan 3 faktor ancaman kepunahan seperti yang dinyatakan oleh Diamond (1989) yaitu pemasukan spesies eksotik, pemanfaatan yang berlebihan dan pencemaran, dan kepunahan susulan.

Semua ini semakin menambah tingkat keterancaman tumbuhan dan satwa di Papua, khususnya spesies endemik dengan luas penyebaran yang terbatas. Bahkan, bagi tumbuhan dan satwa yang telah diidentifikasi sebagai spesies terancam oleh IUCN dalam *Red List*, seperti ikan pelangi. Untuk itu, usaha pelestarian harus dilakukan dengan sungguh-sungguh, bila tidak ingin kehilangan keanekaragaman hayati yang sering dibanggakan sebagai aset daerah ini.

Seluruh spesies ikan pelangi endemik Papua (30 spesies) memiliki daerah penyebaran terbatas (*restricted range*). Luas daerah penyebaran spesies ini lebih kecil dari luas kawasan bagi spesies yang penyebarannya terbatas, yang dianjurkan oleh para ahli, yaitu 50.000 km². Acuan luasan ini dipakai berdasarkan standar luas yang dipakai sebagai salah satu kriteria dalam penentuan *key biodiversity areas* (KBA) (Eken et al., 2004) i Daerah penyebaran paling luas dimiliki oleh jenis *M. irianjaya* yaitu sekitar 2,6.000.000 ha di Semenanjung Vogelkop dan Semenanjung Bomberai (Gambar 1). Sebaliknya, jenis *M. parva* yang ditemukan di Danau Kurumoi, Teluk Bintuni memiliki luas penyebaran paling kecil yaitu hanya 59 ha (Gambar 1). Selain itu, spesies ini juga mengalami ancaman rusak dan hilangnya habitat, kehadiran spesies eksotik dan pemanfaatan yang berlebihan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 30 spesies ikan pelangi endemik Papua memiliki daerah distribusi terbatas, kurang dari 50.000 km². Sebanyak 16 spesies penyebarannya berada dalam kawasan konservasi, sedangkan 14 spesies di luar kawasan konservasi. Ikan pelangi endemik Papua lebih banyak (21 spesies) tersebar di Utara Pulau Papua, sedangkan di Selatan jauh lebih sedikit (9 spesies). Hal yang sama terjadi pada kawasan konservasi. Spesies yang tercakup dalam

kawasan konservasi, 13 spesies di antaranya berada di sebelah Utara pulau (Gambar 7).

Daerah penyebaran 16 spesies yang tercakup dalam kawasan konservasi relatif kecil yaitu sekitar 27%, dibandingkan 73% daerah penyebaran yang berada di luar kawasan konservasi. Selain itu, beberapa spesies penyebarannya berada di dalam kawasan konservasi yang masih berstatus usulan, sehingga tingkat perlindungan habitat dan jenis ikan pelangi ini rendah. Patay (2002) menyimpulkan hal yang hampir sama yaitu terdapat kesenjangan sebesar 70,85% untuk kawasan prioritas burung, dan 43% untuk kawasan prioritas mamalia di Papua seperti yang direkomendasikan oleh para ahli pada Lokakarya Penentuan Prioritas Konservasi Hayati Papua (*Conservation International*, 1999).

Berdasarkan pendekatan ini terdapat 15 spesies ikan pelangi endemik Papua telah terancam (status kritis dan terancam) (Tabel 1), sementara dengan pendekatan yang digunakan IUCN hanya enam spesies yang dikategorikan terancam. Ada empat spesies berstatus kritis dan seharusnya mendapat prioritas pertama untuk ditelaah lebih lanjut, diantaranya *Chilaterina sentaniensis*, *Glossolepis incisus* (Danau Sentani, Jayapura), *M. ajamaruensis* dan *M. boesemani* (Danau-danau Ayamaru, Sorong Selatan).

Ada 11 spesies berstatus terancam dan seharusnya mendapat prioritas kedua. Sisanya, 15 spesies berstatus rawan dan seharusnya mendapat prioritas ketiga untuk ditelaah lebih lanjut. Spesies ini perlu ditelaah lebih lanjut sebelum menentukan status perlindungannya. Sekitar 73% (11 spesies) merupakan spesies yang kritis dan terancam dengan luas penyebaran sangat sempit (<100 km²). Kondisi ini menunjukkan bahwa ikan pelangi endemik yang daerah penyebarannya sangat sempit harus mendapat prioritas pertama untuk dipelajari lebih baik.

Pada umumnya spesies ikan pelangi ini terancam karena perubahan habitat, kompetisi dengan spesies eksotik, pencemaran dan pemanfaatan yang berlebihan. Dalam penelitian ini ditemukan faktor-faktor ancaman yang hampir sama. Empat spesies diantaranya adalah spesies yang berstatus kritis pada penelitian ini, sedangkan *M. arfakensis* dan *M. parva* termasuk kategori terancam.

Pendekatan penilaian status konservasi yang digunakan oleh IUCN sangat handal dan komprehensif. Akan tetapi, penelitian untuk menentukan ukuran populasi dan tingkat penurunannya di alam relatif susah dilakukan. Penelitian ini membutuhkan waktu yang relatif lama dan biaya yang mahal. Setidaknya terdapat empat faktor yang harus dihitung dalam perhitungan ukuran populasi di alam. Faktor-faktor tersebut adalah natalitas, mortalitas, emigrasi dan imigrasi (Krebs 2001). Selain itu, metode perhitungan populasi di alam yang cocok digunakan pada satu taxa tertentu, belum tentu dapat dipakai untuk taxa lain. Penelitian beberapa ahli menunjukkan bahwa perhitungan ukuran populasi suatu spesies tertentu di alam membutuhkan waktu yang relatif lama dan sulit dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan tahun 1919 (Krebs, 2001).

PP No.7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa menetapkan status konservasi jenis satwa dan tumbuhan dalam dua kategori yaitu dilindungi dan tidak dilindungi. Kategori ini ditentukan berdasarkan penilaian pada kriteria-kriteria 1) mempunyai populasi yang kecil; 2) adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam; dan 3) daerah penyebaran yang terbatas (endemik). Pendekatan peraturan ini masih relatif sulit dilakukan, seperti halnya pada pendekatan yang dipakai IUCN (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, 1999).

Ancaman habitat yang digunakan sebagai faktor utama dalam pendekatan ini adalah salah satu kriteria yang juga dianut oleh IUCN maupun PP No.7 Tahun 1999. Hasil analisa dengan hanya menilai faktor keterancaman habitat dapat menentukan tingkat keterancaman dan status konservasi. Waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat dan pendekatan ini mudah dilakukan dibandingkan dengan kedua pendekatan yang telah dijelaskan sebelumnya. Kelebihan pendekatan ini adalah relatif lebih mudah dilaksanakan, waktu yang relatif cepat, sumber daya dan dana yang relatif lebih sedikit. Pendekatan ini dianggap lebih efisien dipakai dalam menentukan status keterancaman dan konservasi satwa yang belum diketahui.

Aplikasi penilaian ancaman habitat

dilakukan untuk mengantisipasi lajunya kemungkinan kepunahan spesies akibat semakin cepatnya laju pembangunan di Papua. Akan tetapi pendekatan ini merupakan hal yang baru, sehingga terdapat berbagai kelemahan. Kelemahan tersebut antara lain informasi degradasi habitat masih sangat terbatas, misalnya status suatu konsesi dalam keadaan aktif atau tidak, data yang dianalisa dalam penelitian ini sangat bervariasi sumbernya termasuk data untuk satu jenis kegiatan pembangunan (misalnya konsesi untuk HPH), perhitungan luas dan penentuan daerah ancaman hanya dari pemetaan, perlu suatu sistem rangking yang baik dalam penentuan prioritas konservasi dari spesies yang dianalisa. Untuk menggunakan pendekatan ini, ada beberapa hal yang harus dilakukan antara lain, mengumpulkan informasi jenis meliputi daerah penyebaran dan ancaman kerusakan habitat dan status kegiatan pembangunan yang berpotensi merusak habitatnya selengkap mungkin.

IV. KESIMPULAN

Hasil kajian menyimpulkan 30 spesies ikan pelangi endemik Papua termasuk kategori *restricted range species*, penyebarannya < 5.000.000 ha. Sebanyak 15 spesies dengan kategori telah terancam, yang terdiri dari 4 spesies kritis dan 11 spesies terancam. Sebanyak 15 spesies sisanya berstatus rawan, dan belum terancam. Pendekatan ini relatif lebih mudah, dibandingkan IUCN dan Peraturan Pemerintah No.7 Tahun 1999, karena dapat dilakukan dalam waktu yang relatif lebih cepat dan biaya yang lebih murah.

Penilaian ini dibuat beberapa tahun lalu, dengan berbagai perubahan sistem administrasi pemerintah, meningkatkan kegiatan pembangunan infrastruktur, baik yang sudah dilaksanakan maupun direncanakan, pertambahan penduduk serta perubahan dan pendekatan pimpinan daerah (gubernur dan bupati) dalam pembangunan, penilaian ini perlu diperbaharui dengan dokumen perencanaan yang baru (RTRW). Proses penyusunan status konservasi dan kegiatan pelestarian dapat memanfaatkan perkembangan teknologi terakhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam kegiatan penelitian ini. Pemerintah Provinsi Papua Barat melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Papua Barat yang telah memberikan kesempatan bagi penerbitan tulisan ini dalam Jurnal Ilmiah *Igya Ser Hanjop*. Terima kasih juga kepada para reviewer dan tim editor yang telah me-review dan memberikan saran untuk perbaikan naskah ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G. R., Renyaan, S. J. (1998). *Survey of the Freshwater Fishes of Irian Jaya, Phase II (B) - 1998, Fishes of the Raja Ampat Islands*.
- Allen, G. R., Renyaan, S. J. (2000). *Survey of the Freshwater Fishes of Irian Jaya- Fishes of the Raja Ampat Islands, Misool Island, and South-Central Vogelkop Peninsula*.
- Allen, G.R Renyaan, S. J. (2000). Fishes of the Wapoga River System, Northwestern Irian Jaya, Indonesia. In L. E. Mack, A. L. , Alonso (Ed.), *A Biological Assessment of the Wapoga River Area of Northwestern Irian Jaya, Indonesia - RAP Bulletin of Biological Assessment 14* (p. 129). Conservation International.
- Allen, G. R. (1991). *Field guide to the freshwater fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute.
- Allen, G. R. (1995). *Rainbowfishes*. Tetra-Verlag.
- Allen, G. R. (1998). A new genus and species of rainbowfish (melanotaeniidae) from fresh waters of Irian Jaya, Indonesia. *Revue Fr. Aquariol*, 25(1-2), 11-15.
- Allen, G. R., Ohee, H., Boli, P., Bawole, R., & Warpur, M. (2002). Fishes of the Yongsu and Dabra areas, Papua, Indonesia. *A Biodiversity Assessment of the Yongsu-Cyclops Mountains and the Southern Mamberamo Basin, Northern Papua, Indonesia, RAP Bulletin*(25), 67-72.
- Badan perencanaan dan pengendalian pembangunan daerah (BP3D) Provinsi Papua. (2003). *Gambar peta kabupaten di Provinsi Papua*.
- Badan Planologi (BAPLAN), D. kehutanan. (2001a). *Peta HPH di Provinsi Papua*.
- Badan Planologi (BAPLAN), D. kehutanan. (2001b). *Peta Perkebunan di Provinsi Papua*.
- BAPPEDA dan BPS Provinsi Irian Jaya. (2000). *Irian Jaya dalam angka 1999*.
- BP3D dan BPS Provinsi Papua. (2003). *Papua dalam angka 2002*.
- Conservation International. (1999). *Laporan akhir lokakarya penentuan prioritas konservasi keanekaragaman hayati Irian Jaya*.
- Diamond, J. (1989). Overview of recent extinctions. In M. Western D, Pearl (Ed.), *Conservation for the Twenty-first Century*. Wildlife Conservation International.
- Eken, G. et.al, (2004). Key biodiversity areas as site conservation targets. *BioScience*, 54(12), 1110-1118. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[1110:KBAASC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[1110:KBAASC]2.0.CO;2)
- FAO. (1981). *National conservation plan for Indonesia vol. VII: Maluku and Irian Jaya*.
- Krebs, C. . (2001). *Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance, fifth edition*. Benjamin cummings.
- Mack, A. L., Alonso, L. E. (Ed.). (2000). *Biological Assessment of the Wapoga River Area of Northwestern Irian Jaya, Indonesia - RAP Bulletin of Biological Assessment 14*. Conservation International.
- Mertens, B. (2002). *Spatial analyses for the rapid assessment of conservation and economy (RACE) in Irian Jaya, revised version*.
- Monk, K.A., de Fretes, Y, Reksodihardjo-Lilley, G. (2000). *Ekologi Nusa Tenggara dan Maluku - Seri Ekologi Indonesia Buku V*. Prenhallindo.
- Moyle, P. B., Leidy, R. A. (1992). Loss of biodiversity in aquatic systems: Evidence from fish fauna. In S. K. Fiedler, P. L., Jain (Ed.), *Conservation biology: the theory and preservation and management* (p. 22). Chapman & Hall.
- Patay, M. (2002). *Kawasan konservasi di Papua: Analisa kesenjangan dan ancamannya serta pengetahuan konservasi dan sikap LSM terhadap desentralisasi kebijakan*. Universitas Indonesia, Depok.
- Sumantri, H. (2002). *Laporan analisis spasial kondisi penutupan hutan di Papua dan perubahannya*.