

Sebaran dan Kelimpahan Jenis Invasif *Bellucia pentamera* Naudin di Taman Nasional Gunung Palung, Kalimantan Barat (Distribution and Abundance of Invasive Species *Bellucia pentamera* Naudin in Gunung Palung National Park, West Kalimantan)

Endro Setiawan^{1, 2*}, Dedy Darnaedi¹, Tatang Mitra Setia¹, Cheryl D. Knott³, Campbell O. Webb⁴, dan/and Andrew J. Marshall⁵

¹Program Studi Biologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Nasional. Jl. Harsono RM No 1, Ragunan, Pasar Minggu Jakarta Selatan 12550, DKI Jakarta, Indonesia. Telp. +6221 7806700

²Balai Taman Nasional Gunung Palung. Jl Gajah Mada Kalinilam, Ketapang 78813, Kalimantan Barat, Indonesia. Telp. +62534 32720

³Department of Anthropology, Boston University, 232 Bay State Rd. Boston 02215, MA, USA

⁴Departemen of Biology, University of Alaska, 3211 Providence Drive, CPSB 101 Anchorage 99508, Alaska, USA

⁵Department of Anthropology, Department of Ecology and Evolutionary Biology, Program in the Environment, and School for Environment and Sustainability, University of Michigan. 101 West Hall 1085 S. University Ave. Ann Arbor 48109-1107, MI, USA

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Species, invasive, <i>Bellucia pentamera</i> , GPNP	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin (Family: Melastomataceae), locally known as French guava, kardia, and harendong gede, is an invasive plant species found in Gunung Palung National Park (GPNP). This species has invaded GPNP over the past two decades, raising concerns about potential adverse effects on native biodiversity. This study aims to determine the distribution and abundance of the invasive species <i>B. pentamera</i> , including their dominance and invasion severity levels which can be used as a basis for important ecological information. Unfortunately, the information is not widely available in the GPNP area. Therefore, 215 vegetation plots were established at 14 locations in GPNP with a total sampling area of 8.6 ha. Vegetation analysis showed that <i>B. pentamera</i> was recorded in 53% of the established vegetation plots. In addition, <i>B. pentamera</i> comprised 16% of all recorded tree trunks and had the highest Important Value Index (IVI) of all taxa (26.7). In contrast, no other tree taxon had an IVI greater than 10. Based on the results, it can be concluded that <i>B. pentamera</i> has invaded GPNP extensively.
Kata kunci: Jenis, invasif, <i>Bellucia pentamera</i> , TNGP	ABSTRAK <i>Bellucia pentamera</i> Naudin (Famili: Melastomataceae), atau dikenal dengan nama lokal jambu perancis, kardia, dan harendong gede merupakan jenis tumbuhan invasif yang ditemukan di Taman Nasional Gunung Palung (TNGP). Jenis ini banyak dijumpai di TNGP selama dua dekade terakhir dan telah meningkatkan kekhawatiran tentang potensi dampak negatif pada keanekaragaman hayati asli. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran dan kelimpahan jenis asing invasif <i>B. pentamera</i> termasuk tingkat dominasi dan keparahan invasinya yang dapat digunakan sebagai dasar informasi ekologi. Informasi ini belum banyak tersedia di kawasan TNGP. Sebanyak 215 plot vegetasi dibangun pada 14 lokasi yang berbeda di TNGP dengan total area pengambilan sampel seluas 8,6 ha. Hasil analisa vegetasi menunjukkan bahwa <i>B. pentamera</i> ditemukan pada 53% plot vegetasi yang dibangun. Dari seluruh batang pohon yang tercatat 16 % diantaranya adalah <i>B. pentamera</i> dan jenis tersebut memiliki Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi dari semua takson (26,7); di mana tidak ada takson pohon lain yang memiliki INP lebih besar dari 10. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa <i>B. pentamera</i> telah menginvasi TNGP secara ekstensif.
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 9 September 2021; Tanggal direvisi: 26 Juli 2022; Tanggal disetujui: 4 Oktober 2022	

Editor: Dr. Henti Hendalastuti Rachmat

Korespondensi penulis: Endro Setiawan* (E-mail: endronesia@gmail.com)

Kontribusi penulis: **ES**: Melakukan pengambilan data lapangan, analisis data dan menulis naskah; **DD, TMS, CDK**: Mengarahkan, mengoreksi dan memberikan masukan untuk naskah; **AJM**: Membantu menganalisis data, mengarahkan, mengoreksi dan memberikan masukan untuk naskah dan **COW**: Mengarahkan, mengoreksi dan memberikan masukan untuk naskah.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2022.19.2.249-263>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

1. Pendahuluan

Jenis asing invasif merupakan ancaman besar bagi degradasi ekosistem, hilangnya keanekaragaman hayati dan kerusakan pada jasa ekosistem di seluruh dunia. Menurut UN-CBD (*The United Nations Convention on Biological Diversity*), jenis asing invasif (JAI) didefinisikan sebagai jenis introduksi dan/atau penyebarannya di luar tempat penyebaran alaminya, baik dahulu maupun saat ini, mengganggu atau mengancam keanekaragaman hayati. JAI mempunyai beberapa karakter di antaranya pertumbuhannya yang cepat, dapat bereproduksi cepat, memiliki kemampuan menyebar tinggi, dapat beradaptasi dengan sangat baik terhadap kondisi lingkungan, kemampuan untuk hidup dengan beragam jenis pakan, dapat bereproduksi secara aseksual, dan mampu berasosiasi dengan manusia (Richardson et al., 2000; Occhipinti-Ambrogi & Galil, 2004; Pyšek et al., 2004; Blackburn et al., 2011).

Berdasarkan inventarisasi referensi dan spesimen herbarium yang ada, terdapat total 1.936 jenis tumbuhan asing yang termasuk dalam 187 famili di Indonesia (Tjitrosoedirdjo, 2005) dan tercatat 75 jenis tumbuhan asing invasif (Tjitrosoedirdjo, Mawardi, & Tjitrosoedirdjo, 2016) yang perlu menjadi perhatian serius. Jenis invasif juga menjadi isu internasional bagi konservasi keanekaragaman hayati (Thapa, Chitale, Rijal, Bisht, & Shrestha, 2018), sementara upaya pengendalian dan pengelolaannya memerlukan biaya yang sangat besar. termasuk ancaman masuknya jenis asing invasif kedalam kawasan konservasi dan kawasan lindung.

Kawasan lindung rentan terhadap invasi yang dapat mengakibatkan kawasan tersebut terdampak negatif oleh keberadaan jenis asing invasif pada tingkat keanekaragaman jenis dan komunitas. Jenis invasif dapat menjadi penyebab terjadinya perubahan habitat, perubahan struktur ekosistem, dan

berbagai efek negatif pada kelimpahan, keanekaragaman, dan kekayaan jenis asli/lokal (Foxcroft, Pyšek, Richardson, & Genovesi, 2013; Hulme et al., 2014). Bahkan, 37% dari 282 studi kuantitatif tentang dampak jenis asing invasif berasal dari kawasan konservasi (Foxcroft, Pyšek, Richardson, Genovesi, & MacFadyen, 2017). Pada tahun 2007, *Global Invasive Species Program* (GISP) membuat laporan yang mengidentifikasi 487 kawasan konservasi secara global dan tumbuhan asing invasif mengancam keanekaragaman hayati di kawasan tersebut (De Poorter, Pagad, & Ulla, 2007). Tumbuhan invasif hampir secara universal dianggap sebagai ancaman utama oleh pengelola kawasan lindung (Pyšek et al., 2013). Bahkan di kawasan lindung dataran tinggi pada lanskap pegunungan yang terisolasi di zona alpin Taman Nasional Kosciuszko (TNK) di Australia, jenis asing invasif *Pilosella officinarum* mulai menjadi masalah serius karena mengubah komunitas tanaman asli (Alexander et al., 2016).

Invasi biologis adalah pendorong utama perubahan kawasan konservasi di dunia (Padmanaba, Tomlinson, Hughes, & Corlett, 2017; Bomanowska, Adamowski, Kirpluk, Otręba, & Rewicz, 2019; Shackleton, Foxcroft, Pyšek, Wood, & Richardson, 2020). Beberapa kawasan konservasi terutama Taman Nasional di Indonesia juga memiliki problem yang spesifik terhadap masuknya tumbuhan asing invasif. Sebagai contoh, Taman Nasional Baluran memiliki masalah dengan *Acacia nilotica* yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas savana Baluran terutama ketersediaan rumput bagi banteng (*Bos javanicus*) sehingga mengubah pola perilaku banteng serta satwa liar herbivora lainnya (Sabarno, 2002). Sementara di Taman Nasional Ujung Kulon, *Arenga obtusifolia* menimbulkan ketersediaan tumbuhan pakan badak semakin berkurang (Haryadi et al., 2012). Kondisi tajuk *Arenga obtusifolia* cukup rapat

sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari ke lantai hutan, menghambat regenerasi tumbuhan pakan badak jawa yang umumnya bersifat intoleran (Febriana, Kusmana, & Rahmat, 2020).

Kebanyakan jenis tumbuhan invasif di Indonesia merupakan tumbuhan merambat, rumput-tumputan dan semak belukar. Tidak banyak jenis tumbuhan invasif yang berupa pohon. Jenis invasif yang berupa pohon di antaranya adalah jenis *Acacia nilotica* di TN Baluran, Jawa Timur (Zahra, Hofstetter, Waring, & Gehring, 2020), *Maesopsis eminii* di TN Gunung Gede Pangrango (Sunaryo & Tihuraa, 2010; Sunaryo, Uji, & Tihuraa, 2012), dan di Sulawesi ditemukan *Spathodea campanulata* di Cagar Alam Tangkoko (Kurniawan, Undaharta, & Pendit, 2008), dan di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa H.V. Worang (Sahdin, Tasirin, & Sumarto, 2021) yang telah mendominasi vegetasi penyusun habitat sarang tangkasi (*Tarsius spectrumgurskyae*). *Merremia peltata* di TN Bukit Barisan Selatan (Master, Tjitrosoedirdjo, & Qayim, 2016) merupakan tumbuhan merambat, dan *Chromolaena odorata* yang tersebar luas di TN Way Kambas (Tjitrosoedirdjo, Tjitrosoedirdjo, & Umaly, 1991) merupakan jenis semak belukar. Selain itu, ada juga jenis invasif berupa palem yaitu *Arenga obtusifolia* di TN Ujung Kulon (KLHK, 2015).

Kawasan Taman Nasional Gunung Palung (TNGP) merupakan satu di antara kawasan konservasi daerah tropika yang sangat penting di Kalimantan Barat yang saat ini memiliki masalah akibat munculnya tumbuhan asing invasif. Salah satu jenis yang menginvasi kawasan TNGP adalah jenis *Bellucia pentamera* Naudin, 1850 (Famili Melastomataceae). Tumbuhan ini diperkenalkan pertama kali di awal tahun 1900-an di Kebun Raya Bogor (de Kok, Briggs, Pirnanda, &

Girmansyah, 2015). Tumbuhan ini berasal dari Amerika Tengah dan Amerika Selatan dan tersebar di Bolivia, Brazil, Guyana, Belize, Kosta Rika, Peru, Ekuador, Kolombia, Nikaragua, Guatemala, Honduras, Panama, Meksiko, dan Venezuela, serta sebagian negara tropis Afrika yaitu Kamerun dan Kongo (Hassler, 2020). Jenis ini dikenal dengan nama jambu perancis, kardia, jambu tangkalak, harendong, harendong gede, harendong raja dan jamolok.

Studi terbaru di TNGP menemukan bahwa peningkatan persebaran *B. pentamera* di Gunung Palung dipicu oleh kegiatan penebangan liar (Dillis, Marshall, & Rejmánek, 2017) dengan target jenis utama dari famili dipterokarpa (Fawzi, Novianto, Supianto, & Febriani, 2020). Di luar habitat aslinya, jenis ini telah menginvasi banyak kawasan hutan yang terdeforestasi (Renner, 1986). Invasi jenis ini juga dilaporkan pada kegiatan restorasi ekosistem Hutan Harapan, Sumatera (de Kok, Briggs, Pirnanda, & Girmansyah, 2015) dan TN Halimun Salak (Junaedi & Dodo, 2014).

B. pentamera merupakan jenis pohon yang dapat tumbuh setinggi 6-8 meter (Backer & Van Den Brink, 1968) merupakan jenis pionir yang memproduksi banyak bibit, dan tumbuh secara cepat di lokasi dengan keterbukaan kanopi yang luas. Persebaran secara cepat ini terjadi melalui ekspansi cabang-cabang pohon pada periode awal pertumbuhan (Poorter & Werger, 1999). Jenis ini memiliki kemampuan menumbuhkan trubusan apabila dipotong dan bersifat autogami yang memungkinkan satu pohon dapat bereproduksi tanpa perlu individu pohon lain (Meyer & Florence, 1996) dengan kecepatan bereproduksi yang jauh melebihi taksa asli (Dillis, Marshall, Webb, & Grote, 2018).



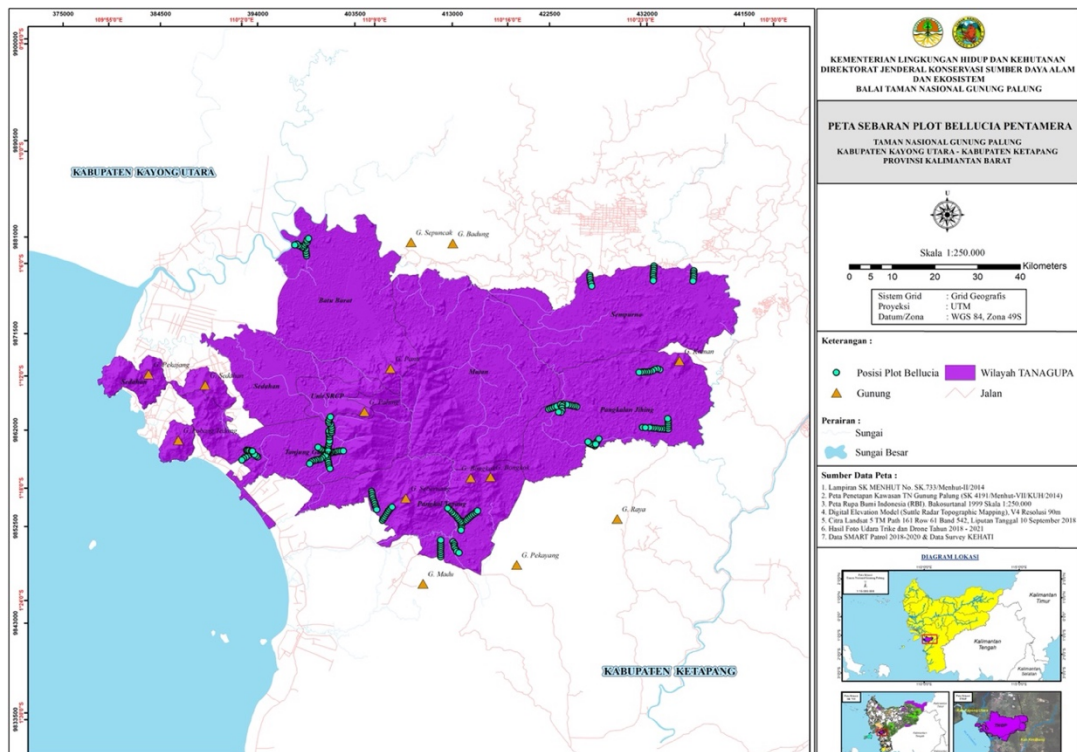
Gambar (Figure) 1. Morfologi *B. pentamera* (Morphology of *B. pentamera*)

Penelitian sebelumnya menemukan bahwa distribusi populasi jenis ini berkaitan erat dengan lokasi penebangan liar yang terjadi mulai tahun 2000 hingga 2002 (Dillis, Marshall, & Rejmánek, 2017). Namun demikian, hingga saat ini belum diketahui sebaran dan kelimpahan jenis ini di kawasan TNGP, meski data dan informasi ekologi dasar ini sangat penting dalam pengelolaan jenis asing invasif tersebut. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi terkait sebaran dan kelimpahan *B. pentamera* untuk melihat tingkat invasi jenis asing invasif yang berasal dari daerah neotropik ini di kawasan TNGP. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran invasi *B. pentamera* di kawasan TNGP dan digunakan sebagai acuan dalam pengelolaan jenis asing invasif oleh pengelola kawasan terutama strategi pengendaliannya.

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama enam (6) bulan yaitu pada bulan November 2020 - April 2021. Penelitian dilakukan di Kawasan TNGP yang secara geografis terletak diantara $109^{\circ} 54' - 110^{\circ} 28' \text{ BT}$ dan $01^{\circ} 03' - 01^{\circ} 22' \text{ LS}$. Secara administrasi pemerintahan, kawasan seluas 108.043,90 ha ini terletak di dua (2) wilayah kabupaten, yaitu Kabupaten Ketapang dan Kabupaten Kayong Utara. Plot permanen didirikan di 14 lokasi yaitu Pulau Air, Sungai Sega, Bukit Batu, Km 29 Kubing, Bukit Daun Sandar, Km 23 Matan, Sungai Buluh, Melinum, Bagan Asam, Cabang Mak Ladu, Sungai Jemi, Pangkal Tapang, Sungai Batu Barat dan Bukit Kubang (Gambar 2).



Keterangan (Remark): arsiran ungu (*purple shading*) = kawasan Taman Nasional (*National Park boundaries*), tanda titik berwarna toska (*turquoise colored dots*) = letak/posisi plot vegetasi (*location/position of vegetation plot*)

Gambar (Figure) 2. Peta lokasi plot penelitian di Taman Nasional Gunung Palung (*Map of research plot at Gunung Palung National Park*)

2.2. Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini, bahan dan alat yang digunakan adalah peta kerja, komputer, alat tulis, GPS, *binocular*, kamera, meteran, kompas, dbh meter (*phiband*), *rangefinder*, pita *taging*, label pohon, paku, palu, dan parang.

2.3. Metode Penelitian

Untuk mengetahui sebaran dan kelimpahan *B. pentamera* di TNGP dilakukan studi vegetasi secara terperinci dengan pembuatan sampel plot menggunakan metode *systematic sampling* (penarikan contoh beraturan) didasarkan pada deskripsi atau pertelaan dan penelaahan komunitas tumbuhan (Mueller-Dombois & Ellenberg, 2014). Pembuatan petak/plot ukur menggunakan metode plot melingkar dengan radius tetap dengan jari-jari 11,28 m. Penggunaan plot yang lebih umum disebut dengan plot area tetap adalah salah satu metode tertua yang

masih banyak digunakan hingga saat ini (Schreuder, Gregoire, & Wood, 1993). Plot radius tetap sering digunakan karena bisa diselesaikan oleh tim kecil atau bahkan hanya satu orang, tidak dipengaruhi secara signifikan oleh tumbuhan bawah, dan memungkinkan melakukan perhitungan sederhana untuk meringkas data tegakan (Keene & Barlow, 2018). Plot radius tetap merupakan plot yang paling mudah digunakan di hutan (Zobrist, Hanley, Grotta, & Schnepf, 2012). Pohon dalam plot diukur diameternya dan diidentifikasi jenisnya. Pohon yang dicatat hanya pohon dengan diameter (dbh) berukuran 10 cm ke atas. Jumlah plot yang dibuat sebanyak 215 plot. Identifikasi dilakukan dengan menulis deskripsi (Simpson, 2006) dan membandingkan dengan kunci taksonominya. Selain itu juga dilakukan dengan koleksi digital herbarium (Setiawan, Darnaedi, Rachman, Triono, &

Webb, 2020) dan membandingkannya dengan koleksi yang sudah ada di TNGP.

2.4. Analisis Data

Data habitat dianalisis dari data vegetasi yang terdiri dari struktur dan komposisi vegetasinya. Analisis vegetasi yang dilakukan adalah menghitung kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, dominasi dan dominasi relatif untuk menghasilkan indeks nilai penting (INP) (Kusmana, 2017) dengan menggunakan rumus :

$$K_i = \frac{n_i}{A} \quad (1)$$

$$KR = \frac{K_i}{\sum K} \times 100\% \quad (2)$$

$$F_i = \frac{P_i}{P} \quad (3)$$

$$FR = \frac{F_i}{F} \times 100\% \quad (4)$$

$$D_i = \frac{BA}{A} \quad (5)$$

$$DR = \frac{D_i}{D} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan (*Remarks*):

K_i = Kerapatan jenis (*Density of a species*)

n_i = Jumlah individu jenis (*Amount individuals of a species*)

A = Luas petak contoh (*Sample plot area*)

KR = Kerapatan relatif (*Relative density*)

K = Kerapatan seluruh spesies (*Density of all species*)

F_i = Frekuensi jenis (*Frequency of a species*)

P_i = Jumlah plot ditemukannya spesies (*Amount plots found for species*)

P = Jumlah seluruh plot (*Amount of entire plots*)

FR = Frekuensi relatif (*Relative frequency*)

F = Frekuensi seluruh jenis (*Frequency of all species*)

D_i = Dominansi jenis (*Dominance of a species*)

BA = Luas bidang dasar spesies (*Base area of a species*)

DR = Dominansi relatif (*Relative dominance*)

D = Dominansi seluruh spesies (*Dominance of all species*)

Nilai INP dihitung untuk mengetahui jenis dan tingkat tumbuhan yang memiliki pengaruh suatu jenis terhadap komunitas vegetasi. Indeks Nilai Penting (INP) pohon dihitung menggunakan rumus:

$$INP = KR + FR + DR.$$

Indeks Keanekaragaman Shannon dihitung sebagai ($H' = - \sum P_i \ln (P_i)$) (Shannon, 1948; Weaver & Shannon, 1949; Spellerberg & Fedor, 2003; Strong, 2016) di mana H' adalah indeks keanekaragaman, P_i adalah nilai penting suatu jenis sebagai proporsi dari semua jenis. Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon – Wiener (H') menunjukkan jika $H' < 1$ maka keanekaragaman rendah, jika $1 < H' \leq 3$ maka keanekaragamannya sedang, dan jika $H' > 3$ maka keanekaragamannya tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Keragaman Jenis dan Analisa Indeks Keragaman Jenis

Pada 215 plot yang dibuat di 14 lokasi yang berbeda dalam kawasan TNGP dengan luas total 8,6 ha, terdapat sebanyak 4195 individu pohon yang diklasifikasikan ke dalam 442 jenis dan berasal dari 157 genus dari 63 famili tumbuhan. Berdasarkan perhitungan Indeks Keragaman Jenis Shannon Wiener (H'), nilai indeks keragaman jenis yang diperoleh yaitu sebesar 5,05 yang menyatakan bahwa keanekaragamannya tinggi ($H' \geq 3$). Nilai indeks keanekaragaman (H') dipengaruhi oleh distribusi dan kelimpahan dan terkait dengan kekayaan jenis pada lokasi

tertentu (Magurran, 1988). Nilai H' menunjukkan tingginya keanekaragaman jenis. Semakin tinggi nilai indeks H' maka keanekaragaman jenis semakin tinggi.

Hutan hujan tropis memiliki banyak jenis pohon bahkan di wilayah yang sangat kecil (hingga 283 jenis per hektar) (Phillips, Hall, Gentry, Sawyer, & Vasques, 1994). Pada penelitian sebelumnya, di kawasan Taman Nasional Gunung Palung dijumpai 2.328 jenis pohon dalam 100 plot yang terdiri dari 55 famili dan setidaknya 145 genus (Cannon & Leighton, 2004). Berdasarkan jumlah individu, jika dibandingkan dengan dengan penelitian sebelumnya di TNGP, hasil penelitian tidak jauh berbeda. TNGP sendiri memiliki potensi keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Setidaknya terdapat 4.000 jenis tumbuhan berkayu dan 70 jenis di antaranya masuk ke dalam famili Dipterocarpaceae (Prasetyo & Sugardjito, 2010).

3.2. Analisa Indeks Nilai Penting (INP)

Analisa vegetasi sangat penting untuk bisa mengetahui struktur tegakan dan komposisi jenis tumbuhan pada ekosistem hutan (Mueller-dombois & Ellenberg, 2014). Hasil analisa digunakan untuk mengetahui kondisi keseimbangan komunitas, interaksi di dalam dan antar

jenis tumbuhan, dan memprediksi kecenderungan komposisi tegakan di masa mendatang (Whittaker, 1974). Suatu vegetasi tumbuhan memiliki nilai penting dan nilai keanekaragaman karena biasanya jenisnya bermacam-macam dan dalam jumlah yang banyak serta hidup berkelompok. Salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya adalah Indeks Nilai Penting. Hasil analisa vegetasi yang dilakukan pada 215 plot vegetasi menunjukkan bahwa *B. pentamera* memiliki indeks nilai penting (INP) tertinggi dengan nilai 26,66 (Tabel 1).

Gambaran tingkat penguasaan suatu jenis terhadap komunitas dapat dilihat dari nilai INP. Suatu jenis yang tingkat penguasaan terhadap komunitasnya tinggi akan memiliki INP yang semakin besar juga (Soegiarto, 1994). Dari hasil analisa INP, dapat dilihat bahwa *B. pentamera* telah mendominasi dan menguasai komunitas tumbuhan di kawasan TNGP khususnya pada lokasi penelitian. Jenis dominan merupakan jenis yang berkuasa dan mencirikan suatu komunitas. Konsep dominasi jenis sebagai petunjuk bahwa suatu jenis menang dalam persaingan, mempunyai toleransi tinggi, dan berhasil beradaptasi terhadap habitat (Kusmana, 2017).

Tabel (Table) 2. Sepuluh jenis dengan INP tertinggi (*Ten tree species with the highest IVI*)

No	Jenis Pohon (<i>Tree Species</i>)	KR (<i>RD</i>) (%)	FR (<i>RF</i>) (%)	DR (<i>RD</i>) (%)	INP (<i>IVI</i>)
1	<i>Bellucia pentamera</i>	15,924	4,300	6,431	26,66
2	<i>Macaranga gigantea</i>	3,862	1,811	2,373	8,05
3	<i>Macaranga hypoleuca</i>	2,789	2,075	1,657	6,52
4	<i>Macaranga bancana</i>	2,241	1,320	1,565	5,13
5	<i>Shorea laevis</i>	0,763	0,679	3,178	4,62
6	<i>Endospermum diadenum</i>	1,311	1,396	1,811	4,52
7	<i>Hydnocarpus castanea</i>	1,025	1,396	1,420	3,84
8	<i>Canarium sp3.</i>	0,644	0,679	2,226	3,55
9	<i>Shorea leprosula</i>	1,097	0,717	1,648	3,46
10	<i>Gironniera nervosa</i>	1,359	1,396	0,658	3,41

Keterangan (*Remarks*): KR (*RD*) = Kerapatan relatif (*Relative Density*), FR (*RF*) = Frekuensi relatif (*Relative Frequency*), DR (*RD*) = Dominansi relatif (*Relative Dominance*), INP (*IVI*) = Indeks Nilai Penting (*Important Value Index*)

3.3. Native dan Non-native Spesies

Indonesia memiliki lebih dari 2.000 jenis tumbuhan introduksi dan 300 di antaranya merupakan jenis yang invasif (Setyawati, Narulita, Bahri, & Raharjo, 2015). Terkait dengan pengelolaan jenis asing invasif, 187 jenis hewan dan tumbuhan dikategorikan sebagai jenis invasif di Indonesia (Permen KLHK No. 94, 2016). Peraturan ini disusun setelah lebih dari dua dekade Konvensi Keanekaragaman Hayati yang diselenggarakan pada tahun 1995. *B. pentamera* tercantum dalam lampiran peraturan tersebut. Berdasarkan analisis INP, *B. pentamera* merupakan jenis yang paling umum dijumpai dalam plot vegetasi, bukan hanya pada plot vegetasi yang dekat dengan batas kawasan, namun juga areal yang jauh masuk ke dalam kawasan.

Berdasarkan data lapangan, dari 215 plot vegetasi terdapat 114 plot (53,03 %) yang ditumbuhi oleh pohon *B. pentamera* dengan ukuran diameter di atas 10 cm. Jenis pionir seperti *Macaranga hypoleuca* dijumpai pada 53 plot vegetasi (25,6 %) dan jenis *Macaranga gigantea* dijumpai pada 48 plot vegetasi (22,3 %). Sementara jenis penyusun hutan dataran rendah dipterokarpa seperti *Shorea leprosula* dijumpai pada 19 plot vegetasi (8,8 %), dan *Shorea johorensis* serta *Shorea laevis* hanya dijumpai pada 18 plot vegetasi (8,4 %).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis *B. pentamera* lebih dominan dibandingkan dengan jenis lain baik dari jumlah plot ditemukan suatu jenis, persen batang ditemukan, INP dan basal area. Dominansi *B. pentamera* dapat dilihat pada Gambar 3. Rata-rata dominansi *B. pentamera* sedikit lebih besar pada plot vegetasi yang dekat dengan batas kawasan taman nasional, akan tetapi tetap sangat jelas terlihat dominansinya jika masuk lebih jauh ke dalam kawasan taman nasional terutama daerah bekas penebangan liar. Artinya, *B. pentamera* tumbuh dengan baik pada daerah yang

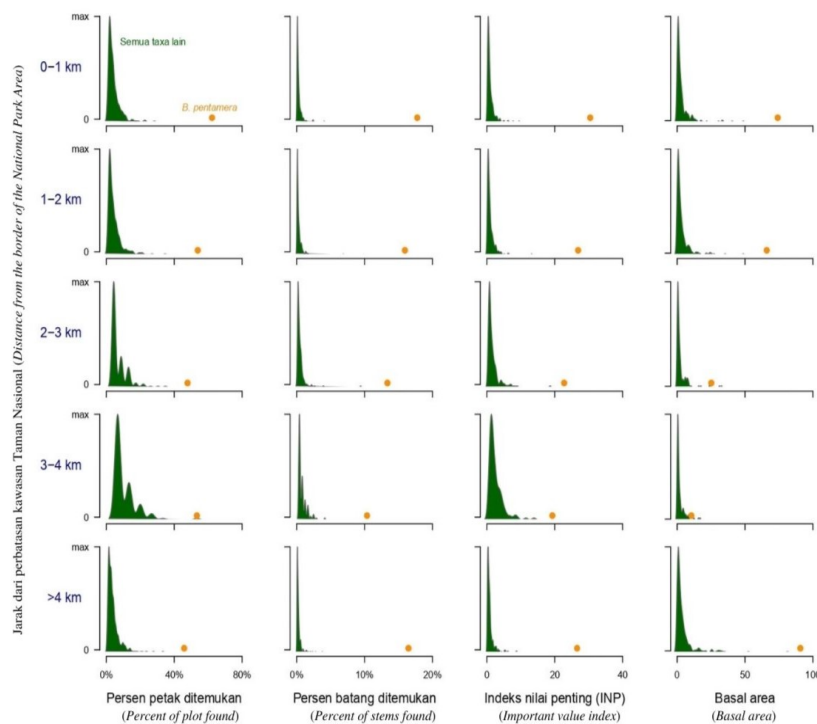
terganggu. Daerah dekat dengan batas kawasan merupakan daerah yang lebih terganggu karena mudah untuk diakses oleh masyarakat yang melakukan aktifitas penebangan liar dan perladangan liar.

Dari 4.195 pohon yang dijumpai dalam plot, 688 di antaranya adalah jenis *B. pentamera* atau 16% dari total semua pohon. Nilai tersebut mengungkapkan bahwa *B. pentamera* sangat umum dijumpai dalam plot vegetasi. Sepuluh jenis terbanyak yang ditemukan pada plot vegetasi yaitu *B. pentamera*, *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, *M. bancana*, *Gironniera nervosa*, *Endospermum diadenum*, *S. leprosula*, *Hydnocarpus castanea*, *H. castanea*, *Dipterocarpus sublamelatus*, dan *Strombosia javanica*. Dari banyaknya jenis yang dijumpai, 5 jenis merupakan tumbuhan pionir yaitu *B. pentamera*, *M. gigantea*, *M. hypoleuca*, *M. bancana*, dan *E. diadenum*. Walaupun dalam penelitian ini *B. pentamera* merupakan jenis yang paling umum dijumpai, namun untuk jenis selain jenis pionir yang umum dijumpai adalah *D. sublamelatus*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *D. sublamelatus* adalah jenis yang paling umum di jumpai di semua tipe habitat yaitu rawa gambut, rawa air tawar, hutan tanah alluvial, hutan tanah batu berpasir dan hutan tanah granit (Cannon & Leighton, 2004).

Pada lokasi penelitian, *B. pentamera* tumbuh menyebar dan lebih banyak dijumpai tumbuh sepanjang tepi sungai. Areal di tepi sungai lebih terbuka memungkinkan jenis ini mudah tumbuh dan berkembang. Selain itu, kemungkinan air menjadi salah satu penyebar bijinya, karena biji jenis ini berukuran sangat kecil yaitu berukuran 0,5-1 mm (Renner, 1986) sehingga dalam keadaan kering menjadi sangat ringan dan mudah terbawa aliran air. Penyebaran *B. pentamera* juga didukung oleh metode regenerasi jenis yang lebih baik jika dibandingkan jenis tumbuhan asli pada hutan dataran rendah TNGP, salah satunya karena berbunga sepanjang tahun (Renner, 1986).

Sementara, banyak dari jenis pohon dipterokarpa berbunga beberapa tahun sekali (Cannon, Curran, Marshall, & Leighton, 2007) biji tidak dapat disimpan lama (rekalsitran) (Ådjers, Hadengganan, Kuusipalo, Nuryanto, & Vesa, 1995), dan semainya membutuhkan naungan (Ashton, 1988). Oleh karena itu, penyebaran *B. pentamera* bisa sangat cepat di dalam kawasan TNGP, dan memungkinkan terjadinya perubahan dinamika ekosistem. Hal ini juga didukung dengan masih adanya aktivitas pembalakan/penebangan liar yang menyebabkan penyebaran jenis ini semakin cepat (Dillis et al., 2017). Penebangan liar membuka kanopi hutan yang lebih luas jika dibandingkan tumbangannya pohon secara alami dan memberi kesempatan kepada jenis ini

untuk mengokupasi hutan yang telah terbuka tersebut. Jenis pionir ini tumbuh dengan cepat pada lokasi dengan keterbukaan kanopi yang luas. Kondisi ini sangat mengkhawatirkan dan perlu mendapatkan perhatian yang serius dari semua pihak terutama pengelola kawasan konservasi. Tumbuhan invasif yang berada di kawasan lindung dapat memfasilitasi jenis invasif lain untuk menginvasi suatu kawasan dengan meningkatkan kesesuaian habitat untuk jenis tumbuhan lainnya yang berpotensi menjadi invasive (Stohlgren, Loope, & Makarick, 2013). Dapat dikatakan bahwa *B. pentamera* mampu menyebar secara masif di kawasan Taman Nasional Gunung Palung dan dapat mengancam keberlangsungan jenis tumbuhan asli di kawasan taman nasional.



Gambar (Figure) 3. Perbandingan dominasi *B. pentamera* dengan takson lain dalam plot vegetasi berdasarkan persen petak ditemukan, persen batang ditemukan, Indeks Nilai Penting dan Basal Area pada plot vegetasi (Comparison of the dominance of *B. pentamera* with other taxon in vegetation plots based on percent of plots found, percent of stems found, Important Value Index and Basal Area on vegetation plots)

3.4. Langkah penyusunan strategi pengelolaan jenis invasif *B.*

***pentamera* di Taman Nasional Gunung Palung**

Sejak tahun 1992, pentingnya mengambil tindakan terhadap ancaman jenis asing invasif secara global telah diakui secara luas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Sebagai negara yang telah meratifikasi Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biological Diversity-CBD*) melalui UU No. 5 Tahun 1994, Pemerintah Indonesia sudah menyusun Rencana Aksi Nasional Pengelolaan Jenis Asing Invasif sebagai kewajiban dalam pengelolaan sumber daya alam yang ada dengan sebaik-baiknya termasuk mengatasi isu terkait introduksi jenis asing (KLHK, 2015). Selanjutnya pada tahun 2016, pemerintah menerbitkan peraturan tentang Jenis Invasif (Permen KLHK No. 94, 2016) di mana dalam peraturan tersebut terdapat daftar jenis invasif yang sudah ada di Indonesia yang memerlukan pengelolaan agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan tata cara pengendalian jenis asing invasif.

Untuk pengendalian jenis asing invasif di TNGP, pemangku kawasan dalam hal ini Balai TN Gunung Palung, harus segera menyusun strategi pengelolaan *B. pentamera* agar penyebaran secara luas dapat dicegah. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan adalah:

1. Pemangku kawasan melakukan pengendalian JAI *B. pentamera* melalui 2 (dua) tahapan yakni analisis resiko dan penetapan status invasif terhadap *B. pentamera*. Terkait dengan tata cara analisa resiko dan penetapan status invasive, dapat berpedoman pada peraturan tentang Tata Cara Analisis Resiko Jenis Tumbuhan Invasif Pada Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam Dan Taman Buru (Perdirjen KSDAE No. 4, 2019).
2. Setelah melakukan analisis resiko dan menentukan prioritas jenis invasif yang akan dikelola maka pengelola bisa

melakukan tindakan sesuai dengan rekomendasi pengelolaannya.

3. Balai TN Gunung Palung diharapkan dapat bekerja sama dengan berbagai pihak terkait dalam upaya pengendalian jenis asing invasif *B. pentamera*.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa *B. pentamera* ditemukan tersebar dan melimpah di dalam kawasan Taman Nasional Gunung Palung. Berdasarkan jumlah plot yang ditemukan, persen batang yang ditemukan, indeks nilai penting dan basal area semua takson yang diamati, *B. pentamera* lebih dominan dari takson lain. Walaupun dominasi *B. pentamera* sedikit lebih besar pada plot vegetasi yang berada dekat batas kawasan taman nasional (tepi kawasan), akan tetapi sangat jelas terlihat dominasi jenis ini jika masuk lebih jauh ke dalam kawasan taman nasional.

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa *B. pentamera* sudah menginvasi TNGP secara ekstensif dan sangat mengkhawatirkan, terutama pada hutan dataran rendah pada lokasi penelitian. Memperhatikan hasil temuan dalam penelitian ini, penanggulangan yang serius sangat diperlukan untuk mencegah dan membatasi kemungkinan dampak negatifnya terhadap jenis tumbuhan asli, ekosistem dan fungsi kawasan Taman Nasional.

4.2. Saran

Pengelola Taman Nasional dalam hal ini Balai Taman Nasional Gunung Palung perlu segera melakukan analisa resiko dan menetapkan resiko keinvasian *B. pentamera*. Rekomendasi pengelolaan dari hasil analisa resiko dapat digunakan untuk melakukan tindakan yang tepat untuk mengendalikan penyebarannya dan sesuai dengan Permen LHK Nomor:

94/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2016
tentang Jenis Invasif.

Ucapan Terima Kasih

Arnold Arboretum Harvard University untuk dukungan keuangan melalui "Ashton Award Student Research", US Fish and Wildlife Service (grants F18AP00898 dan F19AP00798), National Science Foundation grant (BCS-1638823), dan Leakey Primate Research Fund untuk kegiatan penelitian dan biaya pendidikan. Balai Taman Nasional Gunung Palung yang telah memberikan ijin penelitian. Asisten lapangan yang membantu pengambilan data: Aceng, Wak Bacong, Nibung, Eko, Luthfi Izzudin, Rama Matullah, Toni Herpandes, Silas, Suhata Hajimin dan semua pihak yang membantu jalannya penelitian.

Daftar Pustaka

- Adjers, G., Hadenggan, S., Kuusipalo, J., Nuryanto, K., & Vesa, L. (1995). Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effect of width, direction and maintenance method of planting line on selected *Shorea* species. *Forest Ecology and Management*, 73(1-3), 259-270. doi: 10.1016/0378-1127(94)03488-I
- Alexander, J. M., Lembrechts, J. J., Cavieres, L. A., Daehler, C., Haider, S., Kueffer, C., ... Seipel, T. (2016). Plant invasions into mountains and alpine ecosystems: current status and future challenges. *Alpine Botany*, 126(2), 89-103. doi:10.1007/s00035-016-0172-8
- Ashton, P. S. (1988). Dipterocarp biology as a window to the understanding of tropical forest structure. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19(1) 333-339, 347-370. doi:10.1146/annurev.ecolsys.19.1.347
- Backer C. A., & Bakhuizen van den Brink Jr. R. C. 1968. Flora of Java. III. Wolters. Noordhoff N. V. Groningen. The Netherlands. Blackburn, T. M., Bellard, C., & Ricciardi, A. (2019). Alien versus native species as drivers of recent extinctions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(4), 203-207. doi:10.1002/fee.2020
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., ... Richardson, D. M. (2011). A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 26(7), 333-339. doi:10.1016/j.tree.2011.03.023
- Bomanowska, A., Adamowski, W., Kirpluk, I., Otręba, A., & Rewicz, A. (2019). Invasive alien plants in Polish national parks-threats to species diversity. *PeerJ*, 7, e8034. doi:10.7717/peerj.8034
- Cannon, C. H., & Leighton, M. (2004). Tree species distributions across five habitats in a Bornean rainforest. *Journal of Vegetation Science*, 15(2), 257-266. doi:10.1111/j.1654-1103.2004.tb02260.x
- Cannon, C. H., Curran, L. M., Marshall, A. J., & Leighton, M. (2007). Long-term reproductive behaviour of woody plants across seven Bornean forest types in the Gunung Palung National Park (Indonesia): Suprannual synchrony, temporal productivity and fruiting diversity. *Ecology Letters*, 10(10), 956-969. doi:10.1111/j.1461-0248.2007.01089.x
- de Kok, R. P. J., Briggs, M., Pirnanda, D., & Girmansyah, D. (2015). Identifying targets for plant conservation in harapan rainforest, Sumatra. *Tropical Conservation Science*, 8(1), 28-32. doi:10.1177/194008291500800105

- De Poorter, M., Pagad, S., & Ulla, M. I. (2007). Invasive alien species and protected areas: a scoping report. *Produced for the World Bank as a Contribution to the Global Invasive Species Programme (GISP), 1*, 1-94.
- Dillis, C., Marshall, A. J., & Rejmánek, M. (2017). Change in disturbance regime facilitates invasion by *Bellucia pentamera* Naudin (Melastomataceae) at Gunung Palung National Park, Indonesia. *Biological Invasions, 19*(4), 1329-1337. doi:10.1007/s10530-016-1345-5
- Dillis, C., Marshall, A. J., Webb, C. O., & Grote, M. N. (2018). Prolific fruit output by the invasive tree *Bellucia pentamera* Naudin (Melastomataceae) is enhanced by selective logging disturbance. *Biotropica, 50*(4), 598-605. doi:10.1111/btp.12545
- Fawzi, N. I., Novianto, A., Supianto, A., & Febriani, N. (2020). Jenis pohon target dan aktivitas pembalakan liar di Taman Nasional Gunung Palung. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 17*(1), 49-63.
- Febriana, I., Kusmana, C., & Rahmat, U. M. (2020). Komposisi jenis tumbuhan dan analisis sebaran langkap (*Arenga obtusifolia* Mart.) di Taman Nasional Ujung Kulon. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management), 10*(1), 52-65. <https://doi.org/10.29244/jpsl.10.1.52-65>
- Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., & Genovesi, P. (Eds.). (2013). Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges (Vol. 7). *Springer Science & Business Media*. doi:10.1007/978-94-007-7750-7
- Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., Genovesi, P., & MacFadyen, S. (2017). Plant invasion science in protected areas: progress and priorities. *Biological Invasions, 19*(5), 1353-1378. doi : 10.1007/s10530-016-1367-z
- Hariyadi, A. R. S., Priambudi, A., Setiawan, R., Daryan, Purnama, H., & Yayus, A. (2012). Optimizing the habitat of the Javan rhinoceros (*Rhinoceros sondaicus*) in Ujung Kulon National Park by reducing the invasive palm *Arenga obtusifolia*. *Pachyderm, 52*(52), 49-54.
- Hassler, M. (2020). World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov 2018) (Y. Roskov, L. Abucay, T. Orrell, D. Nicolson, N. Bailly, P. Kirk, ... L. Penev, Eds.). Diakses dari: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2019 Annual Checklist website: www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019
- Hulme, P. E., Pyšek, P., Pergl, J., Jarošík, V., Schaffner, U., & Vilà, M. (2014). Greater focus needed on alien plant impacts in protected areas. *Conservation Letters, 7*(5), 459-466. doi:10.1111/conl.12061
- Junaedi, D. I. (2014). Exotic plants of Halimun Salak Corridor: Micro-environment, detection and risk analysis of invasive plants. *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology, 21*(1), 38-47. doi:10.11598/btb.2014.21.1.4
- Keene, K. A., & Barlow, B. (2018). Fixed-Radius Plots as Inventory Method in Southern Forests. Alabama. Diakses dari <https://www.aces.edu/blog/topics/forestry/fixed-radius-plots-as-inventory-method-in-southern-forests/>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2015). *Strategi Nasional dan Arahannya Rencana Aksi Pengelolaan Jenis Asing Invasif di Indonesia* (A. D. Radiansyah, A. Susmianto, W. Siswanto, S. Tjitrosoedirdjo, D. J. Djohor, T. Setyawati, ... N. Gunadharma, Eds.). Deputi Bidang Pengendalian Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.
- Kurniawan, A., Undaharta, N. K. E., & Pendit, I. M. R. (2008). Association of dominated tree species in lowland tropical forest of Tangkoko Nature Reserve, Bitung, North Sulawesi. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 9(3), 199-203. doi:10.13057/biodiv/d090310
- Kusmana, C. (2017). Metode survey dan interpretasi data vegetasi. PT. Penerbit IPB Press Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. doi:10.1007/978-94-015-7358-0
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press.
- Master, J., Tjitrosoedirdjo, S., & Qayim, I. (2016). Abiotic factors influencing Mantangan (*Merremia Peltata*) invasion in Bukit Barisan Selatan National Park. *Biotropia*, 23(1), 21-27. doi:10.11598/btb.2016.2
- Meyer, J. Y., & Florence, J. (1996). Tahiti's native flora endangered by the invasion of *Miconia calvescens* DC. (Melastomataceae). *Journal of Biogeography*, 23(6) 775-781. doi:10.1111/j.1365-2699.1996.tb00038.x
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis In *Assessment of Climate Change in the Southwest United States: A Report Prepared for the National Climate Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Mueller-dombois, D., & Ellenberg, H. (2014). *Ekologi Vegetasi*. LIPI Press
- Occhipinti-Ambrogi, A., & Galil, B. S. (2004). A uniform terminology on bioinvasions: A chimera or an operative tool? *Marine Pollution Bulletin*, 49(9-10), 688-694. doi:10.1016/j.marpolbul.2004.08.011
- Padmanaba, M., Tomlinson, K. W., Hughes, A. C., & Corlett, R. T. (2017). Alien plant invasions of protected areas in Java, Indonesia. *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. doi:10.1038/s41598-017-09768-z
- Peraturan Direktur Jenderal Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistem (2019). Tata Cara Analisis Risiko Jenis Tumbuhan Invasif Pada Kawasan Suaka Alam, Kawasan Pelestarian Alam Dan Taman Buru (Perdirjen KSDAE Nomor: P.4/KSDAE/SET/KSA.2/11/ 2019)
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016). Jenis Invasif (Permen LHK Nomor: P.94/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12 /2016)
- Phillips, O. L., Hall, P., Gentry, A. H., Sawyer, S. A., & Vasquez, R. (1994). Dynamics and species richness of tropical rain forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(7), 2805-2809.
- Poorter, L., & Werger, M. J. A. (1999). Light environment, sapling architecture, and leaf display in six rain forest tree species. *American*

- Journal of Botany*, 86(10), 1464-1473.
- Prasetyo, D., & Sugardjito, J. (2010). Status populasi satwa primata di Taman Nasional Gunung Palung dan daerah penyangga, Kalimantan Barat. *Jurnal Primatologi Indonesia*, 7(2), 60-68.
- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Williamson, M., & Kirschner, J. (2004). Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53(1), 131-143. doi:10.2307/4135498
- Pyšek, P., Richardson, D. M., Rejmánek, M., Webster, G. L., Kirschner, J., Pygekl, P., ... Kirschnerl, J. (2013). Alien plants in checklists and floras : towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53(1), 131-143.
- Renner, S. S. (1986). Reproductive biology of *Bellucia* (Melastomataceae). *Acta Amazonica*, 16, 197-218.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6(2), 93-107. doi:10.1046/j.1472-4642.2000.00083.x
- Sabarno, M. Y. (2002). Baluran Nasional Park Savanna. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 3(1), 207-212. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d030107>
- Sahdin, S., Tasirin, J. S., & Sumarto, S. (2021). Karakteristik habitat di Sarang Tangkasi (*Tarsius Spectrumgurskyae*) di Taman Hutan Raya Gunung Tumpa H.V. Worang, Sulawesi Utara. *Cocos*, 5(5).
- Schreuder, H. T., Gregoire, T. G., & Wood, G. B. (1993). *Sampling Methods for Multiresource Forest Inventory*. John Wiley & Sons.
- Setiawan, E., Darnaedi, D., Rachman, I., Triono, T., & Webb, C. O. (2020). The digital herbarium: Solutions for data collection and identification of Indonesian plant diversity. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2), 203. doi:10.24252/bio.v8i2.15697
- Setyawati, T., Narulita, S., Bahri, I. P., & Raharjo, G. T. (2015). *A Guide Book to Invasive Plant Species in Indonesia*. Research, Development and Innovation Agency. Ministry of Environment and Forestry.
- Shackleton, R. T., Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Wood, L. E., & Richardson, D. M. (2020). Assessing biological invasions in protected areas after 30 years: Revisiting nature reserves targeted by the 1980s SCOPE programme. *Biological Conservation*, 243(2020), 108424. doi:10.1016/j.biocon.2020.108424
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423.
- Simpson, M. G. (2006). *Phylogenetic Systematics*. Plant Systematics. Elsevier Academic Press .
- Soegianto, A. (1994). *Ekologi Kuantitatif: Metode analisis populasi dan komunitas*. Surabaya: Usaha Nasional
- Stohlgren, T. J., Loope, L. L., & Makarick, L. J. (2013). Invasive plants in the United States national parks. Dalam Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., & Genovesi, P. (Eds.). (2013). *Plant invasions in*

- protected areas: patterns, problems and challenges (Vol. 7). Springer Science & Business Media. doi:10.1007/978-94-007-7750-7_13
- Spellerberg, I. F., & Fedor, P. J. (2003). A tribute to Claude Shannon (1916–2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the ‘Shannon–Wiener’ Index. *Global Ecology and Biogeography*, 12(3), 177-179.
- Strong, W. L. (2016). Biased richness and evenness relationships within Shannon–Wiener index values. *Ecological Indicators*, 67, 703-713.
- Sunaryo, S., & Tihurua, E. F. (2010). Catatan jenis-jenis tumbuhan asing dan invasif di Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango, Jawa Barat. *Berita Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)*, 10(2), 265-267.
- Sunaryo, S., Uji, T., & Tihurua, E. F. (2012). Jenis tumbuhan asing invasif yang mengancam ekosistem di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango Resort Bodogol Jawa Barat. *Journal of Biological Researches*, 17(2), 147-152. doi:10.23869/bphjbr.17.2.20124
- Thapa, S., Chitale, V., Rijal, S. J., Bisht, N., & Shrestha, B. B. (2018). Understanding the dynamics in distribution of invasive alien plant species under predicted climate change in Western Himalaya. *PloS one*, 13(4). doi:10.1371/journal.pone.0195752
- Tjitrosoedirdjo, S., Tjitrosoedirdjo, S. S., & Umaly, R. C. (1991). The status of *Chromolaena odorata* (L.) RM King and H. Robinson in Indonesia. In *Proceedings of the Second International Workshop on Biological Control of Chromolaena odorata, Biotrop Special Publication* (No. 44, pp. 57-66).
- Tjitrosoedirdjo, S. S. (2005). Inventory of the invasive alien plant species in Indonesia. *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, 25, 60-73. doi:10.11598/btb.2005.0.25.209
- Tjitrosoedirdjo, S. S., Mawardi, I., & Tjitrosoedirdjo, S. (2016). 75 important invasive plant species in Indonesia. SEAMEO BIOTROP, Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology.
- Weaver, W., & Shannon, C. E. (1949). The mathematical Theory of Communication. 1949. *Urbana, Illinois: University of Illinois Press*.
- Whittaker, R. H. (1974). Climax Concepts and Recognition. In *Vegetation Dynamics*. 137-154. Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-94-010-2344-3_14
- Zahra, S., Hofstetter, R. W., Waring, K. M., & Gehring, C. (2020). The invasion of *Acacia nilotica* in Baluran National Park, Indonesia, and potential future control strategies. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(1), 104-116. doi:10.13057/biodiv/d210115
- Zobrist, K. W., Hanley, D. P., Grotta, A., & Schnepf, C. C. (2012). Basic forest inventory techniques for family forest owners. *PNW*, 630, 76.