



KEANEKARAGAMAN, KEMERATAAN, DAN KEKAYAAN SPESIES TUMBUHAN DARI GEOSITE POTENSIAL BENTENG OTANAHA SEBAGAI RINTISAN PENGEMBANGAN GEOPARK PROVINSI GORONTALO

THE DIVERSITY, EVENNESS, AND RICHNESS OF PLANT SPECIES FOUND ON THE POTENTIAL GEOSITE OF OTANAHA FORTRESS AS A PIONEER FOR GEOPARK DEVELOPMENT IN THE PROVINCE OF GORONTALO

Dewi Wahyuni K. Baderan^{1*}, Sukirman Rahim², Melisnawati Angio³, Al Ilham Bin Salim⁴

¹Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo, Jl Prof. BJ.Habibie
Desa Moutong Kecamatan Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo, Indonesia

²Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Program Pascasarjana Universitas Negeri Gorontalo. Jl. Jenderal Sudirman
No.06 Kota Gorontalo, Provinsi Gorontalo, 96128

³Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya, LIPI, Jl. Ir. H.Juanda, No.13, Bogor, Jawa Barat, Indonesia.

⁴Farmasi, Fakultas Sains Teknologi dan Ilmu Kesehatan Univ. Bina Mandiri Gorontalo, Jl. Prof.Dr. Aloe Saboe No.173

*Corresponding author: dewi.baderan@ung.ac.id

Naskah Diterima: 1 Agustus 2020; Direvisi: 8 Juni 2021; Disetujui: 21 Juli 2021

Abstrak

Gorontalo mempunyai biodiversitas yang tinggi, dengan ditemukannya berbagai spesies yang bersumber dari flora dan fauna. Biodiversitas merupakan salah satu pilar penting dalam pengembangan Geopark di Provinsi Gorontalo. Tujuan penelitian untuk mengetahui indeks keanekaragaman, indeks kemerataan, indeks kekayaan spesies tumbuhan di wilayah rintisan Geopark Benteng Otanaha. Metode jelajah dan *Point Center Quadrat Metode* digunakan untuk eksplorasi jenis tumbuhan. Hasil penelitian mendapatkan 35 spesies, 12 diantaranya memiliki status konservasi, beresiko rendah 9 spesies yakni *Lepisanthes rubiginosa*, *Garuga floribunda*, *Cascabela thevetia*, *Gnetum gnemon*, *Bambusa* sp., *Eleusine indica*, *Pennisetum purpureum*, *Cactus* sp., dan *Lichen* sp., kategori rentan (*Clavaria* sp.), kategori hampir terancam (*Cycas* sp.) dan kategori terancam punah (*Euphorbia prostrata*). H' tingkat pohon (1,893), tumbuhan bawah (2,0194). H' tingkat semai dan *lichen* masing-masing sebesar 1,012 dan 0,239. Indeks kemerataan pada tingkat pohon, tumbuhan bawah, dan semai memiliki nilai masing-masing sebesar 0,822, 0,674, dan 0,92, dan *lichen* memiliki indeks kemerataannya sebesar 0,345. Indeks kekayaan spesies tumbuhan tingkat pohon, tumbuhan bawah, *seedling*, dan *lichen* tergolong dalam kategori rendah. Informasi tentang biodiversitas tumbuhan dari Geosite potensial Benteng Otanaha menjadi data pelengkap untuk percepatan rencana pengusulan Geopark Gorontalo sebagai Geopark Nasional dan sekaligus wujud upaya konservasi agar spesies yang ada tidak mengalami kepunahan atau habis.

Kata kunci: Benteng Otanaha; Keanekaragaman; Status konservasi

Abstract

Gorontalo has high biodiversity, with the discovery of various species of flora and fauna throughout the province. Biodiversity is one of the important pillars in the development of Geoparks in the province. The present study aimed to determine the indices of diversity, evenness, and richness in the pilot area of Otanaha Fort Geopark. An exploration method and *Point Center Quadrat Method (PCQM)* for exploring plant species were employed. The results showed 35 species, of which 12 had conservation status, consisting of 9 low-risk species (*Lepisanthes rubiginosa*, *Garuga floribunda*, *Cascabela thevetia*, *Gnetum gnemon*, *Bambusa* sp., *Eleusine indica*, *Pennisetum purpureum*, *Cactus* sp., and *Lichen* sp.), vulnerable (*Clavaria* sp.), almost threatened (*Cycas* sp.) and endangered (*Euphorbia prostrata*). The diversity index H' of tree, understorey, seedling, and lichen levels was 1.893, 2.0194, 1.012, and 0.239, respectively, while the evenness index was 0.822, 0.674, 0.92, and 0.345, respectively. The richness index of tree species, understorey, seedling, and lichen were in the low category. Information on plant biodiversity from the potential geosite of Otanaha Fortress is complementary data to accelerate the plan to propose the Gorontalo Geopark as a National Geopark and a form of conservation efforts for the existing species.

Keywords: Conservation status; Diversity; Otanaha Fortress

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v14i2.16746>

PENDAHULUAN

Pembangunan Geopark merupakan salah satu program dari UNESCO sebagai lembaga yang memulai program Global Geopark dengan tujuan kerja sama serta pemberdayaan masyarakat lokal dalam meraih tujuan utama, yakni mempromosikan fitur-fitur geologi yang terdapat di lingkungan mereka. Hal ini dilakukan melalui aktivitas pariwisata yang berkelanjutan, mempertahankan keindahan serta kelestarian fitur-fitur geologi, dan meningkatkan kreativitas masyarakat lokal dalam hal pembangunan bisnis. Program Geopark mampu memberikan kesempatan bagi komunitas lokal untuk bergabung dalam bidang pariwisata (UNESCO, 2006). Konsep yang diperkenalkan oleh UNESCO, Geopark merupakan daerah yang memiliki situs warisan budaya dengan sains, makna historis, keistimewaan, serta nilai estetika (Halim & Azman, 2010; Fauzi & Misni, 2016).

Program Geopark sangat bermanfaat dalam melestarikan keanekaragaman geologi, hayati, dan budaya yang didalamnya pun mempunyai berbagai aspek pendidikan sebagai bekal pengetahuan di bidang ilmu kebumiharian (*earth science*) pada keistimewaan serta diversitas warisan bumi serta aspek ekonomi dari tugas masyarakat dalam mengelola area sebagai geowisata (Dowling, 2011; Farsani, Celeste, & Carlos, 2011; Newsome, Waldo, & Gruszka, 2012; Setyadi, 2012; Darsiharjo, Upi, & Ilham, 2016; Siregar, Nurhayati, & Nurwulan, 2019). Terdapat 58 Geopark Internasional terdaftar di 18 negara di dunia, 34 berlokasi di Eropa, 22 berlokasi di Asia, satu berlokasi di Australia, dan satu berlokasi di Amerika Latin (Khoshraftar, 2013). Tahun 2020, UNESCO telah menyetujui peluncuran 15 Geopark baru di Asia, Eropa, dan Amerika Latin, sehingga total Geopark menjadi 161 yang tersebar di 44 negara dan Indonesia salah satunya.

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan biodiversitas serta meraih posisi yang esensial pada peta biodiversitas dunia. Indonesia bersama Brazil, dan Zaire menduduki posisi tiga besar negara di dunia yang memiliki biodiversitas tertinggi (*megadiversity countries*), meliputi 17% dari total jenis burung di dunia terdapat di Indonesia (1.531 jenis), dimana 381 jenis

diantaranya adalah burung endemik (Desmawati, 2010; Triyono, 2013), memiliki sekitar 30.000 jenis tumbuhan dan telah dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku obat (Fahrurrozi, Priyanti, & Astutik, 2015).

Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2019 mengenai pengembangan taman bumi (Geopark), terdapat tiga syarat keragaman potensi pengembangan geopark yang harus dipenuhi yaitu keragaman geologi (*Geodiversity*), keanekaragaman hayati (*Biodiversity*), dan keragaman budaya (*Cultural Diversity*). Persyaratan penetapan status Geopark sebagai warisan geologi harus memiliki warisan geologi (*Geoheritage*), memiliki pengelola Geopark dan memiliki rencana induk Geopark. Berdasarkan hasil sosialisasi Peraturan Presiden tersebut, Provinsi Gorontalo merupakan salah satu daerah yang berpotensi sebagai daerah destinasi wisata yang memiliki keunikan tersendiri yang terdiri dari wisata alam, wisata geologi, wisata edukasi, wisata berbasis konservasi, dan wisata budaya.

Upaya pemerintah untuk penetapan status Provinsi Gorontalo sebagai wilayah rintisan Geopark telah dilakukan sejak 2018. Pengembangan Geopark di Provinsi Gorontalo diwujudkan dengan pembentukan komite Geopark Gorontalo serta melakukan berbagai tahapan salah satunya mengumpulkan informasi biodiversitas flora dan fauna yang dimiliki Gorontalo. Keanekaragaman hayati yang bersifat langka, unik, dan memiliki nilai jual tinggi sebagai prasarat untuk ditetapkan sebagai Geopark Nasional.

Terdapat 13 kawasan di Provinsi Gorontalo yang diidentifikasi sebagai geosite potensial untuk pengembangan Geopark Gorontalo, salah satu lokasinya adalah Geosite Benteng Otanaha. Benteng Otanaha menjadi lokus penelitian karena merupakan wisata budaya yang menyimpan sejarah Gorontalo dan terletak di atas perbukitan Dembe I, Kota Barat, Provinsi Gorontalo, Pulau Sulawesi. Kurangnya perhatian terhadap biodiversitas tumbuhan menjadikan dasar untuk melakukan penelitian tentang indeks keanekaragaman hayati dari geosite potensial Benteng Otanaha. Data keanekaragaman tumbuhan menjadi pelengkap guna mewujudkan pengembangan

tumbuhan *lichen* dilakukan dengan membandingkan ciri morfologi dan koloni *lichen* dengan menggunakan buku *A Field Guide to Biological Soil Crusts of Western US Dryland - Common Lichen and Bryophytes* (Rosentert, Bowker, & Belnap, 2007). Validasi *accepted name* setiap jenis tumbuhan dilakukan dengan menggunakan situs *The Plant List* (2013) (<http://www.theplantlist.org/>). Hasil identifikasi kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif dan status konservasinya ditetapkan berdasarkan situs IUCN (<http://www.iucnredlist.org/>) (IUCN, 2020). Untuk spesies tumbuhan yang belum teridentifikasi dibuatkan spesimen herbarium dengan mengambil bagian tumbuhan yang telah dibersihkan dari tanah, jamur, atau material asing yang menempel.

Analisa Data

Data keanekaragaman spesies tumbuhan diidentifikasi melalui Indeks Keanekaragaman (H') (Shannon & Wiener, 1963; Fachrul, 2012). $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ di mana: $p_i = \frac{n_i}{N}$; Keterangan H' (Indeks diversitas Shannon-Wiener), S (Jumlah spesies), N_i (Jumlah individu dalam satu spesies), \ln (Logaritma natural), N (Jumlah total individu spesies yang ditemukan). Besarnya nilai H' menentukan tinggi rendahnya keanekaragaman jenis di suatu kawasan, dimana definisi besaran nilai keanekaragaman jenis menurut Shannon-Wiener ialah $H' > 3 =$ Keanekaragaman jenis tinggi, $1 \leq H' \leq 3 =$ Keanekaragaman jenis sedang, $H' < 1 =$ Keanekaragaman jenis rendah.

Indeks pemerataan jenis merujuk pada rumus *Pielou evenness indices* (Ludwig & Reynolds, 1988) yakni: $E = H' / \ln S$, dimana E (Indeks Kemerataan), dan H' (Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener)

Indeks kekayaan jenis menggunakan rumus Margalef (Magurran, 1988) yakni $R_1 = \frac{(S-1)}{(\ln(N))}$, dimana R_1 (Indeks Kekayaan), S (Jumlah jenis yang ditemukan), dan N (Jumlah total individu)

HASIL

Spesies Tumbuhan di Lokasi Penelitian

Hasil identifikasi ditemukan 35 spesies tumbuhan dengan total 579 jumlah individu,

dan 11 diantaranya berstatus langka berdasarkan kategori status konservasi dalam IUCN (*Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*) Red List. Tumbuhan tingkat pohon sebanyak 10 spesies, tumbuhan bawah sebanyak 20 spesies, tumbuhan tingkat semai tiga spesies dan tumbuhan *lichen* yakni dua spesies. Spesies tumbuhan berdasarkan kategori status konservasi IUCN dari Geosite potensial Benteng Otanaha disajikan pada Tabel 1.

Tumbuhan tingkat pohon terdapat lima spesies yang berstatus beresiko rendah yakni *Lepisanthes rubiginosa*, *Garuga floribunda*, *Cascabela thevetia*, *Gnetum gnemon*, dan *Bambusa* sp. Tumbuhan tingkat bawah ditemukan tiga spesies beresiko rendah, yakni *Cactus* sp., *Eleusine indica* dan *Dendrobium cruminatum*. Satu spesies berstatus terancam kritis yakni *Euphorbia prostrata*, sedangkan pada tumbuhan tingkat semai terdapat satu spesies yakni *Cycas* sp. yang berstatus beresiko rendah dan pada tingkat *lichen* yakni spesies *Lichen* sp. dan *Clavaria* sp. masing-masing berstatus beresiko rendah dan rentan.

Komposisi Tegakan

Hasil penelitian tegakan teridentifikasi sebanyak 35 spesies dan 25 famili. Tegakan tersebut tersusun atas tegakan tumbuhan tingkat pohon, tumbuhan bawah, tumbuhan *seedling*, dan tumbuhan *lichen* yang tersebar di Geosite Benteng Otanaha. Tumbuhan bawah didominasi oleh famili *Poaceae* dengan jumlah individu terbanyak mencapai 294 individu atau sebanyak 51%, sedangkan famili *Orchidaceae* memiliki jumlah individu paling sedikit (Gambar 2b). Komposisi famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pada masing-masing perawakan tumbuhan di Geosite Potensial Benteng Otanaha disajikan pada Gambar 2.

Keanekaragaman, Kemerataan, dan Kekayaan Spesies

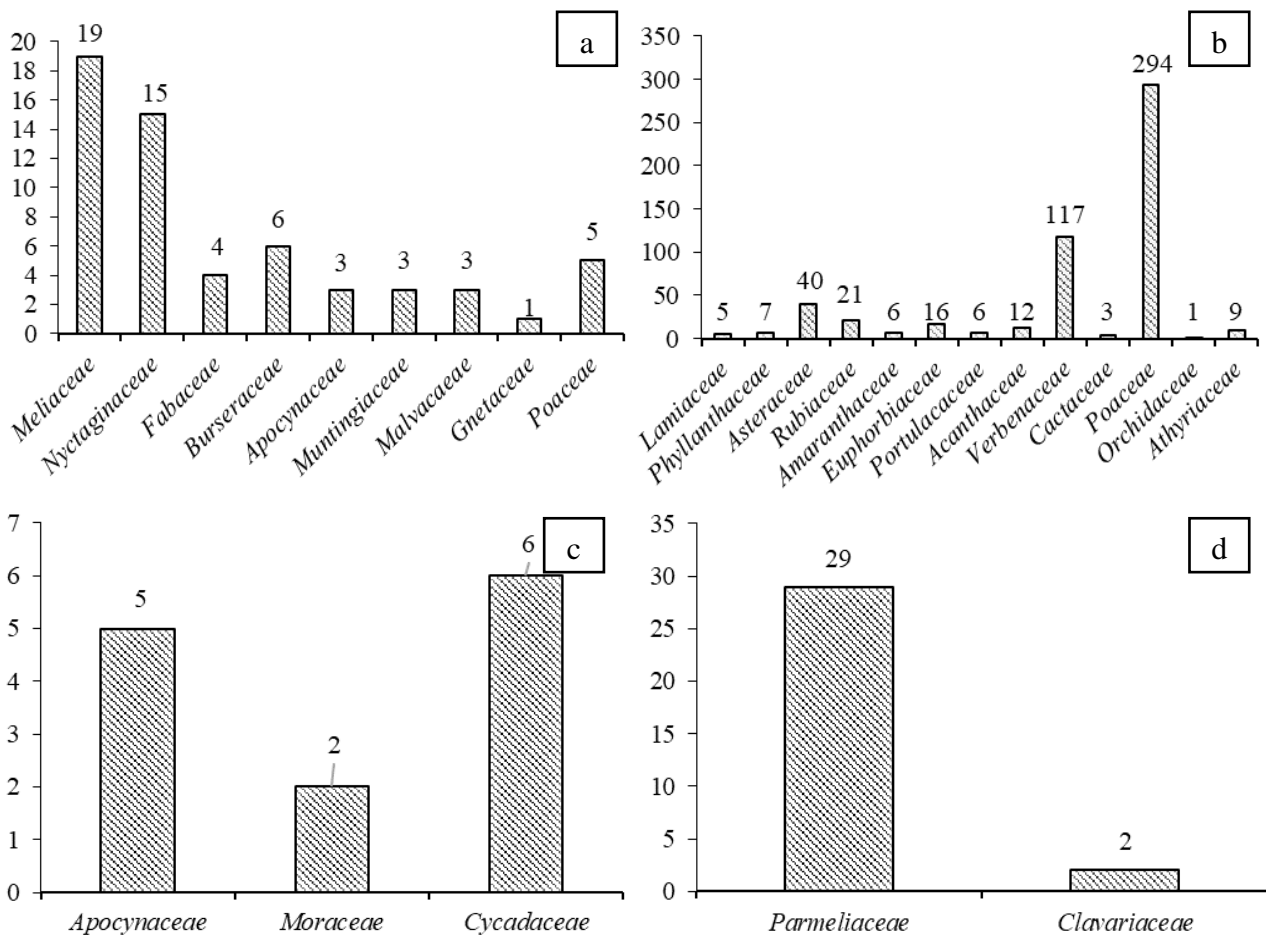
Tabel 2 di bawah ini menyajikan nilai indeks keanekaragaman, pemerataan, dan kekayaan spesies tumbuhan di wilayah Benteng Otanaha pada beberapa tegakan, yakni pada tingkat pohon, tumbuhan bawah, semai, dan *lichen*.

Tabel 1. Spesies tumbuhan berdasarkan kategori status konservasi IUCN dari Geosite potensial Benteng Otanaha

Kelas, Famili	Spesies	Jumlah indiv.	Status IUCN
Tumbuhan tingkat pohon			
<i>Magnoliopsida</i>			
<i>Meliaceae</i>	<i>Lepisanthes rubiginosa</i>	19	Beresiko rendah (LC)
<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Bougenvillea glabra</i>	15	-
<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia falcataria</i>	4	-
<i>Burseraceae</i>	<i>Garuga floribunda</i>	6	Beresiko rendah (LC)
<i>Apocynaceae</i>	<i>Cascabela thevetia</i>	2	Beresiko rendah (LC)
	<i>Strophanthus gratus</i>	1	-
<i>Muntingiaceae</i>	<i>Muntingia calabura</i>	3	-
<i>Malvaceae</i>	<i>Sterculia foetida</i>	3	-
<i>Gnetopsida</i>			
<i>Gnetaceae</i>	<i>Gnetum gnemon</i>	1	Beresiko rendah (LC)
<i>Liliopsida</i>			
<i>Poaceae</i>	<i>Bambusa sp.</i>	5	Beresiko rendah (LC)
Jumlah		59	
Tumbuhan bawah			
<i>Magnoliopsida</i>			
<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia riparia</i>	5	-
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus urinaria</i>	7	-
<i>Asteraceae</i>	<i>Tridax procumbens</i>	23	-
	<i>Vernonia cinerea</i>	4	-
	<i>Chromolaena odorata</i>	13	-
<i>Rubiaceae</i>	<i>Spermacoce articulata</i>	21	-
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	6	-
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia hirta</i>	9	-
	<i>Euphorbia prostrata</i>	3	Terancam kritis (CR)
<i>Malvaceae</i>	<i>Sida rhombifolia</i>	4	-
<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca oleracea</i>	6	-
<i>Acanthaceae</i>	<i>Ruellia tuberosa</i>	12	-
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana camara</i>	117	-
<i>Cactaceae</i>	<i>Cactus sp.</i>	3	Beresiko rendah (LC)
<i>Liliopsida</i>			
<i>Poaceae</i>	<i>Eragrostis amabilis</i>	34	-
	<i>Eleusine indica</i>	238	Beresiko rendah (LC)
	<i>Thuarea involute</i>	6	-
	<i>Pennisetum purpureum</i>	16	Beresiko rendah (LC)
<i>Orchidaceae</i>	<i>Dendrobium cruminatum</i>	1	-
<i>Filicopsida</i>			
<i>Athyriaceae</i>	<i>Athyrium esculentum</i>	9	-
Jumlah		537	
Tumbuhan tingkat semai			
<i>Magnoliopsida</i>			
<i>Apocynaceae</i>	<i>Calotropis gigantea</i>	5	-
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus montana</i>	2	-
<i>Cycadopsida</i>			
<i>Cycadaceae</i>	<i>Cycas sp.</i>	6	Hampir terancam (NT)
Jumlah		13	

Tumbuhan lichen			
<i>Lecanoromycetes</i>			
<i>Parmeliaceae</i>	<i>Lichen sp.</i>	29	Beresiko rendah (LC)
<i>Agaricomycetes</i>			
<i>Clavariaceae</i>	<i>Clavaria sp.</i>	2	Rentan (VU)
Jumlah		31	
Total		640	

Keterangan: LC (*Least Concern*); NT (*Near Threatened*); VU (*Vulnerable*); CR (*Critically Endangered*)



Gambar 2. Komposisi famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pada masing-masing tegakan tumbuhan di Geosite potensial Benteng Otanaha: tingkat pohon (a), tumbuhan bawah (b), semai (c), dan lichen (d)

Tabel 2. Indeks keanekaragaman, kemerataan dan kekayaan spesies pada tegakan tumbuhan di lokasi penelitian

	Jumlah spesies	Indeks keanekaragaman	Indeks kemerataan	Indeks kekayaan spesies
Tingkat pohon	10	1,893	0,8221	2,207
Tumbuhan bawah	20	2,0194	0,6741	3,0817
Tingkat semai	3	1,012	0,9212	0,7797
<i>Lichen</i>	2	0,2392	0,3451	0,2912

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat 35 spesies tumbuhan dari 27 famili yang

teridentifikasi di lapangan. Tumbuhan bawah merupakan strata tumbuhan dengan jumlah spesies dan jumlah individu terbanyak yakni

20 spesies dan 537 individu. Famili *Poaceae* memiliki jumlah spesies dan individu terbanyak dibandingkan dengan famili lainnya, yakni 6 spesies dengan total 300 jumlah individu. Menurut Wulandari, Sari, dan Mahanal (2017), suku *Poaceae* memiliki keanekaragaman yang tinggi, dan banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber pangan, misalnya padi, jagung, dan gandum. Selain itu, tumbuhan *Poaceae* juga digunakan sebagai tanaman obat, mengurangi polutan serta sebagai tanaman hias yang memiliki nilai estetika (Bohari & Baiq, 2015).

Pohon-pohon yang tumbuh di kawasan Benteng Otanaha memiliki tajuk yang rapat membatasi penetrasi cahaya matahari penuh ke lapisan bawah sehingga menyebabkan lapisan ini menjadi teduh dan sejuk. Tumbuhan yang ditemukan di Geosite potensial Benteng Otanaha tentunya berbeda dengan tumbuhan di lokasi yang telah ditetapkan menjadi Geopark Nasional maupun UNESCO Global Geopark. Masing-masing kawasan Geopark memiliki ciri khas berdasarkan lokasi yang menjadi kawasan Geopark, seperti halnya Geopark Ciletuh yang terletak di Pelabuhan Ratu Sukabumi memiliki keragaman tumbuhan penciri yakni Makroalga (25 spesies) dan tumbuhan *mangrove* (13 spesies) (Haryani, Sudrajat, Maelani, & Zulkhoir, 2020).

Selanjutnya dari 35 spesies yang ditemukan di lokasi penelitian, terdapat 12 spesies tumbuhan langka berdasarkan kategori status konservasi *Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) Red List dengan kategori berisiko rendah sebanyak 9 spesies yakni *Lepisanthes rubiginosa*, *Garuga floribunda*, *Cascabela thevetia*, *Gnetum gnemon*, *Bambusa* sp., *Eleusine indica*, *Pennisetum purpureum*, *Cactus* sp., dan *Clavaria* sp. Kategori rentan ditemukan satu spesies yakni *Clavaria* sp., kategori hampir terancam ditemukan satu spesies yakni *Cycas* sp. dan kategori terancam kritis yakni *Euphorbia prostrata*.

Kawasan Geosite Benteng merupakan salah satu tempat wisata sejarah di Provinsi Gorontalo yang ramai dikunjungi oleh masyarakat sehingga keberadaan tumbuhan langka akan semakin terdegradasi. Oleh karena itu, upaya konservasi secara *in-situ* perlu dilakukan.

Jumlah jenis dan individu suatu komunitas menentukan keanekaragaman komunitas itu sendiri (Sutrisna, Umar, Suhadiyah, & Santosa, 2018). Jika suatu komunitas memiliki banyak jenis tanpa ada spesies yang mendominasi, keanekaragaman jenis komunitas tersebut akan tinggi. Tinggi rendahnya nilai keanekaragaman sebuah kawasan menentukan tingkat stabilitas komunitas di kawasan itu sendiri (Wirakusumah, 2003; Indriyanto, 2012).

Indeks keanekaragaman tumbuhan pada berbagai perawakan di lokasi penelitian, pada strata tumbuhan tingkat pohon, tumbuhan bawah, dan tumbuhan tingkat semai nilai H' masing-masing sebesar 1,893 untuk tingkat pohon, 2,0194 untuk tumbuhan bawah, dan 1,012 untuk tumbuhan tingkat semai. Secara keseluruhan terjadi penurunan keanekaragaman tumbuhan pada suatu waktu, dikarenakan masing-masing vegetasi membutuhkan waktu berbeda-beda dalam menyelesaikan masa hidupnya dan perubahan komunitas tumbuhan terjadi bersamaan dengan perubahan tempat tumbuh dan dipengaruhi oleh faktor-faktor ekologi.

Hal ini ditegaskan oleh Nuzulah, Purwanto, dan Bachri (2016) menyatakan bahwa suksesi ekologis dipengaruhi oleh faktor ekologi yang utama, yakni iklim, ketersediaan air, kondisi edafik, interaksi antara faktor biotik dengan abiotik dan pola persebaran spesies serta dinamika habitat. Ketiga strata tumbuhan ini, masuk dalam kategori keanekaragamannya sedang berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman, jika nilai $1 \leq H' \leq 3$ menunjukkan keanekaragaman tingkat sedang, dan untuk kelompok tumbuhan *lichen* $H' = 0,2392$ pada kriteria indeks keanekaragamannya rendah kategori nilai $H' < 1$ menunjukkan rendahnya tingkat keanekaragaman. Hal ini ditegaskan oleh (Fachrul, 2012) menyatakan apabila nilai $H' 1 \leq H' \leq 3$, tingkat keanekaragaman jenis sedang.

Nilai H' adalah nilai indeks keanekaragaman yang menentukan seberapa tinggi ragam suatu spesies di suatu kawasan. Jika H' melebihi atau sama dengan 1, maka kawasan tersebut mempunyai tingkat diversitas jenis spesies sedang; apabila nilai H' lebih dari 3, tingkat diversitas jenis spesiesnya tinggi;

apabila nilai H' melebihi 0 namun kurang dari 1, sebuah komunitas pada kawasan tersebut mempunyai tingkat diversitas jenis spesies yang rendah.

Indeks keanekaragaman atau diversitas yang diperoleh dari Geosite Benteng Otanaha sebagai wilayah rintisan pengembangan Geopark Provinsi Gorontalo menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhannya baik. Hal ini berarti bahwa ekosistem tersebut cukup produktif, tekanan ekologis tingkat sedang, dan kondisi ekosistem yang cukup seimbang. Semua komponen ekosistem ada dalam kuantitas yang cukup serta berfungsi berdasarkan ciri-ciri setiap ekosistem, baik komponen biotik maupun abiotik.

Menurut pendapat Soerianegara dan Indrawan (2005), diversitas jenis sedang ini terjadi karena perubahan vegetasi secara berulang serta adanya unsur hara, cahaya, serta air yang didapatkan oleh vegetasi tersebut. Oleh karena itu, bentuk dan jumlah jenis tumbuhan tersusun sesuai tempat tumbuhnya. Selanjutnya Azizah (2017), menyatakan bahwa tingkat diversitas jenis tumbuhan yang rendah disebabkan oleh rentannya kawasan tempat hidup tumbuhan tersebut terhadap berbagai gangguan.

Indeks keanekaragaman adalah parameter vegetasi yang memiliki manfaat terbaik dalam membandingkan komunitas-komunitas, khususnya dalam hal mempelajari berbagai dampak atas gangguan faktor-faktor lingkungan atau abiotik terhadap komunitas, serta memahami keadaan suksesi maupun stabilitas komunitas. Hal ini berdasarkan kondisi bahwa terdapat banyak jenis tumbuhan pada sebuah komunitas, sehingganya semakin tua/ stabil kondisi komunitas tersebut, semakin tinggi pula diversitas jenis tumbuhannya. Simarmata dan Wahyuningsih (2012) juga berpendapat bahwa besar kecilnya kuantitas spesies menentukan tinggi rendahnya diversitas. Jika jumlahnya sedikit, maka komunitas tersebut hanya didominasi oleh satu atau sedikit jenis. Tingkat diversitas tinggi juga mengindikasikan distribusi serta sebaran masing-masing jenis secara merata di kawasan-kawasan yang berbeda.

Perbandingan indeks pemerataan tumbuhan pada berbagai perawakan dari Geosite Benteng Otanaha pada tingkat pohon,

tumbuhan bawah, dan *seedling* yakni mempunyai nilai indeks pemerataan masing-masing 0,822, 0,674, serta 0,921. Nilai ini menunjukkan bahwa pemerataan pada tingkat pohon, tumbuhan bawah dan *seedling* adalah stabil. Sedangkan pada tingkat *lichen* indeks pemerataannya sebesar 0,345 yang menunjukkan pemerataannya tidak stabil.

Indeks pemerataan menunjukkan derajat pemerataan kelimpahan individu antara setiap spesies. Apabila setiap jenis memiliki jumlah individu yang sama, maka komunitas tersebut mempunyai nilai *evenness* maksimum. Sebaliknya, jika nilai pemerataan kecil, maka dalam komunitas tersebut terdapat jenis dominan, sub-dominan dan jenis yang terdominasi, maka komunitas itu memiliki *evenness* minimum. Nilai pemerataan memiliki rentang antara 0–1, jika nilai indeks yang diperoleh mendekati satu berarti penyebarannya semakin merata (Ismaini, Masfiro, Rustandi, & Dadang, 2015). Tabel 2, menyajikan indeks kesamarataan spesies pohon pada kawasan rintisan Geopark Benteng Otanaha yang termasuk dalam komunitas stabil. Dengan demikian, populasi antara spesies pohon di Benteng Otanaha cukup merata, sehingga gangguan tidak mudah terjadi, dan mampu kembali ke kondisi awal.

Indeks pemerataan merepresentasikan derajat pemerataan kekayaan atau kelimpahan individu antara spesies. Jika masing-masing jenis mempunyai kuantitas individu yang sama, maka komunitas meraih nilai pemerataan maksimal. Namun, apabila nilai pemerataan kecil, komunitas tersebut mempunyai pemerataan minimal. Nilai pemerataan (*evenness*) berentang 0 sampai 1; apabila nilai indeks mendekati 1, maka penyebarannya merata.

Perbandingan indeks kekayaan jenis menunjukkan bahwa kekayaan jenis tumbuhan tingkat pohon, tumbuhan bawah, *seedling*, dan *lichen* tergolong dalam kategori rendah. Kekayaan jenis adalah jumlah jenis (spesies) dalam suatu komunitas. Semakin banyak jumlah jenis yang ditemukan, maka indeks kekayaannya juga semakin besar. Indeks kekayaan Margalef membagi jumlah spesies dengan fungsi logaritma natural yang mengindikasikan bahwa pertambahan jumlah spesies berbanding terbalik dengan

pertambahan jumlah individu. Hal ini juga menunjukkan bahwa biasanya pada suatu komunitas/ekosistem yang memiliki banyak spesies akan memiliki sedikit jumlah individunya pada setiap spesies tersebut (Ismaini et al., 2015). Jika nilai R_1 lebih kecil dari 3,5 menunjukkan kekayaan jenis yang tergolong rendah. Jika R_1 3,5–5,0 menunjukkan kekayaan jenis tergolong tinggi. Maka kekayaan jenis di geosite Benteng Otanaha tergolong rendah dengan Indeks Kekayaan Jenis (R_1) pada tingkat pohon, tumbuhan bawah, semai, dan *lichen* masing masing 2,207; 3,0817; 0,7797; dan 0,2912.

Kekayaan jenis merujuk pada kuantitas spesies pada sebuah komunitas. Banyak sedikitnya kuantitas spesies di lapangan menentukan besar kecilnya indeks kekayaan. Indeks kekayaan Margalef membagi jumlah spesies dengan fungsi logaritma natural yang berarti bahwa pertambahan kuantitas spesies berbanding terbalik dengan pertambahan kuantitas individu. Umumnya, komunitas/ekosistem dengan jumlah spesies yang melimpah akan mempunyai sedikit kuantitas individunya pada masing-masing spesies tersebut.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah tingkat keanekaragaman tumbuhan di wilayah Benteng Otanaha tergolong sedang untuk strata tumbuhan tingkat pohon (1,893), tumbuhan bawah (2,0194), dan tumbuhan tingkat semai (1,012) berada pada kategori $1 \leq H' \leq 3$. *Lichen* memiliki keanekaragaman rendah (0,239). Indeks kemerataan pada tingkat pohon, tumbuhan bawah, dan *seedling* di wilayah Benteng Otanaha memiliki nilai masing-masing sebesar 0,822, 0,674, dan 0,921. Nilai ini menunjukkan bahwa kemerataan pada tingkat pohon, tumbuhan bawah, dan *seedling* adalah stabil. Sedangkan pada tingkat *lichen* indeks kemerataannya sebesar 0,345 yang menunjukkan kemerataannya tidak stabil. Kekayaan jenis tumbuhan tingkat pohon, tumbuhan bawah, *seedling*, dan *lichen* di wilayah Benteng Otanaha tergolong dalam kategori rendah.

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui biodiversitas fauna dan plasma

nutfah tumbuhan dan hewan dari Geosite potensial yang berada di Provinsi Gorontalo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Daerah yakni Badan Perencanaan, Penelitian, dan Pengembangan Daerah (BAPPEDA) Provinsi Gorontalo sebagai penyandang dana penelitian dan ijin penelitian; Pemerintah Daerah (PEMDA) dari tingkat desa, Kecamatan di Kabupaten Gorontalo dan Kota Gorontalo yang telah memberikan ijin dalam pelaksanaan penelitian ini; Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) yang telah bekerjasama dalam mengidentifikasi tumbuhan Gorontalo, mahasiswa Biologi dan Pascasarjana KLH yang terlibat dalam pengambilan data di lapangan serta masyarakat lokal yang telah membantu proses pengambilan data di lapangan.

REFERENSI

- Azizah, P. N. (2017). Analisis vegetasi di kawasan sekitar Mata Air Ngambel, Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul. *Jurnal Riset Daerah*, 16(1), 2685-2702.
- Bohari, M., & Baiq, F. W. (2015, January 29). *Identifikasi jenis-jenis Poaceae di Desa Samata Kabupaten Sulawesi Selatan*. Paper presented at the Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan, Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Indonesia. Retrieved from <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/article/view/2125>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2019). Kabupaten Gorontalo dalam angka tahun 2019. Retrieved from <https://gorontalokab.bps.go.id/publication/2019/08/16/a38220ded8f2806b6c2165dc/kabupaten-gorontalo-dalam-angka-2019.html>
- Darsiharjo., Upi, S., & Ilham, M. S. (2016). Pengembangan Geopark Ciletuh berbasis partisipasi masyarakat sebagai Kawasan Geowisata di Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Manajemen Resort dan Leisure*, 13(1), 55-60. doi: 10.17509/jurel.v13i1.2036.
- Desmawati, I. (2010). Studi distribusi jenis-

- jenis burung dilindungi perundang-undangan Indonesia di Kawasan Wonorejo, Surabaya. (2021, Februari 15). Retrieved from <http://file:///C:/Users/Windows/10/Downloads/Documents/1506100001-Paper.pdf>
- Dombois, D. M., & Ellenberg, H. (1974). *Aim and method of vegetation ecology*. Toronto: John Eiley & Sons.
- Dowling, R. K. (2011). Geotourism's global growth. *Jurnal Geoheritage*, 3, 1-13.
- Fachrul, M. F. (2012). *Metode sampling bioekologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Fahrurozi, I., Priyanti., & Astutik, S. (2015). Keanekaragaman jenis tumbuhan obat pada plot cuplikan di Hutan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Indonesia. *Jurnal Al-Kauniyah: Jurnal Biologi*, 8(2), 109-106. doi: 10.15408/kauniyah.v8i2.2696.
- Farsani, N. T., Celeste, C., & Carlos, C. (2011). Geotourism and Geoparks as novel strategies for socio-economic development in rural areas. *Journal of Tourism Research*, 13, 68-81. doi: 10.1002/jtr.800.
- Fauzi, N. S., & Misni, A. (2016). Geoheritage conservation: Indicators affecting-the condition and sustainability of Geopark - a conceptual review. *Journal Procedia Social and Behavioral Sciences*, 222, 676-684. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.224.
- Halim, M. A. S. A., & Azman, C. M. (2010). The contribution of heritage product toward Malaysian tourism industry: A case of Eastern Coastal of Malaysia. *International Journal of Human Science*, 07(02), 346-357.
- Haryani, T. S., Sudrajat, C., Maelani, D. G., & Zulkhoir. (2020). Keanekaragaman dan kelimpahan makroalga dan tumbuhan mangrove di Kawasan Geopark Ciletuh Pelabuhan Ratu Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Biotika Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2), 1-6. doi: 10.24198/biotika.v18i2.31034.
- Harris, J. G., & Harris, M. W. (2001). *Plant identification terminology*. Utah: Spring Lake Publishing.
- Indriyanto. (2012). *Ekologi hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ismaini, L., Masfiro, L., Rustandi., & Dadang, S. (2015, September). *Analisis komposisi dan keanekaragaman tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan*. Paper presented at the Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, Indonesia. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/300559086_Analisis_komposisi_dan_keanekaragaman_tumbuhan_di_Gunung_Dempo_Sumatera_Selatan.
- IUCN. (2020). The IUCN red list of threatened species version 2020-1. (2021, Februari 26). Retrieved from <https://www.iucnredlist.org>.
- Khoshraftar, R. (2013, January 23). *Geopark: Reasearch and pedagogical values*. Paper presented at Conference the 1 Symposium on Irans Heritage, Theran, Iran. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/280231988_GeoparksResearch_and_Pedagogical_Values.
- Ludwig, J. A., & Reynolds, J. F. (1988). *Statiscal ecology-a primer and methods and computing* New York: Wiley.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton: University press.
- Newsome, S., Waldo, M., & Gruszka, C. (2012). Mindfulness group work: Preventing stress and increasing self-compassion among helping professionals in training. *The Journal for Specialists in Group Work*, 37(4), 297-311. doi: 10.1080/01933922.2012.690832.
- Nuzulah, S. N., Purwanto, P., & Bachri, S. (2016). Kajian dinamika suksepsi vegetasi di kawasan terdampak erupsi Gunung Api Kelud berbasis data penginderaan jauh tahun 2013-2016. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, 17(1), 1-17.
- Pitopang, R., Khaeruddin, I., Tjoa, A., & Burhanuddin, I. F. (2008). *Pengenalan jenis-jenis pohon yang umum di Sulawesi*. Palu: UNTAD Press.
- Profil Kelurahan Dembe 1. (2021). *Tata bangunan dan lingkungan RTH objek wisata bersejarah (Benteng Otanaha): Pengembangan kawasan pemukiman*. Gorontalo: Dinas PU Kota Gorontalo.

- Rosenterter, R., Bowker, M., & Belnap, J. (2007). *A field guide to biological soil crusts of Western US dryland - common Lichen and Bryophytes*. US Denver, Colorado: Green Canyon Research Station.
- Setyadi, D. A. (2012). Studi komparasi pengelolaan Geopark di dunia untuk pengembangan pengelolaan Kawasan Cagar Alam Geologi Karangsambung. *Pembangunan Wilayah dan Kota*, 8(4), 392-402. doi: 10.14710/pwk.v8i4.6496.
- Shannon, C. E., & Wiener, W. (1963). *The mathematical theory of communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Simarmata, F. S., & Wahyuningsih, H. (2012). Keanekaragaman makrozoobentos pada hutan mangrove yang direhabilitasi di Pantai Timur Sumatera Utara. *Jurnal Natur Indonesia*, 11(2), 94-103. doi: 10.31258/jnat.11.2.94-103.
- Siregar, H. F., Nurhayati, N., & Nurwulan, S. (2019). Analisis perlindungan hukum terhadap Geopark Nasional Ciletuh sebagai Kawasan Geowisata di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Surya Kencana Satu: Dinamika Masalah Hukum Dan Keadilan*, 10(1), 15-32. doi: 10.32493/jdmhkdmdhk.v10i1.3173.
- Soerianegara, I., & Indrawan, A. (2005). *Ekosistem hutan Indonesia*. Bogor: Laboratorium Ekologi Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor.
- Steenis, V. C. G. G. J. (2008). *Flora untuk sekolah di Indonesia*. Jakarta: Pradnya Paramita Press.
- Sutrisna, T., Umar, M. R., Suhadiyah, S., & Santosa, S. (2018). Keanekaragaman dan komposisi vegetasi pohon pada Kawasan Air Terjun Takapala dan Lanna di Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 3(1), 12-18. doi: 10.20956/bioma.v3i1.4258.
- The Plant List. (2013). Version 1.1. (2021, Maret 15). Retrieved from <http://www.theplantlist.org>.
- Tjitrosoepomo, G. (1985). *Morfologi tumbuhan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Triyono, K. (2013). Keanekaragaman hayati dalam menunjang ketahanan pangan. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 11(1), 12-22.
- UNESCO. (2006). *Guidelines and criteria for National Geoparks seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network (GGN)*. Paris: UNESCO.
- Wirakusumah, S. (2003). *Dasar-dasar ekologi bagi populasi dan komunitas*. Jakarta: UI Pres.
- Wulandari, D. Y., Sari, M. S., & Mahanal, S. (2017). Identifikasi tumbuhan suku *Poaceae* sebagai suplemen mata kuliah keanekaragaman tumbuhan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(1), 97-104.