



Research Articles

Keanekaragaman Lumut sebagai Bioindikator Kualitas Udara di Kawasan Taman Wisata Alam Suranadi dan Ruang Terbuka Hijau Udayana

Moss Plant Diversity as a Bioindicator of air Quality in Suranadi Natural Park and Green Open Space of Udayana

Isrowati*, Immy Suci Rohyani, Ernawati, Cahyo Aditya Akbar,
Elisa Darmayanti Wahyuni, Wildanniati Purnamasari

Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62, Mataram, NTB, 83126, Indonesia.

* *corresponding author, email: isrowati@unram.ac.id*

Manuscript received: 26-05-2022. Accepted: 29-06-2023

ABSTRACT

Kepadatan transportasi yang berbeda di Taman Wisata Alam Suranadi dan Ruang Terbuka Hijau Udayana pengaruh terhadap kualitas udara. Penurunan kualitas udara akan berdampak serius terhadap lingkungan, kesehatan dan perekonomian. Lumut memiliki kemampuan dalam mengakumulasi polutan dan sensitif terhadap penurunan kualitas udara sehingga dijadikan sebagai bioindikator kualitas udara. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui indek keanekaragaman, indeks kelimpahan lumut dan kualitas udara di TWA Suranadi dan RTH Udayana. Metode penelitian menggunakan kuadran 10 x 10 yang diletakkan secara *purposive sampling* pada kedua kawasan. Indeks keanekaragam (H') di TWA Suranadi termasuk kategori rendah ($H'= 1.4$) dengan 5 spesies ditemukan. Spesies dengan indeks kelimpahan tinggi yaitu *Andreae sp.* (45.45%), *Brachythecium rutabulum* (18,18%) dan *Taxiphyllum sp.* (18.18%), sedangkan *Lejeunea laetevirens* (9.09%) dan *Hypnum cupressiforme* (9.09%) kategori rendah. Indeks keanekaragam lumut di RTH Udayana termasuk kategori sedang ($H'= 1.2$) dengan 4 spesies ditemukan. Spesies dengan index kelimpahan tinggi yaitu *Octoblepharum albidum* (44.44%), *Dicranoweisia crispula* (22.22%) dan *Lopholejeunea sp* (22.22%), sedangkan *Barbula sp* (11.11%) kategori sedang. Indeks keanekaragaman lumut di TWA Suranadi lebih tinggi dari pada di RTH Udayana. Kualitas udara kedua kawasan masih dibawah ambang batas. Kualitas udara mempengaruhi indeks keanekaragaman. Pemantauan kualitas udara secara berkala perlu dilakukan untuk mengetahui keefektifan lumut dalam menyerap polutan.

Kata kunci: lumut; indeks keanearagaman; kualitas udara; biondikator

ABSTRAK

Different intensity of transportation in Suranadi Natural Park and Green Open Space of Udayana effected in air quality. Decreasing of the air quality will have a serious impact on the environment, human health and the economy. Moss can accumulate pollutants and is sensitive to air quality degradation. it can be used as a bioindicator. The aim of the research was to determine the diversity index, abundance index of mosses and analyze air quality in the TWA Suranadi and RTH of Udayana. The research method uses quadrant 10 x 10 m which is placed by purposive sampling. The diversity index (H') in TWA Suranadi is low category ($H'=1.4$) with 5 species founded. Species with a high abundance index were *Andreae* sp. (45.45%), *Brachythecium rutabulum* (18.18%) and *Taxiphyllum* sp. (18.18%), while *Lejeunea laetevirens* (9.09%) and *Hypnum cupressiforme* (9.09%) are low category. The index diversity in Udayana RTH is low category ($H'=1.2$) with 4 species founded. Species with a high abundance index were *Octoblepharum albidum* (44.44%), *Dicranoweisia crispula* (22.22%) and *Lopholejeunea* sp (22.22%), while *Barbula* sp (11.11%) was moderate category. The moss diversity index in TWA Suranadi is higher than in Udayana RTH. Air quality in both areas is still below the threshold. Air quality affects the diversity index. Periodic monitoring of air quality needs to determine the effectiveness of mosses in absorbing pollutants.

Key words: mosses; diversity index; air quality; bioindicator

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu sektor yang berkontribusi dalam penurunan kualitas udara. Sisa gas pembuangan dari pembakaran kendaraan merupakan sumber polutan udara. Jumlah kendaraan bermotor berpengaruh terhadap jumlah emisi CO₂. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan meningkatkan emisi CO₂ (Kusumawati *et al*, 2013). Penurunan kualitas udara akibat polutan gas kendaraan motor berbahan baku fosil merupakan masalah lingkungan yang perlu tindak lanjut guna mengurangi polusi udara. Pemantauan kualitas udara merupakan Tindakan yang perlu dilakukan saat ini. Salah satu cara pemantauan kualitas udara yang sederhana dan mempresentasikan kondisi lingkungan yang tercemar yaitu dengan bioindikator (Lukitasari, 2018). Lumut (*bryophyta*) merupakan salah satu tumbuhan tingkat rendah yang dapat digunakan sebagai bioindikator untuk memonitoring polusi udara (Mahaprata *et al*, 2019).

Bryophyta merupakan termasuk tanaman tingkat rendah yang memiliki kemampuan dalam pengendalian polusi dan merupakan sumber energi yang ramah lingkungan. *Bryophyta* digunakan sebagai bioindikator karena memiliki respon yang sensitif terhadap polutan dan mampu menunjukkan gejala penurunan kualitas udara. Selain itu, lumut mampu mengakumulasi polutan dalam jumlah yang lebih besar dibanding sengan kelompok lain yang tumbuh di habitat yang sama (Husamah dan Rahardjanto, 2019). Lumut mampu berikatan dengan ion logam dan mampu menahan dalam jaringannya dalam waktu yang lama tanpa menyebabkan kerusakan pada tanaman tersebut karena struktur jaringannya sederhana (Macedo-Miranda *et al*, 2016) Kondisi kualitas lingkungan yang berbeda maka akan mempengaruhi keanekaragaman dari lumut (Fanani, *et al*, 2019). Lumut Lumut (*bryophyta*) merupakan tumbuhan yang termasuk dalam kelompok epifit yang dapat ditemukan pada substrat terrestrial dan aboreal (Fitria *et al*, 2018). Substrat terrestrial meliputi pada kayu mati, tanah, batuan. Substrat arboreal yaitu substrat pada pohon yang masih hidup. Faktor lingkungan yang mempengaruhi kekayaan dan komposisi spesies lumut antara lain ketersediaan substrat, keragaman substrat, kondisi iklim

mikro dan tipe vegetasi (Fitria *et al*, 2018). Lumut tumbuh dengan optimal pada suhu 15-25 °C, tetapi tumbuhan ini dapat beradaptasi untuk hidup pada suhu 40-50 °C dan akan tumbuh optimal pada kelembaban lebih dari 50 %, yaitu sekitar 85%- 98% (Umagab, 2019; Nuriati, 2022)

Perbedaan intensitas kendaraan bermotor akan mempengaruhi mikro iklim di kawasan tersebut. Kawasan TWA Suranadi merupakan kawasan yang intensitas transportasinya lebih rendah dibanding dengan RTH Udayana. Pemantauan kualitas udara dari kedua kawasan tersebut dapat dilakukan dengan mengidentifikasi jenis lumut ada sebagai bioindicator. Analisis keanekaragaman jenis dan kelimpahan jenis dari lumut diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan lumut (*bryophyta*) untuk hidup di kedua lokasi ini. Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian terkait keanekaragaman lumut untuk mengetahui perbedaan tingkat pencemaran udara menggunakan bioindicator lumut (*bryophyta*). Penelitian dilakukan di kawasan TWA Suranadi dikarenakan kawasan tersebut memiliki kualitas udara dan mikro iklim yang cocok untuk lumut dan belum penelitian sebelumnya untuk kawasan ini. Pemilihan RTH Udayana karena kawasan ini merupakan jalur hijau yang memiliki substrat yang cocok untuk lumut namun memiliki mikro iklim yang berbeda karena banyaknya intensitas kendaraan motor yang melewati kawasan RTH Udayana.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif deskriptif mengharuskan peneliti untuk mencari, mengidentifikasi, serta mendeskripsikan sampel dan data-data yang didapatkan pada lokasi penelitian. Penelitian dilaksanakan di Taman Wisata Alam Suranadi dan Ruang Terbuka Hijau Udayana. Lokasi TWA Suranadi terletak di Desa Surandi, Narmada, Lombok Barat. Lokasi RTH Jalur Udayana, terletak pada disepanjang Jalan Udayana, Kota Mataram, Mataram, NTB.

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan antara lain, alat tulis, *gas monitoring*, *GPS*, kaca pembesar, label, *cutter*, plastik, *hygrometer*, *luxmeter* dan panduan identifikasi jenis lumut (*Bryophyta*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tumbuhan lumut (*Bryophyta*) yang berada di dua kawasan, yaitu TWA Suranadi dan RTH Udayana.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dengan menggunakan metode kuadran dengan ukuran 10x10 m. Ada 2 stasion pengamatan pada tiap lokasi penelitian. Teknik peletakan kuadran dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu pengambilan data sampel yang dilakukan dengan tujuan dan pertimbangan tertentu (Putri, 2019). Jenis lumut yang ditemukan dapat diambil dari substrat terestrial yang meliputi bebatuan, kayu lapuk dan tanah. Jenis Lumut yang diambil dari substrat abrorial yaitu dari pohon yang masih hidup, pemilihan tumbuhan pohon yaitu berdasarkan fase pertumbuhan, fase pohon adalah pohon yang berdiameter >20 cm (Indriyanto, 2005). Sampel

lumut yang sudah diambil kemudian didokumentasikan dan selanjutnya diidentifikasi lebih lanjut di Laboratorium Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Mataram.

Data fisik dan kimiawi kualitas lingkungan meliputi suhu udara, pH tanah, kelembapan tanah, intensitas cahaya, kandungan O₂, SO₂, CO, dan H₂S. Intensitas kendaraan bermotor yang melewati area tersebut dihitung per 20 menit guna mengetahui jumlah kendaraan yang melewati lokasi penelitian. Pengamatan jumlah kendaraan dilakukan pada waktu 8.30 – 11.30 WITA dikarenakan aktivitas yang cenderung meningkat pada jam tersebut.

Analisis Data

Hasil dari data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman ShannonWiener dan Indeks Kemelimpahan. Indeks Keanekaragaman Jenis ShannonWiener (Odum, 1996), dihitung dengan rumus:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

dimana, $p_i = \frac{n_i}{N}$

Keterangan:

H' = Indeks keragaman

p_i = perbandingan antara jumlah individu dengan jumlah total individu

ln = Logaritma natural

n_i = Jumlah individu setiap jenis

N = Total individu

Penentuan kriteria, sebagai berikut:

H' < 1 = Keanekaragaman rendah.

1 < H' < 3 = Keanekaragaman sedang.

H' > 3 = Keanekaragaman tinggi

Indeks kelimpahan spesies (*Abundance index*) dengan menggunakan formulasi Ludwig dan Reynolds (1988), dihitung dengan rumus:

$$Di = \frac{n_i}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

Di = kelimpahan relatif (%)

n_i = jumlah individu setiap jenis

N = total individu

Penentuan Kriteria indeks yaitu:

Di > 20% = kategori tinggi

15% < Di < 20% = kategori sedang

Di < 15% = kategori rendah

Analisis Kualitas udara dilakukan berdasarkan ambang batas baku mutu udara ambien menurut PerMen RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies lumut yang ditemukan di TWA Suranadi terdiri dari 5 spesies dan di RTH Udayana sebanyak 4 spesies. Nama spesies, famili, substrat dan indeks kelimpahan secara lengkap tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama spesies, family, indeks kelimpahan dan indeks Keanekaragaman Lumut di TWA Suranadi dan RTH Udayana

No	Spesies	Famili	Substrat	Indeks Kelimpahan	Indeks keanekaragaman
TWA Suranadi					
1	<i>Andreae sp.</i>	<i>Andreaeaceae</i>	Batang Pohon	45.45	
2	<i>Brachythecium rutabulum</i>	<i>Brachytheciaceae</i>	Batang Pohon	18.18	
3	<i>Hypnum cupressiforme</i>	<i>Hypnaceae</i>	Batang Pohon	9.09	1.41
4	<i>Lejeunea laetevirens</i>	<i>Lejeunaceae</i>	Batang Pohon	9.09	
5	<i>Taxiphyllum sp</i>	<i>Hypnaceae</i>	Batang Pohon	18.18	
RTH Udayana					
1	<i>Barbula sp</i>	<i>Pottiaceae</i>	Bebatuan	11.11	
2	<i>Lopholejeunea sp</i>	<i>Lejeunaceae</i>	Bebatuan	22.22	1.27
3	<i>Dicranoweisia crispula</i>	<i>Dicranaceae</i>	Bebatuan	22.22	
4	<i>Octoblepharum albidum</i>	<i>Octoblephoraceae</i>	Batang Pohon	44.44	

Kondisi fisik, kimiawi lingkungan dan jumlah kendaraan berdasarkan pengukuran di lokasi penelitian untuk TWA Suranadi memiliki intensitas cahaya 375 lux, kandungan CO sebesar 0 ppm, kandungan H₂S sebesar 0 ppm, kandungan O₂ sebesar 209.000 ppm, intensitas kendaraan selama 20 menit sebanyak 100 kendaraan. Kondisi fisik, kimiawi lingkungan dan jumlah kendaraan bermotor di RTH Udayana memiliki intensitas cahaya 2.632 lux, kandungan CO sebesar 0 ppm, kandungan H₂S sebesar 0 ppm, kandungan O₂ sebesar 209.000 ppm, intensitas kendaraan selama 20 menit sebanyak 835 - 940 kendaraan. Kondisi suhu rata-rata di kedua kawasan berkisar antara 29-31 °C, dengan kelembapan udara rata-rata diatas 55%.

Pembahasan

Spesies dan Substrat Lumut

Jenis lumut yang ditemukan di TWA Suranadi memiliki jenis yang sangat berbeda dengan di RTH Udayana. Spesies di TWA Suranadi lebih banyak spesies yang ditemukan. Substrat tempat hidup banyak ditemukan pada batang pohon. Hal ini disebabkan karena TWA Suranadi menyediakan tipe substrat abroreal dalam jumlah banyak yang cocok untuk lumut. Kayu atau batang pohon yang masih hidup merupakan substrat yang baik sebagai tempat hidup tumbuhan lumut dikarenakan batang pohon mampu menyerap dan menyimpan air yang cukup banyak di antara sel-sel kayunya (Widandri, 2009). Salah satu spesies yaitu *Lejeunea laetevirens* dan *Brachythecium rutabulum*. *Lejeunea laetevirens* merupakan jenis lumut hati berdaun yang menempel pada substrat pohon (Ivhone *et al*, 2018). *Brachythecium rutabulum* umum dijumpai pada substrat batang pohon, kayu lapuk dan batuan (Ivhone *et al*, 2018). *Lejeunea laetevirens* dan *Brachythecium rutabulum* memiliki sebaran di daerah tropis, sehingga banyak ditemukan di daerah tropis, salah satunya Indonesia (Rusidi, 2021; Rusidi *et al*, 2021). Banyaknya tumbuhan lumut (*bryophyta*) yang tumbuh pada batang pohon

dikarenakan pada umumnya permukaan kulit batang pohon merupakan tempat terbaik untuk tempat pertumbuhan spora-spora sehingga tumbuhan lumut juga akan ikut berkecambah serta akan mengalami proses tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan lumut dewasa (Apriana, 2015). Berdasarkan observasi di TWA Suranadi, tajuk (*cover*) rata-rata 50,5 meter. Menurut Apriana (2015), tajuk (*cover*) pohon juga mempengaruhi keberadaan tumbuhan lumut dan apabila jika tajuk pohon sedikit (*sempit*) maka pada suatu tempat akan ditemukan tumbuhan lumut (*bryophyta*).

Substrat di lokasi RTH Udayana banyak ditemukan pada bebatuan dan hanya satu spesies yang ditemukan di batang pohon. Substrat batuan mampu di tumbuhi lumut karena memiliki kelembapan yang tinggi dan tempatnya ternaungi sehingga mendukung kehidupan Sebagian besar famili yang ditemukan di RTH Udayana. Hal ini sejalan dengan Fanani *et al*, (2019), bahwa spesies lumut mampu tumbuh di bebatuan karena bebatuan memiliki kadar air yang cukup, permukaan tanah yang lembab dan terlindungi dari sinar matahari. Tumbuhan lumut (*bryophyta*) yang mendominasi di RTH Udayana adalah berasal dari kelas *Bryopsida* dan terdapat satu spesies yang berasal dari kelas *Hepaticophyta* yang substrat hidupnya di batang pohon.

Indeks Keanekaragaman Lumut (Bryophyta)

Nilai Indeks keanekaragaman dari tumbuhan lumut dihitung menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener. Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') menunjukkan bahwa keragaman spesies lumut pada TWA Suranadi adalah sebesar 1.41 dikategorikan sedang ($1 < H' < 3$). Nilai Keanekaragaman di RTH Udayana sebesar 1.27 yang masuk dalam kategori sedang ($1 < H' < 3$). Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman TWA Suranadi memiliki indeks keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan dengan RTH Udayana. Indeks keanekaragaman spesies menunjukkan kematangan suatu komunitas, sehingga komunitas tersebut menjadi lebih kompleks dan stabil (Brower *at al*, 1989). Indeks keanekaragaman di TWA Suranadi yang tinggi disebabkan karena memiliki komunitas yang lebih kompleks dan stabil dibanding dengan RTH Udayana. TWA Suranadi merupakan salah satu bentuk kawasan konservasi yang peruntukannya untuk melestarikan suatu spesies maupun habitat sehingga komunitasnya lebih stabil.

Rendahnya indeks keanekaragaman lumut di RTH Udayana tidak lepas dari lokasi penelitian yang berada di tengah kota. Lumut (*bryophyta*) dan *lichen* tidak ditemukan di daerah tengah kota dan tumbuh kurang baik pada radius 28 km dari tengah kota dikarenakan meningkatnya kadar SO_2 di udara (LeBlanc & Rao, 1973). Namun karena RTH Udayana merupakan kawasan yang bertujuan dalam penyerapan CO_2 sehingga banyak ditanam tumbuhan berkayu. Pohon mampu menyediakan substrat terestrian dan abrorial yang cocok untuk Lumut. Rendahnya nilai keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh intensitas kendaraan yang melewati lokasi RTH Udayana yaitu sebesar 835-940 kendaraan. Hal ini tentunya akan mempengaruhi iklim mikro kawasan tersebut.

Indeks Kelimpahan Lumut

Berdasarkan hasil dari Tabel 1. Indeks kelimpahan jenis di TWA Suranadi termasuk dalam kategori tinggi yaitu spesies *Andreae sp.*, *Brachythecium rutabulum*, dan *Taxiphyllum sp.* Tingginya kelimpahan *Andreae sp.* disebabkan karena jenis ini merupakan lumut yang kosmopolitan dan persebarannya melimpah di daerah pergunungan di kawasan tropis, termasuk TWA Suranadi (Raihan, 2018). Perbedaan kondisi tajuk vegetasi menyebabkan intensitas sinar matahari yang diterima pun berbeda. Pengaruh intensitas Kelimpahan lumut yang tinggi dapat disebabkan oleh cahaya matahari yang lebih besar sehingga hasil fotosintesis berupa volume dan biomassa lumut juga besar (Peck, 1995). Indeks kelimpahan speises *Lejeunea laetevirens* dan *Hypnum cupressiforme* masuk dalam kategori rendah. Spesies yang memiliki indeks kemelimpahan tinggi di RTH Udayana yaitu *Octoblepharum albidum*, *Dicranoweisia crispula* dan *Lopholejeunea sp.*, sedangkan *Barbula sp* memiliki kategori yang sedang. *Octoblepharum albidium* memiliki indeks kelimpahan yang tinggi karena spesies ini merupakan spesies yang umum ditemukan di kawasan tropis (Masyitoh *et al.* 2023).

Kualitas Lingkungan

Berdasarkan Permen No. 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, baku mutu udara Ambien untuk karbon monoksida di kedua lokasi penelitian masih di bawah ambang batas. Parameter suhu berdasarkan Tabel 2. Memenuhi untuk tempat hidup lumut. Hal ini sejalan dengan penelitian Nuriati (2022), lumut (*bryophyta*) tumbuh dengan optimal pada suhu 15-25 °C tetapi tumbuhan ini dapat beradaptasi untuk hidup pada suhu 40-50 °C dan akan tumbuh optimal pada kelembaban lebih dari 50%. Pengukuran faktor abiotik perlu dilakukan untuk mengetahui pengaruh faktor abiotic terhadap lumut. Keberadaan dari tumbuhan lumut (*bryophyta*) juga sangat dipengaruhi oleh komponen abiotik seperti suhu dan kelembaban udara di suatu tempat (Apriana, 2015).

Kondisi fisik yang berbeda di kedua lokasi penelitian berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragaman dan indeks kemelimpahan spesies lumut di TWA Suranadi dan RTH Udayana. Tumbuhan Lumut di RTH Udayana jumlahnya sedikit hal ini disebabkan karena di kawasan tersebut memiliki transportasi yang padat. Hal tersebut menggambarkan bahwa lumut dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan. Tumbuhan lumut di dalam ekosistem memiliki peran sebagai peresap air, mempertahankan kelembapan, penghasil oksigen melalui fotosintesis yang cepat dan sebagai penyerap polutan (Bawaihatty *et al.*, 2014). Salah satu contoh spesies yang kemelimpahan paling tinggi di RTH Udayana yaitu *Octoblepharum albidium*. *Octoblepharum albidium* memiliki manfaat sebagai penghasil oksigen dikawasan tersebut (Firdaus, 2020). Spesies *Barbula sp* yang ditemukan di RTH Udayana merupakan lumut yang mampu menyesuaikan diri di berbagai lingkungan karena mampu memanfaatkan lingkungan secara efektif dan efisien (Sudjatmiko dan Amalia, 2022). Kehadiran lumut di kawasan TWA Suranadi dan RTH Udayana berdampak pada produktifitas dekomposisi dan pertumbuhan komunitas di hutan dan mencegah erosi serta dapat digunakan sebagai biondikator terhadap perubahan lingkungan atau habitat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Jenis tumbuhan lumut di TWA Suranadi ditemukan sebanyak 5 spesies dari 4 famili. Jenis Lumut di RTH Udayana ada 4 spesies dengan 3 famili. Indeks keanekaragaman lumut di TWA Suranadi sebesar 1.4 termasuk kategori sedang. Indeks Keanekaragaman lumut di RTH Udayana sebesar 1.2 termasuk kategori sedang. Indeks Keanekaragaman di TWA Suranadi lebih tinggi dibandingkan dengan di RTH Udayana. Indeks kelimpahan spesies lumut di TWA Suranadi kategori tinggi yaitu *Andreae sp.* (45.45%), *Brachythecium rutabulum* (18,18%) dan *Taxiphyllum sp.* (18.18%), sedangkan *Lejeunea laetevirens* (9.09%) dan *Hypnum cupressiforme* (9.09%) kategori rendah. Indeks Kelimpahan di RTH Udayana yang termasuk kategori tinggi yaitu *Octoblepharum albidum* (44.44%), *Dicranoweisia crispula* (22.22%) dan *Lopholejeunea sp* (22.22%), sedangkan *Barbula sp* (11.11%) kategori sedang. Kualitas udara berdasarkan baku mutu udara ambien untuk kandungan CO masih di bawah ambang batas. Kondisi mikro iklim di TWA Suranadi dan RTH Udayana berbeda. Perbedaan kondisi lingkungan akan mempengaruhi nilai indeks keanekaragaman lumut.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada para semua pihak pengelola yang membantu dan berperan dalam penyelesaian penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriana, D. 2010. Keragaman dan Kelimpahan Lumut Epifit di Kebun Raya Bogor. Skripsi. Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Brower, J.E., J.H. Zar & C.N. von Ende. 1990. Field and Laboratory Methods for General Ecology 3 rd ed. Wm.C Brown Publisher: Dubouque.
- Bawaihaty, N. et al. 2014. Keragaman dan Peran Ekologi Bryophyta di Hutan Sesaot Lombok Barat. Jurnal Silvikultur Tropika. 5(1): 13-17.
- Fanani., Mirza., Afriyansyah, B. 2019. Keanekaragaman Jenis Lumut (Bryophyta) Pada Berbagai Substrat di Bukit Muntai Kabupaten Bangka Selatan. Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi. 4(2): 43–47.
- Firdaus, F. 2020. Keanekaragaman dan Pola Distribusi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Jalur Pendakian Gunung penanggungan Jawa Timut. Thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Fitria, R., Kamal, S., dan Eriawati. 2018. Keanekaragaman Lumut (Bryophytes) pada berbagai Substrat di Kawasan Sungai Pucok Krueng Raba Kecamatan Lhoknga Kabupaten Aceh Besar. Prosiding Senimar Nasional Biotik. Aceh.
- Husamah dan Rahardjanto, A. 2019. Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring). Malang, Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Indriyanto. 2006. Ekologi Hutan. Bumi Aksara, Jakarta.
- Ivhone, N. N., Irwandi, dan Hartati, M. S. 2018. Jenis-Jenis Tumbuhan Lumut (Bryophyta) pada Berbagai Subtrat di Desa Pasar Melintang Kota Bengkulu. Prosiding Senimar Nasional Biotik. Aceh: 172-182.

- Kusumawati, P. S., Tang, U. M., and Nurhidayah, T. 2013. Hubungan Jumlah Kendaraan Bermotor, Odometer Kendaraan Dan Tahun Pembuatan Kendaraan Dengan Emisi Co2 di Kota Pekanbaru. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.7(1): 49-59.
- LeBlanc, F. & D.N. Rao. 1973. Evaluation of The Pollution and Drought Hypotheses in Relation to Lichens and Bryophytes in Urban Environments. *The Bryologist*. 76(1): 1-16.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynold. 1988. *Statistical Ecology*. John Willey and Sons, New york.
- Lukitasari, M. 2018. *Mengenal Tumbuhan Lumut (Bryophyta) Deskripsi, Klasifikasi, Potensi dan Cara Mempelajarinya*. Magetan, Media Grafika.
- Macedo-Miranda, G., Avila-Pérez, P., Gil-Vargas, P. 2016. Accumulation of heavy metals in mosses: a biomonitoring study. *Springerplus*. 5 (715): 1-13.
- Mahaprata, B., Dhal, N. K., Dash, A. K., Panda, B. P., Panigrahi, K. C. S.m and Pradhan, A. 2018. Perspective of Mitigating Atmospheric Heavy Metal Pollution: Using Mosses as niomonitorung and indicator organism. *Enviromental Science and Pollution Research*. 26: 29620-29638.
- Masyitoh, A. D., Saputri, I., Antika, I. R., Ifannani, F. A., Simanjuntak, A. L., Safitri, N. R., dan Fardhani, I. 2023. Moss Plant Biodiversity (Bryophyta) Around Rojo Camp Gardens, Dau District, Malang Regency. *Journal of Reseach in Science Education*. 9(6): 4423-4430.
- Nuriati, F. 2022. *Analisis Keragaman Lumut (Bryophyta) di Kawasan Taman Nasional Way Kambas Lampung Timur*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Odum, E. P. 1996. *Dasar – Dasar Ekologi: edisi ketiga*. Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.
- Peck, J., dan Won, S. 1995. Diversity of Epiphytic Bryophytes in Three Host Tree Species, Thermal Meadow, Hotspring Island, Queen Charlotte Island, Canada. *The Bryologist*. 98(1): 123 - 128.
- Putri, Erika, S., dan Prayogo, H. 2019. Inventarisasi Jenis-Jenis Lumut Di Kawasan Hutan Adat Bukit Benuah Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Hutan Lestari*. 7(3): 47-53.
- Raihan, C., Nurasih, dan Zahara, N. 2018. Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Air Tejun Peucari Bueng Jantho Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Senimar Nasional Biotik. Aceh*. ISBN: 978-603-6040-9-0.
- Rusidi, Hendi, and Santi, R. 2021. Keanekaragaman Jenis Lumut (Bryophyta) di Bukit Nenek Taman Wisata Gunung Permisan, Kabupaten bangka Selatan. *Jurnal Biologi Udayana*. 25(2): 137-146.
- Sofi, A., Cahyana, D., dan Maolidah, E. Lumut (Bryophyta). Makalah. Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Bandung.
- Sudjatmiko, H., dan Amalia, N.N. 2022. Keanekaragaman Bryophytes di Candi Plaosan, Jawa Tengah. *Berkala Ilmiah Niologi*. 13(3): 25-34.
- Windadri, F. I. 2009. Keragaman Lumut Di Resort Karang Ranjang, Taman Nasional Ujung Kulon, Banten. *Jurnal Teknik Lingkungan*.10(1): 19- 25.

Wirda, A. Z. U. (2019). Inventory of Plant Moss Species (bryophyta) Terrestrial in National Park Area Aketajawe Lolobata Central Halmahera North Maluku Province. *Journal of Physics: Conference Series*. 1364(1): 1-20.