

ISSN: 2252-9195
E-ISSN: 2714-6189

INDONESIAN JOURNAL of CONSERVATION

Vol. 11, No. 1
2022

**UPT PENGEMBANGAN KONSERVASI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**



INDONESIAN JOURNAL
OF CONSERVATION

Vol 11. No. 1, Juni 2022

Diterbitkan Oleh:

UPT Pengembangan Konservasi
Universitas Negeri Semarang



INDONESIAN JOURNAL OF CONSERVATION

ISSN: 2252-9195

Terbit enam bulanan, Juni dan Desember

Indonesian Journal of Conservation merupakan jurnal yang menerbitkan artikel-artikel hasil penelitiandan kajian konseptual bertema konservasi, meliputi konservasi keanekaragaman hayati, pengelolaan limbah, *green architecture and internal transportation, clean energy, paperless policy*, konservasi nilai, etika, dan budaya, serta kader konservasi.

Penasihat:

Prof. Dr. Amin Retnoningsih, M.Si.

Ketua Dewan Redaksi:

Asep Purwo Yudi Utomo, S.Pd., M.Pd.

Dewan Redaksi:

Tsabit Azinar Ahmad., S.Pd., M.Pd.

Didi Pramono, S.Pd. M.Pd.

Iwan Hardi Saputro, S.Pd., M.Si.

Dr. Ir. Ananto Aji, M.S. Drs.

Said Sunardiyo, M.T.

Teguh Prihanti, S.T., M.T

Khoirudin Fathoni, S.T., M.T.

Penyunting:

Tsabit Azinar A., S.Pd., M.Pd.

Widiyanto, S.Pd.

Riyadi Widhiyanto, S.Pd.

Sekretariat:

Eli Dwi Astuti, S.Si.

Alamat Redaksi:

UPT Pengembangan Konservasi Universitas Negeri Semarang Gedung Prof. Dr. Retno Sriningsih Satmoko(Penelitian & Pengabdian Masyarakat) Lantai 1 Kampus Sekaran Gunungpati Kota Semarang 50229 Website: www.konservasi.unnes.ac.id

Email: konservasi@mail.unnes.ac.id

Online Journal: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/ijc/index>

Foto sampul: Tsabit Azinar A., 2021

DAFTAR ISI

IDENTIFIKASI SERANGAN HAMA PADA TUMBUHAN MANGROVE DI <i>NATURE CONSERVATION</i> FORUM PUTRI MENJANGAN DESA PEJARAKAN, BULELENG, BALI Andik Isdianto, M Arif As'adi, Oktiyas Muzaky Luthfi, Dian Alivianti, Vicky Ibrahim, Muchamad Fairuz Haykal, Berlania Mahardika Putri.....	1
<i>A NEW CONCEPT OF WATER USE EFFICIENCY: A CASE STUDY FOR IRRIGATION SCHEMES IN</i> BÜYÜK MENDERES BASIN Cengiz Koç.....	7
KEANEKARAGAMAN HAYATI INDONESIA: MASALAH DAN UPAYA KONSERVASINYA Agus Setiawan	13
UPAYA KONSERVATIF UNNES DALAM MENYIKAPI URGENSI KRUSIAL <i>CLIMATE CHANGE</i> DI LINGKUNGAN KAMPUS Nabila Salsa Kirani, Danvie Rachmasari, Reniandi Marbun, Moh. Iqbal Rizqi Ramadhan, Asep Purwo Yudi Utomo	22
PREFERENSI BURUNG TERHADAP TIPE HABITAT DI PUSAT LATIHAN GAJAH TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS Ramadhani Ramadhani, Agus Setiawan, Dian Iswandaru, Yulia Rahma Fitriana.....	29
KLUSTERISASI TINGKAT DEFORESTASI: EKOLOGI KEWARGANEGARAAN INDONESIA Ridwan Santoso, Heri Ratnawati, Dwi Riyanti.....	34
PELESTARIAN MASYARAKAT TERHADAP PENINGGALAN CANDI BATUR SEBAGAI STRUKTUR CAGAR BUDAYA DI KABUPATEN PURBALINGGA Anik Cahyani, Renadya Shafira Fanadi, Nursalim Nursalim, Khairun Nisa M. Tanjung, Olga Julia Pama.....	39
KERUSAKAN LINGKUNGAN DALAM KUMPULAN PUISI ALAMKU SAYANG ALAMKU HILANG KARYA SUWARDI Kodrat Eko Putro Setiawan, Wahyuningsih Wahyuningsih, Devi Cintia Kasimbara, Dedy Richi Rizaldy.....	45



Identifikasi Serangan Hama pada Tumbuhan Mangrove di Nature Conservation Forum Putri Menjangan Desa Pejarakan, Buleleng, Bali

Andik Isdianto^{*1}, M. Arif As'adi¹, Oktiyas Muzaky Luthfi², Dian Alivianti³, Vicky Ibrahim³, Muchamad Fairuz Haykal³, Berlania Mahardika Putri³

¹Coastal Resilience and Climate Change Adaptation (CORECT) Research Group, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²Institute Of Marine and Environmental Sciences, University of Szczecin, Mickiewicza 16a, Szczecin, 70-383, Poland

³Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

insidensi; intensitas;
penyakit mangrove;
purposive sampling;
nature conservation forum

Abstrak

Hutan mangrove pesisir memegang peranan penting bagi kehidupan di darat, terutama pemukiman pesisir, hutan mangrove mereduksi gelombang datang dan juga memerangkap sisa-sisa sampah rumah tangga, hutan mangrove merupakan tempat bagi banyak biota laut untuk melakukan pemijahan, pemeliharaan, tempat mencari makan. Dibalik itu semua hutan mangrove mulai terdegradasi akibat kegiatan manusia, manfaat mangrove yang banyak menguntungkan manusia membuatnya dimanfaatkan secara berlebihan tanpa adanya rencana berkelanjutan. Pengambilan data di lapangan dilakukan secara purposive sampling, yaitu pengambilan data mangrove yang dilakukan dengan sengaja pada titik-titik yang terdapat penyakit mangrove dengan membuat transek ukuran 10 X 10 meter, kemudian dilakukan identifikasi dengan metode sensus. Insidensi serangan tertinggi adalah 60% pada stasiun 1, pada stasiun 2 sebesar 48%, dan stasiun 3 sebesar 22% menjadi stasiun yang tingkat insidensi serangan terendah. Intensitas serangan tertinggi adalah 48% pada stasiun 1, pada stasiun 2 sebesar 29%, dan stasiun 3 intensitas menjadi stasiun yang tingkat intensitas serangan terendah dengan nilai sebesar 8% dan hasil rata-rata nilai dari stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 sebesar 23% sehingga dapat dikatakan intensitas serangan hama pada mangrove di kawasan Nature Conservation Forum dikatakan ringan.

Abstract

Coastal mangrove forests played an important role in life on land, especially in coastal settlements, mangrove forests reduced incoming waves and trap the remnants of household waste, mangrove forests were a place for many marine biotas to be cultivated, nurtured, and used as a food source. However, nowadays, all mangrove forests suffered degradation due to human activities, and the advantages of mangroves that benefited humans made them over-used without any sustainable plans. The research data were collected by purposive sampling, namely mangrove data collection which was carried out intentionally at spots that showed mangrove disease by making a transect measuring 10 X 10 meters, then an identification was carried out using the census method. The highest attack incidence was 60% at station 1, 48% at station 2, and 22 % at station 3. Station 3 is the station with the lowest attack incidence rate. The highest attack intensity is 48% at station 1, station 2 is 29%, and station 3 intensity is the station with the lowest attack intensity level with a value of 8%, and the total average value of station 1, station 2, and station 3 is 23 %. Therefore, it can be concluded that the intensity of pest attacks on the mangroves in the Nature Conservation Forum area is light.

* E-mail: Main Building of Faculty of Fisheries and Marine Science, Room 504. Jl Veteran, Malang, Indonesia
Address: andik.isdianto@ub.ac.id

PENDAHULUAN

Mangrove adalah vegetasi hutan yang tumbuh di antara garis pasang surut, sehingga hutan mangrove dinamakan juga hutan pasang (Saparinto, 2007). Mangrove merupakan salah satu ekosistem langka, karena luasnya hanya 2% permukaan bumi. Indonesia merupakan kawasan ekosistem mangrove terluas di dunia (Setyawan, 2006). Hutan ini mempunyai karakteristik unik dibandingkan dengan formasi lainnya. Keunikan tersebut terlihat dari keanekaragaman flora yaitu: (*Avicennia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, dan tumbuhan lainnya yang mampu bertahan hidup di salinitas air laut), juga fauna (kepiting, ikan, jenis *Mollusca*, dan lain-lain), dan habitat tempat hidupnya (Kustanti, 2011).

Hutan mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa spesies pohon mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut pantai berlumpur. Hutan mangrove sering disebut juga sebagai hutan pasang surut, hutan payau atau hutan bakau (Isdianto *et al.*, 2021). Komunitas vegetasi ini umumnya tumbuh pada daerah intertidal dan subtidal yang cukup mendapat aliran air, dan terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Karena itu hutan mangrove banyak ditemukan di pantai-pantai teluk yang dangkal, estuaria, delta dan daerah pantai yang terlindung. (Kenish, 1990).

Menurut Tomlinson (1986), kata mangrove berarti tanaman tropis dan komunitasnya yang tumbuh pada daerah intertidal. Daerah intertidal adalah wilayah di bawah pengaruh pasang surut sepanjang garis pantai, seperti laguna, estuarin, pantai dan *river banks*. Mangrove merupakan jenis tumbuhan yang mampu hidup pada kondisi ekstrim, seperti kadar garam yang tinggi, kondisi tanah yang tidak stabil, dan kondisi dasar tanah yang tergenang (Aliviyanti *et al.*, 2020). Mangrove merupakan ekosistem yang spesifik pada umumnya hanya dijumpai pada pantai yang berombak relatif kecil atau bahkan terlindung dari ombak, di sepanjang delta dan estuaria yang dipengaruhi oleh masukan air dan lumpur dari daratan (Eko, 2011). Mangrove tumbuh optimal di wilayah pesisir muara sungai besar dan delta yang alirannya banyak mengandung lumpur. Sedangkan yang tidak terdapat muara sungai, vegetasi mangrove pertumbuhannya tidak optimal. Mangrove sulit tumbuh di daerah yang terjal dan berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat, karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur, serta substrat yang diperlukan untuk pertumbuhannya (Dahuri, 2001). Selain fungsi bagi ekosistem, mangrove juga memberikan nilai tambah barang dan jasa ekosistem yang baik bagi lingkungan dan manusia (Musalima *et al.*, 2021).

Dilihat dari segi ekosistem perairan, hutan mangrove dikenal sebagai tempat asuhan (*Nursery ground*) berbagai jenis hewan akuatik seperti ikan, udang, kepiting dan kerang-kerangan fungsi lain hutan mangrove melindungi garis pantai dari erosi, dapat menahan pengaruh gelombang serta dapat pula menahan lumpur, sehingga mangrove bisa semakin luas tumbuh keluar mempercepat terbentuknya tanah timbul. Secara garis besar, mangrove mempunyai beberapa keterkaitan dalam kebutuhan manusia sebagai penyedia bahan pangan, papan, dan kesehatan sehingga lingkungan dibedakan menjadi lima yaitu: Fungsi

fisik, fungsi kimia, fungsi biologi, fungsi ekonomi dan fungsi lain (Dixon, 2001).

Manfaat ekosistem mangrove yang berhubungan dengan fungsi fisik adalah sebagai mitigasi bencana seperti peredam gelombang dan angin badai bagi daerah yang ada di belakangnya, pelindung pantai dari abrasi, gelombang air pasang (*rob*), tsunami, penahan lumpur dan perangkap sedimen yang diangkut oleh aliran air permukaan, pencegah intrusi air laut ke daratan, serta dapat menjadi penetralisir pencemaran perairan pada batas tertentu (Lisibani dan Eni, 2009). Manfaat lain dari ekosistem mangrove ini adalah sebagai obyek daya tarik wisata alam dan atraksi ekowisata (Sudiarta, 2006; Wiharyanto dan Laga, 2010) dan sebagai sumber tanaman obat (Supriyanto *et al.*, 2014). Namun, mangrove hanya mencakup sebagian kecil dari permukaan bumi yaitu, 0,7% dari hutan tropis global dan 0,5% dari wilayah pesisir dunia. Kawasan mangrove menghilang dengan kecepatan yang mengkhawatirkan karena industri perikanan budidaya yang berkembang pesat, pertanian dan pembangunan infrastruktur serta berpotensi terkena dampak kenaikan permukaan laut.

Ekosistem mangrove berfungsi sebagai habitat berbagai jenis satwa. Ekosistem mangrove berperan penting dalam pengembangan perikanan pantai (Heriyanto dan Subiandono, 2012). arena merupakan tempat berkembang biak, memijah, dan membesarkan anak bagi beberapa jenis ikan, kerang, kepiting, dan udang (Kariada dan Andin, 2014; Djohan, 2007). Jenis plankton di perairan mangrove lebih banyak dibandingkan di perairan terbuka (Qiptiyah *et al.*, 2008). Hutan mangrove menyediakan perlindungan dan makanan berupa bahan organik ke dalam rantai makan (Hogarth, 2001). Bagian kanopi mangrove pun merupakan habitat untuk berbagai jenis hewan darat, seperti monyet, serangga, burung, dan kelelawar (Supriharyono, 2009). Kayu pohon mangrove dapat digunakan sebagai kayu bakar, bahan pembuatan arang kayu, bahan bangunan, dan bahan baku bubur kertas.

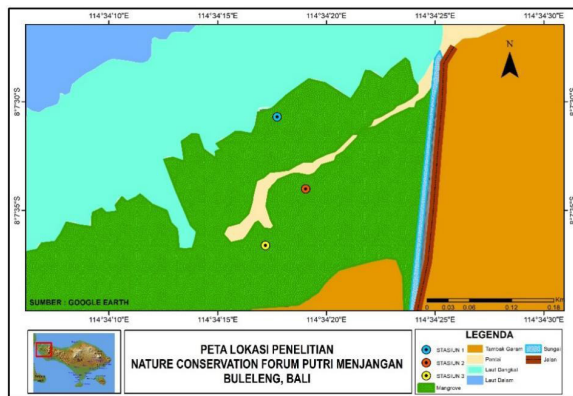
Pemanfaatan hutan mangrove apabila tidak diikuti dengan kegiatan pengayaan atau rehabilitasi akan menyebabkan degradasi pada lahan bekas tebangannya sehingga berpotensi menimbulkan bencana alam. Penerapan setiap aspek silvikultur perlu dilakukan agar pemanfaatan hutan dapat dilakukan secara berkelanjutan tanpa mengurangi produktivitasnya. Dalam upaya untuk melakukan pemanfaatan berkelanjutan memang perlu dilakukan pengelolaan yang terencana untuk mengembalikan fungsi lingkungan yang sesuai (Huda, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis gangguan hama hutan mangrove di tegakan serta mengetahui insidensi serangan dan intensitas serangannya mengidentifikasi jenis hama yang menyerang jenis-jenis mangrove.

METODE

Penelitian dilaksanakan selama 30 hari yaitu pada tanggal 1 Juli - 30 Juli 2019 di Nature Conservation Forum Putri Menjangan Desa Pejarakan, Kabupaten Buleleng, Bali. Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun berbeda. Stasiun pertama berada pada garis lintang -8.1253 dan garis bujur 114.5714 yang lokasinya berada di pantai. Stasiun 2

berada pada koordinat garis lintang -8.1259 dan garis bujur 114.5717. Stasiun 3 terletak pada koordinat garis lintang -8.1268 dan garis bujur 114.5712 yang berada dekat lokasi tambak. Lokasi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan data di lapangan dilakukan secara purposive sampling, yaitu pengambilan data mangrove yang dilakukan dengan sengaja pada titik-titik yang terdapat penyakit mangrove dengan membuat kuadran transek ukuran 10 X 10 meter. Kegiatan identifikasi dilakukan dengan metode sensus dengan mengamati sampel jenis hama dan bentuk kerusakannya dengan alat tulis, kamera digital, roll meter, tali rafia, pasak besi, laptop, MS Excel 2016, dan MS Word 2016. Untuk mengetahui tingkat kerusakan di tegakan mangrove dilakukan perhitungan Insidensi Serangan dan Intensitas Serangan. Dari setiap plot diamati kejadian serangan hama yang dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tulung, 2000 dalam Pribadi, 2010). Menghitung insidensi serangan tanaman dengan rumus:

$$K = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

K = kejadian serangan oleh hama tertentu;
n = jumlah tanaman yang terserang hama tertentu;
N = jumlah tanaman yang diamati dalam satu plot.

Penghitungan intensitas kerusakan oleh hama yang merupakan besarnya tingkat kerusakan tanaman oleh hama tertentu pada tanaman yang diamati, yang dihitung dengan rumus berikut (Direktorat Perlindungan Tanaman, 2000):

$$K = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

I = Intensitas serangan;
Ni = jumlah tanaman rusak (terserang hama) pada tingkat skor kerusakan tertentu;
vi = nilai skor kerusakan tanaman oleh serangan hama;
i = 0, 1, 2, 3, 4, 5;
N = jumlah tanaman yang diamati;
V = skor tertinggi kategori serangan hama.

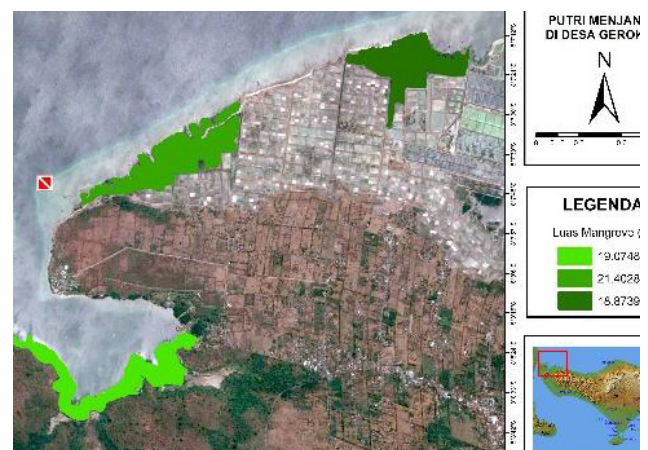
Adapun skor kerusakan tanaman oleh serangan hama (Haneda dan Suheri, 2018) yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Skoring Intensitas Serangan Hama

Skor	Uraian
0	Tidak ada serangan
1	Serangan sangat ringan (persentase organ yang terserang 1 – 20%)
2	Serangan ringan (persentase organ tanaman yang terserang 21 – 40%)
3	Serangan sedang (persentase organ tanaman yang terserang 41 – 60%)
4	Serangan berat (persentase organ tanaman yang terserang 61 – 80%)
5	Serangan sangat berat (persentase organ tanaman yang terserang 81 – 100%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luasan dari hutan mangrove di kawasan konservasi Putri Menjangan yang dikelola oleh NCF seluas 30 ha. Kawasan hutan mangrove tersebut dibagi menjadi 3 zona hutan mangrove, yaitu: zona inti, zona pemanfaatan, dan zona lain-lain. Zona inti merupakan zona dengan luasan sebesar 21 ha, dengan kondisi hutan mangrove yang masih alami dan memiliki keanekaragaman yang tinggi dibandingkan dengan zona yang lainnya. Dalam kawasan hutan mangrove Putri Menjangan dikatakan terdapat 14 spesies mangrove yang tumbuh (Januarsa dan Luthfi, 2017).



Gambar 2. Peta Sebaran Luasan Mangrove

Identifikasi Hama di Tegakan Hutan Mangrove

Kegiatan penebangan di hutan alam mangrove merupakan salah satu penyebab terjadinya degradasi sehingga akan mempengaruhi ekosistem yang sudah berjalan secara dinamis sebelumnya. Salah satu dampak dari menurunnya keseimbangan ekosistem itu sendiri, yaitu terjadinya serangan hama pada tegakan (Haneda dan Suheri, 2018). Salah satu indikator adanya serangan hama adalah munculnya ekspresi yang ditimbulkan oleh pohon akibat serangan hama yang biasa disebut gejala. Tanda yang paling banyak ditemukan pada ketiga petak tersebut adalah benalu yang menempel pada batang mangrove. Gejala yang dapat

dilihat pertama dari daun, daun mangrove mulai menguning dan terlihat tidak sehat. Batang, pada bagian batang mangrove yang terserang hama benalu memiliki kulit batang yang mulai mengelupas dan akhirnya menyebabkan batang itu kering. Hal ini sesuai dengan data gejala yang ditemukan di lapangan yakni banyak yang mengalami daun mengering serta cabang atau batang yang diserang benalu sehingga mengalami kerusakan dengan gejala mati cabang. Haneda dan Suheri, (2018) menyebutkan tiga gejala utama yang dapat dilihat dari serangan hama diantaranya, daun menguning dan berlubang, mati cabang, dan batang berlubang dan mengering.

Hasil kegiatan identifikasi jenis hama di mangrove diketahui terdapat 2 jenis hama benalu yang menyerang yakni *Loranthus* sp. dan *Cassytha filiformis*.



Gambar 3. *Loranthus* sp.



Gambar 4. *Cassytha filiformis*

Benalu ini bersifat parasit, yaitu dengan menyerap makanan dari pohon mangrove yang menjadi inangnya. Keberadaannya yang bersifat parasit dapat menghambat pertumbuhan mangrove. Proses fotosintesis tidak berjalan dengan baik, namun benalu semakin bertambah banyak dan dapat menyebabkan tumbuhan inangnya kurus dan pada akhirnya tumbuhan inangnya kering dan berujung tumbuhan inangnya mati. Menurut Widyastuti et al. (2005) cara hidup tumbuhan benalu sebagai tumbuhan semi parasit ialah dengan menyerap sumber makanan dari tumbuhan inangnya kemudian mengolahnya dengan proses fotosintesis dalam organ daun. Serangan hama ini apabila dibiarkan akan berdampak pada kerusakan ekosistem mangrove, karena perlu perhatian khusus agar kelestarian ekosistem tetap terjaga.

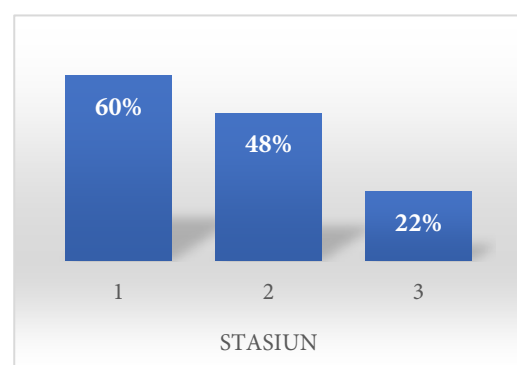
Insidensi dan Intensitas Serangan

Insidensi serangan merupakan tingkat kerusakan pada pohon di lapangan, sehingga dapat dijadikan acuan untuk mengetahui seberapa banyak pohon yang terserang (Haneda dan Suheri, 2018). Pengambilan data penelitian ini dilakukan pada tiga stasiun yaitu stasiun satu, berada dekat dengan wilayah laut terbuka. Stasiun kedua berada di wilayah pantai. Stasiun terletak dengan lokasi pemukiman. Pemilihan tempat tersebut bertujuan agar setiap stasiun dapat mewakili wilayah hutan mangrove Putri Menjangan dan didapatkan data yang merata. Lokasi stasiun dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 5. Peta Lokasi Pengambilan Data

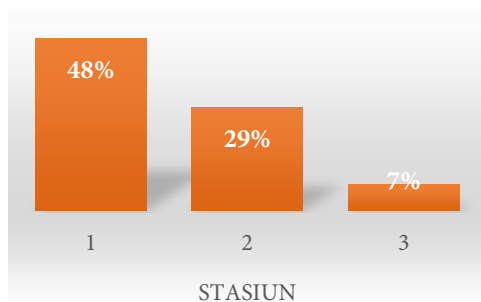
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan dan pengolahan data, maka diperoleh data hasil pengolahan insidensi serangan hama benalu terhadap mangrove dapat dilihat pada gambar grafik diatas, dapat dilihat bahwa insidensi serangan tertinggi adalah 60% pada stasiun 1 diserang oleh spesies *Cassytha filiformis*, pada stasiun 2 sebesar 48% juga banyak ditemukan spesies *Cassytha filiformis*, dan stasiun 3 sebesar 22% menjadi stasiun yang tingkat insidensi serangan terendah dan benalu yang ditemukan adalah spesies *Loranthaceae* sp.. Presentase tingkat insidensi serangan hama pada mangrove bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor-faktor seperti letak hutan mangrove, kondisi hidro-oceanografi serta parameter yang ada. Hasil rata-rata dari ketiga stasiun yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 didapatkan nilai sebesar 43% yang berarti kejadian insidensi dapat dikatakan sedang.



Gambar 6. Grafik Insidensi Serangan

Persentase insiden serangan dapat meningkat. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi tanaman dan semakin rapat daun-daun tanaman, seiring dengan usia tanaman. Tanaman semakin rapat menunjukkan jarak antar tanaman semakin dekat, sehingga memudahkan spora menyebar ke tanaman sekitar. Kecuali itu, dengan semakin rapatnya tanaman maka iklim mikro akan sangat mendukung perkembangan penyakit karat. Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah suhu, kelembaban, dan curah hujan. Suhu yang optimum untuk terjadinya penetrasi spora adalah pada suhu 17-24°C dengan kelembaban sekitar 80-90% (Firman dan Martin 1968).

Intensitas serangan merupakan tingkat keparahan pada setiap pohon yang diakibatkan oleh serangan hama (Haneda dan Suheri, 2018). Hasil dari pengolahan data intensitas serangan hama pada mangrove di NCF Putri Menjangan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Intensitas Serangan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan dan diolah maka diperoleh data hasil pengolahan intensitas serangan hama pada mangrove seperti yang ada pada gambar grafik diatas, dapat dilihat bahwa intensitas serangan tertinggi adalah 48% pada stasiun 1, pada stasiun 2 sebesar 29%, dan stasiun 3 intensitas menjadi stasiun yang tingkat intensitas serangan terendah dengan nilai sebesar 8%. Hasil rata-rata nilai dari stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 setelah dirata-ratakan didapat hasil sebesar 23% dan dapat dikatakan intensitas serangan hama pada mangrove di kawasan Nature Conservation Forum dikatakan ringan. Intensitas serangan paling banyak ditemui pada spesies *Sonneratia alba* yaitu berupa hama benalu baik pada stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3.

Intensitas serangan sangat rendah bahkan belum terserang, hanya beberapa yang terinfeksi. Keadaan tersebut karena masih musim kemarau dengan curah hujan yang rendah sekitar 43-50 mm per bulan dan kelembaban udara 68- 76%, sehingga menghambat pertumbuhan spora. Memasuki awal musim hujan dengan curah hujan 157-312 mm dan kelembaban udara 79-86%, memungkinkan terjadinya peningkatan tingkat intensitas serangan (Rahardjo dan Suhardi, 2008).

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian serangan hama di ekosistem mangrove Conservation Forum Putri Menjangan ditemukan 2 jenis benalu yaitu *Lorantus* sp. dan *Cassytha filiformis*. Benalu

ini menyerang mangrove dengan menyerap makanan dari inangnya dan berdampak pada tumbuhan inangnya yang tidak dapat melakukan proses pertumbuhan secara maksimal dan berujung pada kematian tumbuhan inangnya. Tingkat insidensi serangan berdasarkan hasil rata-rata dari ketiga stasiun yaitu stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 didapatkan nilai sebesar 43% Hasil rata-rata nilai dari stasiun 1, stasiun 2 dan stasiun 3 setelah di rata-ratakan didapat hasil sebesar 23% dan dapat dikatakan intensitas serangan hama pada mangrove di kawasan Nature Conservation Forum dikatakan ringan.

Saran

Perlu dilakukan kegiatan inventarisasi jenis hama pada persemaian sampai ke tegakan mangrove untuk mengetahui sebaran populasi hama pada ekosistem mangrove. Data ini dapat digunakan sebagai acuan untuk dilakukannya kegiatan preventif maupun penanggulangan ketika terjadi ledakan hama, serta untuk mengetahui perlu tidaknya dilakukan pemeliharaan yang intensif, khususnya pada persemaian mangrove maupun pada bibit yang sudah ditanam di areal bekas tebangan karena lebih rawan terserang hama dan penyakit.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima-kasih kepada rekan rekan *Research Group CORECT (Coastal Resilience and Climate Change Adaptation-Research Group)* Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Dosen Ilmu Kelautan FPIK UB dan mahasiswa memberikan kontribusi yang sangat luar biasa dalam penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliviayanti, Dian, A. Isdianto, M. A. As'adi, D. K. Saputra, F. D. Kristanti, dan M. F. Haykal. (2020). Komposisi dan Kerapatan Mangrove Kawasan Konservasi Taman Wisata Perairan Gugusan Pulau – Pulau Momparang. *Indonesian Journal of Conservation*. 9 (2) : 63 – 67.
- Dahuri, R et al. (2001). *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Direktorat Perlindungan Tanaman. 2000. *Pedoman Pengamatan Dan Pelaporan Perlindungan Tanaman Pangan*. Buku. Direktorat Jendral Produksi Tanaman Pangan. Jakarta. 32 Hlm.
- Dixon, J.A. (2001). Valuation of Mangroves. *Trops Coast. Area Mgt*, 4(3);1.
- Djohan, T.S., (2007). Distribusi Hutan Bakau di Laguna Pantai Selatan Yogyakarta. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 14(1):15-25.
- Eko P. (2011). Hutan Mangrove. <http://www.lablink.or.id/eko/wetland/lhbs-mangrove.htm>.
- Firman, I.D. and P.H. Martin. (1968). White Rust of *Chrysanthemums*. *Ann. Appl. Biol.* 62(3):429-442.
- Haneda, Noor Farikhah Dan Mohamad Suheri. (2018). Hama Mangrove Di Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB. *Jurnal Silviculture Tropika*. Vol. 09 No. 1. Hal 16-23.
- Heriyanto, N.M., dan Subiandono, E.. (2012). Komposisi dan Struktur Tegakan, Biomasa, dan Potensi Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Taman Nasional Alas Purwo. *Ju-*

- rnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1):023-032.
- Hogarth, P.J., (2001). *The Biology of Mangroves (Biology of Habitats)*. Oxford University Press: Oxford.
- Huda, Nurul. (2008). *Strategi Kebijakan Pengelolaan Mangrove Berkelanjutan Di Wilayah Pesisir Kabupaten Tanjung Jabung Timur Jambi*. Tesis. Semarang. UNDIP.
- Isdianto, Andik, L. W. Pratama, Supriyadi, D. K. Saputra, M. A. As'adi, O. M. Luthfi, dan M. F. Haykal. (2021). Penggunaan Citra Landsat 8 Untuk Memetakan Luas Sebaran Hutan Mangrove di Segara Anakan, Cilacap, Jawa Tengah. *Journal Of Fisheries and Marine Research*. 5 (2) : 193 - 200.
- Januarsa, I Nyoman dan Oktyas M. L. (2017). Community based coastal conservation in buleleng, bali. *ECSOFM. FPIK. UB*. 04 (2): 166-173.
- Kariada, T.M., dan Andin, I., (2014). Peranan Mangrove sebagai Biofilter Pencemaran Air Wilayah Tambak Bandeng, Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 21(2):188-194.
- Kenish, M. J. (1990). *Ekologi of Estuaries. Volume II: Biological Aspects*. CRC Press Inc.: Boca Raton Flodida.
- Kustanti, A. (2011). *Manajemen Hutan Mangrove*. IPB Press. Bogor.
- Lasibani S. M., dan Eni, K., (2009). Pola Penyebaran Pertumbuhan "Propagul" Mangrove Rhizophoraceae di Kawasan Pesisir Sumatera Barat. *Jurnal Mangrove dan Pesisir*, 10(1):33- 38.
- Musalima, Fanfuji Ananda, M. F. Haykal, F. Adibah, I. M. Asyari, M. J. Irsyad, A. Andrimida, dan F. Z. Hardiyan. (2021). Valuasi Ekosistem Mangrove Di Pantai Clungup Sebagai Upaya Perlindungan Konservasi. *Journal Of Empowerment Community and Education*. 1 (1) : 21 - 26.
- Pribadi, A. (2010). Serangan Hama Dan Tingkat Kerusakan Daun Akibat Hama Defoliator Pada Tegakan Jabon (*Anthocephalus Cadamba* Miq.) Di Riau. *Jurnal Hutan Dan Konservasi Alam* 7(4):451-458 Hlm.
- Qiptiyah, M., Halidah, dan Rakman, M.A., (2008). Struktur Komunitas Plankton di Perairan Mangrove dan Perairan Terbuka di Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 5(2):137-143.
- Rahardjo, I.B. dan Suhardi. (2008). Insidensi dan Intensitas Serangan Penyakit Karat Putih pada Beberapa Klon Krisan. *J. Hort*. 18(3):312-318.
- Saparinto. C. (2007). *Pendayagunaan Ekosistem Mangrove*. Penerbit Dahara Prize: Semarang.
- Setyawan, A. W. (2006). The direct exploitation in the mangrove ecosystem in Central Java and the land use in its surrounding; degradation and its restoration effort, *Biodiversitas* 7 (3): 282-291.
- Sudiarta, M., (2006). Ekowisata Hutan Mangrove: Wahana Pelestarian Alam dan Pendidikan Lingkungan. *Jurnal Manajemen Pariwisata*, 5(1):1-25.
- Supriharyono, (2009). *Konservasi Ekosistem Sumberdaya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Supriyanto, Indriyanto, dan Bintoro, A., (2014). Inventarisasi Jenis Tumbuhan Obat di Hutan Mangrove Desa Margasari Kecamatan Labuhan Maringgai Lamppung Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1):67-75.
- Tomlinson. (1986). *The Botany Of Mangrove*. Cambridge University Press.
- Widyastuti, S.M., Sumardi dan Harjono, (2005). *Patologi Hutan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wiharyanto, D., dan Laga, A., (2010). Kajian Pengelolaan Hutan Mangrove di Kawasan Konservasi Desa Mamburungun Kota Tarakan Kalimantan Timur. *Media Sains*, 2(1):10-17



A New Concept of Water Use Efficiency: A Case Study for Irrigation Schemes in Büyük Menderes Basin

Cengiz Koç^{*1}

¹Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Muğla, Türkiye

Article Info

Article History

Submitted 3 February 2022

Accepted 25 June 2022

Published 30 June 2022

Keyword

irrigation; irrigation efficiency;
salt load; leaching;
water management;
Buyuk Menderes basin; Turkey

Abstract

Classical water use efficiency concepts are appropriate tools for irrigation design and irrigation management. However, it is not sufficiently suitable for water allocation and transfer policies. The classical concept of efficiency is shown by the formula $E_c = U_{ci}/(1-LR) VD$. This equation is based on crop water consumption U_{ci} , leaching water requirement LR , and irrigation water diverted to the system VD . Classical water use efficiency concepts do not take into account the amount of flows returning from irrigation, such as re-entering the water source, deep seepage and irrigation runoffs. Therefore, efficiency improvement studies based on classical water use efficiency calculations do not result in real water savings. In order to overcome the limitations of classical water use efficiency, a new concept called efficient water use efficiency (E_e) in decision making for water resources is proposed. E_e is expressed as U_{ci}/U_e , the U_e , representing the efficient use of water consists of the difference between effective inflow and effective outflow. Effective water use efficiency takes into account the quantity and quality of water distributed in a basin and returning to the water source when the inflow for each usage cycle is estimated. In this study, the efficiency of irrigation water used during the 2019 irrigation season in irrigation schemes of Nazilli, Akçay, Aydın and Söke located in the Büyük Menderes basin and connected to each other in terms of water resources was compared and calculated according to the classical project, developed classical and effective water use efficiency methods. In the analyzed basin irrigation schemes, classical efficiency was between 43-61%, developed classical efficiency 47-67% and effective efficiency 67-86%.

© 2022 Published by UNNES. This is an open access

INTRODUCTION

Efficiency is defined as the ratio of useful output to total input in a system. The classical concepts of irrigation efficiency are suitable for farmers to make irrigation management decisions and for planners to design water conveyance and application systems. However, classical water use efficiency can cause incorrect decisions and wrong public policies in water basins as a whole (Koç, 2005; 2018). The management or design of irrigated fields in an irrigation system where the amount of water is the total input, is a matter of debate that should be addressed by both farmers and designers. Considering the amount of water as the total input is not a correct method for the water basin as a whole. As the water flows through a basin, it can be used several times. Therefore, the total input in each usage cycle constitutes only effectively used water. Classical concepts of efficiency do not consider flows returning from any application of systematically delivered irrigation water. For

example, if the classical water use efficiency, which does not take into account the need for salt leaching, is 50%, 50% of the distributed water is lost in the atmosphere by plant evaporation and perspiration, and the other 50% re-enters the source with deep infiltration and surface flows. This returning flow is usually captured and reused at downstream by diverting structures or pumps. In this case, the irrigation system considered as a whole (basin) can have more water use efficiency than any other part.

Conveyance, distribution and field water application losses constitute the total project water use efficiency. Therefore, total project efficiency varies over a wide range. Although the water use efficiency of the project is realized as 20% in Yemen, 28% in Thailand and 26% in Mexico, it can be 50% and higher in countries such as Cyprus and Israel where sprinkler and drip irrigation technologies are used with a piped system. Average total project activity for developing countries is 30%. It ranges from 30% to 80% in the United States of America, and the national average is 41% (Anonymous, 2002; Koç, 2013). In Mediterranean region, project irrigation efficiencies range from 30 to 65%, depending on the sophisticated of the irrigation system and the

* E-mail: cengizko9@gmail.com

Address: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Rektörlüğü 48000
Kötekli / MUĞLA

on-farm irrigation technology in use (Hamdy, 2007). In the years of 1993-2018, the average project water use efficiency in irrigation schemes of State Agency (DSİ) in Turkey is 44,2% (DSİ, 2019). The key factors that influence project irrigation efficiency are how well the system is designed and how well the system is managed. Irrigation system design is the principal reason for lower than expected levels of efficiency (Lincoln Environmental, 2000).

A new concept, which we call effective water use efficiency, deals with the effects of each new cycle, the sequence of usage cycles, and the changes in water quality that occur during each usage cycle. This method focuses on the degradation of water resources caused by salt concentration and water use efficiency. In this study, the efficiency of irrigation water used during the 2019 irrigation season in Nazilli, Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes located in the Büyük Menderes basin and connected to each other in terms of water resources was calculated and compared according to the classical project, developed classical and effective water use efficiency methods.

METHOD

In this study, which aims to calculate with different methods the water use efficiency of Nazilli, Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes built by DSİ XXI Regional Directorate in the Büyük Menderes basin; the amount of water taken into the schemes, crop water consumption values determined according to the Blaney-Criddle method, ppm values of irrigation water, net irrigation areas, storage structures, water intake structures, and main canal flow rates were used. Data on irrigation water quality was obtained as a result of field study and evaluated under laboratory conditions. Table 1 presents data on the analyzed irrigation schemes (DSİ, 2003;2019). The average amount of precipitation for many years in Aydın, where irrigation schemes are located, is 646,5 mm, relative humidity 63%, and temperature 17,7°C. In the analyzed irrigation schemes, field crops, especially the cultivation of industrial crops, has an important place in agricultural production, as well as growing vegetables and fruits.

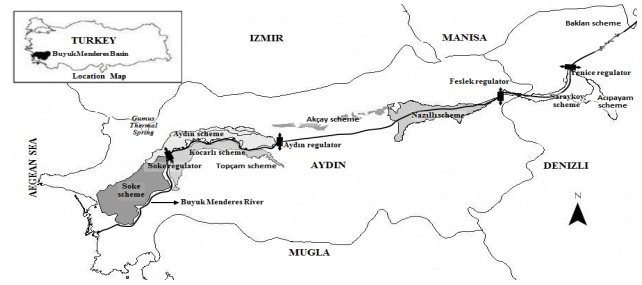


Figure 1. Buyuk Menderes basin and irrigation schemes studied, Turkey.

Irrigation water required for irrigation schemes is provided from Adıgüzel, Kemer and Çine dams. Adıgüzel dam is a rock fill dam in the north of Güney district of Denizli province, and important water resources for storage are Banaz Stream, Hamam Stream and Işıklı Lake. The Kemer dam was built on Akçay and is for irrigation and energy purposes (Koç, 1997; 2015).

In order to determine the water use efficiency of the studied basin irrigation schemes, classical project, developed classical and efficient water use efficiency methods were used. Calculations were made with Microsoft Office 2000 Excel computer program.

Classic project irrigation efficiency

The literature on irrigation includes many classic water use efficiency concepts. Israelsen (1950) defines the basic concept of irrigation efficiency (E_c) as the ratio of water consumed by crops (U_{ci}) to water (V_D) distributed from surface or underground sources to field canals.

$$E_c = \frac{\text{Irrigation water evaporated by crops}}{\text{Irrigation water applied, distributed or diverted}} = \frac{U_{ci}}{V_D} = \frac{ET_B - P_e}{V_D} \quad (1)$$

E_{TB} is evapotranspiration and P_e is effective rainfall. This first concept of efficiency, accepted by world irrigators is a suitable for agricultural irrigation designers but, limited indicator. It appicates the amount of water that must be managed to meet the estimated amount of useful use. Its use is limited for design purposes as it neglects the required leaching water.

Table 1. Data on irrigation schemes examined in Büyük Menderes basin (Anonymous, 2019)

Irrigation Schemes	Nazilli	Akçay	Aydın	Söke
Net crop water consuption (hm ³)	104,24	32,88	65,88	137,94
Water taken into shemes (hm ³)	241,00	79,83	107,83	243,25
Net irrigation ares (ha)	15000	14900	14500	26000
Operated year	1943	1965	1991	1982
Storage structures	Adıgüzel Dam	Kemer Dam	Adıgüzel+ Kemer Dam	Kemer+ Çine Dam
Main canal flow rate (m ³ /sn)	Right:20- Left: 7,40	Right:12- Left : 7,05	23,926	29,135
Water diversion structures	Regulator	Regulator	Regulator	Regulator
Irrigation water salt load (ppm)	832	365	563	640
Returning flow salt load (ppm),	1440	750	1063	1600
Outflow salt load (ppm)	1120	563	768	0,00

Developed classic irrigation efficiency

When irrigation water is lost through transpiration by crops and evaporation from the soil surface, salt is left behind and accumulates in the soil. Maintaining an appropriate salt balance for optimal crop production requires to be washed from the soil profile of the remaining salts by excessive water application at specific time intervals. The minimum amount of irrigation water application that should infiltrate under the root zone in order to maintain a suitable salt balance is defined as V_{LR} , leaching water requirement ratio L_R (Keller et al., 1990; Keller, 1992).

$$LR = \frac{V_{LR}}{U_{ci} + V_{LR}} \quad (2)$$

Since the crops have different resistance to soil salinity, the quality of irrigation water and the amount of leaching water required by each crop are different. It is also a function of soil texture, repetition of irrigation and irrigation water application method. Leaching water requirements for different crops and irrigation water qualities were researched and documented by Ayers and Wescot (1985). As a result, the classical concept of irrigation efficiency given in equation (1) was expanded to explain the leaching water requirements.

$$E_{dc} = \frac{E_c}{(1-LR)} \quad (3)$$

$$E_{dc} = \frac{(ET_B - P_e) + V_{LR}}{V_D} = \frac{U_{ci} + V_{LR}}{V_D} = \frac{U_{ci}}{(1-LR)V_D} \quad (4)$$

Irrigation engineers using the classical irrigation efficiency concept have made an intense effort to overcome some problems. Classical irrigation efficiency; uniformity of application, effective rainfall and its relationship with real crop evapotranspiration forecast; What is the use of correct and beneficial water meeting the evapotranspiration and leaching water requirement; application values for conveyance losses, salt leaching requirements, meeting evapotranspiration potentials, irrigation frequency and how the relationship should be with the irrigation schedule have not yet been explained fully.

Efficient irrigation efficiency

Jensen (1977) and Jensen et al (1980) stated that classical water use efficiency is often misapplied in developing the water resources as it does not consider the improvement of irrigation water. Jensen (1977) stated the concept of net irrigation efficiency for water resources management purposes. Jensen (1977) proposed the concept of net irrigation efficiency for management goals of water resources.

$$E_N = E_c + E_R (1-E_c) \quad (5)$$

Here, E_c is the classic project water use activity stated by Israelsen (1950). E_R is a part of the water which does not evaporate and can be used in irrigation again. For this reason, equation (5) does not take into account the leaching water requirements or salt effects created by the returning flows. The concept of efficient water use efficiency, together

with the concept of efficient resource use, goes beyond the limitations of the classical efficiency approach with equation (5). Including the water quality of strategic researches to conserve water resources provides a meaningful and useful tool from the macro and micro perspectives. The amount of real resource that can directly meet the useful consumption usage is the effective resource. Irrigation water consumed by crop evapotranspiration and evaporation leaves concentrated salt and remaining water. Some parts of the water source (leaching requirement, LR) should be leached from the crop root zone to ensure acceptable soil salinity. If the planted crop pattern is salt-sensitive and the water source contains too much salt, a higher leaching rate (LR) is required to leach the salt.

$$V_e = (1-LR)V \quad (6)$$

The actual water use (U) for a zone is the difference between the flow entering the zone and the outgoing flow that can be improved or reused in the zone. Similarly, the effective water use (U_e) for a region consists of the difference between the effective inflow (V_{ei}), and the effective outflow (V_{eo}).

$$E_e = \frac{U_{ci}}{U_e} = \frac{U_{ci}}{V_{ei} - V_{eo}} = \frac{ET_B - P_e}{(1-LR_i)V_i - (1-LR_o)V_o} \quad (7)$$

Here, i is the inflow and o is the outflow. In other words, effective water use efficiency is the efficiency of a system that is explained with the amount of water effectively consumed by the system.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Water use efficiencies of Nazilli, Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes, which are located in the Büyük Menderes basin and whose constructions were completed by DSI and transferred to the irrigation associations, were calculated according to the project classic, improved classical and effective irrigation efficiency methods, and the values obtained are shown in Table 2 and Figure 1. Equations (1), (4) and (7) were used to determine the water use efficiency of the analyzed irrigation schemes. The basin irrigation schemes take the irrigation water through the regulators constructed on Büyük Menderes river and its tributaries. The water returning from irrigation in the irrigation schemes constitutes the water source of the consecutive irrigation scheme. Salt concentrations of inlet flow (V_i) in the analyzed irrigation schemes were measured as 832, 365, 563 and 640 ppm for Nazilli, Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes, respectively. The salt amount of irrigation water diverted to irrigation schemes was calculated as 0,832 kg.m⁻³ in Nazilli irrigation scheme and 0.64 kg /m⁻³ in Söke irrigation scheme. In the basin irrigation schemes, the irrigation water quality of the flows entering the system is C_2S_1 . Considering the salt density of the flows entering the irrigation schemes and the grown plant patterns, the leaching water requirement of the inflows is 16,6% in Nazilli scheme, 7,13% in Akçay scheme, 11,27% and 13% in Aydın and Söke schemes. Effective inflow (V_{ei}) for Nazilli scheme, 100-16,62 = 83,40%; It is 92,87%, 83,73% and 87%

in Akçay, Aydın and Söke schemes. Based on the amount of water stored in dams during the season, the amount of water diverted to the schemes is 32,13%, 36,39%, 29,95% and 100% for Nazilli, Akçay, Aydın and Söke. The salt load of the flows returning from irrigation increases up to 1600 ppm in the irrigation schemes. The salinity of the river arising from the downstream movement of the flows entering the river again after being used in irrigation, in other words, the outflow (V_{eo}), rises up to 1120 ppm at the downstream of the Nazilli scheme, and the salt load of the outflow increases by 36,4% according to the inflow. The leaching water requirement of the outflow from Nazilli, Akçay, Aydın schemes was determined as 22,06%, 11,27% and 15,14%, respectively. The application stages of the mentioned method to Nazilli irrigation network are given below.

1. The water source of Nazilli irrigation scheme, where 32.13% of the total flow is diverted from Büyük Menderes river with the Feslek regulator, has an average salt density of 832 ppm. For a complex crop pattern cultivated within the scheme in the current water quality, the leaching water requirement (LR_i) of inflowing is 16,62%. The actual inflow or effective source (V_i) is $(100-16,62\%)$ 83,4%. This value is defined as the effective flow (V_{ei}), or effectively usable resource at the point where the Büyük Menderes river reaches the Nazilli scheme.
2. As the flows returning from irrigation in the Nazilli scheme move towards the downstream of the Büyük

Menderes river from the end point of the network, the river salinity reaches 1120 ppm. The leaching requirement (LR_o) of the outflow is approximately 22,06%. 77,94% $(100-22,06\%)$ of the actual outflow (V_o) gives the effective outflow (V_{eo}).

3. Considering the stages 1 and 2, the effective use (U_e) for the Nazilli scheme is calculated by subtracting of 77,94%, which is the river flow at downstream of the point where the flows returning from irrigation enter the river from 83,40% of the river flow at the upstream of the point where the water is diverted to the irrigation scheme. The volume of actual or evaporating water within the irrigation area service area is 13,89% of the Büyük Menderes river flows in that region. Crops planted in the irrigation area use 13% of the water resource, and groundwater plants and useless evaporation consume 0,89%. Effective usage is $U_e = (83,40-100\%) - [(100-22,06\%) \times (100-13,89\%)] = 16,27\%$, as all of the flow returning from the irrigation scheme is reappeared along the downstream route of the river. In addition to the actual consumption of 13,89% by evaporation and evapotranspiration in the irrigation scheme, 2,38% $(16,27 - 13,89\%)$ of the river freshwater is effectively lost due to salt concentration and accumulation. A small amount of fresh water consumption in this equation is due to the concentration of salts remaining after consumption by evaporation or evapotranspiration. Most of this is caused by salt accumula-

Table 2. Calculation and comparison of classical project, developed classical and efficient water use efficiency in Büyük Menderes basin irrigation schemes¹

IRRIGATION SCHEMES	NAZILLI	AKÇAY	AYDIN	SÖKE
INFLOW				
Water resource V1 (*1000 m ³)	750000	350000	400000	235000
Salt (ppm)	832	365	563	640
Leaching water, LR_i ²	16,62	7,13	11,27	13,00
Efficient resource, V_{ei} (% of flowing)	83,4	92,87	88,73	87,00
DIVERTED WATER, (% of flowing)	32,13	36,96	26,95	100
NET WATER CONSUMPTION				
Agricultural area, U_{ci} (% of flowing) ³	13,00	16,02	15,47	58,00
Drain area plants (% of flowing)	0,89	0,79	1,00	1,25
Total (% of flowing)	13,89	16,81	16,47	59,25
RETURNING FLOW FROM IRRIGATION				
Water, (% of flowing)	18,24	20,15	10,48	40,75
Salt (ppm)	1440	750	1063	1600
Improving (% of Returning flow)	100	100	100	0
OUTFLOW				
Water, V_o (% of flowing)	86,11	83,19	83,53	0
Salt (ppm)	1120	563	768	-
Leaching water, LR_o ²	22,06	11,27	15,41	-
Efficient outflow, V_{eo} (% of flowing)	67,11	73,81	70,66	0
EFFICIENT USING U_e (% of flowing)	16,27	19,05	18,07	87,00
EFFICIENCY				
Developed Classic Efficiency, E_{dc}	0,49	0,47	0,65	0,67
Efficient Efficiency, E_e	0,80	0,84	0,86	0,67
Classic Efficiency, E_c	0,43	0,45	0,61	0,59

¹Drainage flow, channel flows, distribution and operation losses of irrigation schemes are based on 2019 data. ²Ayyıldız, M (1983) was taken as the basis for leaching water requirement. ³Calculated according to the Blaney-Criddle method

tion in the returning flow.

4. Based on the values calculated above, the effective irrigation efficiency for Nazilli irrigation scheme is $E_e = 13,00/16,27 = 80\%$.
5. In the calculation of the developed classical irrigation efficiency regarding the irrigation scheme, the amount of water consumed by adding of required leaching water volume for crops to the diverted flow to irrigation is divided by the irrigation area total crop water consumption. $U_{ci} + V_{LR} = U_{ci} / (1 - LR) = 13,00\% / (100\% - 16,62\%) = 15,59\%$, and the improved classical irrigation efficiency is $E_{dc} = 15,59\% / 32,13 = 49\%$.
6. Classical project irrigation efficiency is obtained by dividing the calculated plant water consumption value (U_{ci}) to the diverted flow (V_D), regardless of the leaching water requirement. Classical project water use efficiency for Nazilli scheme was calculated as $E_c = 13,89\% / 32,13\% = 43\%$.

As can be seen in Figure 1, the classical project, developed classical irrigation efficiencies of the examined irrigation schemes were realized at values close to each other. Efficient water use efficiency was realized at very high values. Considering the classical project efficiency in Nazilli, Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes, a significant amount of irrigation water is not used. In the analyzed irrigation schemes, 57% of water in Nazilli, 55% in Akçay, 39% in Aydın, and 41% in Söke are not used. In other words, about 48% of the diverted water is required to meet plant needs. In the irrigation schemes, the rate of classical project water use inefficiency is 57%, 55%, 39% and 41%, respectively.

Effective water use efficiencies were realized as 80, 84, 86 and 67% in Nazilli, Akçay, Aydın and Söke schemes, respectively. Since the irrigation schemes are sequential systems, the outflow from one system constitutes the water source of the other system. In the effective water use efficiency method, the irrigation schemes consider the amount of leaching water to be used to leach of the salt which may accumulate in the soil profile apart from the crop water requirement. 2,38% of the irrigation water diverted to the Nazilli scheme was used for salt leaching. The amount of irrigation water used for salt leaching in the Akçay, Aydın and Söke irrigation schemes was calculated as 2,24%, 1,60% and 27,75%. Average effective water use in Nazilli, Akçay and Aydın irrigation schemes is 17,80%. Söke scheme has a single cycle system. Water returning from irrigation is not used in the next irrigation system, only a cyclical water use is realized within its own irrigation area. Therefore, $E_c = E_e$ was realized as 67% in Söke scheme. Since Büyük Menderes basin has the feature of a partially closed basin, a significant amount of the flows entering the irrigation schemes in the summer months returns Büyük Menderes river again as the outflow of the schemes and forms the additional water source for the next irrigation system. The discharge of sewage and industrial wastes of Denizli Province Organized Industry and Sarayköy District into the upstream route along of Büyük Menderes river, causes an increase in the salt density of the irrigation water diverted from the regulator to the Nazilli scheme.

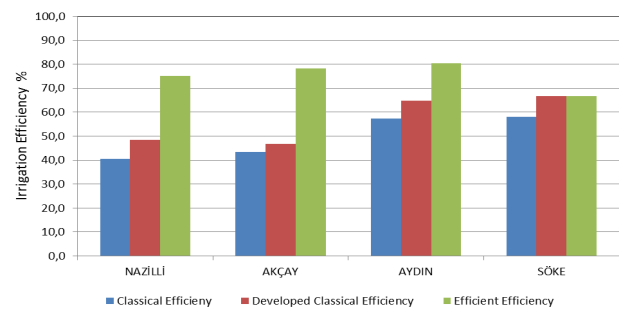


Figure 2. Classic, Developed, and Efficiencies in irrigation Schemes of Büyük Menders Basin

CONCLUSION

Irrigation development planning studies focus on the amount of water consumed in the initial phase, and efforts are made to optimize the system by focusing less on other issues. Classical irrigation efficiencies based on the amount of water used do not explain the extent of water use, they are only used to evaluate the macro level or regional performance. Conventional water use efficiency concepts are suitable for irrigation management and irrigation design. However, it is not suitable for decision-making regarding water allocation and transfer policies. Efforts to increase water use efficiency based on classical water use efficiency calculations generally do not result in real water savings. For this reason, many planners misjudge and mislead irrigation improvement projects designed to improve the classic irrigation efficiency of a system that they expect will produce real water savings.

Classical irrigation efficiency is enhanced by reducing flows returning from operating losses at field level. To increase the classical irrigation efficiency should be taken measures such as reducing the deep seepage losses, carefully determining the soil structure and profile depth at the project stage, comparing the evaporation and evapotranspiration calculations according to several different methods, avoiding from design and project planning errors in irrigation structures, eliminating the water control deficiencies in night and weekend irrigations, inadequacy and weakness in management, climate patterns and accurate determination of effective rainfall and improvement of the water application method used.

Effective water use efficiency is proposed as a new concept in deciding on water resources in order to overcome the limits of classical water use efficiency. Effective water use efficiency takes into account the amount and quality of water returned to water source of a basin and distributed when estimating the total freshwater input for a freshwater use cycle. When classical and effective water use efficiencies are examined, four important factors emerge. If the outflows in the effective water use efficiency are negative or zero, the calculated effective water use efficiency is equivalent to the classical efficiency ($E_e = E_c$). Some of the conditions in which effective water use efficiency is equal to classical water use efficiency are given below.

- Irrigation in salty areas and regions where the flows returning from irrigation are so salty that they cannot be used in a new usage cycle (Koç, 2008).
- Places where irrigation or other uses of water occur

close to salty seas and excessive flow directly discharges into the seas,

- The occurrence of severe imbalances between the water supply and demand at certain times and places, and the outflows occurring at the wrong place and time in the system,
- Especially, places where the outflow in arid areas goes to superficial lakes, where the water evaporates very little due to any benefit,

High classical water use efficiency occurs in samples where such conditions occur. However, effective water use efficiency formulas include these examples as well as other examples of beneficial reuse of the outflows. Although the classical concept of efficiency plays an important role in the design and management of water distribution systems, effective water use efficiency is not considered appropriate for these purposes.

In all definitions of efficiency, precipitation is included in the analysis only as effective precipitation (P_e). The difference between the total precipitation (P - P_e) is considered to be the amount of ineffective precipitation. Most of the water losses in classical efficiency are lost in the system. This situation does not comply with the water balance of the hydrological system as a whole. The classical and effective formulas of effectiveness do not take into account the value sharing for the amount and flow of water, but are based on the fact that the flows remain within the physical region only. When words such as efficiency are used, value assessments should be important elements of the underlying concepts. A distinction must be made between water flows as beneficial or unhelpful (zero or negative). Since the net benefit in classical efficiency is evaporation, there is no significant problem. However, formulas for effective water use efficiency reveal a major problem, as flows show negative or zero effects in samples with oversaturation and salinity. A complete distinction cannot be made between the amount of water consumed and not consumed in effective use efficiency formulas. Therefore, it is important to determine the flows that are improved and outflows in net and efficient water use efficiency concepts. The ultimate goal in water resources policy and management is to increase the useful use of water, and there are six basic elements to fulfill this.

- To improve the remaining water resources with technical and institutional methods in open or closed basin examples, in regions where the existing water resources at basin level are utilized (Koç, 2015;2016).
- To reduce useless flow rates to unhelpful evaporation and discharges,
- Increasing the benefit amount of each unit of beneficial evaporation with the useful flow rate for discharges,
- To reduce water pollution, water saturation and flood damage,
- Reallocating water from lower to higher value uses

REFERENCES

- Anonymous, 2002, Water Resources and Environment Technical Not E1. Irrigation and Drainage Development. The World Bank, Washington. USA
- Ayers, R.S., and D. W. Westcot. 1985, Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 29 (Rev. 1). Rome: FAO.
- Ayyıldız, M., 1983, Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ders Kitabı :244, 282 sayfa, Ankara.
- DSI (State Hydraulic Works). 2019. Irrigation and Drainage Facilities operated and constructed by DSI. Ministry of Environment and Forestry, General Directorate of State Hydraulic Works (DSI), Department of Operation and Maintenance, Ankara, 324 pp.
- DSI, 2003, DSİ Genel Müdürlüğü XXİi Bölge Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Şube Müdürlüğü Kayıtları, AYDIN.
- Hamdy A. 2007. Water use efficiency in irrigated agriculture: An analytical review. Options Méditerranéennes. Series B (57):9–19.
- Israelsan, W.O. 1950, Irrigation Principles and Practices. 'nd ed. New York: Wiley
- Jensen, M.E. 1977, Water Conservation and Irrigation Systems. In Proceeding of the Climate- Tecnology Seminar, 208-50. Colombia, Missure.
- Jensen, M.E., S. Harrison, H.C. Corven and F.E. Robinson, 1980, The rol of irrigation in food and fiber pruduction. In design and operation of farm irrigation systems, ed. M.E. Jense 15-41 ASAE Monagrophy No:3 St. Joseph. Michigan American Society of Agricultural Engineer.
- Keller, J. 1992, Implications of Improving Agricultural Water Use and Efficiency on Egypt's Water and Salinity Balances. Center for Economic Policy Studies Discussion Paper No. 6. Arlington, Virginia: Winrock International.
- Keller, Jack, N. S. Peabody, III, David Seckler, and Dennis Wichelns. 1990, Water Policy Innovations in California: Water Resource Management in a Closing Water System. Center for Economic Policy Studies Discussion Paper No. 2 Arlington, Virginia: Winrock International
- Koç, C. (1998). Büyük Menderes Havzası Sulama Şebekelerinde Organizasyon-Yönetim Sorunları ve Yeni Yönetim Modelleri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, (Basılmamış), 183 sayfa, İzmir.
- Koç, C. (2005). Irrigation and Drainage Systems Research and Development in XXI Century. International Symposium Water for Development Worldwide, 07-11 September, Istanbul, Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources General Directorate of State Hydraulic Works, 58-73, İstanbul, Turkey
- Koç, C. (2008). The Environmental Effects of Salinity Load in Great Menderes Basin Irrigation Schemes, Environmental Monitoring and Assessment, Volume 146, 479–489.
- Koç, C. (2013). A study on some parameters which can affect the project irrigation efficiency in irrigation networks. Irrigation and Drainage, Volume 62, Issue 5, pp. 586-591,
- Koç, C. (2015). A study on the role and importance of irrigation management in integrated river basin management. Environmental Monitoring and Assessment. Volume 187, Issue 8, 488, 1-20
- Koç, C. (2016). A Study on Planned and Applied Irrigation Modules in Irrigation Networks: A Case Study at Büyük Menderes Basin, Turkey. Computational Water, Energy, and Environmental Engineering, 5, 112-122.
- Koç, C. (2018). Sustainability of irrigation schemes transferred in Turkey. Irrig. Drain. 67, 242–250.
- Lincoln Environmental (LE). (2000). Mid-Canterbury water resources development investigation – Stage I. Report No 4418/1, prepared for Ashburton Community Water Trust. Lincoln Environmental, a division of Lincoln Ventures Ltd.



Keanekaragaman Hayati Indonesia: Masalah dan Upaya Konservasinya

Agus Setiawan*¹

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

keanekaragaman hayati;
konservasi; flora; fauna;
bioprospecting

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan keanekaragaman flora dan fauna saat ini menganalisis dan mendeskripsikan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati Indonesia, menganalisis dan mendeskripsikan upaya-upaya yang telah dilakukan Indonesia untuk memelihara keanekaragaman hayati dan menganalisis dan mendeskripsikan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati. Penelitian dilakukan dengan metode penelusuran pustaka. Data dikumpulkan dari lembaga-lembaga yang kompeten dan dianalisis secara deskriptif. Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Dari 1.812.700 spesies yang telah dipertemukan di dunia 31.750 (1,75%) spesies terdapat di Indonesia, bahkan kelompok lumut melebihi 10%. Untuk fauna, Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil, sekitar 12% mamalia, 16% reptile, 17% burung dunia terdapat di Indonesia. Sementara dalam jumlah mamalia dan amfibi Indonesia menempati peringkat kelima dan keenam. Indonesia juga terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies mollusca, 1.500 spesies crustacea, dan berbagai biota laut lainnya. Akan tetapi, Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi. Indonesia memiliki 583 spesies yang terancam punah, diantaranya mamalia 191 spesies dan burung 160 spesies. Sebagai upaya pelestarian keanekaragaman hayati, Indonesia telah menetapkan Kawasan konservasi seluas 46.279.090,10 ha, terdiri atas 27.134.394,79 kawasan konservasi terrestrial dan 19.144.695,28 kawasan konservasi laut serta melindungi 904 spesies, terdiri atas 787 fauna dan 117 flora. Data keanekaragaman hayati Indonesia sebagian besar (23,98%) diperoleh berdasarkan hasil eksplorasi di Jawa yang luasnya hanya 6,76% dari luas Indonesia, sehingga dengan eksplorasi yang dilakukan secara intensif di luar Jawa diperkirakan keanekaragaman hayati Indonesia akan semakin meningkat. Untuk meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati Indonesia, tantangan ke depan antara lain adalah meningkatkan efektivitas upaya konservasi dan bioprospecting.

Abstract

The purpose of this study was to describe the current diversity of flora and fauna, to analyze and describe the factors that cause the decline in Indonesia's biodiversity, to analyze and describe the efforts that have been made by Indonesia to maintain biodiversity and to analyze and describe the challenges facing Indonesia in increasing its efforts to the enhancement of biodiversity benefits. The research was conducted by using a library research method. The data were collected from competent institutions and analyzed descriptively. Indonesia has a high diversity of flora and fauna. Of the 1,812,700 species that have been described in the world, 31,750 (1.75%) species can be found in Indonesia, even the moss group exceeds 10%. As for fauna, Indonesia occupies the second place of fauna richness after Brazil, about 12% of mammals, 16% of reptiles, and 17% of the world's birds are found in Indonesia. Meanwhile, in terms of mammals and amphibians, Indonesia ranks fifth and sixth in the world. Indonesia is also famous for its diversity of coastal ecosystems, which contain 18 percent of the world's coral reefs, more than 70 genera and 500 coral species, 2,500 fish species, 2,500 mollusk species, 1,500 crustacean species, and various other marine biotas. However, Indonesia is also considered a country with a high decline in diversity. Indonesia has 583 species that are threatened to extinct, including 191 species of mammals and 160 species of birds. In an effort to conserve the biodiversity, Indonesia has established a conservation area of 46,279,090.10 ha, consisting of 27,134,394.79 terrestrial conservation areas and 19,144,695.28 marine conservation areas and protected 904 species, consisting of 787 fauna and 117 flora. Most of Indonesia's biodiversity data (23.98%) was obtained based on exploration results in Java, which covered only 6.76% of Indonesia's area so with the extensive exploration outside Java, it is estimated that Indonesia's biodiversity will continue to increase. To increase the benefits of biodiversity, Indonesia's future challenges include increasing the effectiveness of conservation and bioprospecting efforts.

* E-mail: aslulila@yahoo.com

Address: Jl. Sumantri Brojonegoro No. 01, Gedong Meneng,
Rajabasa, Kota Bandar Lampung 35141

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan luas menempati urutan ke 15 dari Negara terluas di dunia. Tahun 2017, luas daratan Indonesia 1.916.862,20 km², dan mencakup 34 provinsi (BPS-*Statistic Indonesia*, 2019). Luas tersebut 3,2 kali negara terluas di Eropa Timur (Ukraina), 1,9 kali Negara terluas di Eropa Selatan (Yunani), 4,3 kali luas Negara terluas di Eropa Utara (Swedia), dan 4 kali luas Negara terluas di Eropa Barat (Perancis) (<https://ilmupengetahuanumum.com/>). Daratan Indonesia terdiri atas kurang lebih 17.504 pulau dan yang sudah dibakukan dan submisi ke PBB adalah 16.056 pulau. Adapun luas perairan pedalaman dan perairan kepulauan Indonesia adalah 3.110.000 km² dengan panjang garis pantai 108.000 km (<https://kkp.go.id/>, 2019).

Indonesia merupakan Negara tropika, terletak antara 6° 04' 30" lintang utara (LU) dengan 11° 00' 36" lintang selatan (LS) dan antara 94° 58' 21" dengan 141° 01' 10" bujur timur (BJ). Secara Geografis, Indonesia terletak antara benua Asia dengan benua Australia dan antara lautan Pasifik dengan lautan Indonesia. Sesuai dengan letak geografisnya, Indonesia memiliki variasi curah hujan tahunan yang jelas (Wirjohamidjojo dan Swarinoto, 2010), curah hujan tertinggi (4.84,10 mm per tahun) terdapat di Stasiun BMKG Sicincin (Sumatera barat) dan terendah (900 mm per tahun) di Stasiun BMKG Lasiana Nusa Tenggara Timur (BPS-*Statistic Indonesia*, 2019). Lebih lanjut Wirjohamidjojo dan Swarinoto (2010) menyatakan bahwa kelembapan udara Indonesia cukup tinggi, rata-rata bulanan > 80%. Berdasarkan massa udara dan variabilitas unsur cuaca, seluruh wilayah Indonesia dari Nanggroe Aceh sampai Papua dalam skala besar (sinoptik) dibagi menjadi menjadi 11 sub wilayah. Selain variasi iklim, Indonesia juga memiliki variasi jenis tanah. Soeprattohardjo (1976), membagi tanah di Indonesia ke dalam 8 kelompok yaitu tanah humus, tanah pasir, tanah aluvial/endapan, tanah podzolit, tanah vulkanis, tanah laterit, tanah mediteran, dan tanah organosol.

Keragaman iklim, jenis tanah, dan faktor lingkungan lainnya menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman ekosistem yang tinggi. Menurut LIPI (2015) Indonesia memiliki sekitar 74 tipe ekosistem alami yang khas, mulai dari ekosistem laut dalam, laut dangkal, pantai, termasuk padang lamun dan mangrove, ekosistem dataran rendah, termasuk hutan dipterokarpa, hutan kerangas, gambut, karst, danau, hutan pegunungan bawah, hutan pegunungan atas, subalpin hingga alpin. Selain ekosistem alami, Indonesia juga memiliki ekosistem buatan yaitu sawah, tegalan, pekarangan, kebun, tambak dan empang. Setiap ekosistem dihuni oleh berbagai spesies flora, fauna, dan mikroorganisme, sehingga Indonesia memiliki keanekaragaman spesies yang sangat tinggi.

Menurut National Geographic Indonesia (2019), peringkat keanekaragaman hayati daratan Indonesia adalah nomor dua setelah Brazil. Akan tetapi, jika keanekaragaman hayati daratan tersebut ditambahkan dengan keanekaragaman hayati lautan, maka Indonesia menjadi negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Tahun 2017, Indonesia memiliki 31.750 jenis tumbuhan yang telah dipertemukan (Retnowati dan Rugayah, 2019) dan 25.000

diantaranya merupakan tumbuhan berbunga (LIPI, 2021). Lebih lanjut LIPI (2021) menyatakan bahwa Indonesia memiliki sekitar 15.000 tumbuhan yang berpotensi berkhasiat obat, namun baru sekitar 7.000 spesies yang digunakan sebagai bahan baku obat.

Sejalan dengan keanekaragaman flora, Indonesia juga memiliki keanekaragaman fauna yang tinggi. Indonesia memiliki 115 spesies mamalia, 1.500 spesies burung, 600 spesies reptil, dan 270 spesies amphibi (LIPI, 2021). Indonesia juga memiliki keanekaragaman ikan yang tinggi (Lasabuda, 2013). Di antara fauna darat (terrestrial) maupun perairan tersebut sebagian merupakan fauna endemik (IUCN, 2011; dan KLHK, 2014), hanya ada di Indonesia. Menurut LIPI (2021), terdapat 97 spesies ikan terumbu karang dan 1.400 spesies ikan air tawar yang hanya terdapat di Indonesia.

Walaupun demikian, Indonesia juga dikenal sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman hayati (flora dan fauna) yang tinggi. Menurut Sutarno dan Setyawan (2015) dari 20 negara yang jenis-jenis alamiahnya terancam, maka Indonesia menduduki posisi ke-5 dan menurut Nasional Geografi Indonesia (2019), Indonesia menduduki urutan keenam sebagai Negara dengan kepunahan biodiversitas terbanyak. Untuk mencegah atau mengurangi laju kecepatan penurunan keanekaragaman hayati tersebut Indonesia perlu melakukan dan mengembangkan upaya-upaya konservasi, baik secara insitu maupun eksitu.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan keanekaragaman flora dan fauna saat ini menganalisis dan mendeskripsikan faktor-faktor yang menyebabkan penurunan keanekaragaman hayati Indonesia, menganalisis dan mendeskripsikan upaya-upaya yang telah dilakukan Indonesia untuk memelihara keanekaragaman hayati dan menganalisis dan mendeskripsikan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam meningkatkan manfaat keanekaragaman hayati.

METODE

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelusuran pustaka. Data utama, yaitu tentang keanekaragaman hayati Indonesia dikumpulkan dari sumber terpercaya yaitu Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Kemen LHK RI), dan International Union for Conservation of Nature (IUCN) yang mutakhir. Data dan informasi pendukung diperoleh dari berbagai literature berupa buku, laporan, jurnal, majalah, serta situs internet yang relevan. Data disajikan dalam bentuk tabel silang dan uraian naratif dan dianalisis secara deskriptif sesuai dengan tujuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut (Mora et al., 2011) dari perkiraan 7.770.000 hewan (animalia) daratan, baru dipertelakan sebanyak 953.434 jenis (12,27%) dan dari perkiraan 2.150.000 hewan lautan yang sudah dipertelakan adalah 171.082 jenis (7,96%). Sebagian besar flora dan fauna yang telah dipertelakan, baik darat maupun laut, terdapat di Indonesia.

Garis Wallace, secara Biogeografi membagi kepulauan Indonesia menjadi dua wilayah, yaitu wilayah flora-

fauna Asia (sebelah kiri atau barat) dan Australasia (sebelah kanan atau timur). Selanjutnya Weber dan Lydekker membuat pembagian flora dan fauna yang lebih spesifik, yaitu flora dan fauna di wilayah antara Sulawesi dan Papua (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa flora fauna Indonesia terdiri atas 4 kelompok yaitu flora-fauna Sunda, flora-fauna Sahul, dan flora-fauna antara Sunda dan Sahul, yang terdiri atas dua kelompok, yaitu antara Wallace dan Weber serta antara Weber dan Lydekker. Kondisi ini menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman spesies tinggi.

Keanekaragaman Jenis Flora

Tahun 2017, Indonesia memiliki 31.750 jenis tumbuhan yang telah dipertelakan (Retnowati dan Rugayah, 2019) Jumlah tersebut merupakan 1,75% dari seluruh jenis tumbuhan yang telah dipertelakan di dunia yaitu 1.812.700 jenis. Dibandingkan dengan proporsi luas permukaan daratan Indonesia sebesar 1,30% dari luas permukaan daratan bumi, maka Indonesia memiliki keragaman jenis tumbuhan yang tinggi (1,75%). Bahkan untuk beberapa kelompok tumbuhan, proporsi yang ada di Indonesia melebihi 10% (Tabel 1). Keanekaragaman hayati tersebut menyebar secara tidak merata di permukaan bumi dan negara tropika

umumnya memiliki keanekaragaman hayati lebih tinggi dibandingkan dengan negara lain (Sutarno dan Setyawan, 2015).

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan jumlah jenis yang terjadi pada kelompok lumut kerak dan pteridofit. Penurunan ini disebabkan oleh terjadinya perubahan status jenis yang awalnya berbeda menjadi sinonim dengan jenis lainnya. Dengan ditemukannya jenis-jenis baru, jumlah jenis kelompok tumbuhan tersebut diperkirakan akan meningkat. Setiap tahun, di Indonesia ditemukan jenis-jenis baru. Jumlah jenis baru tersebut sebagian besar (23,98%) berada di Pulau Jawa yang merupakan bagian kecil (6,67%) dari luas daratan Indonesia (Tabel 2). Banyaknya penambahan jumlah jenis baru di Pulau Jawa disebabkan kegiatan eksplorasi lebih banyak terkonsentrasi di wilayah tersebut.

Masih terbatasnya eksplorasi di luar Jawa memberikan harapan akan meningkatnya keanekaragaman hayati Indonesia dengan kemungkinan ditemukannya spesies baru yang belum dipertelakan. Wilayah tersebut mencapai 93,33% luas wilayah daratan Indonesia, meliputi Papua, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Kepulauan Maluku, dan Kepulauan Sunda Kecil yang meliputi Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba, Timor, Kepulauan Alor, Kepulauan Barat Daya, dan Kepulauan Tanimbar.

Tabel 1. Jumlah jenis tumbuhan yang telah dipertelakan di Indonesia sampai dengan tahun 2017 dibandingkan dengan jumlah tumbuhan di dunia

Kelompok Tumbuhan	Jumlah spesies di dunia	Jenis yang telah dipertelakan di Indonesia			
		2014	2017		
			Penambahan dari Tahun 2014	Jumlah	Persen dari jumlah di dunia
Jamur ¹⁾	1.500.000	2.081	192	2.273	0,15
Lumut					
Lumut hati ²⁾	7.500	834	15	849	11,32
Lumut sejati (musci) ³⁾	12.800	1.510	334	1.844	14,41
Lumut tanduk ⁴⁾	200	26	2	28	14,00
Lumut kerak ⁵⁾	20.000	595	-83	512	2,56
Pteridofit ⁶⁾	14.200	2.197	-586	1.611	11,35
Spermatofit					
Angiospermae ⁷⁾	257.000	19.112	5.385	24.497	9,53
Gimnospermae ⁸⁾	1.000	120	15	135	13,50
	1.812.700	26.475	5.275	31.750	1,75

Sumber: ¹⁾ Retnowati dan Susan (2019); ²⁾ Haerida (2019); ³⁾ Windadri (2019); ⁴⁾ Haerida (2019); ⁵⁾ Windadri (2019a); ⁶⁾ Wardani; ⁷⁾ Arifiani; ⁸⁾ Rustiami (2019).

Tabel 2. Proporsi luas wilayah terhadap luas Indonesia dan proporsi jumlah jenis yang telah dipertelakan di masing-masing wilayah terhadap jumlah seluruh jenis di Indonesia.

Wilayah	Jumlah Jenis	Luas (km ²)	Proporsi luas (%)	Proporsi Jumlah jenis (%)
Kepulauan Sunda Kecil (LSI)	3.243	73.070,48	3,82	5,64
Maluku	4.442	78.896,53	4,12	7,73
Jawa	13.776	129.438,28	6,76	23,98
Sulawesi	7.068	188.522,36	9,85	12,30
Papua	7.972	418.707,68	21,88	13,88
Sumatera	10.259	480.793,28	25,13	17,86
Kalimantan	10.690	544.150,07	28,44	18,61
Indonesia	57.450	1.913.578,68	100,00	100,00

Sumber: Retnowati A dan Susan D. 2019. (Data diolah).

Keterangan: LSI = *Leser Sunda Island* = Kepulauan Sunda Kecil.

Keragaman Jenis Fauna

Seperti tumbuhan, fauna Indonesia secara biogeografi terbagi menjadi 4 wilayah yang dipisahkan oleh garis Wallacea dan garis Weber (Gambar 1), yaitu fauna Asiatik, fauna Australis, dan fauna peralihan (Asiatik-Australia). Kondisi tersebut menyebabkan Indonesia menjadi Negara dengan keanekaragaman fauna tinggi. *Biodiversity Conservation Indonesia* (2014) mencatat bahwa Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil. Sekitar 12% dari mamalia dunia (515 spesies) terdapat di Indonesia. Sekitar 16% dari reptil dunia (781 spesies) dan 35 spesies primata menempatkan Indonesia pada peringkat keempat di dunia. Selain itu, 17% dari total spesies burung (1.592 spesies) dan 270 spesies amfibi menempatkan Indonesia masing-masing di peringkat kelima dan keenam di tingkat dunia. Apabila eksplorasi diperluas ke wilayah di luar Jawa, diperkirakan penemuan spesies baru akan meningkat. Ekspedisi yang dilakukan LIPI di daerah Lengguru, Kaimana, Papua Barat tahun 2014 menemukan spesies fauna yang diduga baru. Spesies-spesies tersebut antara lain 37 spesies kupu-kupu, 30 spesies amfibi, dan 50 spesies reptile.

Sementara menurut Maryanto et al. (2019), di Indonesia, sampai dengan tahun 2019, jenis mamalia yang tercatat kurang lebih 776 jenis, dan terbagi menjadi 16 bangsa atau ordo. Jumlah tersebut termasuk beberapa jenis baru yang ditemukan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2010-2019) diantaranya *Paucidentomys vermidax* (2012), *Margaretamys cristinae* (2012), *Halmaheramys bokimekot* (2013), *Waiomys mamasae* (2014), *Hyorhinomys stuempkei* (2015), *Crociodura umbra* (2016), *Gracilimus radix* (2016), *Tarsius spectrumgurskyae* dan *Tarsius supriatnai* (2017). Terkait distribusinya, komposisi sebaran mamalia terbesar terdapat di Pulau Kalimantan (268 jenis), diikuti Sumatera (257 jenis), Papua (241 jenis), Sulawesi (207 jenis), dan Pulau Jawa di urutan kelima dengan 193 jenis (Kemen LHK dan LIPI, 2019).

Posisi Indonesia dengan keunikan geologis memicu endemisitas tinggi pada fauna. Menurut IUCN (2011) di Indonesia terdapat 259 mamalia endemik, 382 burung endemik, dan 172 amfibi endemik, sedangkan menurut IUCN (2020), Indonesia memiliki 680 spesies endemik. Sementara menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (2014) jumlah fauna endemik terdiri dari 270 spesies mamalia, 386 spesies burung, 328 spesies reptil, 204 spesies amfibi, dan 280 spesies ikan. Ini menunjukkan bahwa penentuan data mengenai keanekaragaman hayati merupakan hal yang tidak mudah sehingga data data antar instansi, bahkan dalam satu instansi pun sering berbeda. Beberapa satwa endemik Indonesia antara lain adalah *Bubalus depressicornis* (Sulawesi), *Babyrousa babyrussa* (Sulawesi), *Rhinoceros sondaicus* (Jawa), *Bos javanicus* (Jawa), *Dicerorhinus sumatrensis* (Sumatera), *Hylobates muelleri* (Kalimantan), *Pongo pygmaeus* (Kalimantan), *Phalanger matabiru* (Maluku), *Phalanger rothschildi* (Maluku), *Dendrolagus pulcherrimus* (Papua), *Paradisaea rubra* (Papua), dan *Leucopsar rothschildi* (Bali).

Indonesia juga memiliki keanekaragaman hayati laut yang tinggi. Mengacu kepada *Marine Ecoregions of the World* (MEOW), wilayah laut Indonesia dibagi menjadi 12 wilayah *marine ecoregion* (Gambar 2). Indonesia terletak di

jantung Segitiga Terumbu Karang, suatu wilayah yang merupakan rumah bagi keanekaragaman hayati laut terkaya di Bumi. Indonesia terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies mollusca, 1.500 spesies crustacea, dan berbagai biota laut lainnya (Huffard, et.al., 2012). Dari 7.000 spesies ikan di dunia, 2.000 (28,57) jenis diantaranya terdapat di Indonesia (Lasabuda, 2013).

Potensi lestari sumberdaya perikanan laut Indonesia kurang lebih 6,4 juta ton per tahun, terdiri dari: ikan pelagis besar (1,16 juta ton), pelagis kecil (3,6 juta ton), demersal (1,36 juta ton), udang penaeid (0,094 juta ton), lobster (0,004 juta ton), cumi-cumi (0,028 juta ton), dan ikan-ikan karang konsumsi (0,14 juta ton). Dari potensi tersebut jumlah tangkapan yang dibolehkan (JTB) sebanyak 5,12 juta ton per tahun, atau sekitar 80% dari potensi lestari. Potensi sumberdaya ikan ini tersebar di 9 (sembilan) wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia (Lasabuda, 2013).



Gambar 2. Sketsa menunjukkan dua belas ekoregion laut Indonesia sebagaimana didefinisikan dalam skema klasifikasi Marine Ecoregions of the World (MEOW) (Huffard, et.al digambar ulang dari Spalding et al., 2007).

Penurunan keanekaragaman Hayati Indonesia dan Faktor-faktor Penyebabnya

Walaupun Indonesia diakui sebagai Negara mega biodiversity, namun Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi. Dalam hal spesies terancam punah Indonesia menempati posisi kedua, dari 583 spesies terancam yang dimiliki, jumlah mamalia terancam punah tertinggi dengan 191 spesies dan burung tertinggi kedua dengan 160 spesies (Madden, 2019). Sebelumnya, ProFauna Indonesia (2012) menyatakan bahwa 68 spesies sangat terancam punah, 69 spesies terancam punah, dan 517 spesies rentan. Satwa liar ini akhirnya akan punah jika tidak ada tindakan penyelamatan. Menurut IUCN (2020) spesies yang terancam punah tersebut umumnya adalah spesies endemis (Tabel 3).

Gangguan dan ancaman terhadap kelestarian flora dan fauna dapat dikategorikan menjadi dua, yaitu gangguan yang bersifat langsung dan gangguan yang bersifat tidak langsung. Gangguan yang bersifat langsung adalah gangguan yang menyebabkan kematian terhadap flora atau fauna. Gangguan tersebut antara lain berupa pengambilan sejumlah individu spesies tertentu, baik untuk konsumsi sendiri maupun untuk diperjualbelikan. Kegiatan-kegiatan yang bersifat illegal yaitu *illegal hunting*, *illegal fishing*, dan *illegal logging*.

Tabel 3. Jumlah spesies fauna endemic dan spesies endemik yang terancam di Indonesia

Kelompok Fauna	Total Endemik	Endemik yang terancam	
		Jumlah spesies	%
Vertebrata			
Mamalia	291	126	43,30
Burung	74	23	31,08
Buaya dan biawak	0	0	0,00
Chamelon	0	0	0,00
Amphibi	193	26	13,47
Groupers	0	0	0,00
Herring, Anchovies dll	10	0	0,00
Seahors dan Pipefishes	3	0	0,00
Sturgeons	0	0	0,00
Wrasses dan Parrotfishes	12	0	0,00
Sharks dan Rays	14	4	28,57
Jumlah vertebrata	597	179	29,98
Inveterbrata			
FW Cfrabs	71	13	18,31
FW Crayfish	5	1	20,00

Gangguan dan ancaman langsung terhadap keanekaragaman flora Indonesia terutama disebabkan oleh hilangnya hutan. Akhir tahun 1880 an, hampir 90% wilayah Indonesia masih tertutup oleh hutan hujan. Dari tahun 1880 hingga 1980, Indonesia kehilangan 25% tutupan hutannya. Saat ini, sekitar 50% wilayah Indonesia masih tertutup hutan, tetapi sebagian besar dari hutan ini terdiri dari hutan terdegradasi, hutan bekas tebangan, hutan sekunder atau hutan tanaman.

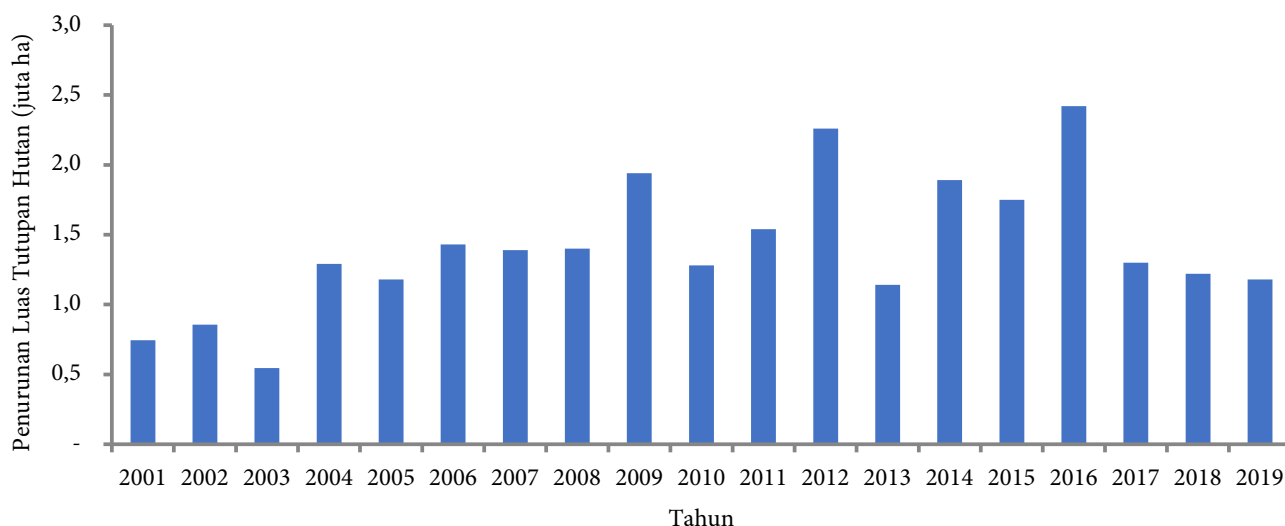
Pada tahun 1950-an, 84% dari wilayah daratan Indonesia terdiri dari hutan (sekitar 162 juta hektar). Tahun 2003, pemerintah Indonesia menyatakan bahwa sisa hutan di Indonesia adalah 138 juta hektar. Akan tetapi, banyak yang mengklaim bahwa hutan di Indonesia kurang dari 120 juta hektar (ProFauna Indonesia, 2003).

Walaupun telah enam tahun melakukan moratorium penebangan hutan, Indonesia tetap mengalami kehilangan tutupan hutan (deforestasi). Puncaknya terjadi pada 2012, mencapai 928.000 hektar, baru mengalami penurunan secara signifikan pada 2013 (500.000 ha), tetapi

kemudian meningkat lagi pada 2014 dan 2015 menjadi 796.500 hektar dan 735.000 hektar (Wijaya dkk., 2017). Salah satu penyebabnya adalah kebakaran hutan dan lahan. Selama 2019, sampai Agustus kebakaran lahan di Indonesia mencapai sekitar 328.724 ha. Bulan September meningkat 160% (857.756 ha), terdiri dari 630.451 ha lahan mineral dan 227.304 ha lahan gambut (Nugraha, 2019). Pada Gambar 3 diperlihatkan luas penurunan tutupan hutan dari tahun 2001 sampai 2019.

Tiga penyebab utama hilangnya hutan di Indonesia adalah (1) penebangan, (2) kebakaran hutan, dan (3) konversi hutan (deforestasi). Ketiga penyebab utama ini saling terkait erat (Cleary and Devantier, 2011). Deforestasi adalah faktor penyebab utama satwa liar di Indonesia terancam, karena hutan adalah habitat alami bagi satwa liar. Hutan terdegradasi atau hutan muda sangat berbeda dengan hutan dewasa (Achard et al., 2002).

Ancaman lain terhadap satwa liar di Indonesia adalah perburuan dan perdagangan liar. Lebih dari 95% satwa liar yang diperdagangkan di pasar merupakan hasil tangka-

**Gambar 3.** Penurunan luas tutupan hutan dalam 10 tahun (Sumber: Global Forest Watch)

pan liar. Banyak satwa liar dilindungi dan terancam punah di Indonesia diperdagangkan secara ilegal terbuka. Lebih dari 60% mamalia langka dan dilindungi undang-undang diperdagangkan di pasar burung (hewan peliharaan). Pro-fauna (2012) menemukan berbagai jenis mamalia yang diperdagangkan antara lain kukang (*Nycticebus sp*), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*), siamang (*Hylobates syndactylus*), ungko (*Hylobates agilis*) dan lutung (*Trachypithecus auratus*), kancil (*Tragulid sp*), trenggiling (*Manis javanica*), dan musang luwak (*Paradoxurus hermaphroditus*). Semua mamalia tersebut, kecuali monyet ekor panjang termasuk satwa langka yang dilindungi undang-undang.

Pada sektor perairan, ada sejumlah besar aktivitas manusia dan gangguan alam yang telah mempengaruhi terumbu karang Indonesia. Ini termasuk sejumlah industri kelautan dan pesisir, produksi minyak dan gas, transportasi, dan pariwisata. Ini termasuk (a) erosi biotik seperti penggembalaan landak laut dan (b) faktor iklim seperti peristiwa pemanasan yang menyebabkan pemutihan karang karang dalam skala besar (Cleary DFR and Devantier L, 2011).

Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati yang telah dilakukan Indonesia

Konservasi adalah manajemen penggunaan biosfer oleh manusia sehingga dapat memberikan atau memenuhi keuntungan yang besar dan dapat diperbaharui untuk generasi-generasi yang akan datang (WCS, 1980). Menurut Undang-undang Nomor 5 tahun 1990 tentang konservasi sumberdaya hayati dan ekosistemnya, konservasi meliputi 1) perlindungan sistem penyangga kehidupan, 2) pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya, dan 3) pemanfaatan secara lestari spesies dan ekosistemnya. Upaya konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia sudah dimulai sejak zaman Pemerintah Kolonial Belanda dengan diundangkannya *Ordonnantie tot Bescherming van sommige in het levende Zoogdieren en Vogels* (Undang-Undang Perlindungan bagi Mamalia Liar dan Burung Liar). Tahun 1916 Pemerintah Kolonial telah menerbitkan *Natuurmonumenten-Ordonnantie* (Peraturan tentang Monumen Alam) dan menetapkan 43 monumen alam (KSDAE, 2018). Saat ini, konservasi sumberdaya alam hayati di Indonesia dipayungi dengan Undang-undang

Tabel 4. Luas wilayah kawasan konservasi di Indonesia

Kawasan Konservasi	Jumlah (unit)	Luas (ha)
Terrestrial ¹⁾		
Cagar Alam	214	4.248.131,78
Suaka Margasatwa	79	4.982.406,13
Taman Nasional	54	16.232.132,17
4 Taman Wisata Alam	131	829.276,66
5 Taman Hutan Raya	34	371.124,39
6 Taman Buru	11	171.250,00
7 KSA/KPA	29	306.062,92
Jumlah Kawasan Konservasi Terrestrial	552	27.140.384,05
Persentase Kawasan Konservasi Terrestrial (%)	76,24	58,63
Perairan ²⁾		
Taman Nasional Laut	7	4.043.541,30
Taman Wisata Alam Laut	14	491.248,00
Suaka Margasatwa Laut	5	5.678,25
Cagar Alam Laut	6	154.480,00
Taman Nasional Perairan	1	3.355.353,82
Suaka Alam Perairan	3	445.630,00
Taman Wisata Perairan	6	1.541.040,20
Kawasan Konservasi Perairan Daerah	130	9.107.723,71
Jumlah Kawasan Konservasi Perairan	172	19.144.695,28
Persentase Kawasan Konservasi Perairan (%)	23,76	41,36
Jumlah dan luas kawasan konservasi di Indonesia	724	46.285.079,33

Sumber:

¹⁾= Statistik Direktorat Jenderal Konservasi Sumberdaya Alam dan Ekosistem, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), 2017.

²⁾= Direktorat Konservasi dan Keanekaragaman Hayati Laut, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), 2017.

Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya.

Dalam upaya perlindungan sistem penyangga kehidupan, tahun 2016 Indonesia telah menetapkan 724 unit kawasan konservasi terdiri atas 552 unit kawasan konservasi terestrial dan 172 unit kawasan konservasi perairan (Tabel 4).

Kawasan sistem penyangga kehidupan tersebut belum termasuk kawasan hutan lindung yang luasnya mencapai 29.661.015,37 juta ha (BPS, 2020). Dalam upaya pengawetan keanekaragaman jenis fauna dan flora, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.92/MenLHK/Setjen/Kum.1/8/2018 Tentang Perubahan Pertama Atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/MenLHK/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, Indonesia melindungi 787 spesies fauna dan spesies 127 flora. Padahal berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa, spesies yang dilindungi baru terdiri 236 fauna dan 58 flora. Selama 19 tahun terjadi peningkatan jumlah fauna dilindungi 551 spesies (233,47%) dan flora 69 spesies (118,96%).

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa upaya Indonesia dalam melindungi spesies flora maupun fauna sangat serius. Pada tahun 1999 jumlah spesies yang dilindungi baru 294 spesies, terdiri atas 236 fauna dan 58 flora. Tahun 2018 atau 19 tahun kemudian jumlah fauna dan flora yang dilindungi menjadi 904 spesies, terdiri atas 787 fauna dan 117 flora. Sisi positif meningkatnya jumlah spesies

fauna dan flora yang dilindungi menunjukkan tingginya upaya Pemerintah dalam melindungi keanekaragaman hayati. Sisi negatifnya adalah semakin meningkatnya fauna dan flora yang dilindungi menunjukkan bahwa selama 19 tahun terhadap 236 fauna dan 58 flora tersebut telah terjadi penurunan populasi yang signifikan. Menurut peraturan tersebut suatu spesies yang dilindungi adalah spesies yang a) mempunyai populasi yang kecil; b) adanya penurunan yang tajam pada jumlah individu di alam; dan c) daerah penyebaran yang terbatas (endemik).

Dalam upaya menuju pemanfaatan spesies dan ekosistem secara berkelanjutan Indonesia telah melakukan berbagai upaya. Upaya pelestarian dan pemanfaatan spesies secara berkelanjutan antara lain dilakukan melalui penangkaran, baik yang dilakukan oleh Pemerintah, NGO, maupun masyarakat secara individu. Indonesia telah melakukan penangkaran beberapa spesies kunci seperti gajah (*Elephas maximus sumatranus*) melalui pembangunan Pusat Latihan Gajah badak (*Dicerorhinus sumatrensis*) di Taman Nasional Way Kambas (Indraswati dkk., 2018). Menurut Dirjen KSDAE (2018), Pemerintah melakukan upaya pelestarian terhadap 41 spesies yang terancam punah. Hasil pemantauan mendapatkan bahwa 34 spesies mengalami peningkatan populasi sedangkan 7 spesies mengalami penurunan. Spesies yang mengalami penurunan populasi adalah *Varanus komodoensis*, *Leucopsar rothschildi*, *Macrocephalon maleo*, *Babirusa babirusa*, *Macaca nigra*, dan *Dendrolagus mbaiso*.

Pemerintah Indonesia telah mendorong peran lembaga konservasi eksitu dan penangkaran. Menurut Dirjen

Tabel 5. Jumlah fauna dan flora yang dilindungi di Indonesia Tahun 1999 dan 2018

Kingdom	Kelas	PPRI No 7 ¹⁾		P20 ²⁾		P.92 ²⁾		P.106 ³⁾	
		Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies	Jumlah Family	Spesies
Animalia	Mamalia	30	71	32	137	32	137	32	137
	Burung	45	92	72	562	71	557	71	557
	Amphibi	-	0	1	1	1	1	1	1
	Reptil	11	31	12	37	12	37	12	37
	Ikan	6	7	7	20	7	20	7	20
	Serangga	2	20	2	26	2	26	2	26
	Krustasea	-	-	1	1	1	1	1	1
	Moluska	-	-	4	5	4	5	4	5
	Xiphosura (Ketam Tapal Kuda)	-	-	1	3	1	3	1	3
	Anthozoa	1	1	-	0	-	-	-	-
	Bivalvia	9	14	-	0	-	-	-	-
	Jumlah	104	236	131	792	131	787	131	787
Plantae	Tumbuhan	5	58	15	127	15	127	13	117
Jumlah Family dan Spesies		109	294	146	119	146	914	144	904

Keterangan:

- 1) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa.
- 2) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 11 Juli 2018.
- 3) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.92/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2018 Tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 5 September 2018.
- 4) Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 Tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 Tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi, 28 Desember 2018.

KSDAE (2018), sampai tahun 2019, terdapat 79 lembaga konservasi dan 1.433 unit penangkaran tumbuhan dan satwa liar. Selain itu, terdapat 543 unit pengedar tumbuhan dan satwa liar yang menghasilkan devisa sebesar Rp 10,03 triliun. Sementara pemanfaatan tumbuhan dan satwa liar menghasilkan PNPB sebesar Rp 22,89 miliar.

Tantangan Konservasi

Tantangan ke depan Pemerintah Indonesia adalah mengefektifkan upaya pemanfaatan secara lestari spesies yang dilindungi sehingga spesies yang dilindungi tersebut tidak mengalami penurunan kepunahan. Upaya yang perlu dilakukan adalah penangkaran dengan meningkatkan pembangunan dan pengembangan lembaga konservasi. Philippart (1995) menyatakan bahwa penangkaran yang diikuti dengan pelepasan ke alam liar merupakan teknik yang digunakan untuk konservasi spesies yang terancam punah. Menurut Farquharson *et al* (2021), Mc Gowan *et. All.* (2017) dan Conde *et. All.* (2011) penangkaran merupakan upaya yang semakin diandalkan untuk mencegah terjadinya kepunahan suatu spesies. Akan tetapi, perlu diingat bahwa berdasarkan penelitian Araki *et al*, (2009) dalam penangkaran kemungkinan terjadi perubahan kebugaran (fitness) pada keturunannya. Walaupun perubahan genetik tingkat populasi di penangkaran tidak secara intrinsik merugikan bagi individu hewan yang dipelihara di kebun binatang, tetapi mungkin memiliki konsekuensi negatif yang potensial untuk program pelepasan.

Selain penangkaran, tantangan ke depan Pemerintah Indonesia adalah *bioprospecting*. Indonesia, dengan keanekaragaman hayati yang tinggi memiliki potensi pemanfaatan tumbuhan dan hewan yang besar. Menurut Susidarti (2017) Indonesia memiliki tidak kurang dari 30.000 spesies tumbuhan yang ada di hutan tropis. Dari jumlah tersebut sekitar 9.600 spesies yang diketahui memiliki khasiat obat, akan tetapi baru 200 spesies saja yang telah digunakan sebagai bahan baku industri obat. Dari 122 senyawa yang digunakan sebagai obat, seluruh senyawa tersebut didapat dari 94 spesies tanaman yang sebagian besar yaitu sekitar 80 persen diantaranya telah digunakan sebagai obat rakyat. Dengan demikian maka peluang untuk menemukan berbagai senyawa aktif baru dari tumbuhan untuk dimanfaatkan sebagai obat masih terbuka lebar. Saat ini menurut Julkipli *et al* (2018) meskipun Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tumbuhan terbesar, minat industri farmasi dalam pengembangan obat herbal sebagai obat tidak begitu menjanjikan dibandingkan dengan sintetik kimia. Salah satu alasan untuk fenomena ini adalah selain kurangnya minat juga kurangnya fasilitas yang dapat memberikan optimalisasi bahan herbal.

SIMPULAN

Indonesia memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Dari 1.812.700 spesies yang telah dipertelakan di dunia 31.750 (1,75%) spesies terdapat di Indonesia, bahkan kelompok lumut melebihi 10%. Untuk fauna, Indonesia menempati kekayaan fauna nomor dua setelah Brazil, sekitar 12% mamalia, 16% reptile, 17% burung dunia terdapat di Indonesia. Sementara dalam jumlah mamalia dan amfibi Indonesia menempati peringkat kelima dan keenam.

Indonesia juga terkenal dengan keanekaragaman ekosistem pesisirnya, yang mengandung 18 persen terumbu karang dunia, lebih dari 70 genera dan 500 spesies karang, 2.500 spesies ikan, 2.500 spesies moluska, 1.500 spesies *crustacea*, dan berbagai biota laut lainnya. Indonesia juga dinilai sebagai Negara dengan penurunan keanekaragaman yang tinggi dengan 583 spesies yang terancam punah, diantaranya mamalia 191 spesies dan burung 160 spesies. Sebagai upaya pelestarian keanekaragaman hayati, Indonesia telah menetapkan Kawasan konservasi seluas 46.279.090,10 ha, terdiri atas 27.134.394,79 kawasan konservasi terrestrial dan 19.144.695,28 kawasan konservasi laut. Indonesia melindungi 904 spesies yang mencakup, terdiri atas 787 spesies fauna yang mencakup 11 kelas dan 131 family serta spesies 117 flora yang terdiri atas 13 family.

DAFTAR PUSTAKA

- Araki H, Cooper B and Blouin MS. (2009). Carry-over effect of captive breeding reduces reproductive fitness of wild-born descendants in the wild. *Biol. Lett.* 5, 621–624.
- Arifiani D. (2019). Kekayaan jenis spermatofit: angiospermae dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- BPS-Statistic Indonesia. (2019). *Statistik Indonesia: Statistical Yearbook of Indonesia 2018*. Badan Pusat Statistik/BPS-Statistics Indonesia.
- Cleary DFR and Devantier L. (2011). *Indonesia: Threats to the Country's Biodiversity*. <https://www.researchgate.net/publication/216791440>
- Conde DA, Flesness N, Colchero, F., Jones, OR. and Scheuerlein, A. (2011). An emerging role of zoos to conserve biodiversity. *Science* 331, 1390–1391.
- Farquharson K A, Hogg CJ. and Grueber CE. (2021). Offspring survival changes over generations of captive breeding. *Nature Communications*. The University of Sydney, School of Life and Environmental Sciences, Faculty of Science, Sydney, NSW, Australia.
- Haerida I. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut bertanduk dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI): Jakarta.
- Huffard CL, Erdmann MV, Gunawan TRP. (Eds) (2012). *Geographic Priorities for Marine Biodiversity Conservation in Indonesia*. Ministry of Marine Affairs and Fisheries and Marine Protected Areas Governance Program. Jakarta-Indonesia.
- IUCN. (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020-2. <<https://www.iucnredlist.org>
- Julkipli *et al*. (2018). Introduction of *bioprospecting* opportunities for Indonesian mangrove species. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 183 012013
- Kemen LHK dan LIPI. (2019). *Panduan Identifikasi Jenis Satwa Liar Dilindungi: Hervetofauna*. Kementerian Lingkungan Hidup dan kehutanan dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- KSDAE. (2018). *Sejarah Konservasi di Indonesia*. <http://ksdae.menlhk.go.id/sejarah-ksdae.html> (Diakses pada 25 September 2020 Pukul 11.25 WIB)
- Lasabuda R. (2013). Tinjauan Teoritis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia. *Jurnal Ilmiah Platax Vol. 1-2, Januari 2013. Halaman 92-101*.

- McGowan PJK, Traylor-Holzer K. and Leus K. (2017). IUCN guidelines for determining when and how ex situ management should be used in species conservation. *Conserv. Lett.* 10, 361–366.
- Mora C, Tittensor DP, Adl S, Simpson AGB, Worm B. (2011). *How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?* PLoS Biol 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127
- National Geographic Indonesia. (2019). Kepunahan Biodiversitas Tertinggi, Indonesia Peringkat Ke-6. <https://nationalgeographic.grid.id/read/131833161/kepunahan-biodiversitas-tertinggi-indonesia-peringkat-ke-6> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 21.41
- Nugraha I. (2019). Kebakaran Hutan dan Lahan Sampai September 2019 Hampir 900 Ribu Hektar.
- ProFauna Indonesia. (2003). Facts about Indonesian Wildlife. <https://www.profauna.net/en/facts-about-indonesian-animals>.
- ProFauna Indonesia. (2012). *Perdagangan Primata di Palembang, Sumatera Selatan*. Primate Protection League. www.profauna.net.
- Retnowati A dan Susan D. (2019). Kekayaan jenis jamur dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Rustiami H. (2019). Kekayaan jenis spermatofit: gimnospermae dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Susidarti RA. (2017). Ribuan Tanaman Herbal di Indonesia Belum Dimanfaatkan Secara Optimal. Pidato pengukuhan jabatan Guru Besar pada Fakultas Farmasi UGM, Selasa (17/1)
- Sutarno dan Setyawan AD. (2015). Biodiversitas Indonesia: Penurunan dan upaya pengelolaan untuk menjamin kemandirian bangsa. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia Volume 1, Nomor 1, Maret 2015 Halaman: 1-13.
- Wardani W. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- WCS. (1980). *World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*. Prepared by the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). All rights reserved. IUCN–UNEP–WWF, 1980.
- Wijaya A, Juliane R, Firmansyah R and Payne O. (2017). 6 Years After Moratorium, Satellite Data Shows Indonesia's Tropical Forests Remain Threatened. Global Forest Watch. <http://blog.globalforestwatch.org/data-and-research/6-years-after-moratorium-satellite-data-shows-indonesias-tropical-forests-remain-threatened/>
- Windadri FI. (2019). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut sejati dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Windadri FI. (2019a). Kekayaan jenis tumbuhan berspora: lumut kerak (lichens) dalam Retnowati A, Rugayah, Rahajoe JS, dan Arifiani D (ed.) *Status Keanekaragaman Hayati Indonesia: Kekayaan jenis tumbuhan dan jamur Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Wirjohamidjojo S dan Swarinoto Y. (2010). *Iklim Kawasan Indonesia (Dari Aspek Dinamik - Sinoptik)*. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Jakarta
- <https://www.mongabay.co.id/2019/10/22/kebakaran-hutan-dan-lahan-sampai-september-2019-hampir-900-ribu-hektar/>
- <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/12/16/2020-penduduk-indonesia-terbesar-keempat-dunia> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 14.16.
- <https://ilmugeografi.com/ilmu-sosial/negara-terbesar-di-dunia> diunduh tanggal 18 Juli 2020 pukul 14.18
- <https://ilmupengetahuanumum.com/negara-negara-di-benua-eropa-beserta-ibukotanya/> diunduh 18 Juli 2020 pukul 14.53
- <https://kkp.go.id/brsdm/poltekkarawang/artikel/14863-menkomaritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-indonesia>



Upaya Konservatif UNNES dalam Menyikapi Urgensi Krusial *Climate Change* di Lingkungan Kampus

Danvie Rachmasari^{*1}, Reniandi Marbun², Nabila Salsa Kirani³, Moh. Iqbal Rizqi Ramadhan⁴, Asep Purwo Yudi Utomo⁵

^{1,2,3,4,5}, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

insinerasi; perubahan iklim;
wawasan konservasi;
teknik pengelolaan sampah;
emisi

Abstrak

Artikel ini bertujuan memaparkan upaya konservatif Perguruan Tinggi khususnya UNNES dalam menyikapi perubahan iklim. Seperti yang kita ketahui, UNNES sebagai universitas konservasi telah mendeklarasikan diri sejak tahun 2010. Secara lebih lanjut tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui cara pengelolaan sampah sebagai wujud upaya konservatif di lingkungan kampus UNNES sehingga dapat menekan permasalahan lingkungan seperti perubahan iklim yang diakibatkan oleh adanya pengelolaan sampah yang buruk. Berbagai upaya ditempuh UNNES dalam memainkan perannya sebagai universitas berwawasan konservasi, seperti contohnya insinerasi. Insinerasi menjadi salah satu teknik pengelolaan sampah non organik yang berbasis lingkungan karena minimnya emisi yang dihasilkan. Teknologi insinerator mampu memusnahkan sampah non organik dengan cara melakukan pembakaran pada temperatur tinggi dan terstruktur, aman bagi lingkungan dengan melalui beberapa proses lebih lanjut terhadap residu yang dihasilkan, serta pengoperasiannya mudah dan aman. Beberapa alasan ini mendasari insinerasi merupakan teknik pengolahan sampah berwawasan lingkungan. Penggunaan incinerator juga telah memenuhi persyaratan dari Kementerian Lingkungan Hidup. Dengan menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif, topik kajian yang diusung pada artikel ini menjadi kompleks untuk dibahas. Dengan mengumpulkan berbagai sumber data primer dan sekunder, artikel ini diharapkan mampu memberikan kebermanfaatan dalam perkembangan ilmu pengetahuan mengenai pengelolaan sampah berwawasan lingkungan untuk sesama.

Abstract

This article aimed to explain the conservation efforts that have been implemented by the universities, especially UNNES, in responding to climate change. as a university that has declared itself as a conservation university since 2010. Furthermore, the purpose of this study was to find ways to manage waste as a conservation effort in the UNNES campus environment so that it can reduce the environmental problems such as climate change caused by poor waste management. Numerous efforts have been taken by UNNES as a conservation-minded university, such as incineration. Incineration was one of the environmentally based non-organic waste management techniques with minimum emissions. The Incinerator technology was able to destroy non-organic waste by burning them at high temperatures, well-structured procedures, and safe for the environment. In addition, there were several further processes for the residues produced, and the operation is easy and safe. these reasons made incineration an environmentally safe waste processing technique. The use of incinerators also met the requirements of the Ministry of Environment. By using descriptive qualitative research methods, the discussion in this study became a complex topic to discuss. By collecting various primary and secondary data sources, this article was expected to be able to provide the benefits in the development of science regarding environmentally safe waste management for others.

* E-mail: rdanvie@students.unnes.ac.id

Address: Gunungpati, Semarang, Indonesia, 50229

PENDAHULUAN

Permasalahan yang tengah dihadapi saat ini yaitu volume sampah yang semakin meningkat seiring dengan konsumsi barang dan bahan yang digunakan setiap hari (Alex, 2015). Sampah organik dan sampah anorganik menjadi penyumbang sejumlah sampah yang relatif besar pada saat ini di perguruan tinggi. Wilayah kampus atau sekolah biasanya paling sering ditemukan sampah, sampah tersebut bisa berupa yang dapat di daur ulang dan yang tidak dapat di daur ulang. Sampah yang berasal dari sisa makanan atau minuman mahasiswa dari kantin atau warung makan dan sampah rumput dari tumbuhan di lingkungan kampus atau sekolah merupakan sampah organik (Fadhilah et al., 2011).

Menurut data penelitian terdahulu oleh (Yunitasari & Hardati, 2016) dikatakan bahwa Universitas Negeri Semarang juga berpotensi dalam penghasil sampah. Pada bidang pengelolaan lingkungan di Fakultas Ilmu Sosial masih terlihat adanya mahasiswa yang membuang sampah sembarangan di halaman sehingga halaman kampus terlihat kotor dan berantakan karena sampah yang berserakan. Warga kampus banyak yang kesulitan membedakan fungsi tempat sampah organik dan anorganik yang telah tersedia di Fakultas Ilmu Sosial UNNES. Sedangkan penelitian terbaru oleh (Widyawati, 2020) mengatakan bahwa sikap mahasiswa Unnes dalam melakukan pengelolaan sampah baik organik maupun anorganik khususnya plastik. Hal tersebut disebabkan karena kurangnya rasa kepedulian terhadap lingkungan, terbatasnya keterampilan terkait pengelolaan sampah plastik, terbatasnya sarana dan prasarana, tidak ada sanksi tegas yang diberikan dari adanya sebuah kebijakan.

Unnes sebagai komunitas telah mendeklarasikan diri sebagai universitas konservasi dalam pengelolaan sampah dengan menempatkan tempat sampah untuk keperluan pengumpulan sementara. Tempat sampah dirancang berpasangan untuk sampah organik dan anorganik, yang ditempatkan secara strategis di setiap area kegiatan. Kemudian, kedua jenis sampah tersebut dibuang melalui tempah pembuangan akhir (TPA) terbuka ke tempat yang berdekatan dengan pemukiman penduduk, terlepas dari apakah jenis tersebut tercampur secara organik dan anorganik. Artinya, desain tempat sampah yang dimaksudkan untuk memisahkan sampah dari sumbernya tidak dapat digunakan lagi, mempersulit pengelolaan sampah, bahkan bisa dikatakan sampah (tidak ada konservasi) dan menghambat proses daur ulang atau pengomposan. Kondisi tersebut dapat mempersingkat umur TPA serta mengekspos pencemaran pada lingkungan baik air, tanah, maupun udara dan dapat menimbulkan konflik sosial dan menimbulkan berbagai jenis penyakit (Banowati, 2012).

Dari permasalahan tersebut selain dengan menyediakan tempat sampah di setiap area kegiatan yang berfungsi tidak berguna saat pengelolaan sampah. Maka, solusi lain yang dapat diupayakan sebagai wujud konservatif yaitu menggunakan cara insinerasi dalam pengelolaan sampah. Insinerasi merupakan upaya pembakaran sampah dengan temperatur yang tinggi dihasilkan dari uap dan digunakan untuk menghidupkan turbin yang tersambung ke generator. Abu dapat digunakan untuk bahan baku sebagai bahan daur ulang, dan menguapkan air di dalam pipa - pipa boiler merupakan gas panas hasil pembakaran (Yuniar & Santosa, 2022).

Upaya konservatif merupakan salah satu perwujudan pelestarian dan perlindungan lingkungan hidup. UNNES merupakan salah satu perguruan tinggi yang mempunyai identitas berwawasan konservatif. Wawasan konservatif dan *good governance* menjadi landasan utama dalam implementasi Tri Dharma UNNES untuk mencapai reputasi International. Pentingnya dalam menumbuhkan wawasan konservatif yaitu untuk melakukan perlindungan, pengawetan, serta pemanfaatan sumber daya alam dari beberapa aktivitas yang dapat menumbuhkan sikap mental serta perilaku yang bertanggung jawab dalam mewujudkan kontribusi civitas akademika seperti kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian. Kemudian, warga UNNES lainnya berupaya dalam kegiatan konservasi keanekaragaman hayati, kelestarian lingkungan, nilai dan karakter, seni budaya, dan olahraga. Adanya wawasan konservatif bisa mendukung usaha pemerintah dalam menjalankan program pengelolaan SDA hayati, non hayati, dan ekosistem agar tetap berjalan dengan baik (Wibowo & Dkk, 2017).

Secara teoritis, masalah yang alami mengenai buruknya pengelolaan sampah sebagaimana sudah dikutip oleh penelitian sebelumnya. Namun, secara praktis dengan didukung berdasarkan data yang sudah diambil bahwa terdapat solusi alternatif bagi pengelolaan sampah organik maupun anorganik yaitu pengembangan metode insinerasi yang berguna untuk proses pembakaran limbah dari masyarakat, proses ini biasanya menggunakan suhu bertekanan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengelola sampah sebagai wujud upaya konservatif di lingkungan kampus unnes sehingga dapat mengurangi permasalahan global seperti perubahan iklim akibat adanya pengelolaan sampah yang buruk.

METODE

Penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang menggunakan objek anomali cuaca yang terjadi sekarang ini. Sumber data dalam penelitian ini melalui studi pustaka berupa jenis pengaruh perubahan iklim terhadap anomali cuaca itu sendiri dan kehidupan manusia itu sendiri serta melihat seberapa besar pengaruh aspek antropogenik dalam perubahan iklim yang terjadi. Penelitian ini difokuskan pada teknik pengolahan sampah insinerasi namun melihat ada tidak pengaruh atau seberapa besar terhadap anomali perubahan iklim.

Teknik penelitian ini dijalankan dengan observasi langsung di lapangan dan menggunakan studi pustaka. Prosedur penelitian ini diantaranya: (1) penulis mengamati malah dominan mengenai permasalahan yang dapat dikaji dan ditemukan ada tidak kaitannya dengan bidang studi yang di ampuh dalam mata kuliah agar ditemukan keselarasan dalam mengkaji permasalahan. (2) penulis melihat beberapa studi pustaka mengenai kajian yang di timbulkan dalam masalah. (3) penulis membatasi permasalahan yang dimati dan dikaji melalui beberapa studi pustaka. (4) penulis melihat ada tidaknya kebaruan dalam karya tulis ataupun pembeda yang digunakan karya jurna ini dengan jurnal sebelumnya. (5) penulis mengklasifikasikan beberapa teknik yang baik digunakan dalam mengkaji permasalahan antropogenik berupa sampah dengan efeknya pada anomali cuaca maupun iklim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

UNNES sebagai perguruan tinggi yang berkewajiban mengambil peran dalam menanamkan nilai serta karakter konservasi terhadap mahasiswanya sebagai kawula muda Indonesia. Upaya-upaya yang dilakukan UNNES tercermin dalam beberapa hal meliputi kebijakan dan kegiatan kampus yang berasaskan konservasi, seperti contoh kecilnya adalah insinerasi. Manajemen pengelolaan sampah suatu perguruan tinggi seharusnya mampu menginovasikan pengelolaan sampah yang baik yang tak menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Popescu et al., 2016). Insinerasi memiliki definisi sebagai teknik pengolahan sampah anorganik berbasis lingkungan yang melalui proses pembakaran bersuhu tinggi sehingga menjadikan residu yang dihasilkan ramah lingkungan dan minim polusi. Upaya ini ditempuh untuk merepresentasikan sikap dan kepedulian UNNES terhadap urgensi perubahan iklim yang saat ini tengah menjadi permasalahan global. Insinerasi terdiri atas beberapa tahap yang memerlukan persyaratan-persyaratan tertentu agar dapat menghasilkan sampah akhir yang aman bagi lingkungan serta minim polusi. Kelebihan insinerasi adalah sebagai teknik pengelolaan sampah anorganik yang ramah lingkungan, namun untuk kekurangannya proses insinerasi membutuhkan biaya yang cukup mahal, proses yang kompleks dan menghasilkan zat yang berbahaya bagi kesehatan.

Peran dan aksi nyata UNNES terhadap isu lingkungan

Istilah perubahan iklim sepertinya sudah tidak asing dispekulasikan dalam berbagai isu lingkungan yang saat ini terjadi. Perubahan iklim dari perubahan rata – rata cuaca yang berdampak terhadap kondisi iklim suatu lokasi atau dari heterogenitas statistiknya secara faktual untuk jangka waktu yang panjang, hal tersebut merupakan definisi dari IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change).

Berbagai dampak buruk pada keberlangsungan hidup manusia pun menjadi ancaman besar dari fenomena perubahan iklim, dari mulai masifnya kejadian bencana, naiknya permukaan laut, hilangnya diversitas berbagai spesies flora serta fauna, bahkan meningkatnya bibit penyakit (Ahrens, 2009). Perubahan iklim berindikasi pada perubahan keadaan secara fisik lingkungan maupun kehidupan sosial manusia. Sehingga berbagai pemangku peran termasuk perguruan tinggi negeri diminta andil dalam meminimalisir laju perubahan iklim saat ini.

Perguruan Tinggi dituntut untuk memiliki atensi/tanggungjawab lingkungan agar pembangunan keberlanjutan dapat tercapai, sehingga upaya perlindungan perlu dirumuskan dengan sebaik-baiknya (Mikulik & Babina, 2009). Oleh karena itu pada tahun 2010, Universitas Negeri Semarang (UNNES) telah membuat deklarasi mengenai pelopor Universitas Berwawasan Konservasi. Berwawasan konservasi bermakna memiliki prospektif dan perilaku yang berarah kepada prinsip konservasi, yaitu preservasi sistem penopang kehidupan, pengawetan yang di dalamnya melingkupi pelestarian dan pendayagunaan secara lestari SDA dan nilai-nilai sosial budaya (Banowati, 2012).

Pendeklarasian UNNES menjadi Universitas Berwa-

wasan Konservasi membawa universitas tersebut kepada 3 tujuan utama. Pertama, untuk menyumbang sokongan terkait berbagai kebijakan pemerintah dalam perannya mengelola sumber daya hayati, non hayati maupun ekosistem (Haryadi et al., 2018). Kedua, sebagai bentuk perlindungan, pengawetan, dan pendayagunaan sumber daya alam agar tetap terjaga kelestariannya melalui ranah pendidikan, penelitian, serta pengabdian kepada masyarakat (Yunitasari & Hardati, 2016).

Dari deklarasi yang telah dilakukan UNNES tentu bukan semata-mata sekadar pernyataan, berbagai upaya konservasi lingkungan dilakukan UNNES tak terkecuali dalam menyikapi urgensi perubahan iklim yang sedang terjadi. UNNES melakukan berbagai pengaplikasian dan inovasi baru untuk menunjang perkuliahan dengan berbasis ramah lingkungan (Wibowo et al., 2017).

Beberapa di antaranya disebut sebagai upaya konservatif UNNES terhadap kegentingan iklim yang saat ini tengah terjadi, seperti borang pelarangan penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil di sekitar kampus bagi mahasiswa ketika akan memulai perkuliahan di UNNES, mewajibkan seluruh mahasiswa baru menanam pohon dan melakukan pemantauan serta pencatatan di website SIO-MON, konsep kampus hijau yang asri serta insinerasi hasil pembakaran sampah organik juga diinovasikan menjadi hal yang bermanfaat.

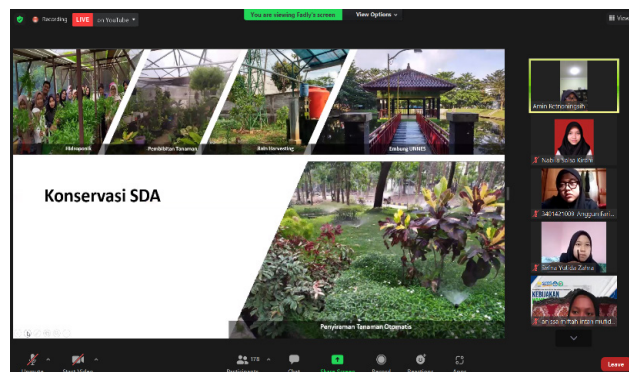


Figure 1. Konservasi SDA UNNES (Sumber Dokumentasi Pribadi)

Kurikulum UNNES pada tahun 2015, memiliki prinsip mengembangkan nilai dan karakter konservasi dimana dimuat bahwa makna dan implementasi kurikulum setiap jurusan di UNNES dituntut untuk didoktrin, diarahkan, serta diaspirasikan untuk penanaman karakter anak bangsa sebagai insan dengan kultur konservasi (Purwo et al., 2018). Terdapat 8 nilai karakter konservasi seperti inspiratif, humanis, peduli, inovatif, kreatif, sportif, kejujuran, dan keadilan merupakan cerminan dari mahasiswa ataupun alumni UNNES. Baiknya 8 nilai tersebut dapat di representasikan serta di implementasikan kepada khalayak yang dapat memberikan energi positif kepada masyarakat sekitar. (Wibowo et al., 2017).

Pengembangan metode pengolahan sampah (insinerasi) berbasis lingkungan

Beberapa yang telah disebutkan, insinerasi menjadi yang paling jelas andilnya dalam menyikapi isu perubahan iklim yang tengah melaju saat ini. Insinerasi dapat didefini-

sikan sebagai sebuah teknologi pengolahan sampah melalui pembakaran bahan non organik, sementara untuk pengelolaan sampah organik UNNES menempuh 3 aktivitas meliputi pemanfaatan menjadi kompos, budidaya maggot dan kerajinan tangan (Saddam et al., 2016). Hal ini ditempuh mengingat lingkungan kampus UNNES yang dipenuhi pepohonan sehingga sampah yang dihasilkan sebagian besar merupakan guguran dedaunan (Fathoni et al., 2021). Sampah non organik sendiri dipicu oleh berbagai sampah yang dihasilkan dari kegiatan penunjang kebutuhan pembelajaran di kampus.

Insinerasi merupakan teknik pengolahan sampah melalui pemrosesan yang melibatkan temperatur tinggi. Secara umum, insinerasi diartikan sebagai penyusutan termal. Insinerasi bahan sampah telah mengonversikan sampah menjadi berwujud abu, gas sisa hasil pembakaran, partikulat, dan juga termal (Kulkarni et al., 2014). Banyak penelitian terdahulu menyebutkan jika insinerasi merupakan alternatif pengelolaan sampah yang ramah lingkungan (Manningtyas R.T., Permata N.D., Prastyo Y.B., 2017). Pada proses insinerasi, secara kuantitas dan kualitas suplai bahan bakar sampah harus diperhatikan dengan baik. Perlu digaris bawahi bahwa tidak semua jenis sampah bisa dikelola melalui teknik insinerasi.

Persyaratan pemberlakuan Insinerasi sebagai metode pengelolaan sampah

Terdapat beberapa bahan bakar insinerasi yang perlu diwujudkan sebagai kriteria yang bersangkutan terkait sampah yang akan dipakai supaya proses pembakaran dapat berlaku dengan baik. Kriteria tersebut meliputi beberapa hal yaitu:

- 1) Pembakaran sampah minimal perlu mencakup bahan bakar bernilai kalori sekitar 7 MJ/ kg. Diperlukan adanya pre-treatment bahan bakar tambahan supaya nilai kalori dapat beranjak naik, apabila nilai kalori pada sampah yang akan dikelola tidak memenuhi nilai kalori yang disyaratkan.
- 2) Pasokan stabil yang perlu dipersiapkan dalam melakukan proses insinerasi sampah seminimal mungkin berbobot 50.000 ton/tahun. Untuk membangun sebuah incinerator pengolah sampah, diperlukan adanya pemikiran jangka panjang untuk beberapa tahun ke depan mengenai prakiraan pasokan sampah yang sekiranya mampu dihasilkan di masa mendatang. Estimasi ini bukan hanya mencakup dari jumlah sampah, akan tetapi juga mencakup komposisi, sumber, serta nilai termal sampah.

Tahap dan proses insinerasi

Teknologi insinerator memusnahkan sampah dengan cara melakukan pembakaran pada temperatur tinggi dan terstruktur, serta tidak mengakibatkan imbas negatif signifikan bagi lingkungan. Insinerasi meliputi beberapa proses lanjutan bagi residu yang dihasilkan, pengoperasiannya mudah dan aman, beberapa faktor ini mendasari insinerasi merupakan teknik pengolahan sampah berwawasan lingkungan (Lam et al., 2010). Penggunaan incenerator juga telah mencakupi beberapa ketentuan syarat yang dikeluarkan oleh Kep. Men LH No.13/ MENLH/3/1995. Proses insinerasi sampah terdiri atas 3 tahap yang mana meliputi proses pre-treatment sebagai tahap awalan, lalu disambung proses pembakaran dan proses recovery energy, serta proses terakhir berupa proses pengendalian flue gas pada APC (system).

- 1) Yang pertama merupakan proses pre-treatment sampah, pada proses pertama berupa kegiatan pemilihan (sortir) dan homogenisasi. Proses pre-treatment sampah ini, keberhasilannya sangat bergantung pada ketersediaan dan kualitas sampah serta sistem insineratornya. Pemilahan yang dilakukan bertujuan untuk memperbesar nilai kalori rerata sampah sebelum diproses dalam mesin insinerator. Setiap sistem incinerator membutuhkan intensitas pemilahan yang berbeda-beda. Pada sampah bertipe movable grate incinerator, yang mana sampah dapat segera dilakukan pemrosesan lebih lanjut melalui pembakaran tanpa dilakukan proses sortir/pemilahan terlebih dahulu. Selain itu, fluidized bed furnace masih membutuhkan metode penyaringan limbah sebelum diproses oleh insinerator. Untuk kegiatan homogenisasi dapat berupa pencampuran sampah (mixing) atau pencacahan sampah (shredding). Pencampuran sampah bertujuan untuk mengontrol masukan energi dan proses pembakaran. Sementara itu, sampah diparut untuk menyederhanakan sejumlah sampah besar. Mencabik-cabik limbah adalah persyaratan minimum untuk insinerator unggul terfluidisasi.
- 2) Pada langkah kedua yakni tahap pengelolaan sampah, terdapat beberapa prosedur mesin insinerator yang difungsikan, yang meliputi metode grate bergerak, teknologi scrubbing kering (incinerator rotary kiln) serta insinerasi unggul terfluidisasi. Dari ketiga prosedur incinerator tersebut, yang terpopuler dipergunakan untuk pemrosesan insinerasi sampah adalah teknologi grate bergerak. Alasan yang mendasari adalah tungku perapian bergerak lebih mampu mengatasi variabilitas besar dalam komposisi dan nilai kalor limbah serta tungku dapat dibangun dengan volume 1.200 ton/hari. Saat mempercepat proses kedua, peran prinsip 3T (waktu, suhu, turbulensi) memainkan peran penting dalam keberadaannya.

Kurva perbandingan yang dihasilkan dari temperatur, turbulensi dan waktu memiliki sifat berbanding lurus. Hal ini tentunya menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka turbulensi semakin tinggi dan semakin lama flue gas dan limbah yang tertinggal maka proses pembakaran juga akan semakin meningkat (Vostrikov et al., 2018). Pada teknologi pembakaran tipe grate bergerak yang umum

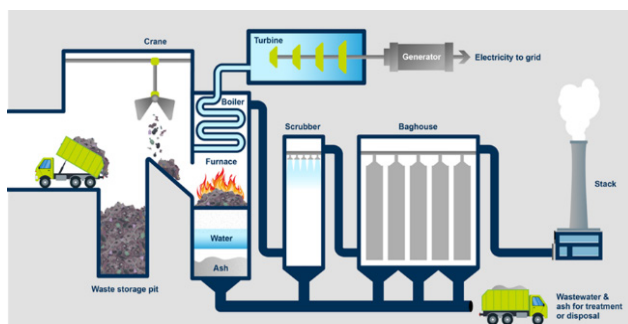


Figure 2. Proses Insinerasi (Sumber Future E-learn)

digunakan saat ini, persyaratan yang terkait dengan prinsip 3T adalah waktu tinggal limbah kurang dari 60 menit, waktu tinggal *flue gas* lebih dari 2 detik dan suhu gas lebih dari 850 C. Selama prosesnya, pasokan udara yang perlu diisi agar tahap kedua berjalan lancar (Lam et al., 2010).

Proses pembakaran sampah didefinisikan sebagai teknik pengelolaan sampah pada suhu tinggi (di atas 850° C) yang secara alami akan menghasilkan energi panas (et al., 2017). Energi ini segera dilepaskan dengan *flue gas*. Sebelum *flue gas* diproses di sistem APC, suhu gas buang harus diturunkan terlebih dahulu oleh alat yang disebut boiler. *Flue gas* mengalami proses pemulihan energi melalui boiler. Output pemulihan energi dapat digunakan sebagai panas, energi dan uap, termasuk pengaturan uap dan energi atau pengaturan panas dan energi.

Setelah melalui proses pemanfaatan energi dari proses recovery, situasi ini didasarkan pada situasi pasar energi lokal pada *flue gas*. Proses yang terlibat meliputi pembangunan infrastruktur untuk distribusi energi, prototipe konsumsi energi tahunan dan harga untuk berbagai jenis energi yang dihasilkan, serta kesepakatan probabilitas konsumen (Arifin, 2016). Setelah selesai digunakan proses pemulihan energi, dapat juga disimpulkan bahwa ketentuan spesifikasi boiler dapat diterima untuk proses pemulihan energi (Yuliani, 2016). Setiap sistem pemulihan energi memiliki utilitas yang berbeda. Tabel 1 memberikan gambaran umum tentang utilitas proses pemulihan energi & perkiraan ukuran hasil dalam sistem pemulihan energi berdasarkan nilai kalor limbah.

Tabel 1. Tabel Daya Guna dari Berbagai Proses Pemulihan Energi (Yuliani, 2016)

Penggunaan Energi	Perawatan energi	Daya guna secara menyeluruh	
Panas	Panas	80 %	80 %
Uap	Uap	80 %	80 %
Daya/energi	Daya	35 %	35 %
Kompilasi antara uap dan daya	Uap Daya	0-75 % 0-35 %	35-75 %
Kompilasi antara panas dan daya	Panas Daya	60-65 % 20-25 %	85 %

Langkah final yakni dengan melakukan proses pengendalian *flue gas* pada sistem *Air Pollution Control* (APC). Pada teknik pengelolaan sampah insinerasi, output yang dihasilkan dari pembakaran memiliki konsekuensi dan risiko akan terjadinya masalah kesehatan. Hal ini dapat dipicu oleh kontaminan yang ada pada *flue gas* yang sebagai outputnya. Dalam suatu *flue gas* terkandung beberapa unsur merugikan seperti berikut :

- Fly ash* merupakan dari partikulat yang terbawa dan mengalir/mengontaminasi gas
- Asam dan *precursors acid* tersusun atas *Sulfur dioxide* (SO₂), Nitrit oxide (NO_x), *Hydrolic acid* (HCl) sebagai *chemical substance* yang berbahaya
- Dioxine* dan analog dapat didefinisikan sebagai senyawa yang tercipta oleh penyatuan kembali elemen radikal dengan struktur Dibenzo dioxins poliklorinasi dan ana-

Tabel 2. Macam teknologi pengendalian elemen polutan dan *Flue Gas* (Mills, 1984).

Polutan	Teknologi yang digunakan
Partikel	Presipitator elektrostatis Presipitator elektrostatis basah Condensation electrostatic precipitators (ESPs) Ionization wet scrubbers Fabric filters Cyclones dan multi-cyclones
Entitas asam (HCl, HF, SO _x ,....)	Scrubber basah Scrubber semi-kering (misalnya suspension of lime) yang dibarengi dengan bag filterization Scrubber kering (misalnya seperti kandungan lime maupun sodium bicarbonate)
Desulfurisasi langsung	Dengan cara menyuntik adsorbent (sebagai contoh senyawa kalsium) langsung ke dalam tungku pembakaran
Nitrogen Oksida (Nox)	Teknik primer yang ditempuh adalah dengan menangani kontrol udara dan tempetratur, serta sirkulasi gas buang, Teknik sekunder : Reduksi non-katalitik selektif dan reduksi katalitik selektif
Hg	Teknik primer : Penataan melalui pembedaan pengumpulan, dengan mengecualikan atau membatasi penggunaan bahan bakar limbah yang terkontaminasi. Teknik sekunder: scrubber dengan interpolasi oksidator, karbon aktif, tungku arang dan zeolit.
Logam berat yang lain	Perlu mengkonversi menjadi oksidasi non-volatile dan menyetorkan fly ash, keseluruhan teknik berorientasi pada pada eliminasi partikel yang dapat diaplikasikan. Sehingga karbon aktif dapat disuntikan ke dalam scrubbing unit.
Senyawa karbon organik	Absorbsi pada karbon aktif Reduksi katalitik selektif digunakan untuk senyawa Nitrogen oksida Kantong filter katalitik Filter static bed Gasses rapid quenching
Gas Rumah Kaca (CO ₂ , NO ₂)	Semua teknik yang ditempuh untuk penanganan NO _x . Sehingga berimbas pada progresivitas pen-dayagunaan energy recovery.

Tabel 3. Kombinasi Unit Operasi pada Sistem Penanganan Polusia (Mills, 1984).

Kontaminan	Metode	Regresivitas
Sulfur dioksida (Sox)	Scrubber basah atau multi cyclone kering	50-90
HCl	Scrubber basah atau semi-basah	10-60
Nitrogen oksida (NOx)	Scrubber kering dan electrostatic precipitator kering	70-95
Abu terbang	Presipitator elektrostatis dan filter fabrichose	95-99.9
Dioksin & furan	Karbon aktif dan filter fabrichose	50-99.9

log furan. Untuk mereduksi polutan yang diproduksi oleh *flue gas* maka diperlukan adanya regulasi pengontrol polusi udara atau yang populer dikenal sebagai *Air Pollution Control system* (APC system). Pada setiap tipe elemen yang terdapat dalam *flue gas* diharuskan terdapat teknologi alternatif yang mampu menjadi pengendali residu yang mungkin dihasilkan.

Pada Tabel 3 telah disajikan macam-macam teknologi yang mampu dijadikan sebagai metode pengelolaan berbagai jenis komponen pada *flue gas*. Setiap satuan operasi diwajibkan mengkombinasikan elemen satu dengan yang lain agar sistem penanganan polusi udara memiliki efisiensi yang tinggi (Mills, 1984).

Kekurangan dan kelebihan proses insinerasi sebagai pengelolaan sampah berbasis lingkungan

Setiap teknologi yang dijadikan sebagai alternatif untuk mengatasi problematika sampah yang tidak dapat dikembangkan dengan baik maka diciptakanlah alat yang mampu menunjang upaya untuk meminimalisir volume sampah yang dihasilkan baik sampah organik maupun sampah non organik (Utami et al., 2016). Berkaitan tentang teknologi insinerasi sampah terdapat beberapa kelebihan dan kekurangan. Peneliti telah menganalisis mengenai kekurangan dan kelebihan metode pengelolaan sampah insinerasi :

- 1) Kelebihan dari teknik pengelolaan sampah insinerasi adalah mampu mereduksi volume sampah hingga 90 %, dengan adanya pemulihan energi. Jika dalam pengelolaannya dapat berlangsung dengan efektif maka polusi udara yang menjadi output akan rendah dan hanya memerlukan penggunaan lahan yang minim (Mills, 1984).
- 2) Sementara itu kekurangannya, insinerasi menghasilkan limbah berbahaya (residu yang perlu diolah melalui sistem APC) oleh karena itu diperlukan pembuangan yang aman dan sesuai prosedur agar tidak membahayakan. Proses insinerasi memungkinkan produksi output berupa terak, gas buang dengan volume besar. Selain itu teknik pengelolaan sampah insinerasi perlu investasi dan biaya operasional yang tidak kecil, dengan biaya pemeliharaan alat yang tinggi pula. Disamping itu, insinerasi membutuhkan komposisi yang cocok untuk *autocombustion* yang mana menjadikan teknik pengelolaan sampah ini membutuhkan staf ahli yang berpengalaman karena harus melalui pengoprasian yang rentan (Starek, 2005).

SIMPULAN

Perubahan iklim menjadi perhatian setiap manusia, dampak fenomena perubahan iklim dari mulai masifnya kejadian bencana, naiknya permukaan laut, hilangnya di-

versitas berbagai spesies flora serta fauna, bahkan meningkatnya bibit penyakit. Untuk mengatasi perubahan iklim yang terjadi pada tahun 2010, Universitas Negeri Semarang (UNNES) membutuhkan usaha yang keras, sebagai salah satu upaya menyikapi urgensi perubahan iklim. UNNES melakukan berbagai pengaplikasian dan inovasi baru untuk menunjang perkuliahan dengan berbasis ramah lingkungan. Salah satunya dengan pengelolaan sampah insinerasi, insinerasi menjadi salah satu teknik pengelolaan sampah non organik yang berbasis lingkungan karena minimnya emisi yang dihasilkan. Singkatnya teknologi insinerator dapat memusnahkan sampah non organik dengan cara melakukan pembakaran pada suhu tinggi dan terpadu. Proses pembakaran sampah terdiri dari 3 fase, yaitu melalui proses pra-pengolahan, proses pembakaran, proses pemulihan energi dan kemudian proses akhir berupa pengolahan gas buang (sistem APC). Insinerasi mampu mengurangi volume sampah hingga 90%, namun proses ini memiliki kekurangan yaitu investasi dan biaya operasional yang cukup tinggi serta limbah yang dihasilkan cukup berbahaya sehingga memerlukan pengelolaan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahrens, C. D. (2009). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment Ninth Edition*. In *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment Ninth Edition*.
- Alex, S. (2015). *Sukses mengolah sampah organik : menjadi pupuk organik* (Ari (ed.); Cetakan Pe). Pustaka Baru Press.
- Arifin, M. Z. (2016). *INCENERATOR ALTERNATIF PENANGANAN SAMPAH YANG EFISIEN*.
- Banowati, E. (2012). Pengembangan Green Community Unnes Melalui Pengelolaan Sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 1(1), 11–19.
- Fadhilah, A., Sugianto, H., Hadi, K., Firmandhani, S. W., Woro, T., & Pandelaki, E. E. (2011). Kajian Pengelolaan Sampah Kampus Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. *Modul*, 11(2), 62–71.
- Fathoni, K., Utomo, A. P. Y., Prasetyo, B., & Retnoningsih, A. (2021). Integrated waste management system in Universitas Negeri Semarang, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(5).
- Haryadi, H., Arifudin, R., Utomo, A. P. Y., & Yulianti, U. H. (2018). *Identification of Students' Interest of Literacy At College As A Form Of Cultural Conservation*. 247(Iset), 209–214.
- Hidayanti, A., & Suradin, M. Z. (2017). *Inovasi Gedung Pengolahan Sampah Berbasis Insinerasi yang Ramah Lingkungan*. H067–H074.
- Kulkarni, A. A., Patil, A. A., & Patil, B. B. (2014). Waste To Energy By Incineration. *Journal of Computing Technologies*, 3(6), 2278 – 3814.
- Lam, C. H. K., Ip, A. W. M., Barford, J. P., & McKay, G. (2010). Use of incineration MSW ash: A review. *Sustainability*, 2(7), 1943–1968.
- Manningtyas R.T., Permata N.D., Prastyo Y.B., K. R. L. (2017). IOP

- Conference Series: Earth and Environmental Science. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 91(1).
- Mikulik, J., & Babina, M. (2009). The role of universities in environmental management. In *Polish Journal of Environmental Studies* (Vol. 18, Issue 4).
- Mills, D. R. (1984). Air Pollution Control of Municipal Solid Waste Incinerators. *Proceedings, Annual Meeting - Air Pollution Control Association*, 2(May 2014).
- Popescu, D. E., Bungau, C., Prada, M., Domuta, C., Bungau, S., & Tit, D. M. (2016). Waste management strategy at a public university in smart city context. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17(3), 1011–1020.
- Purwo, A., Utomo, Y., Lintang, D., & Cahyani, D. (2018). Identifikasi Teks Bergenre Cerita Bermuatan Nilai Konservasi. *LINGUA*. 21.
- Saddam, Setyowati, D. L., & Juhadi. (2016). Integrasi Nilai-nilai Konservasi dalam Habituasi Kampus untuk Pembentukan Kepribadian Mahasiswa Universitas Negeri Semarang. *Journal of Educational Social Studies*, 5(2).
- Starek, A. (2005). [Health risk related to municipal waste incineration]. *Medycyna Pracy*, 56(1), 55–62.
- Utami, R. D., Okayadnya, D. ., & Irawan, M. (2016). Meningkatkan Kinerja Incinerator Pada Pemusnahan Limbah Medis RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya*, 7(2), 115–123.
- Vostrikov, M. M., Shevchenko, S. Y., & Shestakov, V. I. (2018). Fluorotagant Oxal T-92 Disposal by the Insineration Method with Obtaining a Technological Steam. *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference "Management of Municipal Waste as an Important Factor of Sustainable Urban Development"*, WASTE 2018.
- Wibowo, M. E., & Dkk. (2017). *Tiga Pilar Konservasi : Penopang Rumah Ilmu Pengembang Peradaban Unggul* (Cetakan Pe). UNNES PRESS.
- Wibowo, M. E., Suyitno, H., Retnoningsih, M., Yuniawa, T., Pratama, H., Sunawan, Syaifudin, A., Yulianto, A., & Surahmat. (2017). *TIGA PILAR KONSERVASI: Penopang Rumah Ilmu Pengembang Peradaban Unggul*.
- Widyawati, S. A. (2020). *Perilaku Mahasiswa Dalam Pengelolaan Sampah Plastik Untuk Mendukung Misi Konservasi Universitas Negeri Semarang*.
- Yuliani, M. (2016). Insinerasi untuk Pengolahan Sampah Kota. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(No.2).
- Yuniar, R., & Santosa, J. M. J. P. (2022). Metode Insinerasi Pada Fasilitas Pengolahan Sampah Di Jakarta Timur. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 3(2), 3165.
- Yunitasari, I., & Hardati, P. (2016). Pengetahuan, Tingkat Kampus, Warga Fakultas, D I Universitas, Sosial Semarang, Negeri Pengelolaan, Tentang. *Edu Geography*, 4(3), 50–56.



Preferensi Burung Terhadap Tipe Habitat di Pusat Latihan Gajah Taman Nasional Way Kambas

Ramadhani¹, Dian Iswandaru², Agus Setiawan^{3*}, Yulia Rahma Fitriana⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 19 Januari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

preferensi; burung; habitat

Abstrak

Pemilihan habitat merupakan proses dalam memilih komponen habitat yang dimanfaatkan oleh satwa liar. Begitu juga burung memiliki preferensi tersendiri yang sesuai dengan kebutuhan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis preferensi burung terhadap tipe habitat yang ada di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas (TNWK). Penelitian ini menggunakan metode point count pada 2 tipe habitat. Kemudian data yang dikumpulkan akan dibandingkan intensitas kehadirannya dari kedua tipe habitat tersebut serta dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 38 spesies burung di PLG yang berasal dari 24 famili. Burung yang memiliki preferensi pada tipe habitat rawa berjumlah 9 spesies dan burung yang memiliki preferensi pada tipe habitat savana berjumlah 29 spesies. Aktivitas burung yang teramati yaitu bertengger, makan, bersuara, menelisik bulu, berjalan/melompat dan berenang.

Abstract

Habitat selection is the process of selecting habitat components that are used by wild animals. Likewise, birds have their own preferences according to their needs. The purpose of this study was to analyze the preferences of birds in the Elephant Training Center (PLG) Way Kambas National Park (TNWK). This research was conducted using the point count method on 2 types of habitats. After that, The data collected were compared with the intensity of its presence in the two habitat types and analyzed descriptively. The results showed that there were 38 species of birds in PLG from 24 families. There were 9 species of birds that had a preference in the swamp habitat and 29 species of birds that had a preference in the savanna habitat. Based on the activities observed, the birds were perching, eating, singing, looking for feathers, walking/jumping and swimming.

© 2022 Published by UNNES. This is an open access

PENDAHULUAN

Secara ekologis, burung berperan krusial pada hutan serta daerah lain yang tumbuh secara buatan atau alami. Peran burung di alam, yaitu menjaga keseimbangan ekosistem dan fungsi hutan (Iswandaru *et al.*, 2020b; Kiros *et al.*, 2018) dan sebagai bioindikator lingkungan (Bachri, *et al.*, 2020). Burung membutuhkan beberapa kondisi untuk kelangsungan hidupnya, termasuk kondisi habitat yang bebas dari gangguan (Kamal *et al.*, 2013; Iswandaru *et al.*, 2018). Selain itu, pemilihan habitat oleh burung dipengaruhi oleh ketersediaan air dan kelimpahan sumber pakan (Issa, 2019) serta kemudahan untuk mendapatkan sumber daya tersebut sesuai kebutuhan (Iswandaru *et al.*, 2020a). Habitat yang berbeda akan memberikan ruang yang baik

untuk kehidupan burung liar di suatu wilayah, termasuk TNWK.

Secara geografis TNWK terletak di 106°32' 106°52' BT dan 04°37'05"15' LS dengan ketinggian berkisar 0-60 mdpl, sehingga memiliki suhu antara 28°-37°C dan curah hujan antara 2.500-3.000 mm/tahun. Berdasarkan tipe ekosistem utama, kawasan TNWK terdiri dari empat tipe ekosistem yaitu hutan rawa, hutan mangrove, hutan pantai, dan hutan hujan dataran rendah (BTNWK, 2017). Namun, di kawasan TNWK juga terdapat daerah padang rumput yang luas akibat aktivitas penebangan pada kawasan ex HPH (Hak Pengusahaan Hutan) dan kebakaran hutan sebelum ditetapkan sebagai kawasan hutan, termasuk PLG (BTNWK KLHK dan Yayasan Elang Indonesia, 2021).

Beberapa tipe ekosistem yang ada di PLG seperti area hutan sekunder, rawa, dan padang rumput (Riba'i *et al.*, 2013). PLG menjadi habitat 33 spesies burung dari 21 famili (Kamaluddin, *et al.*, 2019a), dan mendapat dukungan masyarakat untuk dikembangkan menjadi wisata

* E-mail: aslulila@yahoo.com

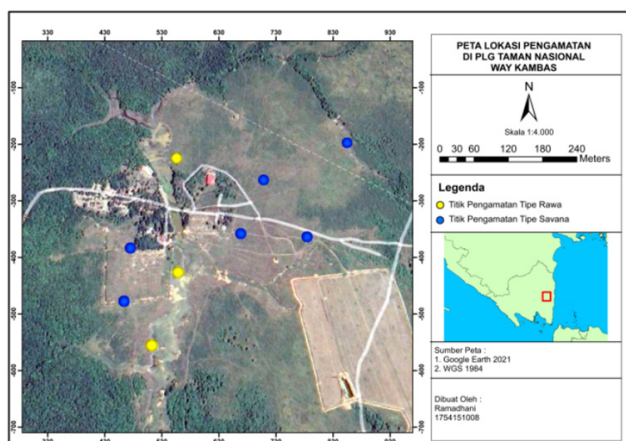
Address: Jl. Sumantri Brojonegoro No. 01, Gedong Meneng, Rajabasa, Kota Bandar Lampung 35141

ta *birdwatching* (Kamaluddin *et al.*, 2019b). Namun, data mengenai preferensi burung terhadap tipe habitat yang ada di PLG belum tersedia. Disisi lain, pengetahuan dan data preferensi habitat penting karena habitat setiap burung belum tentu cocok dengan burung yang lainnya. Selain itu, penting untuk memantau keanekaragaman burung dan keadaan habitatnya untuk melindungi burung dari bahaya dan rusaknya habitat (Iswandaru *et al.*, 2018; Winara, 2016), terutama di kawasan konservasi. Dengan demikian, penelitian mengenai preferensi burung terhadap habitatnya penting dilakukan dalam rangka optimalisasi pengelolaan dan pengembangan potensi sumberdaya alam di PLG secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis preferensi burung terhadap tipe habitat yang ada di PLG, TNWK.

METODE

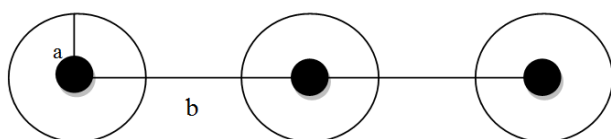
Studi Area

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juli 2021 di PLG, Resort Margahayu, TNWK (Gambar 1). Lokasi ini dipilih sebab lokasi tersebut merupakan salah satu tempat tujuan wisata yang memiliki beberapa tipe habitat (Riba'i *et al.*, 2013).



Gambar 1. Peta lokasi pengamatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *tallysheet* dan alat tulis untuk mencatat data di lapangan, binokuler untuk mengamati aktivitas burung dalam jarak yang jauh, kamera untuk mengambil foto dan membantu dalam identifikasi spesies burung, GPS untuk mengambil koordinat di lapangan, *stopwatch* dan buku panduan lapang untuk mempermudah identifikasi spesies burung. Objek penelitian ini adalah burung yang ada di lokasi penelitian.



Gambar 2. Layout point Count

Keterangan :

a : Radius pengamatan

b : Jarak antar titik pengamatan

Pengumpulan data dilakukan dengan metode *point count*. Pengamatan dilakukan dengan berdiam diri pada satu titik dan dalam waktu tertentu (Bibby, *et al.*, 2000). Spot pengamatan terdiri dari 9 titik, dimana 3 titik pada tipe habitat rawa dan 6 titik pada tipe habitat savana dengan radius 100 meter dan jarak antar titik 200 meter. Lama waktu pengamatan setiap titik yaitu 30 menit dalam satu waktu. Pengamatan dilakukan saat pagi hari pukul 06.00 WIB–10.00 WIB, sore hari pukul 14.00 WIB–18.00 WIB karena waktu tersebut merupakan waktu biologis aktivitas burung (Ciptono, 2017).

Spesies dan jumlah individu burung dicatat pada setiap perjumpaan secara langsung termasuk yang sedang terbang (Iswandaru, *et al.*, 2018). Pencatatan lain yang dikumpulkan meliputi aktivitas burung, jumlah burung, dan waktu perjumpaan pada setiap tipe habitat. Preferensi burung dideskripsikan berdasarkan aktivitas burung seperti: bertengger, mencari/makan, bersuara, menelisik bulu, berjalan dan berenang. Penulisan tata nama merujuk pada buku karya Sukmantoro *et al.* (2007) dan identifikasi spesies burung berdasarkan buku MacKinnon *et al.* (2010).

Analisis Data

Tingkat kehadiran spesies burung ditentukan dengan menghitung frekuensi spesies burung mengunjungi suatu tipe habitat (Nugroho, *et al.* 2013), yaitu dengan rumus:

$$F = \frac{BW}{SW} \times 100\%$$

Keterangan :

F : Tingkat kehadiran suatu spesies burung yang dijumpai pada suatu titik pengamatan.

BW : Banyaknya interval waktu suatu spesies burung yang dijumpai pada pengamatan.

SW : Seluruh interval waktu.

HASIL PEMBAHASAN

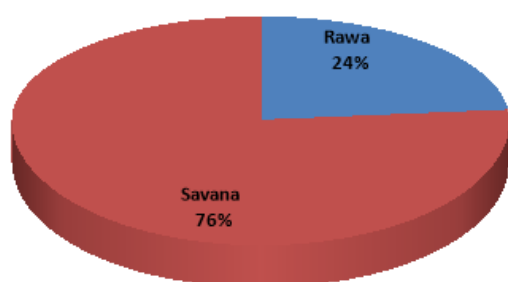
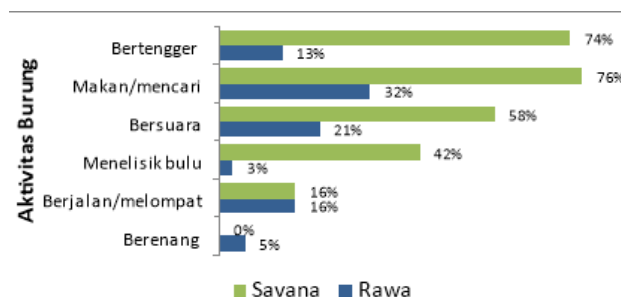
Berdasarkan hasil dari lapangan, terdapat 38 spesies burung yang tercatat saat pengamatan di PLG. Hasil dari setiap kehadiran burung di tiap tipe habitat disajikan pada Tabel 1. Persentase dari intensitas perjumpaan menentukan preferensi atau selera setiap spesies burung yang ada di PLG terutama di setiap tipe habitat yang dilakukan pengamatan.

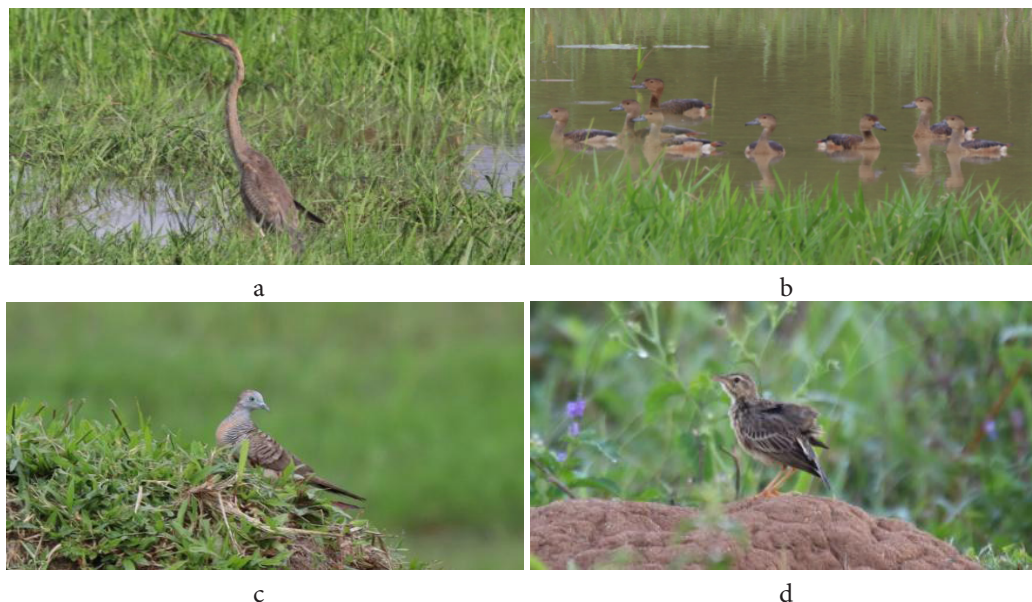
Preferensi burung yang ditunjukkan melalui kehadiran burung pada tipe habitat rawa dan savana (Tabel 1) menerangkan sebanyak 24 spesies burung terlihat pada tipe habitat savana, lalu sebanyak 5 spesies burung terlihat pada tipe habitat rawa dan 9 spesies burung sisanya terlihat di kedua tipe habitat tersebut. Burung akan jarang atau bahkan tidak ditemukan pada lingkungan yang kurang menguntungkan baginya dan sebaliknya, burung akan banyak ditemukan pada habitat yang terdapat kelimpahan sumberdaya bagi kelangsungan hidupnya (Rohiyani, *et al.* 2014).

Gambar 3. menunjukkan perbandingan spesies burung yang ada di rawa dan savana. Dari 38 spesies yang tercatat 9 spesies atau 24% burung yang memiliki preferensi di tipe habitat rawa dan 29 spesies atau 76% burung memiliki preferensi di tipe habitat savana. Beberapa perilaku yang

Tabel 1. Preferensi Spesies Burung

No	Nama Spesies	Nama Ilmiah	Kehadiran Burung		Preferensi
			Rawa	Savana	
1	Apung Tanah	<i>Anthus novaeseelandiae</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
2	Bangau Tongtong	<i>Leptoptilos javanicus</i>	<input type="checkbox"/>		Rawa
3	Belibis Kembang	<i>Dendrocygna arcuata</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rawa
4	Bentet Kelabu	<i>Lanius schach</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
5	Blekok Sawah	<i>Ardeola speciosa</i>	<input type="checkbox"/>		Rawa
6	Bondol Haji	<i>Lonchura maja</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
7	Bondol Jawa	<i>Lonchura leucogastroides</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savana
8	Bondol Peking	<i>Lonchura punctulata</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savana
9	Bubut Alang-alang	<i>Centropus bengalensis</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
10	Cabai Jawa	<i>Dicaeum trochileum</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
11	Caladi Tilik	<i>Picoides moluccensis</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
12	Cangak Merah	<i>Ardea purpurea</i>	<input type="checkbox"/>		Rawa
13	Cekakak Belukar	<i>Halcyon smyrnensis</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savana
14	Cici Padi	<i>Cisticola juncidis</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savana
15	Cinenen Kelabu	<i>Orthotomus ruficeps</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
16	Cipoh Kacat	<i>Aegithina tiphia</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
17	Cucak Kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
18	Elang Brontok	<i>Spizaetus cirrhatus</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
19	Gagak Hutan	<i>Corvus enca</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
20	Gemak Loreng	<i>Turnix suscitator</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
21	Gereja Erasia	<i>Passer montanus</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
22	Jingjing Batu	<i>Hemipus hirundinaceus</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
23	Kadalan Beruang	<i>Phaenicophaeus diardi</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
24	Kapasan Kemiri	<i>Lalage nigra</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
25	Kareo Padi	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	<input type="checkbox"/>		Rawa
26	Kepudang Kuduk Hitam	<i>Oriolus chinensis</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
27	Kuntul Kerbau	<i>Bubulcus ibis</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rawa
28	Layang-layang Rumah	<i>Delichon dasypus</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
29	Madu Kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
30	Merbah Belukar	<i>Pycnonotus plumosus</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
31	Merbah Cerukcuk	<i>Pycnonotus goiavier</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
32	Merbah Corok-corok	<i>Pycnonotus simplex</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
33	Pekaka Emas	<i>Pelargopsis capensis</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rawa
34	Perkutut Jawa	<i>Geopelia striata</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Savana
35	Punai Gading	<i>Treron vernans</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
36	Raja Udang Biru	<i>Alcedo coerulescens</i>	<input type="checkbox"/>		Rawa
37	Remetuk Laut	<i>Gerygone sulphurea</i>		<input type="checkbox"/>	Savana
38	Walet Sapi	<i>Collocalia esculanta</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rawa

**Gambar 3.** Perbandingan preferensi spesies burung**Gambar 4.** Diagram Perbandingan Aktivitas Burung Pada Tipe Habitat Rawa dan Savana



Gambar 5. Beberapa spesies burung yang memanfaatkan tipe habitat rawa dan savana di PLG TNWK untuk beraktivitas (a) Cangkak merah (*Ardea purpurea*) (b) Belibis Kembang (*Dendrocygna arcuata*) (c) Perikutan Jawa (*Geopelia striata*) (d) Apung tanah (*Anthus novaeseelandiae*)

tercatat saat pengamatan antara lain bertengger, makan/mencari, bersuara, menelisik bulu, dan berjalan atau melompat. Pebandingan aktivitas burung yang memiliki preferensi di tipe habitat rawa dan savana terlihat dalam Gambar 4.

Berdasarkan Gambar 4 aktivitas burung paling tinggi baik di tipe habitat rawa maupun savana adalah mencari makan dan atau makan. Keberadaan mangsa yang menjadi makanan burung merupakan faktor utama keberadaannya pada suatu habitat (Napitu, 2007). Perilaku makan burung pada savana ataupun rawa terlihat saat burung berjalan di permukaan tanah atau air untuk menangkap mangsa. Aktivitas makan adalah serangkaian gerak dalam memilih dan mencari mangsa dalam suatu pola yang tetap (Alikodra, 2002). Burung akan lebih sering dijumpai pada lokasi yang memang tersedia makanan (Amna dan Rifqiyati, 2013). Rangkaian motilitas burung mencari makan mencakup melangkah, berhenti melangkah, mematok mangsa, menelan mangsa, minum (Elfidasari dan Junardi, 2005).

Burung yang ada di PLG TNWK melakukan aktivitas bertengger pada dahan kering ataupun tiang dan kabel listrik yang ada di sekitar savana. Burung yang memiliki preferensi di tipe habitat savana didominasi kelompok burung pemakan serangga (*insectivore*) yang memiliki tipe kaki yang kuat untuk mencengkram atau bertengger. Kelompok burung pemakan serangga memperoleh pakan dengan cara hinggap di serasah dan lantai hutan, cabang dan kanopi pohon, serta semak belukar (Riefani, 2018). Pradwinata, *et al.* (2020) Pohon dimanfaatkan burung pemakan serangga (*insektivore*) sebagai tempat singgah dan menelisik bulu.

Burung yang berpreferensi pada tipe habitat rawa didominasi spesies burung air yang memiliki kaki panjang untuk berjalan di air dangkal, memiliki paruh dan leher yang panjang dan kuat untuk menangkap mangsa yang ada di permukaan atau dalam air. Menurut Riefani (2018) kelompok burung air memiliki kaki yang panjang, ekor pendek dan paruh panjang dan kuat. Sebagian besar burung

yang memiliki preferensi di tipe habitat rawa merupakan spesies burung pemakan ikan (*piscivora*) dimana spesies burung ini memanfaatkan lahan basah untuk mencari makan (Iswandaru *et al.*, 2018). Adanya burung air pada suatu habitat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya ialah ketersediaan makanan (Riefani & Soendjoto, 2013).

Gambar 5 menunjukkan bahwa beberapa spesies burung dari famili *Ardeidae* melakukan aktivitas pada tipe habitat rawa di PLG TNWK. Famili *Ardeidae* merupakan suku burung yang memiliki persebaran merata di Indonesia, sehingga keberadaannya dapat dijumpai hampir di seluruh habitat lahan basah (MacKinnon, *et al.* 2010; dan Julyanto, 2016). Keberadaan habitat rawa yang selalu tergenang air harus dijaga kelestariannya dikarenakan terlihat saat pengamatan burung dari famili *Ardeidae* banyak beraktivitas di habitat tersebut. Keberadaan dari famili *Ardeidae* juga menjadi indikator habitat rawa dan lahan basah masih terjaga (Chrystianto, *et al.*, 2014; Khalil *et al.*, 2021).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa burung yang ditemukan di PLG TNWK adalah 38 Spesies yang berasal dari 24 famili. Burung yang memiliki preferensi di tipe habitat rawa berjumlah 9 spesies atau 24% dan burung yang memiliki preferensi di tipe habitat savana berjumlah 29 spesies atau 76%. Aktivitas burung yang teramati yaitu bertengger, makan, bersuara, menelisik bulu, berjalan/melompat dan berenang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alikodra, H.S. (2002). *Teknik Pengelolaan Satwa Liar*. Buku. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor. 368 hlm.
- Amna, M. M., & Rifqiyati, N. (2013). Perbandingan Keanekaragaman Burung di Pantai Siung dan Pantai Wediombo Gunungkidul di Yogyakarta. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*. 11(1): 452-459.

- Balai Taman Nasional Way Kambas (BTNWK). (2017). Pusat Latihan Gajah. <http://waykambas.org/pusat-latihan-gajah-plg/>. Diakses pada tanggal 16 Maret 2021.
- Balai Taman Nasional Way Kambas KLHK dan Yayasan Elang Indonesia. (2021). Bertengger di Rumah Gajah “Menenal Keanekaragaman Burung Di Taman Nasional Way Kambas”. Yayasan Konservasi Elang Indonesia. Bogor. 364 hlm.
- Bachri, M., Zayadi, H., & Hayati, A. (2020). Profil Sebaran Burung Di Pohon Peneduh Sepanjang Jalan MT. Haryono dan Tlogomas Kecamatan Lowokwaru Kota Malang. *BIO-SAIN TROPIS (BIOSCIENCE-TROPIC)*, 5(2), 17-23.
- Bibby C., Jones M., dan Marsden S. (2000). *Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan Survey Burung*. SMKG Mandiri Yuana. Bogor. 179p.
- Ciptono, A. T., & Handziko, R. C. (2017). Pengaruh Faktor Lingkungan Klimatik dan Kondisi Habitat Terhadap Perilaku Bersarang Burung Bondol Haji (*Loncura maja*). In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta* (pp. 27-38).
- Chrystianto, Asiyatun S, Margareta R. (2014). Keanekaragaman Jenis Avifauna di Cagar Alam Keling II/III Kabupaten Jember Jawa Tengah. *Indonesian Journal of Coservation*. 3(1) : 1 – 6.
- Elfidasari, D., dan Junardi. (2005). Keanekaragaman jenis burung air di kawasan Hutan Mangrove Peniti Kabupaten Pontianak. *Jurnal Biodiversitas*. 7(1). 63-66.
- Iswandaru, D., Khalil, A.R.A., Kurniawan, B., Permana, R., Febryano, I.G. dan Winarno, G.D. (2018). Kelimpahan dan keanekaragaman jenis burung di Hutan Mangrove KPHL Gunung Balak. *Indonesian Journal of Conservation*, 7(1), 57-62.
- Iswandaru, D., Febryano, I.G., Santoso, T., Kaskoyo, H., Winarno, G.D., Hilmanto, R., Safe'i, R., Darmawan A. dan Zulfiani D. (2020). Bird community structure of small islands: a case study on the Pahawang Island, Lampung Province, Indonesia. *Silva Balcanica*, 21(2), 5–18.
- Iswandaru, D., Novriyanti, Banuwa, I.S. Harianto, S.P. (2020). Distribution of bird communities in University of Lampung, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(6), 2629-2637.
- Issa MAA. (2019). Diversity and abundance of wild birds species in two different habitats at Sharkia Governorate, Egypt. *J Basic Appl Zool* 80 (1): 1-7. DOI: 10.1186/s41936-019-0103-5.
- Julyanto, Harianto SP, Nurcahyani N. (2016). Studi Populasi Burung Famili Ardeidae di Rawa Pacing, Desa Kibang Pacing Kecamatan Menggala Timur Kabupaten Tulang Bawang Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(2) : 109 – 116.
- Kamal S, Mahdi N dan Senja N. (2013). Keanekaragaman Jenis Burung pada Perkebunan Kopi di Kecamatan Bener Kelipah, Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh. *Jurnal Biotik*. 1(2) : 73 – 79.
- Kamaluddin, A., Winarno, G. D., & Dewi, B. S. (2019). Keanekaragaman Jenis Avifauna di Pusat Latihan Gajah (PLG) Taman Nasional Way Kambas Diversity of Avifauna at the Elephant Training Center Way Kambas National Park Oleh: Akhmad Kamaluddin, Gunardi Djoko Winarno, Dan Bainah Sari Dewi. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 10-21.
- Kamaluddin, A., Winarno, G. W., Dewi, B. D., & Harianto, S. H. (2019). Keanekaragaman Jenis Burung untuk Mendukung Kegiatan Ekowisata Birdwatching di Pusat Latihan Gajah Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(3), 283-292.
- Khalil, A.R.A., Mulyani, Y.A., Mardiasuti, A., Iswandaru, D. (2021). Diversity of waterbirds in mudflat and fishpond habitats in coastal wetlands of East Lampung, Indonesia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 948, 012025. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/948/1/012025>
- Kiros, S., B. Afework, K. Legese. (2018). A preliminary study on bird diversity and abundance from Wabe fragmented forest around Gubre Subcity and Wolkite Town, Southwestern Ethiopia. –*International Journal of Avian & Wildlife Biology*, 3(5), 333–340.
- MacKinnon, J., Philipps, K. dan Balen, B. V. (2010). *Seri Panduan Lapangan Burung-Burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Buku. Burung Indonesia. Bogor. 509 hlm.
- Napitu, J. P. (2007). *Pengelolaan kawasan konservasi*. Laporan Lapangan. UGM. Yogyakarta. 12 p.
- Nugroho, M. S., Ningsih, S., & Ihsan, M. (2013). Keanekaragaman jenis burung pada areal dongi-dongi di kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Jurnal Warta Rimba*, 1(1) : 1-10.
- Pradwinata, R., Sudibyo, M., & Ritonga, Y. E. (2020). Preferensi Burung Terhadap Pohon Mahang India (Macaranga indica Weight, 1852) Di Resort Sei Betung Taman Nasional Gunung Leuser. *Journal Natural of Sciences*. 1(1), 38-48.
- Riba'i, Setiawan A., dan Darmawan A. (2013). Perilaku Makan Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Konservasi Gajah Taman Nasional Way Kambas. *Jurnal Media Konservasi* 18(2): 89-95.
- Riefani, M. K. (2018). Komposisi Guild Burung Di Kawasan Rawa Kalang Kabupaten Hulu Sungai Selatan. *Wahana-Bio: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 10(1), 43-58.
- Riefani, M. K., & Soendjoto, M. A. (2013). Keragaman Burung Air di Kawasan NPLCT Arutmin Indonesia Tanjung Pemancingan Kotabaru, Kalimantan Selatan. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi* (pp. 181-193).
- Rohiyan, M., A. Setiawan, dan E. L. Rustiati. (2014). Keanekaragaman jenis burung di hutan pinus dan hutan campuran Muara Sipongi Kabupaten Mandailing Natal Sumatera Utara. *Jurnal Sylva Lestari II* (2): 89-98.
- Sukmantoro, W., Irham, M., Novarino, W., Hasudungan, F., Kemp, N. dan Muchtar, M. (2007). *Daftar Burung Indonesia No. 2*. Buku. Indonesian Ornithologists' Union. Bogor. 157 hlm.
- Winara A. (2016). Keragaman jenis burung air di Taman Nasional Wasur, Merauke. *Jurnal Hutan Tropis* 4(1), 85.



Klusterisasi Tingkat Deforestasi: Ekologi Kewarganegaraan Indonesia

Ridwan Santoso^{*1}, Heri Ratnawati², Dwi Riyanti³

¹STIKes Widya Dharma Husada, Indonesia

²Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

³Universitas Terbuka, Indonesia

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

civics ekologi; kluster;
deforestasi; hutan; lingkungan

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengklustrisasi tingkat deforestasi berdasarkan angka deforestasi pada tiap-tiap provinsi di Indonesia. Jumlah populasi penelitian ini adalah 34 provinsi dengan penggabungan data pada provinsi Kalimantan timur dan Kalimantan Utara sehingga data terbentuk 33 data deforestasi di seluruh Indonesia. Analisis data menggunakan pendekatan kuantitatif melalui jenis analisis statistik multivariate. Teknik analisis data menggunakan teknik analisis kluster Non-Hierarki K-Means Cluster. Hasil analisis dapat diketahui bahwa terdapat 5 kluster tingkat deforestasi di Indonesia sejak tahun 2013/2014 hingga 2018/2019. Kluster satu terdiri dari dua provinsi, kluster dua terdiri dari satu provinsi, kluster tiga terdiri dari dua puluh tujuh provinsi, kluster empat terdiri dari satu provinsi, dan kluster lima terdiri dari dua provinsi.

Abstract

This research is aimed to cluster the level of deforestation based on the rate of deforestation in each province in Indonesia. The research population of this research was the 34 provinces by combining the data from East and North Borneo/ Kalimantan so that there were 33 deforestation data from all over Indonesia. The data were analyzed using quantitative approach through multivariate statistic analysis. The K-Means Cluster Non-Hierarchical cluster analysis technique was used as the analysis technique. It can be concluded that there were 5 clusters of deforestation rates in Indonesia from 2013/2014 to 2018/2019. Cluster one consists of two provinces, cluster two consists of one province, cluster three consists of twenty-seven provinces, cluster four consists of one province, and cluster five consists of two provinces.

© 2022 Published by UNNES. This is an open access

PENDAHULUAN

Ekologi merupakan topik yang sangat banyak dibahas oleh berbagai macam bidang ilmu saat ini. Bukan dikarenakan suatu alasan inovasi atau prestasi, melainkan perlunya kesadaran manusia terhadap bumi sebagai tempat hidupnya. Konsep civic ekologi merupakan pembahasan terkini mengenai permasalahan lingkungan di seluruh dunia. Oikawa (2014) mengungkapkan bahwa masyarakat di abad 21 menghadapi krisis lingkungan.

Kesadaran terhadap kelestarian lingkungan harus dipupuk berdasarkan wawasan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan hidup melalui berbagai macam cara. Hal ini sejalan dengan program *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang salah satunya berfokus kepada melindungi lingkungan. Civic ekologi merupakan suatu gerakan yang

sangat gencar digalakan karena semakin parahnya kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan aktifitas manusia.

Civic ekologi merupakan suatu pemikiran terhadap cara seorang warga negara bertanggung jawab terhadap penjaan, pengelolaan, dan kelestarian lingkungannya. Godrej (2012) menyatakan bahwa civic ekologis akan dapat memberikan bekal kepada setiap warga negara terkait pengetahuan lingkungan, hak dan kewajiban warga negara terhadap lingkungan. Prasetyo & Budimansyah (2016) menyatakan bahwa setiap manusia atau setiap warga negara memiliki hak dan kewajiban yang sama untuk menjaga kelestarian lingkungan. Hasil dari beberapa penelitian membuktikan bahwa kerusakan lingkungan yang terjadi disebabkan oleh hasil dari kegiatan dan aktifitas manusia sendiri (Barbir et al., 1990; Hassan et al., 2021; Liu et al., 2021; Miheev, 2021).

(Torgler & García-Valiñas, 2007) menyatakan bahwa pencegahan kerusakan lingkungan hidup dapat dilakukan dari berbagai macam faktor baik eksternal maupun internal. Kepentingan politik, media sosial, tempat tinggal, dan

* E-mail: ridwansantosopkn@gmail.com

Address: Jl. Pajajaran No. 1, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

berbagai macam aspek kehidupan manusia merupakan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap sikap seorang individu untuk mencegah kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, Civic ekologi menjadi sangat penting dipahami dan dipraktikkan oleh setiap warga negara guna menjaga kelestarian lingkungan di wilayah masing-masing.

Civic Ekologi sangat berkaitan erat dengan tingkat organisasi makhluk hidup berupa ekosistem, komunitas, populasi dan kesemuanya yang saling berkesinambungan. Dengan kondisi yang demikian, konsep dan gerakan ekologi kewarganegaraan harus didukung untuk terus ditanamkan kepada setiap warga negara Indonesia dengan orientasi utama adalah menjaga lingkungan alam. Hal itu dikarenakan, sikap dan perilaku manusia sendirilah yang telah melahirkan kebijakan dan pola hidup yang menghancurkan lingkungan hidup termasuk kehidupan manusia (Keraf et al., 2014).

Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia membuktikan bahwa tingkat kerusakan lingkungan alam Indonesia telah banyak terjadi di berbagai macam aspek lingkungan. Sungai, hutan, laut, hingga udara telah banyak tercemar oleh ulah kegiatan dan aktifitas manusia. Oleh karena itu, pemahaman civic ekologis merupakan pemahaman warga negara tentang masalah lingkungan, status, hak, dan tanggung jawab dalam mengelola lingkungan mengatasi masalah lingkungan, dan mempromosikan kehidupan manusia yang positif dan berkelanjutan dengan lingkungan (Clarke & Agyeman, 2011; Gebbels et al., 2011). Terhusus pada kerusakan hutan merupakan salah satu bentuk kerusakan yang sangat masif terjadi di Indonesia. Pembukaan lahan untuk pertanian, Pembukaan lahan untuk lahan industri atau bahan Industri merupakan alasan paling banyak terjadinya deforestasi di Indonesia (Anggalini et al., 2021; Balboni et al., 2021; Maulana et al., 2021).

Menurut BEM Universitas Muhamadiyah Malang (2021) World Bank memberikan tafsiran antara 700.000 sampai 1.200.000 ha per tahun meskipun data tersebut dianggap masih lemah. Meskipun begitu FAO menyebutkan laju dari kerusakan hutan di Indonesia mencapai 1.315.000 ha per tahun atau pada setiap tahun kerusakan hutan sebesar satu persen. LSM dari berbagai peduli lingkungan mengungkapkan kerusakan hutan mencapai 1.600.000-2.000.000 ha per tahun dan lebih tinggi lagi data dari Greenpeace yang menyatakan kerusakan hutan yang ada di Indonesia mencapai 3.800.000 ha per tahun yang sebagian besar disebabkan oleh penebangan *illegal logging*. Sedangkan ahli kehutanan menjelaskan bahwa kerusakan hutan di Indonesia adalah 1.080.000 ha per tahun. Jika melihat tingkat deforestasi yang tinggi di Indonesia berdasarkan yang sudah diuraikan tersebut, maka penelitian ini mencoba mengklusterisasi tingkat deforestasi di Indonesia berdasarkan angka deforestasi di masing-masing daerah guna membantu pemerintah dan pihak terkait dalam memetakan urgensi gerakan ekologi kewarganegaraan di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian deskriptif kuantitatif. Populasi penelitian berasal dari selu-

ruh Provinsi di Indonesia dengan jangka waktu penelitian adalah tahun 2013/2014 hingga 2018/2019. Jumlah populasi penelitian ini adalah 34 provinsi dengan penggabungan data pada provinsi Kalimantan timur dan Kalimantan Utara sehingga data terbentuk 33 data deforestasi di seluruh Indonesia. Data penelitian berdasarkan angka deforestasi Indonesia dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia.

Teknik analisis data menggunakan desain analisis kluster Non-hierarki atau desain analisis *K-Means Cluster*. Analisis data dilakukan dengan pola algoritma berikut.

1. Penentuan jumlah kelompok kluster
2. Data alokasi kelompok secara acak

$$d(i, k) = \sqrt{\sum_l^m (C_{ij} - C_{kj})^2}$$
3. Menghitung pusat kelompok data pada masing-masing kelompok (*centroid*).

$$\min \sum_k^l - a_{ik} = \sqrt{\sum_l^m (C_{ij} - C_{kj})^2}$$
4. Alokasi setiap data ke *centroid* data.

$$C_{kj} = \frac{\sum_k^l x_{ij}}{p}$$

Sebelum masuk kedalam tahapan analisis kluster, dilakukan uji asumsi KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) dan uji Multikolinieritas. Uji KMO dilakukan dengan rumus KMO.

$$KMO = \frac{\sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^P \sum_{k \neq j} r_{X_j X_k}^2}{\sum_{j=1}^P \sum_{k \neq j} r_{X_j X_k}^2 + \sum_{j=1}^P \sum_{k \neq j} \rho_{X_j X_k}^2}$$

P = Banyaknya Variabel

$r_{X_j X_k}$ = korelasi antar variabel X_j dan X_k

$\bar{X}_j \bar{X}_k$ = rata-rata variabel X_j

$\bar{X}_k \bar{X}_k$ = rata-rata variabel X_k

n = banyaknya observasi (objek)

ρ = korelasi parsial antara variabel X_j dan X_k dengan X_l

Sedangkan uji Multikolinieritas dilakukan dengan menggunakan rumus VIF.

$$VIF = \frac{1}{1 - R^2}$$

R^2 = Nilai Koefisien determinasi variabel dependen dengan variabel independent.

Hasil uji asumsi KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) diketahui bahwa nilai KMO 0,678 > 0,5 yang artinya uji prasyarat sampel mewakili populasi terpenuhi. Begitupun hasil uji multikolinieritas diperoleh nilai VIF < 10 atau nilai Tolerance > 0,1 yang artinya tidak terjadi multikolinieritas antar data penelitian.

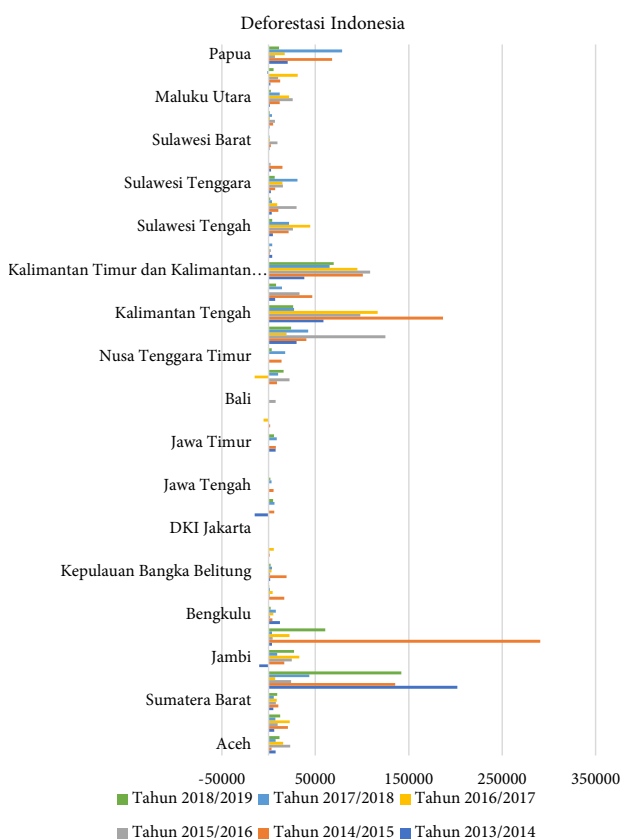
HASIL DAN PEMBAHASAN

Deforestasi di Indonesia merupakan satu dari sekian banyak kerusakan lingkungan yang terjadi. Deforestasi sudah menjadi laporan tahunan yang menjadi data laporan rutin bagi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. Padahal berbagai hasil penelitian membuktikan bahwa laju deforestasi di setiap wilayah memiliki andil besar terhadap bencana global berupa pema-

nasan global, perubahan iklim, penurunan kualitas tanah, penyakit dan sebagainya (Hayat et al., 2021; Karuppusamy et al., 2021; Wang et al., 2021; Wolff et al., 2021; Z. Zeng et al., 2021).

Hasil penelitian dari dampak buruk deforestasi seharusnya dapat menjadi dasar untuk mempertegas pentingnya gerakan ekologi kewarganegaraan di Indonesia. Karena, kerusakan lingkungan yang terjadi saat ini sudah masuk kedalam bentuk bencana global (Nagra, 2010). Temuan deforestasi Indonesia menunjukkan bahwa hampir seluruh wilayah Indonesia terjadi deforestasi di setiap tahunnya. Artinya, setiap tahun terjadi pengurangan luas hutan di Indonesia. Tinggal menunggu waktu hingga hutan yang ada di Indonesia akan hilang jika deforestasi Indonesia terus terjadi.

Walaupun, berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia terdapat reforestasi. Namun, angka perbandingan deforestasi dan reforestasi di Indonesia sangat tidak sebanding. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Padahal, solusi utama dari permasalahan deforestasi adalah reforestasi dan aforestasi. Reforestasi dan aforestasi terbukti menjadi solusi paling mujarab untuk memperbaiki kerusakan bumi yang disebabkan oleh deforestasi (Cerasoli et al., 2021; Mohan et al., 2021; Y. Zeng, 2021).



Gambar 1. Data Deforestasi Indonesia tahun 2013/2014-2018/2019

Hasil analisis kluster dengan menggunakan metode K-Means diketahui bahwa terdapat pengelompokan data pada salah satu kluster. Dari lima kluster yang terbentuk, data deforestasi Indonesia cenderung berkumpul ada klus-

ter ke tiga. Hal itu menandakan bahwa, terjadi kemiripan deforestasi di banyak provinsi di Indonesia khususnya pada provinsi yang masuk pada kluster ke tiga.

Tabel 1. Hasil analisis kluster.

Number of Cases in each Cluster	
Cluster	1 2,000
	2 1,000
	3 27,000
	4 1,000
	5 2,000
Valid 33,000	
Missing ,000	

Tabel 1 memberikan informasi bahwa terdapat lima kluster pada data deforestasi Indonesia sejak tahun 2013/2014 hingga 2018/2019. Kluster 1 terdiri dari dua provinsi, kluster 2 terdiri dari satu provinsi, kluster 3 terdiri dari 27 provinsi, kluster 4 terdiri dari satu provinsi, dan kluster 5 terdiri dari dua provinsi. Hasil tersebut dapat menjadi dasar para pengambil kebijakan untuk mengambil suatu tindakan yang dapat mengontrol pengurangan tingkat deforestasi di Indonesia.

Hasil beberapa penelitian membuktikan bahwa kerjasama antar lembaga pemerintah baik antar lembaga dalam negeri atau antara Indonesia dengan negara lain memberikan dampak yang sangat baik dalam mengontrol atau paling tidak mengurangi deforestasi di Indonesia (Assora, 2017; Berutu et al., 2016; Satwika & Putranti, 2020; Serafita, 2012). Oleh karena itu, pembahasan civic ekologi dalam masalah deforestasi tidak cukup hanya melalui partisipasi warga negaranya tetapi pemerintah selaku pemegang kekuasaan kebijakan memiliki peran yang sangat besar terhadap keberhasilan reforestasi dan aforestasi di Indonesia.

Kabar baiknya adalah telah terjadi peningkatan angka reforestasi di beberapa negara di Asia termasuk Indonesia (Kanninen et al., 2008; Mustafa & Marsoyo, 2020). Walaupun terdapat peningkatan angka reforestasi, tentu masih tidak sebanding dengan angka deforestasi yang terus terjadi di dunia khususnya di Indonesia. Konsep kewarganegaraan ekologi merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan Indonesia dalam menanggulangi kerusakan lingkungan termasuk deforestasi melalui peran aktif dari warga negara Indonesia.

Konsep kewarganegaraan ekologi memiliki peran membangun karakter peduli lingkungan pada generasi muda (Gusmadi & Samsuri, 2020). Konsep kewarganegaraan ekologi merupakan gerakan yang dapat dilakukan oleh dunia pendidikan dan masyarakat dalam menumbuhkan kepedulian individu terhadap kelestarian lingkungan (Rondli & Khoirinnida, 2013). Sehingga konsep kewarganegaraan ekologi memiliki visi dan misi yang sama dengan program *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Hasil analisis kluster berikut membuktikan bahwa gerakan kewarganegaraan ekologi di Indonesia sangat dibutuhkan. Fahlevi et al. (2020) membuktikan bahwa gerakan kewarganegaraan ekologi di sekolah dapat dilaksanakan sejak sekola dasar. Park & Kim (2020) membuktikan bahwa

gerakan kewarganegaraan ekologi di sekolah, khususnya pada sekolah menengah atas memiliki dampak yang sangat signifikan untuk pemahaman siswa pada konsep kelestarian lingkungan dan perubahan iklim di bumi. Selain itu, hasil analisis kluster ini dapat menjadi dasar pengambilan keputusan kebijakan pemerintah dalam upaya mengurangi deforestasi di Indonesia. Oleh karena itu, Indonesia dapat mengambil langkah preventif dan represif dalam upaya menanggulangi deforestasi yang telah dan yang mungkin akan terjadi.

SIMPULAN

Terdapat 5 kluster tingkat deforestasi di Indonesia pada rentang tahun 2013/2014 hingga 2018/2019. Berdasarkan hasil 5 kluster tersebut, diketahui terdapat satu kluster yang merupakan kluster dominan. Kluster 3 merupakan kluster dominan dengan jumlah 21 provinsi. Hasil tersebut mengartikan bahwa tingkat deforestasi di Indonesia terjadi secara merata di banyak provinsi yang berada dalam satu kluster. Hasil analisis tersebut, menjadi peringatan dan acuan kepada seluruh warga negara Indonesia dan dunia bahwa deforestasi di Indonesia terjadi secara masif.

Hasil analisis mengharuskan setiap komponen memiliki tugas dan kewajiban yang sama mengurangi tingkat deforestasi dan meningkatkan reforestasi dan aforestasi di Indonesia. Melalui tindakan preventif gerakan kewarganegaraan ekologis dan represif melalui kebijakan yang dapat diambil oleh pemerintah. Walaupun telah diketahui terjadi dominasi kluster pada kluster ke-tiga, penelitian ini memiliki kekurangan. Data penelitian hanya pada rentang tahun 2013/2014 hingga 2018/2019. Sehingga, interpretasi kluster yang diketahui hanya mewakili rentang tahun yang diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggalini, T. D., Hashifah, D. G., Sulistiyani, A. T., Satria, W. I., Gunawan, T., & Murti, S. H. (2021). Environmental damage study based on intensive land use activities in Widoro Sub-watershed of Patuk, Gunungkidul, Yogyakarta, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 724(1), 12024.
- Assora, B. (2017). *Upaya WWF-Indonesia dalam penanggulangan deforestasi di Pulau Kalimantan melalui kerangka kerja Heart of Borneo Initiative (2007-2013)*.
- Balboni, C., Burgess, R., Heil, A., Old, J., & Olken, B. A. (2021). Cycles of Fire? Politics and Forest Burning in Indonesia. *AEA Papers and Proceedings*, 111, 415–419.
- Barbir, F., Veziroglu, T., & Plassjr, H. (1990). Environmental damage due to fossil fuels use. *International Journal of Hydrogen Energy*, 15(10), 739–749. [https://doi.org/10.1016/0360-3199\(90\)90005-J](https://doi.org/10.1016/0360-3199(90)90005-J)
- bemu.umm.ac.id. 21 maret 2021. *International Day of Forests 2021. Diakses 31 Maret 2022, dari https://bemu.umm.ac.id/id/berita/international-day-of-forests-2021.html#:~:text=Berbagai%20LSM%20peduli%20lingkungan%20mengungkapkan,penebangan%20liar%20atau%20illegal%20logging*.
- Berutu, M. F., Susiatiningsih, H., & Wahyudi, F. E. (2016). 2. Kepentingan Pemerintah Norwegia Dalam Kerjasama Penanganan Deforestasi Dan Degradasi Hutan Di Indonesia Melalui Mekanisme REDD+. *Journal of International Relations*, 2(3), 11–21.
- Cerasoli, S., Yin, J., & Porporato, A. (2021). Cloud cooling effects of afforestation and reforestation at midlatitudes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(33).
- Clarke, L., & Agyeman, J. (2011). Shifting the Balance in Environmental Governance: Ethnicity, Environmental Citizenship and Discourses of Responsibility. *Antipode*, 43(5), 1773–1800. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.2010.00832.x>
- Fahlevi, R., Jannah, F., & Sari, R. (2020). Implementasi Karakter Peduli Lingkungan Sungai Berbasis Kewarganegaraan Ekologis Melalui Program Adiwiyata di Sekolah Dasar. *Jurnal Moral Kemasyarakatan*, 5(2), 68–74.
- Gebbels, S., Evans, S. M., & Delany, J. E. (2011). Promoting environmental citizenship and corporate social responsibility through a school/industry/university partnership. *Journal of Biological Education*, 45(1), 13–19. <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.537834>
- Godrej, F. (2012). Ascetics, Warriors, and a Gandhian Ecological Citizenship. *Political Theory*, 40(4), 437–465. <https://doi.org/10.1177/0090591712444843>
- Gusmadi, S., & Samsuri, S. (2020). Gerakan Kewarganegaraan Ekologis sebagai upaya Pembentukan Karakter Peduli Lingkungan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan*, 4(2), 381–391.
- Hassan, A., Ilyas, S. Z., Jalil, A., & Ullah, Z. (2021). Monetization of the environmental damage caused by fossil fuels. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(17), 21204–21211. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12205-w>
- Hayat, W., Khan, S., Hayat, M. T., Pervez, R., Ahmad, S., & Iqbal, A. (2021). The effect of deforestation on soil quality in Lesser-Himalayan community forests of Abbottabad, Pakistan. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(18), 1–14.
- Kanninen, M., Murdiyarso, D., Seymour, F., Angelsen, A., Wunder, S., & German, L. (2008). *Apakah hutan dapat tumbuh di atas uang?: implikasi penelitian deforestasi bagi kebijakan yang mendukung REDD* (Vol. 4). CIFOR.
- Karuppusamy, B., Sarma, D. K., Lalmalsawma, P., Pautu, L., Karumodiya, K., & Nina, P. B. (2021). Effect of climate change and deforestation on vector borne diseases in the North-Eastern Indian state of Mizoram bordering Myanmar. *The Journal of Climate Change and Health*, 2, 100015.
- Keraf et al. (2014). *Filsafat Lingkungan Hidup: Alam Sebagai Sebuah Sistem Kehidupan Bersama Fritjof Capra*. Penerbit PT Kanisius.
- Liu, C., Cai, W., Zhai, M., Zhu, G., Zhang, C., & Jiang, Z. (2021). Decoupling of wastewater eco-environmental damage and China's economic development. *Science of The Total Environment*, 789, 147980. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147980>
- Maulana, A., Sunarno, S., & Ulfa, K. (2021). Corporate Responsibility For Environment Damage Due To Forest Fire In Riau Province Based On The Province's Strict Responsibility Policy. *DIA: Jurnal Administrasi Publik*, 19(1), 41–52.
- Miheev, A. A. (2021). 75 Years of Nuclear Testing: Economic Assessment of Environmental Damage. In *Industry 4.0* (pp. 41–53). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1_5
- Mohan, M., Rue, H. A., Bajaj, S., Galgamuwa, G. A. P., Adrah, E., Aghai, M. M., Broadbent, E. N., Khadamkar, O., Sasmito, S. D., & Roise, J. (2021). Afforestation, reforestation and new challenges from COVID-19: Thirty-three recommendations to support civil society organizations (CSOs). *Journal of Environmental Management*, 112277.
- Mustafa, F., & Marsoyo, A. (2020). Tipologi Peran Stakeholder dalam Mendukung Reforestasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Planoeearth*, 5(1), 35–44.
- Nagra, V. (2010). Environmental education awareness among school teachers. *The Environmentalist*, 30(2), 153–162. <https://doi.org/10.1007/s10669-010-9257-x>

- Oikawa, Y. (2014). *Education for Sustainable Development: Trends and Practices* (pp. 15–35). https://doi.org/10.1007/978-4-431-55090-7_2
- Park, W.-Y., & Kim, C.-J. (2020). The Impact of Project Activities on the Cultivation of Ecological Citizenship in a High School Climate Change Club. *Asia-Pacific Science Education*, 6(1), 41–69.
- Prasetyo, W. H., & Budimansyah, D. (2016). Warga Negara dan Ekologi: Studi Kasus Pengembangan Warga Negara Peduli Lingkungan Dalam Komunitas Bandung Berkebun. *Jurnal Pendidikan Humaniora*, 4(4), 177–186.
- Rondli, W. S., & Khoirinnida, Y. (2013). Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan Berbasis Ecoliteracy: Upaya Rekonstruksi Kewarganegaraan Ekologis. *Prosiding Seminar Nasional*, 15, 114–122.
- Satwika, W. F., & Putranti, I. R. (2020). Komitmen Indonesia dalam Mematuhi Perjanjian Kerjasama REDD+ Indonesia-Norwegia terhadap Upaya Penanganan Deforestasi dan Degradasi Hutan di Indonesia. *Journal of International Relations*, 6(2), 288–298.
- SERAFITA, A. (2012). *Dukungan Australia Dalam Penanggulangan Deforestasi Hutan Di Indonesia Tahun 2004-2009*. UPN" VETERAN" Yogyakarta.
- Torgler, B., & García-Valiñas, M. A. (2007). The determinants of individuals' attitudes towards preventing environmental damage. *Ecological Economics*, 63(2–3), 536–552. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.12.013>
- Wang, D., Wu, J., Huang, M., Li, L. Z. X., Wang, D., Lin, T., Dong, L., Li, Q., Yang, L., & Zeng, Z. (2021). The Critical Effect of Subgrid-Scale Scheme on Simulating the Climate Impacts of Deforestation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126(17), e2021JD035133.
- Wolff, N. H., Zeppetello, L. R. V., Parsons, L. A., Aggraeni, I., Battisti, D. S., Ebi, K. L., Game, E. T., Kroeger, T., Masuda, Y. J., & Spector, J. T. (2021). The effect of deforestation and climate change on all-cause mortality and unsafe work conditions due to heat exposure in Berau, Indonesia: a modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 5(12), e882–e892.
- Zeng, Y. (2021). Deforestation and Carbon Sequestration Research at Baima Snow Mountain Nature Reserve, Southwest China. *2021 4th International Conference on Humanities Education and Social Sciences (ICHESS 2021)*, 1873–1877.
- Zeng, Z., Wang, D., Yang, L., Wu, J., Ziegler, A. D., Liu, M., Ciais, P., Searchinger, T. D., Yang, Z.-L., & Chen, D. (2021). Deforestation-induced warming over tropical mountain regions regulated by elevation. *Nature Geoscience*, 14(1), 23–29.



Pelestarian Masyarakat terhadap Peninggalan Candi Batur sebagai Struktur Cagar Budaya di Kabupaten Purbalingga

Anik Cahyani^{*1}, Khairun Nisa M. Tanjung², Renadya Shafira Fanadi³, Nursalim⁴, dan Olga Julia Pama⁵

^{1,2,3,4,5}Prodi Akuntansi Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

cagar budaya; purbalingga;
candi batur; punden berundak;
pelestarian

Abstrak

Candi Batur merupakan peninggalan tradisi megalitik di Jawa Tengah terutama di Kabupaten Purbalingga yang kini kondisinya cukup memprihatinkan. Peninggalan ini dikelola seadanya dan dimanfaatkan sebagai lahan pertanian palawija oleh pemilik tanah. Tidak adanya perhatian dari pemerintah dan kurangnya pengetahuan masyarakat akan penanganan cagar budaya membuat Candi Batur jarang dikenal oleh masyarakat umum. Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan cara mengelola sebuah tempat wisata berupa Candi Batur dalam pandangan bangunan cagar budaya. Gambaran tersebut dapat digunakan oleh Pemerintah sebagai acuan dalam melakukan kebijakan pengelolaan cagar budaya. Sementara, oleh pelaku pariwisata dapat digunakan sebagai pedoman pengembangan usaha pariwisata di lingkungan tersebut. Metode dalam penelitian ini peneliti menggunakan metode sejarah (history method) yang mendeskripsikan sesuatu yang sudah terjadi pada masa lalu. Penulis juga mengumpulkan materi dari jurnal laporan penelitian dan beberapa buku. Candi Batur menjadi salah satu bukti begitu hebatnya peradaban pada masa lalu dimana masyarakat sudah mengenal sistem kepercayaan. Upaya pelestarian menjadi salah satu kunci agar Candi Batur tetap terjaga dan lestari sehingga bisa tetap ada sampai generasi selanjutnya. Untuk mencapai hal tersebut, kerja sama dan koordinasi antara masyarakat dan pemerintah sangat diperlukan dalam rangka pelestarian cagar budaya, khususnya Candi Batur di Purbalingga.

Abstract

A cultural heritage structure is an object or building that comes from nature or is built by humans to meet their needs that are integrated with the infrastructure and nature. There was a widespread heritage of megalithic traditions in Central Java, especially in Purbalingga Regency. Batur Temple is a structure of a megalithic tradition that is believed to be a stepped punden with quite poor condition. This relic is adequately managed and used as agricultural land by landowners. The absence of government attention and the lack of public knowledge about the handling of the cultural heritage hamper the introduction of Batur Temple to the public. Therefore, the purpose of this article was to explain how to manage Batur Temple as a tourist attraction and a cultural heritage building. This research could be used by the Government as a reference in carrying out cultural heritage management policies. Meanwhile, tourism agents/workers could provide a guideline for the development of tourism businesses in the area. The benefits of this research were to increase the insight of cultural heritage building aspects and the ways to preserve them. For the community and the government, this article could be used as a reference and insight into the culture and how to preserve it so that Batur Temple received immediate and appropriate treatment. The method of this study was a historical method that described events in the past. The author also collected material from research reports, journals, and books. Batur Temple was one of the proofs of the great civilization in the past where people already knew the spiritual system. Conservation efforts are one of the major aspects to maintain and preserve Batur Temple so that it could survive until the next generation. To achieve this, cooperation and coordination between the community and the government were necessary in the context of preserving cultural heritage, especially Batur Temple in Purbalingga.

* E-mail: anikcahyani23@students.unnes.ac.id
Address: Gunungpati, Semarang, Indonesia, 50229

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang terdiri dari beragam suku bangsa, budaya dan bahasa. Kebudayaan sendiri dapat dibagi menjadi dua objek, yaitu kebudayaan material dan kebudayaan nonmaterial. Kebudayaan material mengarah pada seluruh hasil karya masyarakat yang nyata, seperti temuan yang didapat dari galian arkeolog sedangkan budaya nonmaterial berupa ciptaan abstrak yang diwariskan dari generasi satu ke generasi yang lain, contohnya dapat berupa dongeng, cerita rakyat, adat istiadat, tarian tradisional, ataupun yang lainnya (Zainal, Yusuf & Saebeni, 2014). Berbagai kebudayaan itulah yang ada dan tersebar di Indonesia dengan berbagai keunikan, ciri khas dan tingkat ketertarikan yang berbeda-beda.

Sebagai warga negara yang baik, menghargai peninggalan para leluhur di masa lalu bersifat wajib dengan cara menjaga dan melestarikan guna melindungi makna penting dari sebuah warisan budaya. Hal ini dapat dinilai sebagai bukti dasar dan tali penilai sekaligus sebagai petunjuk dari pola pikir dan kegiatan manusia di zaman sebelumnya (Syaifulloh, Muhammad & Basuki, 2016). Seperti yang tercantum di dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 yang disebutkan bahwa “Negara memajukan kebudayaan nasional Indonesia ditingkatkan peradaban dunia dengan menjamin kebebasan masyarakat dalam memelihara dan mengembangkan nilai-nilai budayanya.” (UUD Negara Republik Indonesia 1945, pasal 32:1). Begitu pula yang telah disebutkan dalam UUD 1945 pasal 24 ayat 2 tentang Pemajuan Kebudayaan yang menyebutkan bahwa “Setiap Orang dapat berperan aktif dalam melakukan pemeliharaan Objek Pemajuan Kebudayaan”. Hal ini dikarenakan di setiap peninggalan yang ada di Indonesia memiliki nilai historis yang berbeda satu sama lain dan diharapkan berguna untuk masyarakat di masa yang akan datang.

Cagar budaya sendiri merupakan salah satu peninggalan dari kegiatan manusia pada zaman purba yang keadaannya butuh perlindungan dari masyarakat serta perlu untuk dilestarikan. Pelestarian cagar budaya adalah salah satu pendekatan yang memiliki tujuan untuk memprotektif, merawat, memanfaatkan dan menggunakan benda sejarah atau cagar budaya untuk kebaikan kita di masa depan. Partisipasi yang diberikan oleh masyarakat khususnya yang bertempat tinggal dan beraktivitas di sekitar cagar budaya dapat membantu terciptanya kelestarian peninggalan cagar budaya di seluruh Indonesia. Bangunan cagar budaya tersebut merupakan sebuah bangunan yang bisa didapat dari orang ataupun organisasi khusus yang berkaitan dengan sebuah output berupa karya mengenai budaya pada suatu masa. Sesuai dengan yang ada dalam kehidupan masyarakat sekitar bangunan cagar budaya bisa diartikan sebagai benda kuno, benda purba, benda antik atau benda peninggalan sejarah.

Seperti dalam penelitian sebelumnya, peran dan partisipasi masyarakat serta pemerintah desa sangat diperlukan dalam upaya mereka mengelola serta melestarikan cagar budaya di Desa Kota Kapur (Abdillah, 2020). Cagar budaya tersebut merupakan prasasti batu kapur pada tahun 1892. Prasasti tersebut erat kaitannya dengan kerajaan Sriwijaya dan mempunyai ukuran setinggi 1,5 meter

yang ditemukan oleh J.K Meulen. Ironisnya, situs tersebut belum dikelola atau dilindungi secara maksimal, sering ditemukan pula penambang timah yang melakukan pertambangan di kawasan situs cagar budaya tersebut. Kurangnya pengelolaan dan perlindungan yang terjadi memiliki faktor mendasar yaitu perbedaan persepsi para pelestarian warisan budaya terhadap kebijakan desentralisasi dan otonomi daerah, pembagian kewenangan antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah masih belum jelas, dan masih rendahnya kapasitas pemerintah daerah. Selain itu, minimnya sumber daya manusia yang ahli dibidang pengelolaan warisan budaya, belum efektifnya lembaga yang berwenang mengurus, serta regulasi yang belum diatur dan ditegakkan dengan jelas.

Penelitian lain dengan judul Upaya Pelestarian dan Pemanfaatan Candi Plaosan Tahun 1940-1998 (Purwaningsih, 2018), bertempat di Candi Plaosan yang dibutuhkan pemugaran yang terjadi pada tahun 1940 sampai 1998. Pemugaran perlu dilakukan karena kondisi yang sudah runtuh dan butuh perbaikan. Pemugaran bangunan cagar budaya adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk mengembalikan keaslian bentuk dan memperkuat strukturnya bila diperlukan. Dari batasan yang tertulis pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 1993, dapat menjelaskan bahwa pemugaran benda cagar budaya tidak dapat dipisahkan dengan arkeologi dan histori. Kedua cabang ilmu pengetahuan tersebut adalah yang melandasi pelestarian benda cagar budaya. Pelaksanaan pemugaran benda cagar budaya harus memperhatikan prinsip-prinsip, yang meliputi keaslian bentuk, bahan, pengerjaan, dan tata letak dengan mempertahankan nilai sejarah, ilmu pengetahuan, dan kebudayaan. Selanjutnya, penelitian yang berjudul Pelestarian Candi Plaosan Sebagai Warisan Bersejarah di Klaten (Widyanti, 2018). Penelitian ini menggunakan objek cagar budaya Candi Plaosan yang sekaligus menjadi salah satu objek wisata peninggalan bersejarah yang ada di Jawa Tengah, di sisi lain penelitian ini juga membahas mengenai manfaat objek cagar budaya yang dijadikan objek wisata memiliki manfaat untuk memberikan kesejahteraan terhadap lingkungan sekitar baik itu lembaga maupun masyarakat sekitar. Hal ini tentu memerlukan kesadaran masyarakat untuk berpartisipasi menjaga dan melestarikan cagar budaya yang mereka miliki. Diharapkan pada masa depan nanti, generasi muda dapat meneruskan dan memiliki rasa memiliki dan menjaga atas peninggalan leluhur di masa lalu.

Penelitian lain yang masih membahas pelestarian dalam hal ini adalah monumen Jenderal Soedirman yang terletak pada Desa Pakis Baru Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan (Nurcahyo & Hidayati, 2012). Penelitian ini menjelaskan bagaimana sejarah monumen ini berdiri dan partisipasi masyarakat terhadap pelestarian monumen tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat partisipasi masyarakat terhadap pelestarian monumen Jenderal Soedirman masih sangat kurang. Hal ini disebabkan oleh sebagian besar penduduk desa tamatan Sekolah Dasar sehingga menyebabkan pengetahuan dan kesadaran sejarah masyarakat menjadi kurang. Oleh sebab itu, perlu adanya sosialisasi akan betapa pentingnya pelestarian monumen bersejarah untuk mengetahui peristiwa masa lalu yang akan menjadi pelajaran di masa yang akan datang.

Berikutnya, penelitian yang berjudul Peran Masyarakat dalam upaya pelestarian peninggalan Keraton Pajang 1993-1995 (Priyono, 2015) membahas mengenai pelestarian pada Keraton Pajang, Yogyakarta. Peran masyarakat dalam penelitian ini cukup baik. Masyarakat memiliki peran yang penting dan besar dalam merubah suatu kebudayaan, salah satunya masyarakat yang turut serta dalam usaha pelestarian peninggalan Keraton. Petilasan yang dibangun dengan dana swadaya masyarakat, pembangunan fisik, dan pelestarian dengan menggiatkan pada kegiatan malam Jumat Legi adalah salah satu bentuk pelestarian cagar budaya, dalam hal ini Keraton Pajang.

Penelitian yang berjudul Arahan Zonasi dan Pengembangan di Kawasan Situs Cagar Budaya Patiayam Kabupaten Kudus yang membahas mengenai kawasan situs cagar budaya yang memerlukan tindakan pelestarian terhadap kebudayaan dan lingkungannya. Hal ini karena pada kawasan tersebut belum adanya upaya yang berkelanjutan dalam menjaga dan melindungi kawasan situs cagar budaya serta pengembangan budaya lokal pada wilayah sekitar cagar budaya (Atsnansyah & Dewi, 2015). Oleh sebab itu, diperlu adanya analisis mengenai potensi yang bisa dikembangkan maupun masalah yang dihadapi untuk memajukan Kawasan situs cagar budaya di patiayam tersebut.

Lebih lanjut mengenai potensi cagar budaya, pada penelitian yang berjudul Analisis Potensi Cagar Budaya Kota Magelang Dengan Skoring, membahas mengenai pentingnya pendapat masyarakat yang nantinya akan digunakan untuk kajian potensi dan permasalahan sehingga dapat memunculkan rekomendasi langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mengembangkan lebih lanjut potensi yang ada bersama dengan masyarakat begitupun dengan permasalahan yang harus dihadapi (Sakti & Sulistyowati, 2020).

Permasalahan yang serupa juga dibahas di penelitian yang berjudul Pelestarian Situs Cagar Budaya Plawangan Rembang Perspektif Undang-Undang Cagar Budaya. Permasalah ini adalah Situs Plawangan yang berada di Kabupaten Rembang banyak benda-benda cagar budaya yang mengalami kerusakan atau bahkan mengalami kehilangan. Di sisi lain secara sosiologis masyarakat memiliki perhatian yang termasuk kurang dalam melestarikan Situs Plawangan. Hal ini perlu diatasi secepatnya karena akan membahayakan benda-benda cagar budaya (Akbar, 2014).

Solusi yang ditawarkan apabila ada pihak-pihak tidak bertanggung jawab yang merusak barang cagar budaya dapat dijatuhi sanksi pidana berupa hukuman penjara. Sehingga barang cagar budaya akan terjaga dengan baik dan tidak ada yang hilang sekaligus meningkatkan kesadaran hukum masyarakat bersamaan dengan sosialisasi melalui seminar atau memperbanyak kegiatan tentang cagar budaya (Wibowo, 2017).

Berdasarkan penjelasan mengenai penelitian terdahulu dan permasalahan umum yang timbul, maka penulis akan membuat judul "Pelestarian Masyarakat Terhadap Peninggalan Candi Batur Sebagai Struktur Cagar Budaya di Kabupaten Purbalingga" dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar partisipasi masyarakat dalam pelestarian dan perlindungan Candi Batur sebagai salah satu cagar budaya yang ada di Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui berbagai kendala pelestarian cagar bu-

daya yang ada di beberapa wilayah di Indonesia sekaligus mengetahui bagaimana mempertahankan dan meningkatkan pelestarian yang ada di Candi Batur sebagai salah satu Cagar Budaya di Indonesia.

METODE

Penelitian ini membahas mengenai peran masyarakat dalam melestarikan Candi Batur Batur Sebagai Struktur Cagar Budaya di Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. Penelitian dimulai dengan membangun latar belakang permasalahan mengenai pelestarian cagar budaya yang ada di Indonesia. Dikarenakan pelestarian cagar budaya yang ada di Indonesia tergolong kurang maksimal dan merata berdasarkan beberapa penelitian terdahulu yang telah disebutkan sebelumnya. Selanjutnya, penelitian ini akan memasuki pembahasan lebih detail mengenai permasalahan dalam pelestarian cagar budaya yang ada di Indonesia menggunakan referensi yang telah ditemukan sebelumnya sehingga dapat menganalisis permasalahan dan diharapkan akan menemukan solusi yang efektif dan efisien dalam melestarikan cagar budaya di seluruh pelosok Indonesia.

Kajian teori juga dibutuhkan untuk mengenal lebih jauh tentang apa itu pelestarian menurut sumber-sumber terpercaya dan kredibel, bagaimana alur pelestarian yang sesuai dengan aturan yang berlaku, bagaimana dampak partisipasi masyarakat khususnya yang berada di sekitar Candi Batur terhadap kebersihan dan kelestarian Candi Batur, mengukur kinerja dan kualitas partisipasi masyarakat terhadap kebersihan dan kelestarian Candi Batur yang akan dijadikan bahan evaluasi dan sekaligus saran kedepannya dan seterusnya, sehingga permasalahan yang diambil dalam penelitian ini adalah tentang bagaimana dampak pelestarian yang digagas oleh Pemerintah terhadap cagar budaya yang ada di Indonesia khususnya Candi Batur. Kemudian juga mengenai bagaimana partisipasi masyarakat yang ada di sekitar Cagar Budaya khususnya Candi Batur terhadap kelestarian Candi Batur serta cara yang tepat untuk memaksimalkan pelestarian yang ada di Cagar Budaya seluruh Indonesia khususnya di Candi Batur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daerah cagar budaya adalah sebuah tempat yang mempunyai sebuah benda yang dapat dikatakan sebagai benda cagar budaya. Sedangkan yang dimaksud dengan benda cagar budaya adalah benda yang dapat dikatakan sebagai warisan budaya dan memiliki sifat kebendaan serta memiliki value penting mengenai sejarah baik di bidang ilmu pengetahuan, Pendidikan, agama atau bahkan di bidang budaya. Hal tersebut disebutkan didalam undang-undang No. 11 tahun 2010. Upaya yang dilakukan untuk melestarikan benda atau bangunan cagar budaya adalah dengan melindungi, mengembangkan dan memanfaatkannya. Upaya ini dapat dilakukan dengan menangkai dan menangani bangunan dari kerusakan, kehancuran dan kemusnahan. Salah satu unsur terpenting untuk melestarikan cagar budaya adalah unsur perlindungan karena unsur tersebut mempengaruhi unsur yang lain. Selain unsur perlindungan, ada juga unsur pengembangan. Unsur pengembangan dilakukan dengan meningkatkan value dari informasi, dan promosi cagar budaya. Unsur tersebut berkaitan

dengan potensi untuk mempertahankan bangunan, benda, struktur atau situs.

Ketiga adalah unsur pemanfaatan yaitu pemeliharaan cagar budaya guna kepentingan yang besar terkait kesejahteraan rakyat dengan tetap mempertahankan kelestarian cagar budaya. Kegiatan pada unsur ini yang menyentuh fisik dari cagar budaya misalnya perlindungan, namun bedanya unsur ini terbatas hanya pada upaya revitalisasi atau penyesuaian kebutuhan baru dengan tetap melindungi keasliannya.

Menurut pendapat lain, ada beberapa tindakan langsung yang bernama restorasi dan konservasi yang dapat dilakukan terhadap cagar budaya dan bangunan serta benda peninggalan zaman purba guna memprotektif, melestarikan dan mengamankan wujud asli serta nilai yang terkandung di dalam cagar budaya tersebut. Restorasi yang dilakukan adalah dengan mengembalikan ke bentuk semula, menyelamatkan candi dari berbagai bentuk upaya pengubahan atau penghilangan dan memperbaiki objek-objek yang rusak baik disebabkan oleh faktor alam maupun faktor manusia agar nilai dan bentuk candi tetap terjaga (Vinas, 2012). Sedangkan konservasi adalah kegiatan menjaga candi agar candi tersebut tetap ada keberadaannya yaitu bisa dilakukan dengan berbagai cara baik dengan memprotektif, melestarikan, atau memanfaatkan. Hal tersebut merupakan dua cara yang dapat dilakukan dan sesuai dengan peraturan yang terkandung di dalam Undang-Undang Nomor 11 tahun 2010. Fungsi dari kegiatan itu sendiri adalah untuk meningkatkan kegiatan di sektor wisata daerah tersebut.

Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala atau yang biasa disingkat BP3 memiliki tugas untuk menjaga, melindungi, melestarikan dan mengamankan candi-candi yang berada di daerah provinsi Jawa Tengah. BP3 mempunyai sebuah visi yaitu terwujudnya upaya melestarikan dan memanfaatkan peninggalan purbakala di wilayah Jawa Tengah. Misi dari BP3 adalah untuk melestarikan peninggalan sejarah dan peninggalan purba, menambah pemahaman akan sejarah dan purbakala di dalam pikiran masyarakat, dan menambah peran masyarakat dalam upaya untuk melestarikan dan memanfaatkan benda atau situs peninggalan sejarah dan peninggalan purba.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kinerja BP3 yang telah dilakukan, yaitu mengenai upaya yang dilakukan mereka dalam melindungi dan melestarikan situs cagar budaya yang ada di Jawa Tengah ditemukan 3 hal inti, yang pertama adalah produktivitas. Produktivitas BP3 tergolong baik dalam melaksanakan perlindungan terhadap candi yang ada di Jawa Tengah. Karena BP3 sendiri selalu membuat dasar pertimbangan yang dilakukan untuk melakukan perlindungan yaitu berdasar pada skala prioritas dan memaksimalkan sumber daya yang ada. Yang kedua adalah terkait responsivitas BP3 yang tergolong baik juga. BP3 telah menyediakan sebuah *website* untuk menampung aspirasi masyarakat, dan melakukan peninjauan jika ada laporan terkait penemuan atau rusaknya cagar budaya. Namun sampai saat ini BP3 belum memberikan respon terkait aspirasi yang telah disampaikan masyarakat pada *website* tersebut. Dan yang terakhir adalah akuntabilitas BP3 juga tergolong baik. Yaitu adanya tanggung jawab dari BP3 terhadap Direktorat Sejarah dan Purbakala melalui LAKIP. Namun karena indikator yang digunakan untuk menyusun

LAKIP sering berubah, sehingga dapat menghambat kinerja dari BP3. BP3 sangat butuh dukungan dalam melindungi candi-candi yang ada di Jawa Tengah berupa sikap peduli dari masyarakat dan pemerintah.

Berdasarkan penjelasan mengenai hasil kinerja oleh BP3 diatas, maka diperlukan saran untuk perbaikan kinerja BP3 dan juga untuk masyarakat sekitar Candi Batur. Beberapa hal yang mungkin akan berguna di masa depan yaitu kami berharap dalam melindungi candi yang ada di Jawa Tengah BP3 tidak boleh lupa akan candi yang terletak di daerah yang keadaan sulit dijangkau seperti candi Batur yang ada di Desa Bumisari ini. Kemudian *website* yang telah disediakan BP3 perlu dikembangkan dan disebarluaskan agar masyarakat tahu dan berani bereksprosi mengenai pelestarian candi-candi di sekitar mereka. Serta perlunya komunikasi yang terjalin antara BP3 dan juru candi agar pelestarian berjalan lancar dan keamanan di sekitar candi dapat terjaga dengan baik. Bukan hanya itu, BP3 juga harus menyediakan fasilitas di sekitar candi guna menambah daya tarik wisatawan. Terakhir BP3 juga diharapkan dapat membentuk komunitas pecinta candi yang dapat diajak kerjasama dalam mengelola candi. Sehingga dapat dengan mudah memantau perkembangan candi di setiap daerah.

Langkah selanjutnya apabila pelestarian sudah terjaga dengan baik dan berjalan dengan maksimal, alangkah lebih baik untuk menggunakan strategi promosi Candi Batur sebagai salah satu objek wisata edukasi sebagai cagar budaya guna meningkatkan ekonomi masyarakat di sekitarnya. Kegiatan promosi ini berhubungan dengan upaya untuk mendorong jumlah permintaan dari konsumen terhadap barang ataupun jasa yang dijual (Tamalanrea, 2018)

Kegiatan promosi yang dilakukan terhadap Candi Batur di Desa Bumisari Sebagai salah satu objek wisata dapat menggunakan teknologi internet dan media sosial yang saat ini menjadi salah satu media publikasi yang mudah dijangkau semua orang dan dengan biaya yang relatif terjangkau. Selain media sosial dan internet, juga bisa menggunakan jasa *influencer* yang memiliki *public speaking* yang baik dan pengikut yang banyak untuk menarik banyak massa. Dengan bantuan *public speaking* yang baik dapat menarik banyak massa karena manusia adalah makhluk sosial yang selalu berhubungan dengan orang lain, tidak lupa bahwa salah satu cara menjaga hubungan sosial yang terjalin antara *influencer* dan pengikutnya adalah *public speaking* dan kesantunan dalam berbahasa (Acara et al., 2021). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan kegiatan promosi adalah dengan menerapkan cara-cara tertentu.

Pertama adalah *attention* atau perhatian yaitu dengan memperlihatkan candi kepada wisatawan melalui iklan, sehingga wisatawan akan melihat dan tertarik untuk berkunjung. Kedua adalah dengan cara *interest* dengan memberikan kesan lebih, yaitu dengan mengajak wisatawan melihat suasana di sekitar candi tanpa perlu datang langsung. Dengan cara mengajak wisatawan untuk melihat video pemandangan candi yang telah diunggah di *youtube*. Cara yang ketiga adalah *search*, cara yang dapat dilakukan dengan mengenalkan candi melalui sebuah *website* resmi candi. Keempat adalah *action*, cara ini dapat dilakukan dengan melakukan aktivitas di sekitar candi seperti menggelar pameran ataupun kegiatan lain yang dilaksanakan di sekitar candi dan berhubungan dengan cara terakhir yaitu

berupa share. Misalnya dengan mengikuti pameran yang ada di sekitar candi wisatawan diberikan souvenir atau kenang-kenangan dapat berupa gantungan kunci, kaos ataupun benda lain yang sekiranya masih berhubungan dengan candi.

Candi Batur merupakan salah satu peninggalan megalitik yang tersusun atas tanah dan diperkuat oleh susunan batu yang bentuknya berundak-undak. Struktur yang teridentifikasi sebagai punden berundak berada di kawasan perkebunan warga Dusun Bojong, Desa Bumisari, Bojong-sari, Purbalingga terlihat memiliki tiga undakan dimana pada puncak terdapat dua objek megalit yang mirip dengan menhir dan lingga. Objek megalitik yang terdapat dalam puncak punden diduga sebagai tempat yang sakral dengan dua objek megalitik sebagai penandanya. Keadaan bongkahan batu banyak ditemplei oleh lumut yang nantinya bisa mengikis fisik batu tersebut. Kontur tanah di Candi Batur ini memiliki ciri tanah gembur sebagai lahan pertanian palawija dimana tanah ini tentu rentan akan erosi tanah apabila musim hujan melanda.

Punden berundak biasanya dapat ditemukan di sebuah bukit karena bentuknya yang menyerupai undakan. Pada undakan terakhir atau yang paling tinggi biasanya ditemukan benda-benda untuk kegiatan yang sakral atau agamis seperti adanya menhir ataupun arca. Penulis mencoba membandingkan Candi Batur dengan beberapa penemuan punden berundak yang telah ada untuk menguatkan pendapat. Penulis juga mencoba membandingkan Candi Batur dengan beberapa penemuan punden berundak yang telah ada untuk menguatkan pendapat. Mengenai penemuan punden berundak yang ada di Purbalingga, sebelumnya telah ditemukan di Situs Bandingan, Desa Karang Jambu, Kecamatan Karangjambu. Punden berundak tersebut terbagi menjadi tiga lapis teras dengan 12 menhir tersebar dengan bentuk yang tidak seragam, namun masih berdekatan. Dengan adanya 12 menhir tersebut diduga kuat bahwa punden berundak memiliki nilai sakral yang kuat sebagai tempat pemujaan. Hal ini mirip dengan keadaan yang ada di Candi Batur dimana struktur ini terdiri atas tiga lapis undak dan memiliki dua objek megalit yang diduga kuat sebagai penanda pusat sakral.

Candi Batur ini telah berumur lebih dari 50 tahun, struktur ini sepenuhnya menyatu dengan alam, struktur ini mencerminkan peninggalan zaman megalitik yang mempunyai *value* penting baik untuk dilihat dari sisi pengetahuan, sejarah, budaya, pendidikan atau juga agama. Perlu diketahui juga bahwa Candi Batur yang ada di Desa Bumisari adalah salah satu bentuk punden berundak yang keberadaannya langka dengan tingkat keterancamannya yang tinggi di Kabupaten Purbalingga.

Upaya Pelestarian Candi Batur

Candi Batur merupakan peninggalan tradisi megalitik yang perlu diperhatikan oleh semua elemen masyarakat karena mengingat kondisinya yang sudah memprihatinkan. Selain itu, masyarakat sekitar kurang mengetahui cara menjaga peninggalan sejarah yang ada. Adanya upaya koordinasi diharapkan pemerintah dan masyarakat dalam pengelolaan Candi Batur ini agar tidak mengalami kemusnahan.

Perilaku yang baik pada masyarakat dapat dilakukan dengan cara meningkatkan komunikasi sosial antar individu. Komunikasi yang dilakukan harus lebih dari sekedar kontak antar individu. Kegiatan tersebut harus dilakukan agar setiap individu dapat berinteraksi secara langsung dan mempengaruhi sikap satu sama lain. Bukan hanya sesama manusia saja tetapi juga berhubungan dengan alam.

Pada dasarnya, terdapat dua inti permasalahan dalam pelestarian sekaligus cagar budaya di daerah. Pertama, faktor alam maupun lingkungan daerah cagar budaya tersebut yang bisa saja menyebabkan kerusakan pada peninggalan cagar budaya. Kedua, kurangnya pengetahuan masyarakat akan pentingnya cagar budaya yang berada di sekitarnya. Terbatasnya hal terkait Candi Batur yang ada di Desa Bumisari membuat terhasut pula dukungan dari masyarakat yang dapat menimbulkan pola pikir sendiri sesuai dengan pola pikir masing-masing individu. Pola pikir ini diakibatkan oleh pekerjaan warga sekitar candi. Dua hal yang telah dijabarkan tersebut merupakan sebuah masalah yang bila tidak segera diatasi akan menyebabkan Candi Batur mengalami kerusakan hingga terancam mengalami kemusnahan.

Mengikuti asumsi dasar seperti yang dijelaskan di atas, perilaku negatif masyarakat Desa Bumisari ini adalah hasil dari kurangnya pengetahuan akan situs peninggalan sejarah, maka ada beberapa hal yang harus dilakukan agar dapat meluruskan kembali pola pikir yang menyimpang melalui penembusan dari berbagai pihak. Langkah pertama yang perlu dilakukan adalah penataan kembali sikap dan perilaku setiap individu. Kedua adalah mengkoordinasi berbagai pihak yang dapat membantu dalam memperbaiki serta mendukung. Lalu apa upaya yang dapat kita lakukan untuk mengubah perilaku dalam masyarakat? Hal yang dapat dilakukan adalah dengan tiga hal pokok, yaitu terkait dengan kemauan, identifikasi maupun dengan internalisasi. Tiga hal itu menekankan pentingnya kita mengetahui faktor luar yang dapat mengubah perilaku setiap individu ke perilaku yang kita inginkan.

Seperti yang telah dijelaskan, hal yang penting dilakukan adalah sebuah komunikasi dalam masyarakat. Rendahnya pendidikan di Desa Bumisari menyebabkan mata pencaharian mereka sebagai petani yang kurang akan pengetahuan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan ajakan untuk komunikasi satu sama lain secara terus menerus. Komunikasi sendiri dapat berhasil bergantung pada setiap komunikator yang menyampaikan informasi tersebut. Dalam proses perubahan sikap, karena tujuannya adalah masyarakat luas, maka perlu sarana komunikasi yang sesuai dengan keadaan masyarakat di Desa Bumisari. Contohnya kita dapat menggunakan koran atau bahkan saluran elektronik, selain dari saluran lain seperti seni, sekolah, dan LKMD di lingkungan masyarakat yang bersangkutan. Pesan komunikator, apakah persuasif atau indoktrinasi, tidak cukup untuk menyajikan fakta, tetapi harus diikuti dengan penilaian dan contoh konkret dari berubahnya sikap. Untuk itu perlu adanya hukum yang tegas, penanganan yang cepat dan tepat serta adanya keringanan yang efektif.

Perlu juga dilakukan *join venture* antara masyarakat, pemerintah dan juga pihak pemelihara candi guna membentuk suatu kesatuan dalam mendukung upaya pelestarian Candi Batur. Pemerintah seharusnya mampu menentukan

tindakan tepat yang bersifat preventif maupun represif untuk menjaga eksistensi struktur cagar budaya tersebut dengan cara melakukan peninjauan dan penelitian mendalam mengenai apa sebenarnya Candi Batur ini dan mempublikasikannya kepada masyarakat sekitar terkait data, fakta, dan tindakan pelestarian yang tepat. Masyarakat juga harus sadar dan tanggap akan pencegahan kemusnahan yang bisa terjadi pada Candi Batur. Dengan adanya sinergi yang baik, akan meringankan beban pengelola sekaligus memberi kemudahan dalam melakukan publikasi bangunan cagar budaya ini agar bisa lebih dikenal di masyarakat umum.

SIMPULAN

Berdasarkan penjelasan dan berbagai sumber yang telah dijelaskan sebelumnya, pelestarian candi-candi yang ada di provinsi Jawa Tengah khususnya pada Candi Batur dalam kondisi baik. Ada tiga indikator yang digunakan sebagai parameter BP3 dalam menjalankan tugasnya untuk melindungi, melestarikan, dan mengamankan semua candi yang berada di daerah provinsi Jawa Tengah serta jangan lupa untuk selalu bekerja sama dengan masyarakat yang menyatakan bahwa kolaborasi antara pemerintah terkait dengan warga sekitar dapat mewujudkan kelestarian dan keamanan untuk cagar budaya. Namun, perlu dilakukan peningkatan terkait beberapa hal yaitu mengenai penyaluran aspirasi dan juga terkait sampah yang ada di sekitar Candi Batur. Diperlukan himbauan atau bahkan hukuman untuk siapa saja yang tidak menjaga kebersihan yang ada di Candi Batur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, J. (2020). Analisis Peran Partisipasi Masyarakat Dan Pemerintah Desa Dalam Upaya Pengelolaan Dan Pelestarian Cagar Budaya Di Desa Kota Kapur Kecamatan Mendo Barat Kabupaten Bangka. *Jurnal Hukum Doctrinal*, 5(2), 187–191.
- Acara, P., Corona, R., Publik, D. A. N. K., Studi, P., Bahasa, P., Bahasa, F., & Semarang, U. N. (2021). *Kesantunan Berbahasa Indonesia Dalam Tindak Tutur Ilokusi Pada Acara Rosi (Corona, Media, Dan Kepanikan Publik)*. 14(April), 28–36.
- Akbar, D. (2014). Pandecta Pelestarian Situs Cagar Budaya Plawangan Rembang. *Jurnal Pandecta*, 9.
- Atsnansyah, M. M., & Dewi, D. I. K. (2015). Arahan Zonasi Dan Pengembangan Di Kawasan Situs Cagar Budaya Patiayam Kabupaten Kudus. *Teknik*, 36(2), 96–104. <https://doi.org/10.14710/teknik.v36i2.8757>
- Nurchahyo, A., & Hidayati, N. (2012). Kesadaran Sejarah Dan Partisipasi Masyarakat Dalam Pelestarian Monumen Jenderal Soedirman (Studi Kasus Di Desa Pakis Baru Kecamatan Nawangan Kabupaten Pacitan). *Agastya: Jurnal Sejarah Dan Pembelajarannya*, 2(1), 21–36. <https://doi.org/10.25273/ajsp.v2i1.765>
- Priyono, A. (2015). Peran Masyarakat Dalam Upaya Pelestarian Peninggalan Kraton Pajang 1993-2015. *Universitas PGRI Yogyakarta*.
- Purwaningsih, A. E. (2018). *Upaya Pelestarian dan Pemanfaatan Candi Plaosan Tahun 1940-1998* (Doctoral dissertation, Universitas Diponegoro).
- Sakti, A. B., & Sulistyowati, E. (2020). Analisis Potensi Cagar Budaya Kota Magelang Dengan Skoring. *Jurnal Jendela Inovasi Daerah*, 3(2), 60–83.
- Syaifulah, Muhammad & Basuki, W. (2016). *Pemanfaatan Benda Cagar Budaya Sebagai Potensi Pari-Wisata Dan Ekonomi Kreatif Bagi Masyarakat Sekitar Di Kota Pontianak Kalimantan Barat*.
- Tamalanrea, A. D. (2018). *Perancangan Video Promosi Candi-Candi Di Trowulan Sebagai Upaya Mengenalkan Wisata Tugas Akhir Program Studi S1 Desain Komunikasi Visual Oleh : Alpha Dian Tamalanrea*.
- Vinas, S. M. (2012). Contemporary theory of conservation. *Contemporary Theory of Conservation*, December, 1–239. <https://doi.org/10.4324/9780080476834>
- Wibowo, D. A. (2017). Penegakan hukum bagi pelaku kejahatan terhadap benda cagar budaya di kota surakarta. *Wacana Hukum*, XXIII(April), 11–18.
- Widyanti, N. (2018). *Pelestarian Candi Plaosan Sebagai Warisan Bersejarah Di Klaten Jawa Tengah*. Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarrukmo.
- Zainal, Yusuf & Saebeni, B. A. (2014). *Pengantar sistem sosial budaya di Indonesia*. CV Pustaka Setia.



Kerusakan Lingkungan dalam Kumpulan Puisi Alamku Sayang Alamku Hilang Karya Suwardi

Kodrat Eko Putro Setiawan^{*1}, Wahyuningsih², Devi Cintia Kasimbara³, dan Dedy Richi Rizaldy⁴

^{1,2,3,4}Universitas PGRI Madiun

Info Artikel

Article History

Disubmit 7 Februari 2022

Diterima 25 Juni 2022

Diterbitkan 30 Juni 2022

Kata Kunci

kerusakan alam; puisi;
alamku sayang; alamku hilang

Abstrak

Tujuan artikel ini adalah untuk mendeskripsikan dan menjelaskan kerusakan alam yang terdapat dalam kumpulan puisi Alamku Sayang, Alamku Hilang karya Suwardi. Hal itu merupakan representasi dari kondisi alam yang dituliskan menjadi puisi. Oleh sebab itu sangat penting mengetahui kerusakan alam yang digambarkan melalui karya sastra dalam bentuk puisi. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan ekologi sastra. Sumber data dalam penelitian ini adalah kumpulan puisi Alamku Sayang, Alamku Hilang. Hasil penelitiannya adalah kerusakan lingkungan. Kerusakan tersebut meliputi kerusakan hutan, sungai-sungai yang tercemar, burung-burung yang punah, volume danau yang menyusut dan menurun kualitasnya, gunung dan bukit yang gundul, sampah plastik yang berham-buran, pencemaran laut dan pantai, limbah pabrik yang tidak dikelola dengan baik.

Abstract

The purpose of this article is to describe and explain the destruction of nature contained in the collection of poetry Alamku Sayang, Alamku Hilang by Suwardi. It is a representation of the natural conditions that are written into poetry. Therefore, it is very important to know the damage to nature that is described through literary works in the form of poetry. This research is qualitative research with a literary ecology approach. The source of data in this study is a collection of poetry by Alamku Sayang, Alamku Hilang. The result of his research is environmental damage. The damage includes forest destruction, polluted rivers, extinct birds, shrinking and degrading volume of lakes, bald mountains, and hills, scattered plastic waste, marine and beach pollution, and factory waste that is not managed properly.

© 2022 Published by UNNES. This is an open access

PENDAHULUAN

Era pascamodernisme menyebabkan studi sastra berada pada tataran tuntutan untuk senantiasa mengalami perluasan pada teori yang ada. Hal itu terjadi pada sebagian besar kajian sastra dengan tujuan mengembangkan, mengoreksi, atau membuatnya menjadi lebih relevan dengan era ini (Zulfa, 2021).

Isu yang senantiasa hangat untuk dibicarakan satu di antaranya adalah tentang lingkungan. Hal ini didasarkan pada perubahan iklim yang secara masif sangat berpengaruh terhadap kehidupan di bumi (Yuniawan, T., Masrukihi, 2014). Kondisi lingkungan alam di Indonesia masih memprihatinkan (Susetya, 2022). Hal ini bisa ditemukan gambaran kerusakan lingkungan melalui karya sastra. Salah satu jenis karya sastra tersebut adalah puisi. Puisi men-

jadi salah satu dari jenis karya sastra yang dapat menjadi media bagi penyair dalam menyampaikan banyak hal yang dianggap penting untuk diketahui masyarakat. Dalam puisi yang baik, dapat ditemukan unsur-unsur interdisiplin ilmu satu di antaranya adalah ekologi. Bidang ilmu yang membahas tentang kajian sastra dengan lingkungan adalah ekokritik.

Ekokritik berkaitan dengan hubungan antara sastra dengan lingkungan, hubungan manusia dengan lingkungan. Istilah ekokritik muncul pertama dalam sebuah esai yang ditulis Willia Rueckert. Dalam esainya tersebut Rueckert menjelaskan bahwa kritik sastra hendaklah membahas ekologi (Aris, 2020). Adanya bidang ekokritik itu menunjukkan bahwa puisi sebagai salah satu bentuk karya sastra bisa berhubungan dengan alam. Penyair dapat menampilkan alam atau lingkungan di sekitarnya sebagai media dalam menyampaikan pesan-pesan tertentu kepada masyarakat.

Berikut ini penelitian-penelitian terdahulu tentang ekokritik. Penelitian Musseptial (2020) yang menyatakan

P ISSN : 2252-9195 E-ISSN : 2714-6189

* E-mail: kodrat.ep@unipma.ac.id

bahwa pada puisi Eligi Tanah Borneo terlihat sungai Kapuas yang airnya tidak dapat dimanfaatkan lagi karena tercemar bahan kimia berat yang sangat berbahaya. Pada puisi Cerita Sebuah Kota yang didalamnya digambarkan generasi sekarang tidak lagi melihat hutan karena banyak bangunan megah (Musfeptial, 2020).

Penelitian Sutisna (2021) mengungkapkan bahwa kajian ekokritik dalam novel Kekal menggambarkan tentang perjuangan tokoh bernama Alit yang menyuarakan program Save Ciharus untuk mempertahankan sebagai bagian dari upaya pelestarian lingkungan dari pihak-pihak yang mementingkan aspek ekonomi dibandingkan dengan aspek ekologi (Sutisna, 2021).

Penelitian Kharismadani (2020) yang menjelaskan bahwa jenis kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh manusia antara lain: lahan kritis, kerusakan hutan, pencemaran tanah, dan eksploitasi keanekaragaman hayati. Dampak kerusakan lingkungan hidup berupa kurangnya lahan produktif, rusaknya ekosistem, penyempitan danau (Kharismadani, 2020).

Penelitian Ezik (2020) yang menyatakan bahwa cerita anak *The Time Travelling River* didalamnya terdapat kaitan dengan pencemaran, hutan, bencana, perumahan, binatang dan bumi. Selain itu juga didalamnya ada representasi kerusakan lingkungan dan mengajarkan anak-anak untuk menjaga kelestarian lingkungan (Syah, 2020).

Penelitian Visiaty (2020) yang menjelaskan bahwa kajian etis ekokritik puisi Membaca Tanda-tanda terlihat gambaran kerusakan alam akibat rusaknya ekosistem karena perbuatan manusia dan sikap manusia yang timbul terhadap fenomena alam tersebut (Visiaty et al., 2020).

Penelitian Juanda (2018) yang menyatakan bahwa cerpen republika proporsinya sangat kurang yang memuat tema lingkungan. Hanya tujuh cerpen yang bertema lingkungan dalam periode 2015 sampai dengan 2018. Fenomena lingkungan dominan menyoroti tentang bencana alam dan hutan (Juanda, 2018).

Penelitian Firmansyah (2019) menyebutkan bahwa fenomena lingkungan yakni pencemaran air. Eksploitasi alam telah membawa korban jiwa. Fenomena lingkungan yang terdapat dalam cerpen *Di Seine Meratapi Citarum* berfokus pada pencemaran, pemukiman, dan bumi (Firmansyah & Turahmat, 2019).

Penelitian Syamil (2020) yang menjelaskan bahwa eksploitasi hutan dalam novel *Nyanyian Kemarau* dan *Tangisan Batang Pudu* meliputi pembakaran kawasan hutan, pembangunan di kawasan hutan, dan penebangan hutan. Tokoh, alur, latar dan amanat difungsikan untuk kritik yakni menunjukkan perilaku pengusaha yang melakukan eksploitasi hutan. Selain itu juga disampaikan relevansinya dengan pembelajaran sastra di SMA (Syamil et al., 2020).

Penelitian Wasniah (2021) menyatakan bahwa dalam cerpen di Tubuh Tarra, dalam Rahim Pohon, dan Hari-mau Belang terdapat unsur ekologi alam yang didalamnya terdapat kaitan sastra dalam ikhtiar pelestarian alam sebagai sumber kehidupan serta adat istiadat dan hubungan antara sastra dengan mitos (Wasniah & Sofyan Sauri, 2021).

Penelitian-penelitian di atas telah menggambarkan keterkaitan karya sastra dengan lingkungan. Masing-masing membicarakan tentang kondisi alam sekitarnya. Ada yang diintegrasikan dengan pembelajaran di sekolah.

Ekokritik menjadi salah satu alternatif dalam studi sastra dan lingkungan untuk pemahaman sastra. Ekokritik menjadi teori untuk menghadirkan diskursus dan kritik atas perilaku manusia terhadap lingkungannya. Ekokritik menyoroti hubungan antara sastra dengan lingkungan alam seperti tanah, udara, angin, hutan, dan lainnya. Pandangan lainnya dalam ekokritik mengedepankan kondisi kerusakan alam dan krisis ekologi yang dampaknya dirasakan seluruh makhluk di bumi (Essy Syam, 2020).

Penelitian tentang ekologi sangatlah penting, satu di antaranya dari perspektif sastra. Adanya perspektif ini bisa menjadi bagian dari proses pemahaman yang utuh terkait ekologi. Khususnya pada kajian ekokritik yang didalamnya membahas hal-hal yang berhubungan dengan kerusakan lingkungan. Hal ini juga menjadi bagian dari pemahaman kolektif terhadap ekologi.

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimanakah kerusakan lingkungan yang digambarkan kumpulan puisi berjudul *Alamku Sayang Alamku hilang* karya Suwardi?. Tujuan dalam penelitian ini adalah mendeskripsikan dan menjelaskan kerusakan alam yang digambarkan dalam kumpulan puisi berjudul *Alamku Sayang Alamku hilang* karya Suwardi

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Pendekatan yang digunakan adalah ekologi sastra. Teori yang digunakan adalah ekokritik. Sumber penelitian ini adalah kumpulan puisi lingkungan berjudul *Alamku Sayang Alamku hilang* karya Suwardi. Penelitian ini menggunakan analisis interaktif yakni interaksi pada tiga hal meliputi reduksi data, sajian data, dan verifikasi data. Kegiatan tersebut dilaksanakan saat proses pengumpulan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini temuan data yang didapatkan dari kumpulan puisi *Alamku Sayang, Alamku Hilang*.

No.	Judul Puisi	hal.
1.	Duniaku yang Hilang	1
2.	Sungaiku Sayang	6
3.	Setu dan Danau	14
4.	Gunung dan Bukit	17
5.	Burung-burung	23
6.	Antara Daun dan Plastik	29
7.	Laut dan Pantaiku	38
8.	Limbah Pabrik	46

Data 1

...

Kini,

hutanku telah lama gundul,

air mengalir pun telah pekat keruh,

udara segar telah tercemar dan berbau,

kicau burung pun sepi berlalu

... (Suwardi, 2017)

Kutipan puisi di atas adalah bagian dari puisi yang berjudul *Duniaku yang Hilang*. Pada puisi tersebut menggambarkan kerusakan hutan di mana di dalamnya ada penebangan liar yang tidak bertanggung jawab menyebabkan hutan menjadi gundul sehingga udara yang dulunya segar karena masih banyak pepohonan di hutan sekarang menjadi tercemar. Selain itu kondisi air yang ada juga tercemar tidak sejernih dulu. Kerusakan hutan ini juga menyebabkan habitat burung semakin berkurang. Oleh sebab itu nilai-nilai kepedulian lingkungan khususnya kepedulian terhadap kelestarian hutan.

Sekitar 253.000 kilometer persegi (97.600 mil persegi) hutan telah hilang selama 2021. Jumlah kehilangan hutan tersebut sangat signifikan karena hutan sebagai penyangga terhadap perubahan iklim. Kehilangan hutan ini berbahaya karena dapat mengubah iklim global. Hilangnya 37.500 kilometer persegi hutan tropis tua yang menyimpan karbon tingkat tinggi semakin mengkhawatirkan. Kerusakan disebabkan oleh manusia yakni adanya pembukaan lahan untuk ternak dan tanaman. (Hilmawan, 2022)

Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, luas kebakaran hutan dan lahan Indonesia di Kawasan konservasi pada tahun 2021 mencapai 38.665 hektare. Adapun penyebab kehilangan hutan di Indonesia khususnya di wilayah konservasi disebabkan oleh aktivitas manusia. Aktivitas tersebut meliputi penebangan liar, pembukaan lahan, dan lainnya (Dihni, 2022).

Penelitian Ardhana (2010) mengungkapkan bahwa kegiatan pertambangan salah satu penyebab kerusakan hutan. Penyebabnya adalah aktivitas excavator, pembuangan limbah (Ardhana, 2010)

Data 2

...
*lambat laun kemauan zaman,
 perjalananmu penuh tantangan
 air bening yang kau bawa,
 berbaur sudah Bersama limbah.*

*Sampah dan limbah berlimpah ruah,
 Bening airmu kini berubah,
 Kadar racun yang dikandung,
 Berbahaya bagi pemakainya.*

...
 (Suwardi, 2017)

Puisi di atas terdapat pada puisi berjudul *Sungaiku Sayang*. Pada puisi tersebut digambarkan kerusakan alam karena sungai telah tercemari sampah dan limbah yang membuat kondisi air sungai tidak bening lagi serta berbahaya bagi semua yang ingin memanfaatkan airnya. Penyebabnya adalah adanya kadar racun yang terkandung dalam air sungai karena tercemari sampah dan limbah.

Menurut Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Indonesia saat ini belum mempunyai data yang tepat untuk jumlah sungai dan danau. Alam Indonesia memiliki sungai-sungai yang membelah pulau. Sungai terbanyak terdapat di Kalimantan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), 46 % sungai

di Indonesia dalam keadaan tercemar berat, 32 % tercemar sedang berat, 14% tercemar sedang dan 8 % tercemar ringan. Sebagai contoh, sungai Citarum menjadi sungai yang paling kotor sejak sepuluh tahun lalu. Ahli lingkungan dan para peneliti menyampaikan bahwa banyak limbah yang mencemari sungai Citarum. Air sungai menjadi berwarna-warni karena limbah pabrik tekstil yang lokasinya di sekitar sungai (Liputan6.com, 2021).

Penelitian Nanda (2019) menyatakan bahwa pencemaran dan kerusakan perairan Danau Maninjau karena aktivitas keramba menyebabkan pendapatan masyarakat berkurang terutama dari sektor perikanan dan pariwisata mencapai 40 % dalam waktu 5 tahun terakhir (Nanda et al., 2019).

Data 3

...
*Namun lihatlah kini,
 keberadaanmu semakin merana,
 teratai dan enceng gondok menutup celah permukaanmu,
 desakan gedung bertingkat pun mengancam keberadaanmu,
 belum lagi limbah pabrik yang mencemarimu,
 pendangkalan dan penyempitan tak terelakan*
 ...
 (Suwardi, 2017)

Kutipan puisi di atas terdapat dalam puisi berjudul *Setu dan Danauku*. Pada puisi ini digambarkan kondisi kerusakan pada danau. Kerusakan tersebut disebabkan karena semakin banyaknya pembangunan gedung bertingkat yang keberadaannya semakin mengancam. Selain itu, ancaman lainnya berasal dari limbah pabrik yang mencemari danau.

Saat ini 15 danau di Indonesia yang kritis kondisinya. Ada dua masalah terkait kondisi danau di Indonesia yakni volume danau yang menyusut dan kualitas danau yang menurun. Masalah yang utama adalah pemanfaatan danau tanpa mempedulikan daya dukung, degradasi lingkungan dan perilaku manusia seperti penangkapan ikan yg illegal, penebangan pohon secara sembarangan, dan pencemaran. Penyebab rusaknya kelestarian dan kualitas danau adalah akibat dari perilaku manusia yang menjadikan danau sebagai tempat membuang sampah (Yanuar, 2019).

Berpijak hal tersebut bisa disadari tentang pentingnya nilai-nilai kepedulian lingkungan khususnya memperhatikan pengelolaan limbah yang tepat supaya tidak mencemari sungai dan danau.

Data 4

...
*Dalam hati kita bertanya,
 mengapa gunung dan bukit gundul?
 Lahan gersang yang terbentang,
 batu muncul tanah menghilang.*

*Gunung nan hijau,
hilang sudah daya tarikmu,
udara segar dan sejuk,
kini tinggal pandangan gersang.*

...

(Suwardi, 2017)

Kutipan puisi di atas terdapat pada puisi berjudul *Gunung dan Bukit*. Pada puisi ini digambarkan kerusakan yang terjadi di gunung dan bukit. Kerusakan tersebut membuat lahan menjadi gersang. Dampak lain adalah hilangnya udara yang bersih dan sejuk. Indonesia menduduki peringkat ketiga dengan luas hutan yang hilang, yakni 324.000 hektar (Lidwina, 2020).

Bencana tanah longsor karena ulah manusia. Adanya penebangan pohon liar tanpa diiringi reboisasi akan menimbulkan erosi. Lereng gunung atau daerah sekitarnya apabila hujan lebat pohon-pohon itulah yang menyerap air sehingga air tidak langsung ke tanah. Namun jika pohon-pohon ditebang tanpa diikuti reboisasi, air hujan akan langsung ke tanah dan menyebabkan adanya erosi (dlh.semarangkota.go.id, 2022). Berpijak dari itu pentingnya nilai-nilai kepedulian lingkungan khususnya pada gunung dan bukit.

Data 5

...

*Burung-burung,
mengapa kau kini termangu lesu?
Maka jawabnya,
"Lihatlah aku, yang kini tinggal sendiri,
merenungi nasib yang semakin ngeri,
telah banyak temanku mati,
bukan karena bunuh diri",*

*burung-burung,
mengapa kau menangis?
"Lihatlah aku,
ranting yang kupijak telah mengering,
hijaunya pepohonan telah menghilang,
tiada tempat aku bertaut,
hidup mutlak berlindung"*

...

(Suwardi, 2017)

Kutipan puisi di atas terdapat pada puisi berjudul *Burung-burung*. Puisi tersebut menggambarkan kondisi burung-burung yang kehilangan tempat tinggal karena pohon-pohon yang biasanya digunakan untuk tinggal telah hilang. Pohon-pohon yang rusak karena ulah manusia-manusia yang tidak bertanggung jawab. Manusia-manusia yang hanya ingin untungnya saja tanpa memikirkan kelanjutan dari alam yang menjadi habitat dari burung-burung.

Indonesia menjadi salah satu negara yang mempunyai jenis burung yang cukup banyak. Pada awal 2022

tercatat 1818 spesies burung yang ada di Indonesia. Hal tersebut membuat jenis burung Indonesia kurang lebih 17% dari total jenis burung di dunia yang mencapai 9700 spesies. 177 spesies burung berada dalam ancaman kepunahan. 96 spesies masuk dalam kategori rentan, 51 spesies masuk dalam kategori genting, dan 30 spesies berada dalam kategori kritis. Beberapa jenis burung yang berada pada status keterancaman antara lain: maleo senkawor, puyuh sengayan, dan pergam hijau (forestation.fkt.ugm.ac.id, 2022)

Berpijak dari uraian di atas dirasa pentingnya nilai kepedulian lingkungan khususnya pada binatang.

Data 6

...

*Lihatlah,
sampah plastik yang berhamburan,
tak lekang oleh panas,
tak hancur oleh hujan,
bertahun tertimbun tanah,
tetap tak berubah.*

(Suwardi, 2017)

Kutipan di atas terdapat pada puisi berjudul *Antara Daun dan Plastik*. Pada puisi ini digambarkan kerusakan lingkungan karena membuang sampah sembarangan. Sampah tersebut satu di antaranya adalah plastik. Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia dan Badan Pusat Statistik, sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun. 3,2 juta ton merupakan sampah plastik dibuang ke laut. Kementerian Kelautan dan Perikanan merilis bahwa Indonesia menempati urutan kedua penyumbang sampah plastik di dunia pada tahun 2019 dengan jumlah 3,21 Juta metrik ton per tahun (Voi.id, 2022).

Berdasarkan uraian di atas dirasa pentingnya nilai kepedulian khususnya pada pengelolaan sampah yang baik supaya tidak mencemari lingkungan.

Data 7

...

*Tapi lihatlah,
beribu-ribu ikan mengambang,
mati terbunuh cemaran limbah*

*Tapi lihatlah,
sampah plastik dan kaleng bekas,
telah menghiasi tepi pantaiku.*

...

(Suwardi, 2017)

Puisi di atas merupakan bagian dari puisi yang berjudul *Laut dan Pantaiku*. Puisi tersebut menggambarkan kerusakan alam yang terjadi di laut dan pantai. Kerusakan tersebut disebabkan karena limbah. Banyak ditemukan sampah plastik dan kaleng bekas yang terdapat di pantai.

Pencemaran laut dapat berakibat buruk bagi keberlangsungan kehidupan laut atau ekosistem, habitat, biota laut dan menurunnya kualitas lingkungan pesisir. Terdapat jenis-jenis pencemaran laut antara lain: tumpahan minyak,

sampah laut, dumping, pencemaran limbah industri, dan kecelakaan kapal bermuatan tambang non minyak (kkp.go.id, 2020).

Berpijak dari uraian di atas maka dirasa penting nilai kepedulian lingkungan khususnya pada laut dan pantai. Hal ini dirasa penting karena pencemaran di laut dan pantai bisa berakibat buruk bagi ekosistem di laut.

Data 8

...

Coba lihatlah di sana!

beribu ikan mati dibuatnya,

panen gagal juga karenanya,

sungai yang tercemar limbah,

bahan beracun yang berbahaya,

pemusnah semua termasuk juga manusia.

Lihatlah pula di sini!

Cerobong asap menjulang tinggi,

menyemburkan asap setiap hari,

kalau kita tak mewaspadai,

udara kotor jadinya nanti.

(Suwardi, 2017)

Puisi di atas terdapat dalam puisi yang berjudul *Limbah Pabrik*. Pada puisi tersebut digambarkan kerusakan alam karena limbah pabrik. Dalam puisi ini secara jelas digambarkan dampak dari kerusakan yakni banyak ikan yang mati, gagal panen karena sungai tercemar limbah, dan udara yang tidak bersih lagi.

Indonesia menempati posisi ke-17 di dunia sebagai negara dengan tingkat polusi udara. Pabrik adalah salah satu sumber yang menghasilkan limbah. Secanggih apapun proses produksi yang dipakai tetap saja akan ada limbahnya. Berikut ini adalah hal-hal yang perlu diketahui tentang limbah pabrik. Faktor-faktor yang menyebabkan adanya limbah pabrik antara lain: tingkat efisiensi pada proses produksi. Tidak ada teknologi di dunia ini yang memiliki efisiensi 100% untuk proses produksi. Kemurnian bahan baku tidak mutlak 100% artinya pasti ada bahan lain yang terkandung dalam bahan-bahan itu. Sisa bahan baku yang tertinggal di peralatan. Standar operasi proses produksi yang tidak terpenuhi. Limbah terbagi menjadi dua kriteria yakni tingkat bahaya dan wujud limbah. Berdasarkan tingkat bahaya, limbah dari pabrik terdiri dari dua jenis yakni limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) dan limbah non-B3. Sedangkan wujud limbah terdiri dari limbah padat, limbah cair dan limbah gas (dlh.bulelengkab.go.id, 2019).

Berpijak dari uraian di atas setidaknya ada nilai kepedulian lingkungan yang harus diangkat khususnya pada pengelolaan limbah secara tepat supaya limbah-limbah pabrik yang ada tidak merusak lingkungan.

SIMPULAN

Kerusakan lingkungan yang digambarkan dalam kumpulan puisi *Alamku Sayang Alamku hilang* karya Suwardi meliputi kerusakan hutan, sungai yang tercemar,

burung-burung yang punah, volume danau yang menyusut dan menurun kualitasnya, gunung dan bukit yang gundul, sampah plastik yang berhamburan, pencemaran laut dan pantai, limbah pabrik yang tidak dikelola dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardhana, I. P. G. (2010). Konservasi Keanekaragaman Hayati Pada Kegiatan Pertambangan di Kawasan Hutan di Indonesia. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 71–77.
- Aris, Q. I. (2020). Ekokritik Sastra Dalam Puisi Talang Di Langit Falastin Karya Dheni Kurnia. *Jurnal Ilmu Budaya*, 16(2), 98–109.
- Dihni, V. A. (2022). Seluas 38.665 Hektare Kawasan Hutan Konservasi Terbakar pada 2021. *Databoks*. dlh.bulelengkab.go.id. (2019). 4 Hal Yang Perlu Anda Tahu Tentang Limbah Pabrik.
- dlh.semarangkota.go.id. (2022). 5 Dampak Kerusakan Alam Bagi Kehidupan.
- Essy Syam, Q. I. A. (2020). Perlakuan Terhadap Alam Yang Tercecermin Dalam Teks Alinta, The Flame Karya Hyllus Maris dan Sonia Borg: Kajian Ekokritik. *Sosial Dan Humaniora*, 1–5.
- Firmansyah, R., & Turahmat, T. (2019). Eksploitasi Lingkungan dalam Cerpen Di Seine Meratapi Citarum melalui Pendekatan Ekokritik. *AKSARA: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 20(2), 101–108. <https://doi.org/10.23960/aksara/v20i2.pp101-108>
- forestation.fkt.ugm.ac.id. (2022). Ancaman Kepunahan Burung Di Indonesia.
- Hilmawan, T. (2022). Global Forest Watch: Hancurnya Hutan di Dunia pada 2021 Lebih Besar dari Wilayah Inggris. *Kompas.Com*.
- Juanda, J. J. (2018). Eksplorasi Nilai Pendidikan Lingkungan Cerpen Daring Republika: Kajian Ekokritik. *Jurnal Sosial Humaniora*, 11(2), 67. <https://doi.org/10.12962/j24433527.v0i0.4331>
- Kharismadani. (2020). Representasi Alam Dalam Novel Altitude 3676 Takhta Mahameru Karya Azzura Dayana: Tinjauan Ekokritik. *NEOLOGIA: Jurnal Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 01(1), 36–45.
- kkp.go.id. (2020). *Pencemaran Laut*.
- Lidwina, A. (2020). 10 Negara Tropis dengan Kehilangan Hutan Terbesar 2019. *Databoks.Katadata.Co.Id*.
- Liputan6.com. (2021). 27 Juli Hari Sungai dan Kondisi Sungai di Indonesia yang 46% Tercemar.
- Musseptial. (2020). Ekokritik pada Antologi Puisi Bayang-Bayang Tembawang. *Batra*, 6(2), 86–96. <https://ojs.badan-bahasa.kemdikbud.go.id/jurnal/index.php/batra/article/view/2724>
- Nanda, L. D., Tan, F., & Noer, M. (2019). Tingkat Partisipasi Masyarakat Dalam Program Penyelamatan Dan Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan Danau Maninjau. *Jurnal Kebijaksanaan Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*, 8(2), 105–115. <https://doi.org/10.15578/jksekp.v8i2.7432>
- Susetya, H. H. H. (2022). Darurat Lahan Hijau dalam Cerpen Palasik dan Petani itu Sahabat Saya Karya Hamsad Rangkuti. *DISASTRA: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 4(1), 1–10.
- Sutisna, A. R. (2021). Kajian Ekokritik dalam Novel Kekal Karya Jalu Kancana. *UNDAS: Jurnal Hasil Penelitian Bahasa Dan Sastra*, 17(2), 185. <https://doi.org/10.26499/und.v17i2.3459>
- Suwardi. (2017). *Kumpulan Puisi Lingkungan Alamku Sayang Alamku Hilang* (3rd ed.). CV Bina Pustaka.
- Syah, E. F. (2020). Representasi Kerusakan Lingkungan Pada Cerita Anak The Time Travelling River Karya Parinita Shetty:

- Kajian Ekokritik Sastra. *Forum Ilmiah*, 17(3), 295–304.
- Syamil, I., Yasa, I. N., & Sriasih, S. A. P. (2020). Kritik Pengarang terhadap Pembalakan Hutan pada Novel Nyanyian Kemarau dan Tangisan Batang Pudu : Kajian Ekokritik dan Relevansinya terhadap Pembelajaran Sastra. *JPBSI: Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 10(1), 29–40.
- Visiaty, A., Zuriyati, Z., & Rohman, S. (2020). Ekosistem dalam Puisi Membaca Tanda-Tanda Karya Taufiq Ismail Sebuah Kajian Etis Ekokritik. *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI HUMANIORA*, 5(4), 182. <https://doi.org/10.36722/sh.v5i4.402>
- Voi.id. (2022). *Mengerikan, Indonesia Sudah Darurat Sampah Plastik: Sehari Mencapai 64 Juta Ton, Nomor Dua Terbesar di Dunia*.
- Wasniah, & Sofyan Sauri. (2021). Kajian Ekokritik Sastra Pada Cerpen Harimau Belang Karya Guntur Alam Dalam Antologi Cerpen Pilihan Kompas 2014 di Tubuh Tarra Dalam Rahim Pohon. *Gema Wiralodra*, 12(1), 74–83.
- Yanuar, Y. (2019). Inilah 15 Danau Kritis di Indonesia: dari Batur sampai Toba. *Tempo.Co*.
- Yuniawan, T., Masrukhi, A. (2014). Kajian Ekolinguistik Sikap Mahasiswa Terhadap Ungkapan Pelestarian Lingkungan di Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Concervation*, 3(1), 41–49.
- Zulfa, A. N. (2021). *Teori Ekokritik Sastra: Kajian Terhadap Kemunculan Pendekatan Ekologi Sastra Yang Dipelopori Oleh Cheryl Glotfelty*. 10(1), 59–63. <https://doi.org/10.20473/lakon.v10i1.20198>

