

ABSTRAK

SITI SUMIATI SOLIHAT, 191710035 “**Aplikasi *Maximum Entropy* untuk Memprediksi Habitat Potensial *Etlingera heliconiifolia* (K.Schum.) A.D.Poulsen Sebagai Dampak Perubahan Iklim di Pulau Sulawesi**” di bawah bimbingan Gut Windarsih, M.Si. dan Didi Usmadi, M.Si.

Perubahan iklim berpengaruh terhadap distribusi spesies tumbuhan. *Etlingera heliconiifolia* merupakan tumbuhan endemik Pulau Sulawesi bagian utara dengan status konservasi berupa rentan (*vulnerable*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi spasial dan habitat potensial *E. heliconiifolia* saat ini dan masa depan, serta mengetahui faktor lingkungan pendukung pertumbuhannya. Data kehadiran yang digunakan berupa titik koordinat *E. heliconiifolia* yang diperoleh dari koleksi herbarium dan *database online*. Faktor lingkungan yang digunakan sebanyak 25 variabel (iklim, topografi, dan tanah), sedangkan data iklim di masa depan yang digunakan berupa model MIROC6 dengan skenario SSP245 dan SSP585 pada tahun 2050 dan 2070. Seleksi variabel lingkungan dilakukan dengan menggunakan uji multikolinearitas. Pembuatan model distribusi habitat potensial dilakukan dengan menggunakan algoritma *maximum entropy* dengan validasi menggunakan *10-fold cross validation*. Performa model Maxent dianalisis berdasarkan nilai AUC, sedangkan kontribusi variabel lingkungan dianalisis menggunakan uji Jackknife. Hasil penelitian yang diperoleh berupa 11 titik kehadiran *E. heliconiifolia* yang terletak di Provinsi Sulawesi Utara dan Sulawesi Tengah. Dari uji multikolinearitas dihasilkan 8 variabel lingkungan yang digunakan dalam pembuatan model. Performa model Maxent berada pada kategori sangat baik dengan nilai rata-rata AUC 0,976 dan standar deviasi 0,042. Variabel lingkungan yang paling berpengaruh terhadap kehadiran *E. heliconiifolia* yaitu bio18 (curah hujan kuartal terhangat) dan bio3 (isotermal). Habitat potensial *E. heliconiifolia* kategori tinggi pada saat ini memiliki luas areal sekitar 1.544 km² (0,83% dari luas Pulau Sulawesi). Perubahan iklim menyebabkan peningkatan luas habitat potensial *E. heliconiifolia* untuk kategori tinggi pada tahun 2050 dengan luas 5.221 km² (SSP245) dan 6.178 km² (SSP585), serta pada tahun 2070 meningkat menjadi 11.843 km² (SSP245) dan 12.264 km² (SSP585).

Kata kunci: *Etlingera heliconiifolia*, konservasi, Maxent, Sulawesi

ABSTRACT

Climate change is affecting the distribution of plant species. *Etlingera heliconiifolia* is an endemic plant of Northern Sulawesi Island with a conservation status of vulnerable. The study aimed to determine the spatial distribution and potential habitat of *E. heliconiifolia* at present and in the future and also to determine the environmental factors supporting plant growth. Presence data used in the coordinates of *E. heliconiifolia* was obtained from herbarium collection and online databases. Environmental factors used were 25 variables (climate, topography and soil), while future climate data used were the MIROC6 model with scenarios SSP245 and SSP585 in 2050 and 2070. Selection of environmental variables was conducted by using a multicollinearity test. Modeling the distribution of potential habitats used the maximum entropy algorithm with validation was done using 10-fold cross-validation. Maxent model performance was conducted based on AUC value, while contribution of environmental factors was done by using Jackknife test. The results showed 11 presence points of *E. heliconiifolia* in North Sulawesi and Central Sulawesi Provinces. The multicollinearity test resulted in eight environmental variables used in building the model. Maxent model performance was included in the excellent category with an average AUC value of 0.976 and a standard deviation of 0.042. Bio18 (precipitation of warmest quarter) and bio3 (isothermality) were the environmental variables that the most influencing the presence of *E. heliconiifolia*. The potential habitat of *E. heliconiifolia* in a high category currently has an area of 1,544 km² (0.83% of Sulawesi Island). Climate change causes an increase in the area of high category potential habitat in 2050 with an area of 5,221 km² (SSP245) and 6,178 km² (SSP585), and in 2070 it increases to 11,843 km² (SSP245) and 12,264 km² (SSP585).

Keywords: Conservation, *Etlingera heliconiifolia*, Maxent, Sulawesi

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dan diajukan pada Program Studi Biologi Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten ini sepenuhnya asli dan merupakan hasil karya tulis ilmiah saya pribadi.

Adapun tulisan maupun pendapat orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah saya sebutkan kutipannya secara jelas sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku di bidang penulisan karya ilmiah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa sebagian atau seluruh isi skripsi ini merupakan hasil perbuatan plagiarisme atau mencontek karya tulis orang lain, saya bersedia untuk menerima sanksi berupa pencabutan gelar kesarjanaan yang saya terima ataupun sanksi akademik lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Serang, 01 Juli 2023



Siti Sumiati Solihat
NIM. 191710035

**APLIKASI *MAXIMUM ENTROPY* UNTUK MEMPREDIKSI
HABITAT POTENSIAL *Etilingera heliconiifolia* (K.Schum.)
A.D.Poulsen SEBAGAI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM
DI PULAU SULAWESI**

Oleh:

SITI SUMIATI SOLIHAT

NIM. 191710035

Menyetujui,

Pembimbing I,



Gut Windarsih, M.Si.
NIDN. 2022068502

Pembimbing II,



Didi Usmadi, M.Si.
NIP. 198205052009121002

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains



Dr. Asep Saefurohman, M.Si.
NIP. 197808272003121003

Ketua Program Studi



Anis Uswatun Khasanah, M.Sc.
NIDN. 2003068902

PENGESAHAN

Skripsi a.n. Siti Sumiati Solihat, NIM: 191710035 yang berjudul “Aplikasi *Maximum Entropy* untuk Memprediksi Habitat Potensial *Etlingera heliconiifolia* (K.Schum.) A.D.Poulsen Sebagai Dampak Perubahan Iklim di Pulau Sulawesi” di bawah telah diujikan dalam Ujian Tugas Akhir Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten pada tanggal 01 Juli 2023.

Skripsi tersebut telah disahkan dan diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Fakultas Sains Universitas Islam Negeri Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Serang, 01 Juli 2023

Ketua Sidang



Anis Uswatun Khasanah, M.Sc.
NIDN. 2003068902

Pembimbing Utama



Gut Windarsih, M.Si.
NIDN. 2022068502

Pembimbing Pendamping



Didi Usmadi, M.Si.
NIP. 198205052009121002

Penguji I,



Ayu Siska Maryoni, M.Si.
NIP. 199101022018012001

Penguji II,



Laksmi Puspitasari, M.Si.
NIP. 199101232020122004

RIWAYAT HIDUP

Siti Sumiati Solihat lahir di Bogor pada 26 Mei 2000 dari pasangan Ujang Supendi dan Mimin Aminah. Penulis menempuh pendidikan di TKQ Al-Hasanah pada tahun 2004 s.d. 2006 kemudian melanjutkan ke MI Sirojul Huda pada tahun 2006 s.d. 2012. Penulis menempuh pendidikan menengah di MTs Arrasyid 1 pada tahun 2012 s.d. 2015 dan melanjutkan ke SMAN 1 Caringin pada tahun 2015 s.d. 2018. Penulis menempuh pendidikan strata 1 Program Studi Biologi, Fakultas Sains, UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten. Selama masa pendidikan strata 1, penulis memperoleh pengalaman dengan mengikuti organisasi internal Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) Biologi selama 2 periode pada tahun 2020 s.d. 2022. Selain itu, penulis juga menyalurkan ilmu yang diperoleh sebagai asisten praktikum pada mata kuliah Biologi Umum pada semester ganjil tahun ajaran 2020/2021 dan mata kuliah Taksonomi Tumbuhan Non-Vaskuler pada semester ganjil tahun ajaran 2021/2022.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah penyusunan skripsi ini telah selesai. Skripsi ini saya persembahkan kepada diri sendiri, Ibu dan Bapak terhebat, dan juga nenek beserta keluarga besar yang senantiasa memberikan dukungan.

MOTTO

Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang (HR Turmudzi).

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahiim

Segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberikan taufik, hidayah, serta inayah-Nya, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Selawat beserta salam semoga tetap tercurah kepada Rasulullah SAW, keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya yang setia hingga akhir zaman.

Tugas akhir yang berjudul “Aplikasi *Maximum Entropy* untuk Memprediksi Habitat Potensial *Etilingera heliconiifolia* (K.Schum.) A.D.Poulsen Sebagai Dampak Perubahan Iklim di Pulau Sulawesi” merupakan tugas akhir yang diajukan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada Program Studi Biologi Fakultas Sains UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Wawan Wahyuddin, M.Pd. selaku Rektor UIN SMH Banten yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung dan belajar di lingkungan UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten.
2. Bapak Dr. Asep Saefurohman, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains yang telah mendorong penyelesaian studi dan skripsi penulis.
3. Ibu Anis Uswatun Khasanah, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains UIN SMH Banten yang telah memberikan motivasi.
4. Ibu Gut Windarsih, M.Si. dan Bapak Didi Usmaadi, M.Si. selaku pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran kepada penulis selama penelitian dan penyusunan skripsi ini.

5. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Fakultas Sains UIN SMH Banten yang telah mengajar dan mendidik penulis selama menempuh pendidikan.
6. Keluarga, sahabat, dan rekan-rekan yang telah memberikan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan guna perbaikan selanjutnya. Akhirnya, hanya kepada Allah SWT penulis berharap, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Serang, 01 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	7
A. Kajian Teori	7
B. Hasil Penelitian yang Relevan	19
C. Kerangka Berpikir	21
D. Hipotesis	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Penelitian	22
B. Populasi dan Sampel	22
C. Alat dan Bahan	22
D. Metode Penelitian	23
E. Teknik Pengumpulan Data	23
F. Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Analisis Habitat potensial Saat Ini	29
B. Pengujian Multikolinearitas	32
C. Performa Model Maxent	34
D. Analisis Variabel Penting	37
E. Analisis Respons Variabel Lingkungan Terhadap Habitat potensial	38
F. Analisis Distribusi Habitat Saat Ini	45
G. Analisis Distribusi Habitat Masa Depan	48
H. Implikasi dan Tindakan Konservasi	55
BAB V KESIMPULAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Nama dan keterangan bioiklim	10
2.2	<i>Confusion matrix</i> dalam prediksi ROC	14
2.3	Nama dan tingkat kekuatan emisi gas SSP	17
4.1	Distribusi <i>E. heliconiifolia</i> pada saat ini di Pulau Sulawesi	31
4.2	Korelasi Pearson pada pasangan variabel lingkungan yang bebas multikolinearitas	34
4.3	Persentase kontribusi variabel terhadap model Maxent	36
4.4	Persentase habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> saat ini di Pulau Sulawesi	46
4.5	Persentase habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> masa depan di Pulau Sulawesi	49

DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul	Halaman
2.1	Morfologi <i>E. heliconiifolia</i> (a) kuncup, (b) perbungaan	8
2.2	Morfologi bunga <i>E. heliconiifolia</i>	9
2.3	Kerangka berpikir penelitian	21
4.1	Distribusi kehadiran <i>E. heliconiifolia</i> di Pulau Sulawesi	30
4.2	Performa model Maxent	35
4.3	Analisis variabel penting terhadap distribusi <i>E. heliconiifolia</i> menggunakan metode Jackknife	37
4.4	Kurva respons isothermal (bio3)	39
4.5	Kurva respons curah hujan kuartal terhangat (bio18)	40
4.6	Kurva respons rentang diurnal rata-rata bulanan (bio2)	41
4.7	Kurva respons nitrogen	41
4.8	Kurva respons suhu minimal bulan terdingin (bio6)	42
4.9	Kurva respons curah hujan kuartal terdingin (bio19)	43
4.10	Kurva respons curah hujan musiman (bio15)	43
4.11	Kurva respons pH (pH*10)	44
4.12	Habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> pada saat ini	47
4.13	Habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> pada SSP245 tahun 2050	50
4.14	Habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> pada SSP585 tahun 2050	51
4.15	Habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> pada SSP245 tahun 2070	51
4.16	Habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> pada SSP585 tahun 2070	52
4.17	Perbandingan habitat potensial <i>E. heliconiifolia</i> saat ini dan masa depan	53
4.18	Habitat potensial kesesuaian sedang hingga tinggi <i>E. heliconiifolia</i> di setiap Provinsi di Pulau Sulawesi pada saat ini dan masa depan	54

DAFTAR LAMPIRAN

1. Analisis korelasi Pearson antar variabel lingkungan 70
2. Respons *E. heliconiifolia* terhadap keberagaman kondisi variabel lingkungan (a) isothermal, (b) curah hujan kuartal terhangat (bio18), (c) rentang diurnal rata-rata bulanan (bio2), (d) kandungan nitrogen tanah, (e) suhu minimal bulan terdingin (bio6), (f) curah hujan kuartal terdingin (bio19), (g) curah hujan musiman (bio15), dan (h) pH tanah 71