

KARAKTERISTIK HABITAT BUNGA BANGKAI *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. DI EKOWISTA BATU KATAK, TAMAN NASIONAL GUNUNG LEUSER, SUMATRA UTARA

Resa Tiara¹, Adi Bejo Suwardi^{*2}, Ekariana, S. Pandia³

¹²³Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas samudra, Jl, Prof. Dr. Syarief Thayeb, Meurandeh, Kec. Langsa Lama, Aceh 24416 Indonesia
Correspondence E-mail : adi.bsw@gmail.com

Abstrak

Bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. merupakan salah satu jenis tumbuhan endemik yang ditemukan di TNGL dengan status terancam (*endangered*) berdasarkan IUCN. *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. juga telah masuk daftar tumbuhan di lindungi di Indonesia berdasarkan peraturan kementerian lingkungan hidup dan kehutanan republik Indonesia sejak 2018. Populasi bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. di alam telah mengalami penurunan pada beberapa tahun terakhir akibat deforestasi dan kerusakan habitat terutama aktivitas alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman. Tujuan penelitian adalah untuk mendukung upaya konservasi berkelanjutan di Kawasan Ekowisata Batu Katak, Taman Nasional Gunung Leuser Sumatra Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksplorasi dan menggunakan modeling distribusi geografis maxent. Hasil penelitian ditemukan sebanyak 12 individu *Amorphophallus titanum*, dan setelah di lakukan permodelan maxent menunjukkan bahwasannya faktor lingkungan yang paling berpengaruh ialah suhu rata rata kuartal terbasah dengan nilai ambang batas 15-20 °C.

Kata Kunci : *Amorphophallus titanum*, karakteristik, distribusi Geografis

Abstract

Carcass flower *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. is one of the endemic plant species found in TNGL with threatened (*endangered*) status under the IUCN. In addition, *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. has also been included in the list of protected plants in Indonesia under the regulations of the Ministry of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia since 2018. Population of carrion flower *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. in nature has been in decline in recent years as a result of deforestation and habitat destruction especially the activity of changing the function of forest land into agricultural, plantation, and settlement land. The aim is to support sustainable conservation efforts in the Batu Katak Ecotourism Area, Gunung Leuser National Park of North Sumatra. The methods used in this study are exploratory methods and use maximal geographic distribution modeling. The results of the study found as many as 12 individuals of *Amorphophallus titanum*, and after performing maxent modeling showed the most influential environmental factors on wet quarter ratio temperature with a limit value of 15-20 °C.

Kata Kunci : *Amorphophallus titanum*, characteristics, distribusi Geografis

PENDAHULUAN

Taman Nasional Gunung Leuser (TNGL) dengan luas wilayah sekitar 792.675 Ha ditetapkan pada tanggal 30 Oktober 1982 melalui Keputusan Menteri Pertanian No. 913/Kpts/Um/10/1982. TNGL merupakan salah satu kawasan pelestarian alam Indonesia yang kaya flora dan fauna memiliki nilai keanekaragaman hayati dan endemisme jenis tumbuhan yang tinggi. Selain itu, terdapat tiga kawasan konservasi yang sebelumnya ada di dalam TNGL yaitu Suaka Margasatwa Kluet seluas 20.000 Ha, Suaka Margasatwa Langkat seluas 51.000 Ha, dan Suaka Margasatwa Kappi seluas 142.000 Ha (Napitupulu, 2024). Taman nasional ini secara administrasi terletak di dua provinsi, yaitu Aceh dan Sumatra Utara, dimana 203.669 Ha diantaranya termasuk ke dalam wilayah Propinsi Sumatera Utara (BBTNGL, 2015). Kawasan TNGL memiliki lebih dari 4000 spesies tumbuhan. Kawasan ini berkontribusi besar terhadap konservasi keanekaragaman hayati serta memiliki nilai endemik yang tinggi (Yuliana & Indarjo, 2018).

Bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. atau *A. Titanium* merupakan salah satu jenis tumbuhan endemik yang ditemukan di TNGL dengan status terancam (*endangered*) berdasarkan *IUCN Red List* (IUCN, 2020). Disamping itu, (*Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.) juga telah masuk daftar tumbuhan di lindungi di Indonesia berdasarkan peraturan kementerian lingkungan hidup dan kehutanan republik Indonesia sejak 2018. Tumbuhan ini termasuk ke dalam suku *Araceae* yang dapat tumbuh hingga mencapai tinggi 3 meter dan memiliki tiga siklus hidup yang berbeda: fase vegetatif, dorman dan generatif. Fase vegetatif dimulai dengan produksi satu daun besar di awal musim hujan dan berlangsung selama 6–12 bulan. Kemudian, ia melewati siklus dorman selama 1-4 tahun sebelum memulai siklus pembungaan yang biasanya tidak teratur (Arianto dkk, 2019).

Populasi bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. di alam telah mengalami penurunan pada beberapa tahun terakhir akibat deforestasi dan kerusakan habitat terutama aktivitas alih fungsi lahan hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman (Mufida, 2020). Hasil penelitian Arianto dkk (2019), menunjukkan bahwa populasi bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. cenderung mengalami penurunan. Kondisi ini juga terjadi di lokasi lainnya di Sumatera seperti di kawasan ekowista Batu Katak, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatra Utara. Apabila hal ini terus dibiarkan maka tentunya akan mengakibatkan kepunahan spesies termasuk *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. di masa yang akan datang. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian terkait karakteristik habitat *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. untuk mendukung upaya konservasi berkelanjutan di Kawasan Ekowisata Batu Katak, TNGL SUMUT.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Mei 2024 di sekitar kawasan ekowista Batu Katak, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatra Utara (3°26'45.7"N dan 98°08'54.4"E).

Alat dan bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah Soiltester untuk Mengukur ph tanah kelembaban, Lux Meter untuk Mengukur intensitas Cahaya, Termometer untuk mengukur suhu, Kamera untuk dokumentasi, GPS untuk menentukan titik koordinat, meteran untuk mengukur suatu objek, alat tulis untuk menulis data, Software MaxEnt ver. 3.4.3 untuk Pengolahan data dan peta distribusi geografis, Software Arc GIS ver. 10.8 untuk Pengolahan data dan peta distribusi geografis, Software origin pro 2022 untuk Pengolahan analisis data.

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah (Wilyasari dkk, 2020). Eksplorasi dilakukan dengan menjelajahi Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser dengan menempuh jarak 100 m dari titik lokasi awal. *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. yang di temukan dicatat jumlahnya dan ditentukan titik koordinatnya. Karakteristik yang dicatat berupa faktor lingkungan yang diukur meliputi suhu udara, kelembapan udara, Ph tanah dan intensitas cahaya.

Penyaringan Variabel Faktor Lingkungan

Distribusi geografi dari *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak (Software) Maxent ver 3.4.3. Permodelan Maxent menggunakan 19 variabel faktor lingkungan dan elevasi yang diunduh dari website iklim dunia (<https://worldclim.org/data/index.html>). Proyeksi distribusi geografis tumbuhan buah liar pada tahun 2050 dan 2070 menggunakan 19 variabel bio iklim dan elevasi dari *Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6* (CMIP6) yang diunduh dari database WorldClim (<https://www.worldclim.org/>). Permodelan ini digunakan Global Climate Models (GCMs) EC-Earth3-Veg yang merupakan GCMs yang sesuai untuk wilayah Asia Tenggara (*Mainland South-East Asia/MSEA*) (Iqbal dkk, 2021).

Analisis Data

Keberadaan *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. dianalisis menggunakan rumus kerapatan (Malik dkk, 2020).

$$\text{Kerapatan} = \frac{\text{jumlah individu spesies}}{\text{luas lokasi}}$$

Faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc dianalisis dengan menggunakan PCA dan menggunakan perangkat lunak origin pro 2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian telah menemukan 12 individu /ha *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc di lokasi penelitian. Jenis *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Hasil penelitian 2024

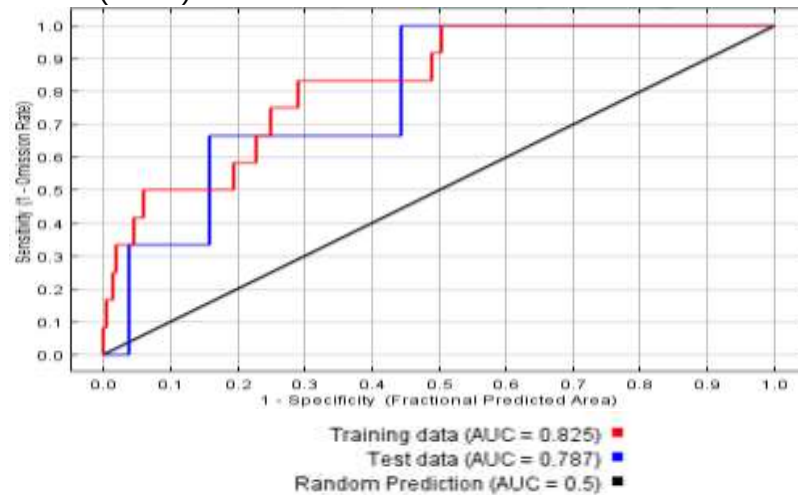
Gambar 1. 1 a) pohon *A. titanum*, b) Bunga *A. titanum*, c) Bunga *A. titanum* anakan, d) Buah *A.*

Hasil pengamatan dilapangan ditemukan 9 individu *A. Titanum* dalam fase vegetatif (Gambar 1. A), 2 individu sedang dalam fase berbunga (Gambar 1. B dan C), dan 1 individu dalam fase berbuah (Gambar 1. D). Hasil pengukuran tinggi *A. titanum* mencapai 2 m dan tinggi spadix individu dewasa mencapai 100 cm, dan pada individu anakan mencapai 53 cm. Sedangkan hasil pengukuran pada individu berbuah mencapai 1,5 m. Tinggi bagian buah sekitar 50 cm dengan posisi buah masih berada dalam masa pematangan. Hal ini terlihat dari warnanya yang masih kemerahan. Jumlah individu dari *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc yang terbatas menguatkan hipotesis sebelumnya bahwa jenis tumbuhan ini termasuk kategori terancam punah (Vulnerable) berdasarkan kriteria International Union for Conservation of Nature (IUCN). Tumbuhan ini merupakan endemik dan diketahui hanya ditemukan di bagian barat Pulau Sumatera (Normasiwi, 2015).

Berdasarkan pengamatan, populasi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc di area penelitian mempunyai penyebaran berkelompok, dimana terdapat empat kelompok yang masing- masing terdiri dari 2-3 individu. menurut Arianto dkk (2019), pola distribusi yang demikian disebabkan oleh banyak faktor termasuk proses penyerbukan dan faktor lingkungan. Pola ini juga bagian dari strategi untuk mencegah perebutan makanan dan ruang untuk dapat hidup di wilayah tersebut. Individu-individu ini akan tinggal dalam kelompok dan saling berdekatan setelah menemukan lingkungan yang sesuai sebagai habitat. Secara ekologis pola distribusi berkelompok *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc terjadi di daerah yang lembap, gelap, dengan tingkat cahaya yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tutupan lahan yang lebih luas cenderung membatasi kemungkinan benih yang tertiuip angin, sehingga benih dapat jatuh dekat dengan induknya. Pola distribusi berkelompok ini memungkinkan berlangsung sistem reproduksi vegetatif.

Distribusi geografis *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. di lokasi penelitian dianalisis dengan permodelan MaxEnt. Pengukuran performa model Maxent sangat penting sebelum digunakan dalam permodelan distribusi geografis *Amorphophallus titanum* untuk memastikan akurasi dan keandalan prediksi. Evaluasi performa model menggunakan kurva ROC (Receiver Operating Characteristic) dan nilai AUC (Area Under Curve). Kurva ROC menunjukkan kemampuan model untuk membedakan antara area yang sesuai dan tidak sesuai bagi spesies, dengan nilai AUC yang mendekati 1 menunjukkan

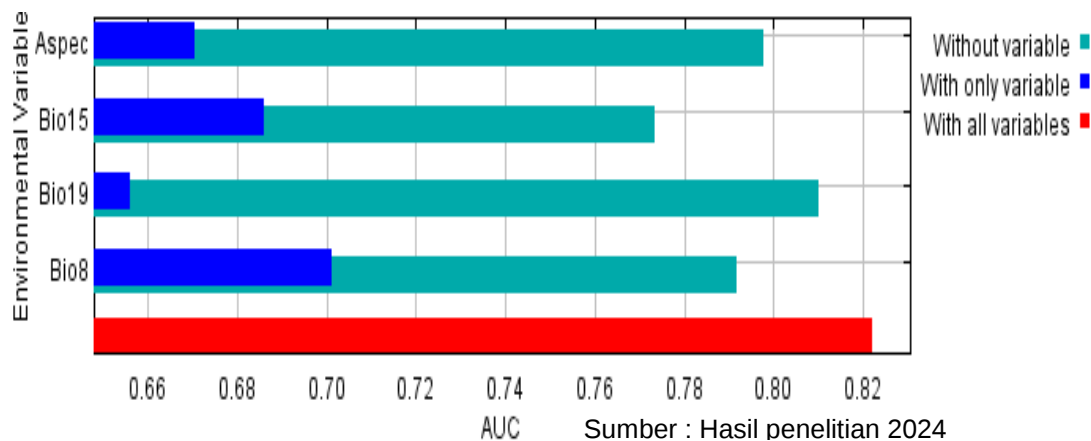
kinerja yang sangat baik. Hasil permodelan menunjukkan bahwa bentuk kurva ROC mendekati sudut kiri atas yang mengindikasikan bahwa nilai AUC untuk kedua kurva (merah dan biru) mendekati 1 (Grafik. 1). Hal ini menunjukkan bahwa model yang digunakan memiliki sensitivitas dan spesifisitas tinggi, yang berarti model tersebut sangat efektif dalam membedakan area yang sesuai untuk distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.



Sumber : Hasil penelitian 2024

Grafik 1. Kurva ROC dari model Maxent *A. titanum*

Hasil permodelan menunjukkan bahwa nilai AUC data uji coba dan tes masing-masing sebesar 0,825 dan 0,787 yang menunjukkan bahwa model yang digunakan dalam memprediksi distribusi geografis *A. titanum* memiliki kinerja yang baik. Diagram (Jackknife) 1 di bawah ini juga menunjukkan kontribusi individual dari variabel lingkungan terhadap performa model. Variabel lingkungan seperti orientasi lereng (Aspec) 12,4%, (Bio15), 3,8%, (Bio19), 10% dan 41,7% (Bio8) memiliki peran penting dalam memprediksi distribusi *A. titanum*. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap variabel memberikan kontribusi yang berbeda, dengan Bio8 menunjukkan kontribusi terbesar (Diagram. 1)



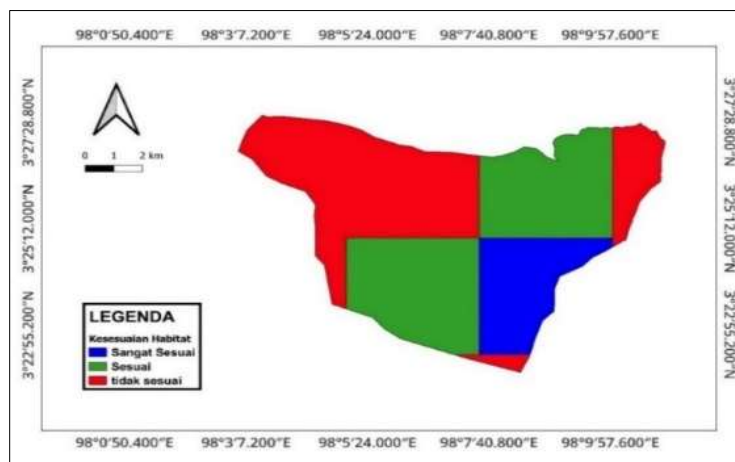
Sumber : Hasil penelitian 2024

Diagram 1. AUC Jackknife *A. titanum*

Meskipun masing-masing variabel memiliki kontribusi yang berbeda, nilai AUC tertinggi dicapai ketika semua variabel digunakan bersama-sama yang menunjukkan bahwa variabel-variabel tersebut bekerja sinergis untuk meningkatkan kinerja model. Sebagai contoh, performa model tanpa menggunakan variabel Aspec memiliki nilai AUC sekitar 0,68 dan nilai AUC akan meningkat menjadi sekitar 0,73 dengan penggunaan variabel Aspec dalam permodelan. Hal ini menunjukkan bahwa variabel Aspec memiliki kontribusi moderat terhadap model, tetapi tidak sekuat variabel lainnya (Diagram. 1). Sementara itu, performa model tanpa menggunakan variabel 41,7% (Bio8) memiliki nilai

AUC sekitar 0,75 dan nilai AUC akan meningkat menjadi sekitar 0,79 dengan penggunaan variabel Bio8 dalam permodelan. Meskipun demikian, penggunaan semua variabel dalam permodelan ini akan meningkatkan nilai AUC mencapai sekitar 0.82 yang mengindikasikan bahwa performa maksimal dari model akan dicapai ketika semua variabel digunakan bersama-sama.

Umumnya, *A. titanum* ditemukan di habitat yang sangat ekstrem, seperti pohon gamping (kapur), tanah yang sebelumnya terbuka, atau bahkan ladang-ladang manusia. Spesies ini juga sering ditemukan di tempat-tempat yang rawan banjir, seperti gua kelas dua, hutan, dan tebing-tebing yang curam. Organisme ini ditemukan di wilayah pada kisaran 0 hingga 1.200 MDPL (Jintan dkk, 2015). Keberadaan *A. titanum* di lokasi penelitian dipengaruhi oleh iklim makro termasuk suhu rata-rata kuartal terbasah, curah hujan musiman, aspect, dan curah hujan kuartal terdingin. Curah hujan dan suhu rata-rata kuartal terdingin merupakan dua aspek iklim yang mempengaruhi perkembangan populasi *A. titanum*. Pertumbuhan tanaman pada umumnya juga dipengaruhi oleh interaksi antara variabel genetik pada tanaman dan iklim sebagai komponen lingkungan. Curah hujan memiliki peran penting dalam iklim turut memengaruhi perkembangan *A. titanum*.



Sumber : Hasil penelitian 2024

Gambar 2. Kesesuaian habitat dan potensi distribusi *A. titanum*

Hasil permodelan MaxEnt menunjukkan bahwa habitat potensial untuk pertumbuhan *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. mencakup luas area sebesar 4.870,82 hektare, yang terbagi menjadi dua kategori utama yaitu habitat sangat sesuai dan habitat sesuai. Habitat sangat sesuai mencakup 1.319,51 hektare, sementara habitat sesuai mencakup 3.551,31 hektare (Gambar. 2). Habitat sangat sesuai merupakan area dengan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan *A. titanum*. Kondisi yang ideal ini kemungkinan besar akan mendukung tingkat kelangsungan hidup yang tinggi serta pertumbuhan yang optimal serta menjadi area prioritas untuk upaya konservasi. Sebaliknya, habitat sesuai mencakup area yang lebih luas yakni 3.551,31 hektar, namun kondisi lingkungannya tidak seoptimal habitat sangat sesuai. Meskipun demikian, faktor-faktor lingkungan di habitat ini masih dalam kisaran yang dapat diterima oleh *A. titanum* untuk hidup.

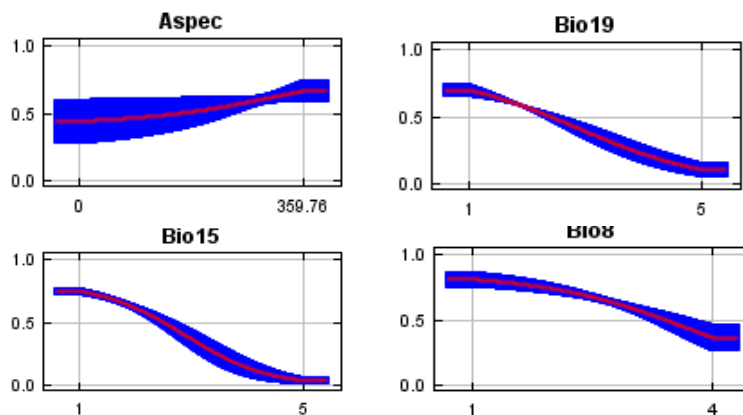
Permodelan distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. menggunakan MaxEnt menunjukkan informasi penting mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran spesies. Berdasarkan hasil permodelan, suhu rata-rata pada kuartal terbasah (Bio8) dan curah hujan musiman (Bio15) terbukti menjadi faktor utama yang menentukan distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. (Tabel. 1).

Tabel. 1 Persentase kontribusi variabel lingkungan utama dengan MaxEnt

Kode	Deskripsi	Kontribusi persen %	Kepentingan permutasi %
Bio8	Suhu rata-rata kuartal terbasah	41,7	34,8
Bio15	Curah hujan musiman	35,8	49,1
Aspect	Datangnya cahaya	12,4	12,6
Bio19	Curah hujan kuartal terdingin	10	3,4

Sumber : Hasil penelitian 2024

Suhu rata-rata pada kuartal terbasah (Bio8) memiliki kontribusi sebesar 41,7% terhadap model yang menunjukkan bahwa spesies ini cenderung berkembang di lingkungan yang hangat dan lembab selama periode tersebut. Kepentingan permutasi untuk Bio8 sebesar 34,8% mengindikasikan bahwa meskipun faktor ini penting, stabilitas model tetap cukup terjaga jika variabel ini ditukar secara acak. Berdasarkan grafik respon dari faktor lingkungan, suhu rata-rata kuartal terbasah yang sesuai untuk pertumbuhan *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. adalah sekitar 15-20°C. Grafik. 2 merupakan preferensi spesies terhadap suhu lingkungan yang berkaitan dengan pertumbuhannya.



Sumber : Hasil penelitian 2024

Grafik 2. Faktor lingkungan yang mempengaruhi distribusi *A. titanum* di lokasi penelitian

Curah hujan musiman (Bio15) menyumbang 35,8% terhadap model, dan dengan pentingnya permutasi mencapai 49,1%, ini menunjukkan bahwa pola curah hujan sepanjang musim adalah faktor yang sangat krusial bagi distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. Hal ini menegaskan bahwa spesies ini sangat bergantung pada pola curah hujan musiman yang stabil untuk pertumbuhannya. Grafik respon menunjukkan bahwa curah hujan musiman yang ideal untuk pertumbuhan *A. titanum* adalah antara 20-25%. Selain faktor-faktor iklim, aspek topografis seperti orientasi cahaya (Aspect) juga berperan dalam menentukan distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. meskipun dengan kontribusi yang lebih kecil yaitu 12,4%. Pentingnya permutasi untuk Aspect sebesar 12,6% menunjukkan bahwa variabel ini memiliki pengaruh yang moderat terhadap stabilitas model. Grafik respon menunjukkan bahwa orientasi cahaya yang sesuai adalah 350-400, yang menunjukkan preferensi terhadap orientasi tertentu yang mungkin mempengaruhi intensitas cahaya yang diterima oleh tumbuhan. Sebaliknya, curah hujan selama kuartal terdingin (Bio19) memiliki kontribusi terendah sebesar 10,0% terhadap model, dengan pentingnya permutasi hanya 3,4%. Hal ini menunjukkan bahwa curah hujan selama periode terdingin tidak begitu kritis dalam menentukan distribusi *A. titanum*, dan perubahan dalam variabel ini tidak banyak mempengaruhi stabilitas model. Grafik respon menunjukkan bahwa curah hujan kuartal terdingin yang ideal adalah antara 500 -750 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan dan distribusi *A. titanum* kurang dipengaruhi oleh kondisi curah hujan pada kuartal terdingin dalam setahun.

Distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. tidak hanya ditentukan oleh iklim makro, tetapi juga dipengaruhi oleh iklim mikro. Iklim mikro mencakup berbagai faktor seperti kelembaban, suhu,

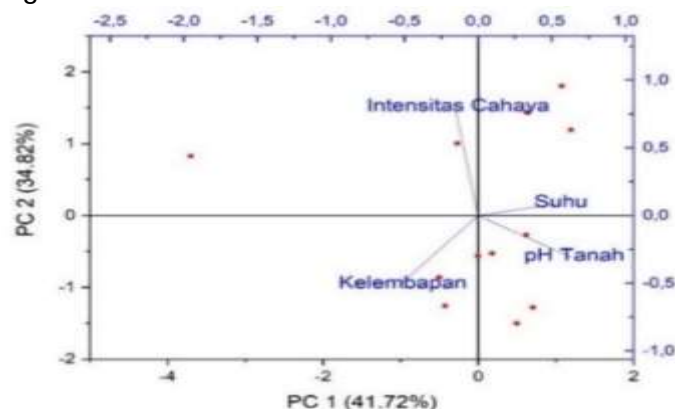
intensitas cahaya dan kualitas tanah. Hasil pengukuran lingkungan mikro dari habitat *A. titanum* menunjukkan bahwa suhu rata-rata habitat spesies tersebut sebesar 24,0 °C, kelembaban udara 2,75 dan pH tanah 6,3 (Tabel. 2).

Tabel. 2 Karakteristik mikro habitat *A. titanum* di lokasi penelitian

Faktor lingkungan	Minimum	Rata-Rata	Maksimum
Suhu udara (°C)	20,5	24,0	29,3
Intensitas cahaya	121,1	137,9	183,4
Kelembapan	2	2,75	4
pH tanah	6,2	6,3	6,7

Sumber : Hasil penelitian 2024

Hasil analisis Komponen Utama (PCA) menunjukkan, komponen utama pertama (PC1) 41,72% dari variasi total dalam data, dengan variabel suhu dan pH tanah yang memberikan kontribusi signifikan. Suhu, yang terletak di sisi kanan positif dari PC1, menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan komponen utama ini, sehingga menegaskan bahwa suhu adalah faktor penting dalam mempengaruhi pertumbuhan *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. Demikian pula, pH tanah yang juga terletak di sisi kanan positif dari PC1, meskipun kontribusinya lebih kecil dibandingkan suhu, menunjukkan bahwa pH tanah tetap memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan spesies ini. Komponen utama kedua (PC2), yang menjelaskan 34,82% dari variasi total, menunjukkan bahwa intensitas cahaya dan kelembapan adalah faktor lingkungan mikro yang signifikan. Intensitas cahaya terletak di bagian atas positif dari PC2, menunjukkan korelasi positif yang kuat, yang berarti bahwa intensitas cahaya adalah faktor penting lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan *A. titanum*. Sebaliknya, kelembapan yang terletak di bagian bawah negatif dari PC2 menunjukkan korelasi negatif, mengindikasikan bahwa pertumbuhan *A. titanum* mungkin lebih baik di kondisi yang tidak terlalu lembap. Selain itu, interaksi antara variabel-variabel ini juga menunjukkan beberapa pola menarik. Misalnya suhu dan intensitas cahaya tidak memiliki korelasi langsung yang kuat satu sama lain tetapi keduanya berpengaruh signifikan pada pertumbuhan spesies ini. Suhu dan pH tanah berada di kuadran yang sama pada PC1, menunjukkan adanya korelasi positif antara kedua variabel ini dalam mempengaruhi pertumbuhan. Sebaliknya, kelembapan dan intensitas cahaya menunjukkan korelasi negatif, yang berarti bahwa kondisi pertumbuhan optimal untuk *A. titanum* memerlukan intensitas cahaya tinggi dan kelembapan rendah. Berdasarkan hasil PCA ini, dapat disimpulkan bahwa suhu dan intensitas cahaya adalah faktor lingkungan mikro yang paling signifikan. Intensitas cahaya adalah salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan dan regenerasi bunga bangkai. Aroma atau bau khas spesies ini dapat menarik berbagai serangga. Menurut Jintan dkk (2015), serangga ini membantu proses penyerbukan yang berujung pada perkembangan buah.

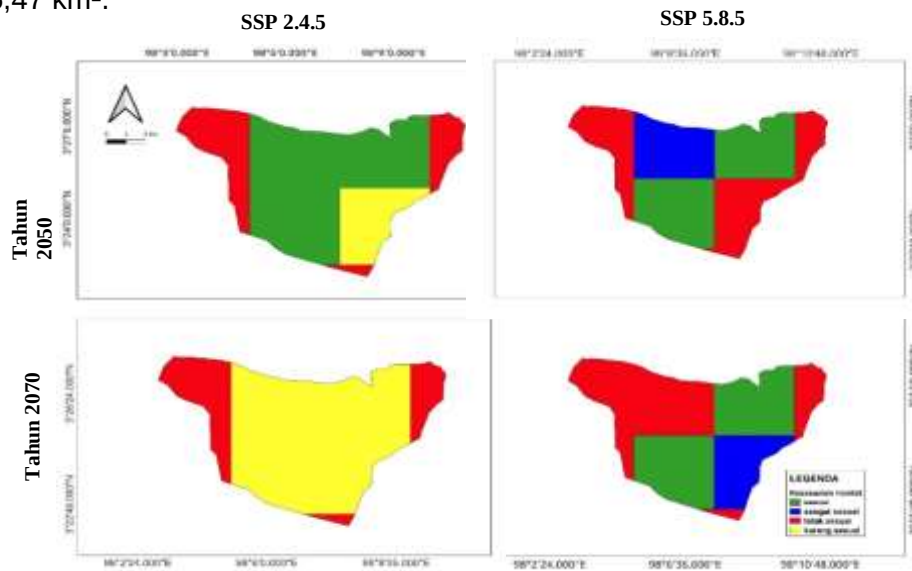


Sumber : Hasil peneltian 2024

Gambar 3. Hasil analisis PCA iklim mikro dari habitat *A. titanum*

Proyeksi Distribusi Geografis *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc

Proyeksi kesesuaian habitat dan distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc pada tahun 2050 dan 2070 sangat penting untuk upaya konservasi, pemahaman ekologi, dan kebijakan lingkungan. Berdasarkan hasil proyeksi permodelan MaxEnt untuk *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc pada tahun 2050 dan 2070 dengan menggunakan dua skenario SSP (Shared Socio-economic Pathways), yaitu SSP 2.4.5 dan SSP 5.8.5, dapat disimpulkan bahwa skenario SSP 2.4.5 yang berfokus pada pengembangan teknologi berkelanjutan lebih mendukung habitat yang sesuai untuk *A. titanum* dibandingkan dengan skenario SSP 5.8.5 yang lebih fokus pada efisiensi produksi dan keuntungan ekonomi tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan. Pada skenario SSP 2.4.5 untuk tahun 2050, area yang sesuai (berwarna hijau) meningkat signifikan menjadi 5.254,46 km², mencakup Sebagian besar wilayah di bagian tengah dan utara, sementara area kurang sesuai (berwarna merah) muncul dengan luas 1.319,51 km² di bagian barat dan timur, dan area tidak sesuai (berwarna biru) berkurang menjadi 1.975,47 km².



Sumber : Hasil penelitian 2024

Gambar 4. Proyeksi kesesuaian habitat dan distribusi *A. titanum*

Tabel. 3 Kesesuaian habitat *A. titanum* tahun 2024, 2050, dan 2070

Kriteria	Saat ini (2024)	Proyeksi			
		2050		2070	
		SSP 2.4.5	SSP 5.8.5	SSP 2.4.5	SSP 5.8.5
Sangat sesuai	1.319,51	-	1.703,14	-	1.703,14
Sesuai	3.551,31	5.254,46	3.551,31	-	3.551,31
Kurang sesuai	-	1.319,51	-	6.573,97	-
Tidak sesuai	3.678,62	1975,47	3.294,99	1.061,13	3.294,99

Sumber : Hasil penelitian 2024

Pada tahun 2070, skenario ini menunjukkan penurunan area sesuai menjadi nol, namun area sangat sesuai (berwarna kuning) tetap tidak berubah sebesar 1.703,14 km², dan area kurang sesuai meningkat drastis menjadi 6.573,97 km² mencakup sebagian besar wilayah, sementara area tidak sesuai berkurang menjadi 1.061,13 km². Sebaliknya, skenario SSP 5.8.5 menunjukkan bahwa pada tahun 2050, area sangat sesuai bertambah menjadi 1.703,14 km² mencakup bagian tenggara, dan area sesuai tetap sebesar 3.551,31 km² berada di bagian tengah dan selatan, sementara tidak ada area kurang sesuai, dan luas area tidak sesuai adalah 3.294,99 km², berada di bagian utara dan tengah. Pada tahun 2070, skenario ini tidak menunjukkan perubahan signifikan dengan area sangat sesuai tetap sebesar 1.703,14 km², area sesuai tetap sebesar 3.551,31 km², dan area tidak sesuai tetap sebesar 3.294,99 km². Data kesesuaian habitat *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc saat ini (2024) menunjukkan luas area sangat sesuai sebesar 1.319,51 km², area sesuai sebesar 3.551,31 km², dan area tidak sesuai sebesar 3.678,62 km². Dari hasil ini, terlihat bahwa skenario SSP 2.4.5 memberikan hasil yang lebih menguntungkan bagi keberlangsungan habitat *A. titanum* dibandingkan dengan skenario SSP 5.8.5, yang cenderung mempertahankan area yang tidak sesuai untuk habitat tanaman ini. Skenario SSP 2.4.5 mendukung peningkatan area yang sesuai dan sangat sesuai pada tahun 2050, meskipun pada tahun 2070 area kurang sesuai mendominasi. Skenario SSP 5.8.5, meskipun menunjukkan peningkatan area sangat sesuai pada tahun 2050, tidak menunjukkan perubahan signifikan pada tahun 2070, dengan tetap mempertahankan area tidak sesuai yang cukup tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa pengembangan berkelanjutan yang diusung oleh skenario SSP 2.4.5 lebih efektif dalam menjaga keberlanjutan habitat *A. titanum* di masa depan.

Berdasarkan hasil permodelan MaxEnt, luas habitat yang sesuai untuk pertumbuhan *A. titanum* mencapai 4.870,82 Ha yang terdiri dari 1.319,51 Ha sangat sesuai dan 3.551,31 Ha sesuai. Habitat yang sesuai untuk pertumbuhan tumbuhan ini hanya seluas 13,71 % dari total daerah penelitian. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi pertumbuhan *A. titanum* di lokasi mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Nursanti dkk (2019), yang menyatakan bahwa *A. titanum* ini merupakan tumbuhan endemik.

Iklim memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc. Pola iklim akan berdampak pada perubahan kesesuaian habitat dan distribusi *A. titanum*. Hasil permodelan proyeksi distribusi *A. titanum* di lokasi penelitian menunjukkan bahwa skenario SSP 2.4.5 yang berfokus pada pengembangan teknologi berkelanjutan lebih mendukung habitat yang sesuai serta memberikan hasil yang lebih menguntungkan bagi habitat spesies ini dibandingkan dengan skenario SSP 5.8.5. Menurut Rubenstein dkk (2023), hal ini dapat terlihat jelas bahwa perubahan iklim berdampak signifikan pada distribusi dan kelestarian tumbuhan. Penelitian menunjukkan bahwa banyak spesies tumbuhan mengalami pergeseran wilayah distribusi sebagai respons terhadap perubahan suhu dan pola curah hujan. Misalnya, beberapa spesies bergerak ke arah kutub atau ke daerah dengan ketinggian yang lebih tinggi untuk menyesuaikan dengan kondisi yang lebih dingin. Ancaman terhadap kelestarian tumbuhan juga meningkat dengan adanya perubahan iklim. Fenomena seperti perubahan fenologi (waktu berbunga dan berbuah), penyebaran spesies invasif dan frekuensi serta intensitas kebakaran hutan mengancam keberlangsungan banyak spesies tumbuhan (Wilyasari dkk, 2020).

Meskipun demikian, melalui permodelan dengan SSP 5.8.5 yang dimana lebih fokus pada efisiensi produksi dan keuntungan ekonomi tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan menunjukkan kecenderungan peningkatan daerah distribusi *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc pada tahun 2050 dan 2070. Perubahan iklim dapat meningkatkan potensi daerah sesuai dengan kondisi mikrohabitat yang cocok melalui beberapa mekanisme yang saling berkaitan. Pertama, perubahan iklim dapat menyebabkan peningkatan suhu global dan perubahan pola presipitasi yang mempengaruhi distribusi dan ketersediaan mikrohabitat. Mikrohabitat yang menawarkan kondisi suhu yang lebih stabil atau teduh dapat menjadi lebih penting sebagai tempat berlindung bagi berbagai spesies saat suhu lingkungan eksternal meningkat (Yuliana & Indarjo, 2018). Sementara itu kondisi mikrohabitat yang optimal juga dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti eksposur terhadap matahari, topografi, dan vegetasi lokal, yang semuanya dapat dimodifikasi oleh perubahan iklim. Misalnya, peningkatan suhu dapat menyebabkan vegetasi berpindah ke daerah yang lebih tinggi, mengubah ketersediaan habitat dan menciptakan daerah baru yang sesuai untuk spesies tertentu (Fitri, 2019). Meskipun terdapat potensi peningkatan luasan daerah yang sesuai untuk pertumbuhan *A. titanum* di lokasi penelitian, namun hasil permodelan menunjukkan terdapat perubahan pola distribusinya antara tahun 2050 dan 2070. Pola daerah distribusi pada pertumbuhan *A. titanum* mengalami perpindahan tempat atau imigrasi pada habitat aslinya. Hal ini akan mempengaruhi pertumbuhan *A. titanum* semakin menurun. Penurunan populasi pertumbuhan pada *A. titanum* ini diakibatkan oleh adanya perubahan iklim yang mengakibatkan kerusakan habitat dan menghilangkan beragam spesies (Nursanti dkk, 2019). Oleh karena itu upaya konservasi yang dilakukan untuk mendukung kegiatan konservasi ex-situ tumbuhan langka perlu ditingkatkan. Dengan demikian pengenalan dan kelestarian spesies dalam ruang lingkup pendidikan formal dapat tercapai dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc sebanyak 12 individu/ha. Karakteristik habitat bunga bangkai *Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc yaitu hidup pada daerah rata maupun pada perbukitan yang curam dengan ketinggian 0-1200, dengan suhu rata-rata 24,0°C, pH 6-3, intensitas cahaya 137,9 lux, dan kelembapan 2,75%. Daerah distribusi georafis *A. titanum* di lokasi penelitian seluas 8549,44 Ha dan diproyeksikan akan meningkat antara 5.254,45 Ha pada tahun 2050 dan 2070, namun terjadi perpindahan daerah distribusi pada lokasi tersebut. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan lebih banyak distribusi bunga bangkai *A. titanum* di lokasi yang berbeda sebagai upaya menyadarkan masyarakat setempat untuk menjaga kelestarian hutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada semua pihak yang terkait dalam hal ini dan berkontribusi sampai selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, W., Zuhud, E. A., Hikmat, A., Sunarmintob, T., Siregar, I. Z. (2019). Populasi dan struktur komposisi vegetasi habitat bunga bangkai (*Amorphophallus titanum* [Becc.] Becc. Ex Arcang) di kawasan hutan Bengkulu. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 9(2), 241-257.
- Fitri, W.M. (2019). 'Amorphophallus titanum Bunga Endemik Sumatra', *Jurnal Universitas Sebelas Maret*, 1(1), pp. 24–31.
- Iqbal, Z., Shahid, S., Ahmed, K., Ismail, T., Ziarh, G. F., Chung, E. S., & Wang, X. (2021). Evaluation of CMIP6 GCM rainfall in mainland Southeast Asia. *Atmospheric Research*, 254, 105525.
- Jintan, J., Yuzammi, Y., Suwastika, I. N., & Pitopang, R. (2015). Studi Beberapa Aspek Botani *Amorphophallus paeoniifolius* Dennst. Nicolson (Araceae) di Lembah Palu. *Natural Science*:

Journal of Science and Technology, 4(1).

- Malik, A. A., Anggreany, R., Sari, M. W., Walid, A. (2020). Keanekaragaman hayati flora dan fauna di kawasan taman nasional bukit barisan selatan (TNBBS) resort merpas bintuhan kabupaten kaur. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 1(1), 35-42.
- Mufida, S. (2021). Eksplorasi dan identifikasi tumbuhan famili araceae di kawasan Tahura sebagai pengembangan perangkat pembelajaran biologi di FKIP UISU (Doctoral dissertation, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Islam Sumatera Utara).
- Normasiwi, S. (2015). 'Eksplorasi flora di kawasan hutan lindung Gunung Talamau, Sumatera Barat dan hutan lindung Gunung Sibuatan, Sumatera Utara untuk pengayaan koleksi Kebun Raya Cibodas', 1, pp. 501– 508.
- Napitupulu, D. & Yulianti, F. (2024). Dampak Pengembangan Taman Wisata Gunung Lauser Terhadap Kondisi Perekonomian Di Desa Ketambe. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, 9(2.1), 444-457.
- Nursanti, N., Wulan, C., Felicia, M. R. (2019). Bioekologi Bunga Bangkai (*Amorphophallus titanum* (Becc.) Becc.) di Desa Muara Hemat Resort Kerinci Selatan Taman Nasional Kerinci Seblat. *Jurnal Silva Tropika*, 3(2), 162-174.
- Wilyasari, R. S., Yulianty, Y., Zulkifli, Z., & Nurcahyani, E. (2020). Morphological Characteristics of Araceae Plants in Liwa Botanical Garden, West Lampung. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati (J-BEKH)*, 7(1), 35-40.
- Rubenstein, M. A., Weiskopf, S. R., Bertrand, R., Carter, S. L., Comte, L., Eaton, M. J., Thompson, L. M. (2023). Climate change and the global redistribution of biodiversity: substantial variation in empirical support for expected range shifts. *Environmental Evidence*, 12(1), 1-21.
- Yuliana, Y. & Indarjo, S. (2018). Pengembangan Ekowisata Batu Katak Melalui Metode Swot Analisis. In *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)* (Vol. 1, No. 2, pp. 231-237).