



e-ISSN: 2460-1519

p-ISSN: 0125-961X

<https://publikasikr.lipi.go.id/index.php/buletin>

# Buletin Kebun Raya

*The Botanic Gardens Bulletin**Scientific Article*

## STUDI KESESUAIAN HABITAT *Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore DENGAN PENDEKATAN PENGINDRAAN JAUH DI KAWASAN HUTAN BUKIT TAPAK, BEDUGUL, BALI

*The use of remote sensing for characterizing habitat preferences of Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore on Mount Tapak Forest, Bedugul, Bali

I Dewa Putu Darma\*, Sutomo, Rajif Iryadi

Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya – Kebun Raya “Eka Karya” Bali – LIPI  
Candikuning, Baturiti, Tabanan, Bali 82191

### Informasi Artikel

Diterima/Received : 15 Oktober 2020

Disetujui/Accepted : 28 Agustus 2021

Diterbitkan/Published : 31 Agustus 2021

\*Koresponden E-mail :  
idpdarma@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i2.627>

### Cara mengutip

Darma IDP, Sutomo, Iryadi R. 2021. Studi kesesuaian habitat *Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore dengan pendekatan penginderaan jauh di kawasan hutan bukit Tapak, Bedugul, Bali. *Buletin Kebun Raya* 24(2): 93-103.  
DOI: <https://doi.org/10.14203/bkr.v24i2.627>

### Kontributor

#### Kontributor Utama/Main author:

I Dewa Putu Darma  
Sutomo  
Rajif Iryadi

#### Kontributor Anggota/Author member:

-

**Keywords:** distribution, tree fern, model, multispectral

**Kata Kunci:** model, multispektral, paku pohon, penyebaran

### Abstract

*Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore is a tree fern prioritized for conservation (CITES Appendix II). Its natural distribution is in the Lesser Sunda Islands, where just ten specimens of *D. blumei* are known from Bali. The study aimed to obtain information on habitat suitability and location directions for the reintroduction of *D. blumei* species in Bukit Tapak, Bedugul, Bali. Modelling is carried out using the maximum entropy method using Maxent software. The data used in the current research is topographic, climatic and soil data where *D. blumei* points are scattered in Bali, then combined with the presence of *Alsophila latebrosa* as one of the substrates of the *D. blumei* species in nature. The model's performance showed a significant area under the curve (AUC) training data value of 0.997 and the AUC test data value of 0.967. The most dominant climate variable which is b10. The zoning suitability of the *D. blumei* habitat is also quite wide, namely  $\pm 15$  km<sup>2</sup> in the Bedugul area. Detailed location points for reintroduction/restoration directions are obtained by interpreting Pleiades imagery through the statistical calculation process of the spectral library from the canopy of *A. latebrosa*. The results of detection with the Pleiades image interpretation approach obtained an accuracy of 88%. The combined effects of information on the habitat suitability of *D. blumei* and the distribution points of *A. latebrosa* showed 28 points of location that predicted suitable for the reintroduction activities of *D. blumei* in the southwest to the northwest of Bukit Tapak.

### Abstrak

*Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore merupakan salah satu jenis paku pohon yang diprioritaskan untuk dikonservasi sebagaimana yang diamanatkan di dalam CITES *appendix* II. Salah satu sebaran alaminya adalah Kepulauan Sunda Kecil dimana tercatat ada sepuluh spesimen *D. blumei* di Bali (Batukaru dan Bedugul). Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi mengenai kesesuaian habitat dan arahan lokasi untuk reintroduksi jenis *D. blumei* di Bukit Tapak, Bedugul, Bali. Permodelan dilakukan dengan metode maksimum entropi (Maxent). Data yang digunakan dalam penelitian adalah topografi, iklim dan tanah dimana tersebar titik *D. blumei* di Bali. Data tersebut kemudian digabungkan dengan data keberadaan *Alsophila latebrosa* sebagai salah satu inang tumbuh dari *D. blumei* di alam. Performa model menunjukkan hasil yang luar biasa dengan nilai *training data Area Under the Curve* (AUC) sebesar 0,997 dan nilai *test data* AUC sebesar 0,967. Variabel iklim yang paling dominan adalah b10 (rerata suhu pada quartal terpanas) yaitu 25,8%. Zonasi kesesuaian habitat *D. blumei* juga cukup luas yaitu  $\pm 15$  km<sup>2</sup> pada kawasan Bedugul (Kabupaten Tabanan dan Buleleng). Detail titik lokasi untuk arahan reintroduksi/restorasi didapatkan dengan menggunakan interpretasi citra *Pleiades* melalui proses perhitungan statistik *spectral library* dari kanopi *A. latebrosa*. Hasil deteksi dengan pendekatan interpretasi citra *Pleiades* diperoleh akurasi sebesar 88%. Hasil penggabungan informasi kesesuaian habitat *D. blumei* dan titik sebaran *A. latebrosa* menunjukkan 28 titik lokasi di bagian barat daya hingga barat laut Bukit Tapak yang diprediksi sesuai sebagai lokasi reintroduksi *D. blumei*.

## PENDAHULUAN

Pada umumnya pengumpulan data ekologi dilakukan hanya untuk tujuan analisis studi populasi. Keberhasilan usaha restorasi maupun reintroduksi sangat ditentukan oleh data ekologi habitat yang dapat memberikan informasi kesesuaian habitat suatu jenis tumbuhan (Sutomo & Fardilla 2013). Dale (1999) menyebutkan bahwa data distribusi spasial dan pola spasial suatu jenis tumbuhan di alam dapat memberikan gambaran rekomendasi kesesuaian habitat suatu jenis tumbuhan jika dilakukan reintroduksi di suatu kawasan. Reintroduksi merupakan salah satu usaha untuk memulihkan kembali populasi liar suatu jenis di lokasi yang secara historis pernah ditemukan, sehingga dapat memulihkan keberadaan jenis dan memulihkan kondisi ekosistem (Armstrong et al. 2018).

*Dicksonia blumei* (Kunze) T.Moore merupakan salah satu jenis paku pohon yang sedang dikaji untuk program reintroduksi di kawasan Bukit Tapak. Jenis ini termasuk marga *Dicksonia* dalam anggota suku Cyatheaceae (Holttum 1963). Merujuk pada data *Kew Botanic Garden* (2021), jenis ini tersebar alami di Sumatra, Jawa, dan Kepulauan Sunda Kecil. Penelitian mengenai persebaran jenis paku pohon masih jarang dilakukan di Bali.

Menurut Hanum et al. (2014), setidaknya terdapat tiga jenis paku pohon yang tersebar alami di kawasan Bukit Pohen Bali, yaitu *Dicksonia blumei*, *Sphaeropteris glauca* (Blume) R.M.Tryon dan *Alsophila latebrosa* Wall. ex Hook. Dari ketiga jenis tersebut, *D. blumei* adalah jenis yang paling sedikit populasinya di alam, sedangkan yang terbanyak adalah *A. latebrosa*. *D. blumei* termasuk salah satu jenis paku pohon yang menjadi prioritas konservasi di

Indonesia, walaupun jenis tersebut belum masuk di dalam daftar merah *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) (Risna et al. 2010). Maraknya pengambilan *D. blumei* di alam untuk keperluan tanaman hias, media tumbuh tanaman, dan kerajinan oleh masyarakat menyebabkan populasinya di alam semakin menurun. Pembatasan kuota dagang *D. blumei* telah diatur dalam peraturan perundang-undangan dengan masuknya jenis ini di dalam CITES *appendix II* (Hartini 2006).

Kebersamaan *A. latebrosa* dengan *D. blumei* di habitatnya didasari oleh kebutuhan substrat untuk tumbuhnya spora sebagai penunjang dalam penyebaran *D. blumei* di alam (Gambar 1a) (Walker 2013; Darma et al. 2015). Menurut Hartini (2006), spora dan bibit *D. blumei* berkecambah dan tumbuh paling baik pada media cacahan batang pakis paku pohon. Sebagai salah satu jenis paku pohon, *A. latebrosa* termasuk salah satu dari lima jenis tumbuhan inang (phorophyte) sebagai media tumbuh yang paling disukai paku epifit di kawasan hutan Bedugul Bali (Darma et al. 2018). Selain itu, *A. latebrosa* mempunyai hubungan kekerabatan dengan *D. blumei*, meskipun marga *Alsophila* dianggap lebih primitif berdasarkan catatan fosil (Large & Braggins 2004).

Penelitian mengenai permodelan habitat suatu jenis dengan memanfaatkan data pengindraan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) dapat membantu dalam mendeskripsikan variabel lingkungan yang berkaitan dengan vegetasi, lanskap, dan iklim. Variabel lingkungan tersebut dimodelkan salah satunya dengan menggunakan metode maksimum entropi atau Maxent. Saatchi et al. (2008) menjelaskan bahwa variabel data pengindraan jauh dan iklim yang diolah bersama dapat menghasilkan model distribusi terbaik.



**Gambar 1.** Perawakan *D. blumei*. (a) Kebersamaan *D. blumei* dengan *A. latebrosa* di alam, (b). Anakan *D. blumei* yang tumbuh pada rimpang *A. latebrosa*. (sumber: Darma et al. 2015)

Kepunahan sesuatu jenis tumbuhan dapat dipicu oleh hilangnya habitat (Chapin *et al.* 2011). Mengingat populasi *D. blumei* di kawasan hutan Bukit Tapak sangat terbatas, maka diperlukan upaya reintroduksi jenis tersebut di alam. Studi kesesuaian habitat dapat digunakan untuk mendukung keberhasilan reintroduksi suatu jenis tumbuhan (Sutomo 2021). Pendekatan data lokasi *D. blumei* yang dikombinasikan dengan parameter fisik lingkungan dapat memberikan gambaran model mengenai kesesuaian habitat jenis ini.

Pada habitat alamnya, beberapa jenis *Dicksonia* bersifat hemi-epifit, sehingga bibit *Dicksonia* muda tumbuh menempel pada batang *Cyathea* yang nantinya saat dewasa akarnya akan tumbuh ke bawah dan berakar ke tanah (Adjie & Kurniawan 2012). Kondisi tersebut juga dijumpai pada *D. blumei* dimana anakan yang tumbuh dijumpai menempel pada batang *A. latebrosa* (Gambar 1b). *A. latebrosa* merupakan salah satu inang yang baik untuk pertumbuhan bibit *D. blumei*, sehingga keberadaan jenis ini dapat diasosiasikan dengan keberadaan *D. blumei* di alam. Namun demikian, kajian yang lebih empiris dan detail perlu dilakukan di kemudian hari.

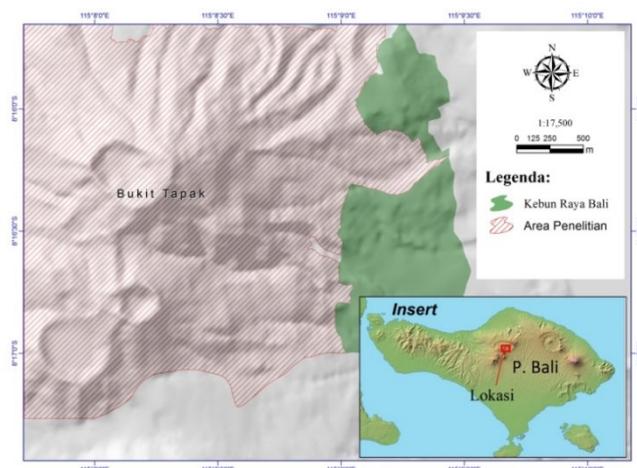
Rekomendasi upaya reintroduksi *D. blumei* idealnya dilakukan dengan memperhatikan kesesuaian habitat dan informasi keberadaan populasi *A. latebrosa*. Pemanfaatan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG) dan analisis penginderaan jauh dapat digunakan untuk melengkapi informasi keberadaan sebaran *A. latebrosa* serta dilengkapi dengan data ekologi hasil permodelan dengan variabel fisik lingkungannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian habitat untuk reintroduksi *D. blumei* melalui pendekatan informasi spasial dengan memanfaatkan informasi karakteristik lingkungan dan data sebaran *A. latebrosa* sebagai salah satu inang penting bagi bibit *D. blumei*. Penyusunan informasi hasil studi distribusi dan kondisi fisik lokasi tumbuhan yang terancam punah/langka/endemik dapat dijadikan dasar penelusuran dalam interpretasi kawasan yang memiliki kondisi fisik wilayah yang memiliki kesamaan maupun dipandang sesuai jika dilakukan restorasi maupun reintroduksi suatu jenis tumbuhan tertentu.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan waktu penelitian

Pada penelitian ini, area lingkup pengolahan untuk penyusunan model dilakukan pada area Bali yang luasnya mencapai 5.780,06 km<sup>2</sup> (BPS Bali 2020). Fokus penelitian dilakukan di kawasan hutan Bukit Tapak, Bedugul, Bali dan kawasan Kebun Raya “Eka Karya” Bali (KREKB), Kabupaten Tabanan, Bali (Gambar 2) yang dilaksanakan pada 06 Februari–20 November 2019. Secara geografis, lokasi

penelitian dilakukan pada 8,094°–8,533° LS dan 114,432°–115,697° BT, dengan luasan area sekitar ± 767,12 km<sup>2</sup>. Kondisi lingkungan Bukit Tapak yang memiliki puncak ketinggian 1909 m dpl. berada pada kawasan Bedugul dengan karakter lanskap dataran tinggi. Curah hujan kawasan Bukit Tapak adalah 2.060 mm/tahun dengan musim hujan pada bulan November–April dengan rerata curah hujan 295,23 mm/bulan, sedangkan musim kemarau pada bulan Mei–September dengan rerata 42,6 mm/bulan (Kebun Raya Eka Karya Bali 2019). Menurut klasifikasi iklim Schmidt-Ferguson, kawasan penelitian termasuk tipe iklim A dengan kondisi daerah sangat basah hutan hujan tropis. Jenis vegetasi penyusunan kawasan Bukit Tapak yang berbatasan langsung dengan Kebun Raya “Eka Karya” Bali merupakan jenis vegetasi campuran kawasan tropis yang memiliki tumbuhan khas seperti: *Casuarina junghuhniana* Miq., *Dacrycarpus imbricatus* (Blume) de Laub., *Pinanga arinasae* J.R. Witono, *Dicksonia blumei*, dan *Euchresta horsfieldii* (Lesch.) Benth. (Sumantera 2004), walaupun terdapat sebagian kawasan hutan reboisasi yang didominasi oleh *Liquidambar excelsa* (Noronha) Oken.



**Gambar 2.** Area penelitian sebaran di Kawasan Kebun Raya “Eka Karya Bali dan Bukit Tapak, Kabupaten Tabanan, Bali.

### Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah data citra satelit resolusi tinggi Pleiades 2014, data Demnas daerah Bali yang memiliki resolusi 0,27 arcsecond (Badan Informasi Geospasial 2019). Jenis tanah diperoleh dari peta tanah FAO (<http://www.fao.org/>). Data iklim menggunakan data *Bioclimatic* dari *Normals Climate Data 1971–2000* dengan resolusi spasial ~928 m (<https://pubs.usgs.gov/>). Data keberadaan titik *D. blumei* total terdapat 10 titik yang diperoleh dari data lapangan, *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) tersebar di Gunung Batukaru-Bali dan data penelitian sebelumnya yang ditemukan di Bedugul-Bali (Hanum *et al.* 2014; Darma *et al.* 2015). Permodelan dilakukan dengan metode Maxent dimana probabilitas distribusi target

diidentifikasi berdasarkan konvergensi optimal pada entropi maksimum dengan menggunakan aplikasi Maxent 3.4.4 (Phillips et al. 2006; Phillips et al. 2021). Aplikasi Maxent dapat mengolah data fisik lingkungan baik yang bersifat kontinu maupun kategorial dengan memperhatikan sebaran lokasi jenis yang ditemukan untuk dilakukan prediksi kesesuaian habitat jenis tertentu (Phillips & Dudik 2008). Pengolahan data spasial menggunakan QGIS 3.16 dan peralatan lapangan yang digunakan antara lain GPS, pita meteran, *soil tester*, kompas brunton, lutron meter dan kamera.

## Metode Penelitian

### a. Perolehan variabel

Beberapa kategori untuk perolehan model distribusi umumnya menggunakan relevansi biologis suatu tumbuhan (Gogol-Prokurat 2011). Pada penelitian ini digunakan variabel iklim, topografi (elevasi dan kelerengan), dan jenis tanah. Paket data iklim pada *bioclimatic* terdapat 19 data (nantinya diberikan urutan dengan kode b ke-n). Kode data b1 sampai b11 menunjukkan informasi mengenai kondisi suhu lingkungan, sedangkan b12 sampai b19 memberikan informasi data hujan (Tabel 1.).

**Tabel 1.** Detail paket data dari WorldClim Version 2.1.

No	Kode data	Keterangan data
1	b1	Rerata suhu tahunan
2	b2	Rerata rentang diurnal
3	b3	<i>Isothermality</i>
4	b4	Suhu musiman
5	b5	Suhu maksimum dari bulan terpanas
6	b6	Suhu minimum dari bulan terdingin
7	b7	Suhu rentang tahunan
8	b8	Rerata suhu pada kuartal terbasah
9	b9	Rerata suhu pada kuartal terkering
10	b10	Rerata suhu pada kuartal terpanas
11	b11	Rerata suhu pada kuartal terdingin
12	b12	Hujan tahunan
13	b13	Hujan pada bulan terbasah
14	b14	Hujan pada bulan terkering
15	b15	Hujan musiman
16	b16	Hujan kuartal terbasah
17	b17	Hujan pada kuartal terkering
18	b18	Hujan pada kuartal terpanas
19	b19	Hujan pada kuartal terdingin

Sumber: <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>

Data topografi diperoleh dari data demnas. Data ini nantinya memiliki informasi mengenai tingkat elevasi dan turunan datanya dihasilkan kelas kelerengan. Perbedaan tingkat resolusi antara data topografi dan iklim tersebut nantinya menyesuaikan ke input skala yang paling kecil, yaitu ke data iklim. Variabel jenis tanah

diperoleh dari peta tanah. Karakter peta tanah ini lebih bersifat kategorial, sehingga dalam pengolahannya digunakan sebagai kategorial. Data topografi dan iklim merupakan data kontinu yang berdasarkan satuan nilai angka satuan.

### b. Model kesesuaian habitat

Pendekatan nilai entropi menggunakan Maxent membutuhkan data masukan lokasi sebaran *D. blumei* dan variabel-variabel dari topografi (elevasi dan lereng), tanah, dan iklim. Data iklim yang jumlahnya ada 19 data, nantinya dilakukan uji kolinearitas untuk menyeleksi jenis data iklim yang akan digunakan. Uji kolinearitas ini dimaksudkan untuk memilih jenis parameter yang memiliki nilai korelasi yang tinggi ( $> 0,7$  atau kurang dari  $-0,7$ ) dan data yang memiliki kriteria tersebut digunakan untuk variabel pengolahan dalam Maxent (Gogol-Prokurat 2011). Data elevasi diperoleh dari data demnas dan diturunkan menjadi kelas lereng untuk mendapatkan variabel kelerengan. Jenis tanah dalam pengolahannya digunakan sebagai jenis data kategorial, sehingga sebagai pembatas area yang lebih spesifik. Kelebihan Maxent dapat mengombinasikan variabel yang bersifat kontinu dan kategorial dalam pemodelannya (Phillips & Dudik 2008). Evaluasi hasil model dilakukan dengan AUC (*Area Under the Curve*) dengan metode *Receiver Operating Characteristic* (ROC) (Crego et al. 2014). ROC bekerja dengan membandingkan sensitivitas dan 1-spesifisitas. Sensitivitas menunjukkan seberapa baik model memprediksi kehadiran, sedangkan spesifisitas menunjukkan seberapa baik model memprediksi ketidakhadiran (Phillips et al. 2006). Nilai AUC nantinya diklasifikasikan berdasarkan rentang nilainya, yaitu: buruk ( $AUC < 0,7$ ), diterima ( $0,7 \leq AUC < 0,8$ ), baik sekali ( $0,8 \leq AUC < 0,9$ ) dan luar biasa ( $AUC \geq 0,9$ ) (Hosmer & Lemeshow 2000).

### c. Preferensi kesesuaian habitat di lokasi

Kesesuaian habitat *D. blumei* pada kawasan Bukit Tapak dapat menjadi informasi mengenai lokasi yang potensial untuk tumbuhnya jenis ini. Dalam kaitannya dengan usaha reintroduksi, penentuan lokasi yang tepat dan terarah dapat dilakukan dengan menggunakan keterkaitan *D. blumei* dengan jenis inangnya, yaitu *A. latebrosa*. Batang *A. latebrosa* diketahui dapat dijadikan substrat yang baik untuk pertumbuhan spora maupun bibit *D. blumei* (Darma et al. 2015). Kondisi lingkungan *D. blumei* di kawasan Bukit Tapak tercatat memiliki rerata pH tanah 6,6, kelembapan tanah 58,4%, kelembapan udara 85,2% dan elevasi area ditemukannya *D. blumei* 1.768 m dpl. (Darma et al. 2015). Data tersebut nantinya dilengkapi lagi dengan pengukuran di lapangan menggunakan *soil tester*, *lux meter* dan kompas brunton untuk kelerengan.

*A. latebrosa* memiliki kelimpahan yang cukup tinggi di Bukit Tapak, bahkan dalam satu plot dapat mencapai 80 individu dewasa (Hanum et al. 2014). Oleh karena jenis tersebut memiliki kelimpahan yang tinggi dan merupakan inang yang baik untuk pertumbuhan bibit *Dicksonia*, maka pendekatan pengindraan jauh dengan data citra resolusi tinggi menggunakan Pleiades multispektral dapat menjadi alternatif dalam melihat sebaran titik individu.

Pendekatan spektral citra Pleiades (2014) yang memiliki 4 band spektral yaitu biru, hijau, merah dan infra merah dekat (NIR) dimaksudkan untuk mendapatkan *spectral library* (Aslan et al. 2016) nilai *pixel* dari objek *A. latebrosa*. Proses pengumpulan data nilai spektral tersebut dengan mengumpulkan lokasi tutupan *A. latebrosa* secara *purposive* di Kebun Raya “Eka Karya” Bali. Setiap sampel dilakukan identifikasi nilai band spektralnya untuk diketahui nilai *pixel* objek vegetasi *A. latebrosa*.

Nilai spektral identifikasi objek tersebut dijadikan rujukan untuk *spectral library* dalam identifikasi titik sebaran menggunakan analisis klasifikasi *Flexible Statistical Expert Based* (FSEB) (Aslan et al. 2016). Nilai *pixel* citra *Pleiades* resolusi tinggi pada empat saluran tersebut diperoleh untuk setiap objek *A. latebrosa* pada koleksi Kebun Raya “Eka Karya” Bali. Dengan menggunakan pendekatan nilai rerata *pixel*, setiap objek sampel dilakukan perlakuan dengan membatasi nilai standar deviasi 0,25 yang bertujuan untuk menyempitkan objek segmentasi objek tertentu agar lebih detail dan mengurangi *margin error*. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengenali *A. latebrosa*, sehingga didapatkan pendekatan:

$$Ki(max/min) = \bar{x} \pm (0,25 \times Sd)$$

Keterangan:

Ki(max/min) : nilai batas atas (+) atau batas bawah (-) kelas nilai *pixel* objek *i*

$\bar{x}$  : rerata nilai *pixel* objek *i*

Sd : nilai standar deviasi

Hasil kalkulasi tersebut kemudian dijadikan model untuk pendekatan kondisional dimana:

$$\text{if } Ki(min) \leq \text{band } i \text{ } Ki(min) \text{ then band } i = 1, \text{ otherwise band } i = 0$$

(Aslan et al. 2016)

Hasil analisis tersebut diuji di lapangan untuk mengetahui akurasi pemetaan persebaran *A. latebrosa* dengan menggunakan rumus uji pemetaan dari Congalton (1991). Uji pemetaan dengan menghitung nilai *Overall Accuracy* (OA), *Producer's Accuracy* (PA), dan *User's Accuracy* (UA). Nilai OA merupakan nilai persentase dari *pixel* yang terkelaskan dengan sempurna, kemudian nilai PA menunjukkan nilai persentase peluang rata-rata

dari *pixel* yang akan diklasifikasikan dengan tepat. UA merupakan nilai persentase peluang rata-rata dari *pixel* yang telah terklasifikasi secara aktual mewakili kelas di lapangan (Jensen 1995; Iryadi & Sadewo 2015) sebagai berikut:

$$OA = \frac{\sum(xi)}{N} \times 100\%$$

$$PA = \frac{\sum(xi/zi)/m}{N} \times 100\%$$

$$UA = \frac{\sum(xi/yi)/n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

xi : jumlah sampel yang secara betul masuk ke kelas *i*

zi : jumlah sampel yang terklasifikasi ke dalam kelas *i*

yi : jumlah kolom

m : jumlah kelas;

n : jumlah sampel yang diuji

N : total sampel

Hasil zonasi area kesesuaian habitat *D. blumei* sebelumnya digabungkan dengan data sebaran titik *A. latebrosa* sebagai kontrol lokasi untuk rekomendasi lokasi restorasi *D. blumei* di alam yang lebih terarah. Hasil kelas preferensi lokasi tersebut memiliki rentang 0–1, sehingga akan dikelaskan menjadi tiga kelas yaitu: tidak sesuai (< 0,33), kurang sesuai (0,34–0,66), dan sesuai (>0,66).

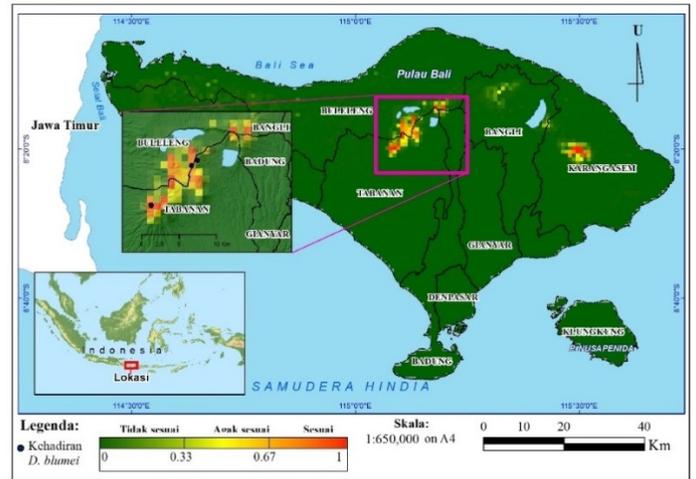
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Habitat tempat hidup suatu organisme atau komunitas dicirikan oleh sifat dan karakteristik komponen fisik dan biotiknya (Widyatmoko & Irawati 2007). Habitat didefinisikan sebagai tempat dimana suatu organisme atau sekumpulan organisme bertempat tinggal dan dicirikan dengan karakter-karakter geografi, fisik, kimia dan biotik (Brower & Zar 1998). Berdasarkan hasil penelitian Darma et al. (2015), karakteristik habitat *D. blumei* di kawasan Hutan Bukit Tapak meliputi ketinggian tempat 1.754–1.794 m dpl., kemiringan tempat 7–10%, pH tanah 6,4–7, dan intensitas cahaya 618–10.030 Lux. Menurut Praptosuwiryo (2003), habitat *D. blumei* memiliki karakteristik hutan alami, agak terbuka, dan kemiringan tanah yang curam sampai landai pada ketinggian lokasi 1.540–1.875 m dpl. *D. blumei* hanya ditemukan di hutan pegunungan pada ketinggian 1.500–2.500 m dpl. di Indonesia (Sumatra, Jawa dan Kepulauan Sunda Kecil) (Girmansyah et al. 2013; Kew Botanic Garden 2021). Sastrapradja et al. (1978) dan Large & Braggins (2004) juga menyebutkan bahwa *D. blumei* tumbuh di tempat yang berhawa dingin pada hutan pegunungan dengan ketinggian 1.500–2.500 m dpl. Oleh karena itu, kondisi topografi (elevasi dan kelerengan) merupakan salah satu faktor dalam penentuan kesesuaian habitat *D. blumei* dapat digunakan.

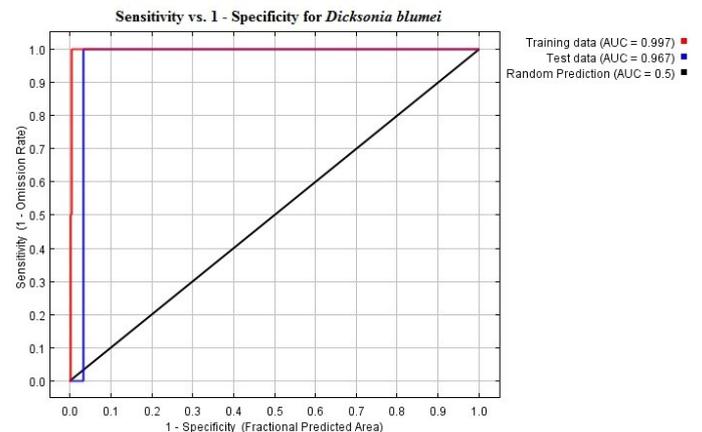
Individu *D. blumei* yang telah dewasa diketahui tumbuh paling baik pada media humus dan toleran terhadap intensitas cahaya yang tinggi. Berdasarkan hasil observasi lapangan, hasil penelitian sebelumnya, dan informasi dari GBIF, penyebaran *D. blumei* di Bali tercatat berada pada 10 titik dengan tipe jenis tanah Andosol. Jenis tanah ini di Bali dijumpai hanya pada dataran menengah (mulai ketinggian 550 m dpl.) sampai dataran tinggi dan dominan dijumpai di gunung vulkanik. Jenis tanah Andosol pembentukannya dari bahan induk bahan induk vulkanik berumur kuartar yang bersifat riolitik, dasitik, andesit, andesit basaltik dan basaltic (Sukarman & Dariah 2014). Keberadaan *D. blumei* di Bali yang tumbuh di tanah Andosol dapat memberikan batasan dalam variabel kategori jenis tanah dalam pemodelan habitatnya.

Kondisi iklim kawasan Bali diperoleh dari data *Bioclimete* dengan data iklim terdapat 19 variabel, dimana variabel b1 sampai b11 menunjukkan informasi mengenai kondisi suhu lingkungan, sedangkan b12 sampai b19 memberikan informasi data hujan (O'Donnell & Ignizio 2012). Data *Bioclimete* yang berjumlah 19 tidak semua digunakan karena setiap data dihitung nilai kolinearitasnya dimana hasil menunjukkan data yang akan digunakan adalah 16 variabel, yaitu b1, b2, b5, b6, b8 sampai b19 (Tabel 1). Pengolahan dengan data utama sebaran titik *D. blumei* yang tercatat di Bali kurang dari 50 titik yaitu 10 titik.

Performa hasil pemodelan kesesuaian habitat *D. blumei* menunjukkan hasil yang luar biasa dimana nilai AUC *training* data sebesar 0,997 dan AUC nilai *test data* sebesar 0,967 (Gambar 4). Garis hitam diagonal menunjukkan batas dimana proses model bekerja apabila berada pada bagian atas garis tersebut menunjukkan model lebih optimal dalam memprediksikan titik sebaran *D. blumei*. Variabel topografi, iklim, dan tanah dapat terlihat nilai kontribusi dan nilai penting dalam setiap proses permodelannya. Faktor iklim setidaknya mendominasi lima terbesar dalam mempengaruhi model distribusi kesesuaian habitat *D. blumei*. Variabel b10 paling besar kontribusinya yaitu rerata suhu pada kuartal terpanas senilai 25,8%, kemudian diikuti b5 (suhu maksimum dari bulan terpanas), b17 (hujan pada kuartal terkering), b9 (rerata suhu pada kuartal terkering), dan b8 (rerata suhu pada kuartal terbasah) (Tabel 2). Respon setiap variabel pada AUC dan *Gain test* menunjukkan variabel iklim paling mempengaruhi dalam distribusi model ini (Gambar 5). Sedangkan variabel tanah (*soil*) pada kontribusi memiliki peran 5,6%. untuk elevasi dan lereng menunjukkan kontribusi yang rendah, walaupun elevasi dapat mempengaruhi kondisi suhu tanah dan kelembapan maupun perubahan iklim suatu lokasi (Malanson et al. 2019; Niu et al. 2019).



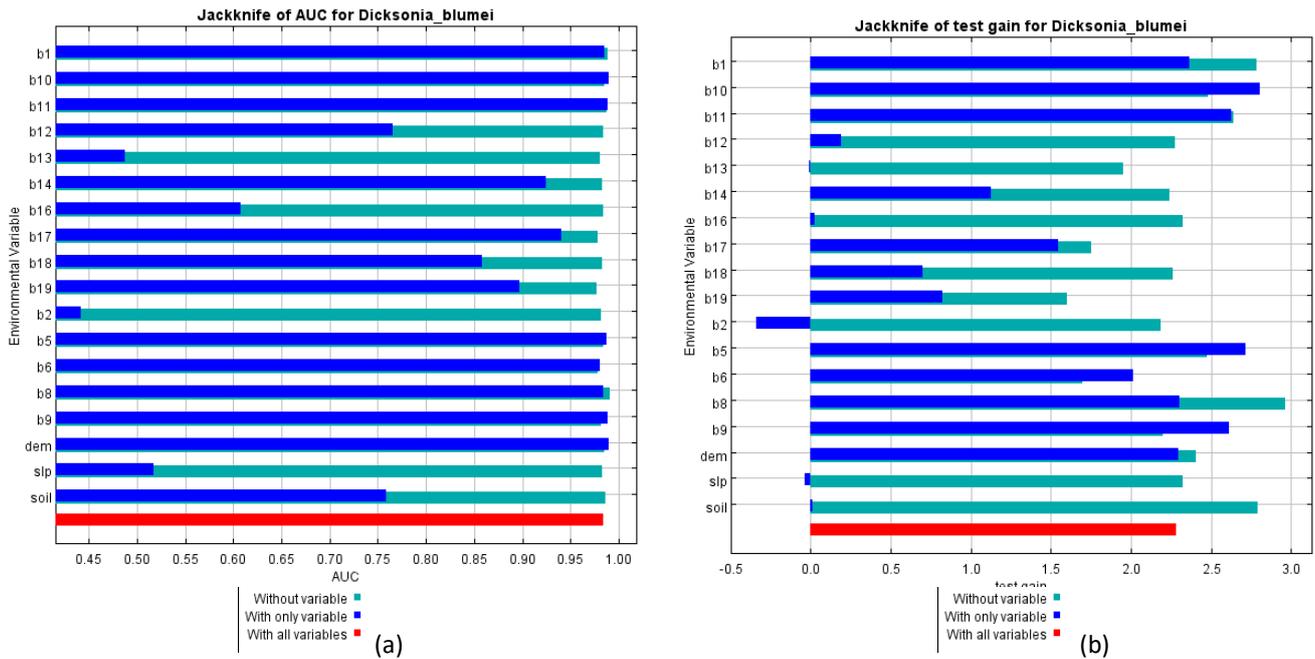
Gambar 3. Peta sebaran model kesesuaian habitat *D. blumei* di Pulau Bali



Gambar 4. Kurva Receiver Operating Characteristic (ROC) model kesesuaian habitat *D. blumei* di Bali

Tabel 2. Urutan kontribusi masing-masing variabel hasil pengolahan Maxent

No	Variabel	Persentase kontribusi	Permutation importance
1	b10	25,8	0,3
2	b5	19,6	46,6
3	b17	16,8	21,3
4	b9	7,8	9,9
5	b8	5,7	13,2
6	Tanah	5,6	0,0
7	b13	4,1	1,1
8	Lereng	2,4	0,2
9	b18	2,4	0,0
10	b14	2,0	0,0
11	b11	1,8	0,3
12	b2	1,3	0,2
13	b6	1,2	0,6
14	b1	1,1	1,4
15	b19	1,0	2,3
16	b12	0,9	0,0
17	Elevasi	0,3	2,5
18	b16	0,2	0,0



Gambar 5. (a) nilai kontribusi masing-masing variabel pada AUC dan (b) nilai kontribusi masing-masing variabel pada training gain.

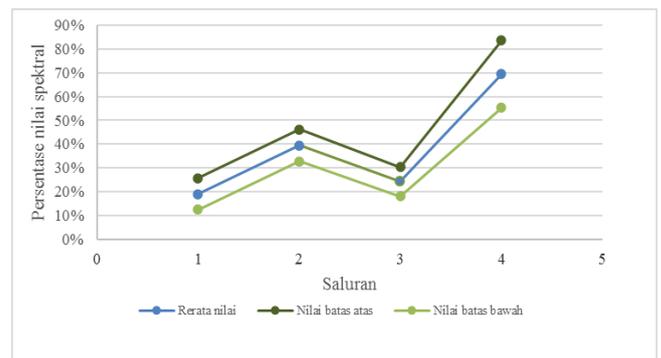
Tabel 3. Hasil luasan area kesesuaian habitat per kabupaten di Bali

Kabupaten	Luasan kesesuaian habitat (km <sup>2</sup> )		
	Sesuai	Kurang Sesuai	Tidak Sesuai
Tabanan	8,61	6,89	998,38
Buleleng	6,89	7,75	1350,09
Badung	0,43	0,00	418,19
Bangli	0,00	2,15	488,56
Karangasem	8,61	5,60	825,33

Hasil penelitian menunjukkan sebaran luasan kelas kesesuaian habitat ini memiliki lingkup yang sempit. Pada kawasan yang berada pada tanah Andosol yang terbentuk dari aktivitas vulkanik dan memiliki morfologi pegunungan, beberapa lokasi terdeteksi berada di kabupaten Tabanan, Buleleng, Badung, Bangli dan Karangasem (Gambar 3). Kabupaten Tabanan dari Perbukitan Batukaru sampai kawasan Bedugul (Bukit Pengelengan, Bukit Tapak, Bukit Pohen, Bukit Lesong, dan Bukit Mangu) bersamaan dengan Kabupaten Buleleng yang berbatasan langsung, memberikan zonasi kesesuaian habitat *D. blumei* yang cukup luas yaitu ± 15 km<sup>2</sup> (Tabel 3). Karangasem juga menunjukkan daerahnya memiliki habitat yang sesuai seluas 8,61 km<sup>2</sup> yang berada di sekitar Gunung Agung.

Hasil model kesesuaian habitat tersebut memiliki skala data yang menunjang skala regional pulau Bali pada resolusi 928 m. Detail prioritas kajian yaitu kawasan Bukit tapak nantinya akan dikombinasikan melalui data *matching* dengan komponen biotik yang berdekatan dengan tempat tumbuh *D. blumei*. Jenis tumbuhan langka umumnya diasosiasikan dengan jenis komunitas vegetasi yang spesifik pula (Gogol-Prokurat 2011). Karakteristik

habitat lingkungan biotik *D. blumei* di kawasan hutan Bukit Tapak, dicirikan oleh empat jenis tumbuhan dominan, yaitu *Alsophila latebrosa*, *Saurauia bracteosa*, *Astronia spectabilis*, dan *Homalanthus giganteus*, sedangkan jenis tumbuhan bawah dicirikan oleh lima jenis tumbuhan bawah tertinggi, yaitu *Pilea sp.*, *Selaginella sp.*, *Diplazium polypodioides*, *Pteris tripartita* dan *Rubus sp.* (Darma et al. 2015). Karakter utama anakan *D. blumei* tumbuh menempel pada batang dewasa *A. latebrosa*, maka deteksi lokasi *A. latebrosa* di Bukit Tapak dapat dijadikan sebagai titik arahan dalam penentuan lokasi reintroduksi/restorasi *D. blumei*.

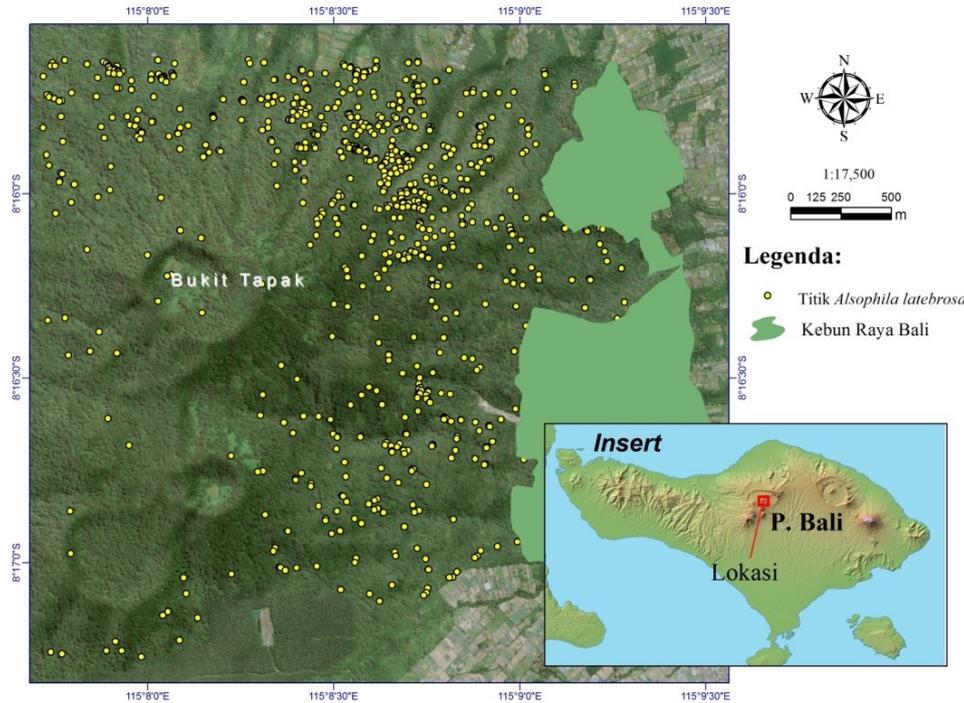


Gambar 6. Batasan rentang spektral pada citra Pleiades pada saluran 1,2,3, dan 4 untuk respon *A. latebrosa*

Hasil pengamatan sebaran individu *A. latebrosa* di kawasan hutan Bukit Tapak menggunakan citra satelit Pleiades (2014) secara klasifikasi terkontrol berdasarkan data pola objek dan segmentasi spektral yang diidentifikasi sebagai objek *A. latebrosa* (Gambar 6). Sampel utama *A. latebrosa* yang digunakan berada pada lokasi dengan kerapatan vegetasi lainnya yang tidak

padat, sehingga dapat mudah dikenali (Gambar 7). Kesulitan akan ditemui apabila dilakukan pada kawasan hutan yang kompleks dengan vegetasi yang cukup rapat, sehingga pendekatan segmentasi nilai spektral objek

dapat digunakan untuk identifikasi objek *A. latebrosa*. Tidak semua *A. latebrosa* dapat tercatat, karena banyak individu yang ternaungi oleh vegetasi lainnya sehingga menjadi salah satu keterbatasan data citra satelit.



Gambar 7. Sebaran *A. latebrosa* di Bukit Tapak.

Hasil uji ketelitian pemetaan dengan membandingkan hasil interpretasi dan objek saat kegiatan di lapangan/uji akurasi diperoleh nilai 88% (Tabel 4). Uji akurasi pemetaan ini dilakukan dengan pengecekan di lapangan (Gambar 8a). Kondisi di lapangan ditemukan *A. latebrosa* yang batangnya sengaja dikikis dengan alat untuk diambil sebagai bahan media tanam (Gambar 8b), ada pula yang berupa semak belukar karena pohonnya sudah mati atau sudah ditebang. Merujuk pada nilai akurasi tersebut, apabila menggunakan data citra resolusi sedang seperti Landsat OLI dalam pemetaan penggunaan/tutupan lahan disarankan >85% (Iryadi & Sadewo 2015) ditambah lagi untuk data citra pleiades ini yang memiliki resolusi spasial tinggi namun keterbatasan sensor spektralnya hanya 4 band (R,G,B, dan NIR) dibandingkan dengan Landsat yang multispektral (7 band). Hasil akurasi

88% pada citra Pleiades pada pendekatan interpretasi *A. latebrosa* menunjukkan aplikasi yang cukup baik. Kondisi tingkat akurasi ini lebih dilihat dalam spesifikasi pengenalan objek *A. latebrosa* secara multispektral dan terkontrol sehingga akurasi untuk objek yang spesifik sangat sulit untuk melebihi akurasi 90% dan masih terdapat 12% error (Tabel 4). Faktor lain yang dapat mempengaruhi kondisi tersebut adalah adanya beberapa objek *A. latebrosa* yang diidentifikasi di lapangan, namun tidak dapat terdeteksi data citra satelit karena tertutupi vegetasi lainnya. Selain itu, keberadaan *Sphaeropteris glauca* yang secara morfologi daun dan habitusnya mirip dengan *A. latebrosa* sering kali mengecohkan, sehingga teridentifikasi sebagai *A. latebrosa*. Hal tersebut dapat menjadi sebuah catatan tersendiri.

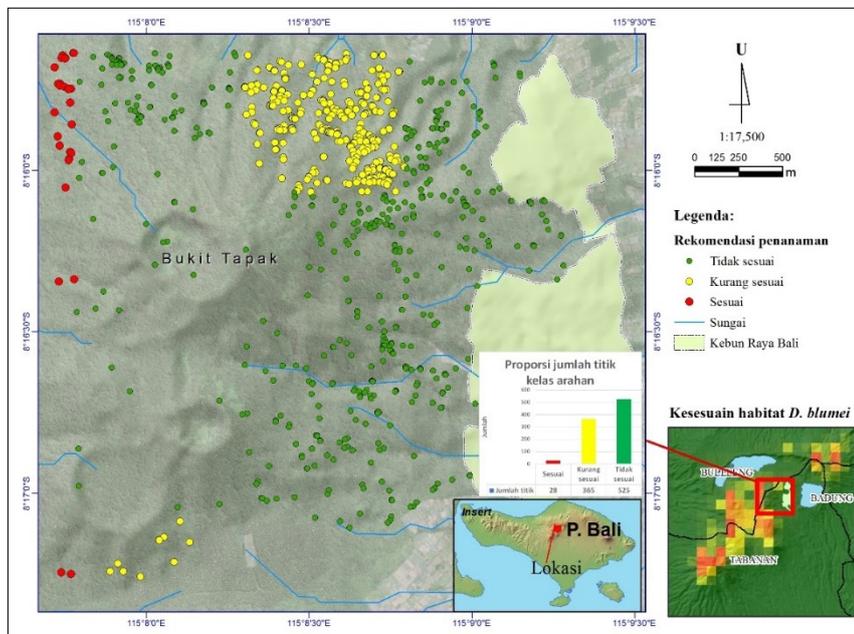
Tabel 4. Uji akurasi interpretasi lokasi *A. latebrosa* di lapangan

Lapangan	Citra					Total	UA	PA	OE	KE	Ketelitian Pemetaan
	Al	Sg	Sb	VI	VI						
Al	23	1	1	0	25	0,92	0,88	0,08	0,12	<b>0,91</b>	
Sg	1	3	0	0	4	0,25	0,75	0,25	0,25	<b>0,67</b>	
Sb	1	0	4	0	5	0,20	0,80	0,20	0,20	<b>0,74</b>	
VI	1	0	0	5	6	0,17	1,00	0,17	0,00	<b>0,81</b>	
<b>Jumlah</b>	26	4	5	5	40					<b>0,88</b>	

Keterangan: Al: *Alsophila latebrosa*, Sg: *Sphaeropteris glauca*, Sb: Semak belukar, VI: Vegetasi lainnya, UA: User's Accuracy, PA: Producer's Accuracy, OE: Omisi eror data UA, KE: Komisi eror data PA



**Gambar 8.** Kondisi *A. latebrosa* di lapangan. (a) Pengecekan lokasi pohon *A. latebrosa* di lapangan dan terlihat ada epifit *Asplenium nidus* pada batangnya, (b) batang *A. latebrosa* yang mulai rusak, karena bagian batang dikikis untuk media tanam oleh penduduk



**Gambar 9.** Titik sebaran arahan untuk lokasi reintroduksi *D. blumei* dengan pendekatan kesesuaian habitat dan keberadaan *A. latebrosa* di kawasan Bukit Tapak.

Sebaran titik arahan untuk reintroduksi *D. blumei* di Bukit Tapak diperoleh dengan menggabungkan informasi kesesuaian habitat (Gambar 3) dengan hasil identifikasi sebaran *A. latebrosa* (Gambar 7). Kelimpahan *A. latebrosa* di kawasan Bukit Tapak teridentifikasi terdapat 918 sebaran titik. Hasilnya dapat terlihat bahwa lokasi yang sesuai untuk reintroduksi *D. blumei* (point merah) memiliki jumlah titik yang paling sedikit yaitu 28 titik yang tersebar pada bagian barat daya, barat, dan barat laut area Bukit Tapak (Gambar 7). Lokasi yang sesuai tersebut memang jumlahnya kecil, namun dapat menjadi pertimbangan yang lebih terarah guna meningkatkan potensi keberhasilan dalam usaha reintroduksinya.

Adapun titik-titik lokasi yang memiliki kelas kurang sesuai didominasi pada area timur laut Bukit Tapak dan jumlahnya cukup banyak dan mengelompok yaitu total 365 titik lokasi, sedangkan sisanya masuk dalam kategori tidak sesuai (525 titik) yang tersebar di bagian timur, tengah, dan utara dari Bukit Tapak.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Informasi pemodelan spasial kesesuaian habitat menggunakan data *bioclimatic*, topografi, dan jenis tanah menunjukkan bahwa kawasan Bedugul (Bali bagian tengah) memiliki karakteristik lingkungan yang sesuai

untuk habitat *D. blumei*. Pemanfaatan informasi keberadaan *A. latebrosa* sebagai salah satu inang penting bagi pertumbuhan awal bibit *D. blumei* di Bukit Tapak – Bali dapat digunakan untuk mendukung perencanaan reintroduksi *D. blumei* di habitat alaminya. Berdasarkan pendekatan interpretasi citra satelit Pleiades, didapatkan pemetaan distribusi *A. latebrosa* dengan akurasi pemetaan 88%. Perencanaan kegiatan reintroduksi *D. blumei* dapat memanfaatkan data sebaran individu *A. latebrosa* yang tumbuh pada karakteristik lingkungan yang berkesesuaian dengan karakter habitat *D. blumei*. Kelimpahan sebaran *A. latebrosa* di Bukit Tapak, Bedugul tidak seluruhnya masuk ke dalam kategori yang sesuai dengan karakter habitat tumbuh *D. blumei*. Setidaknya terdapat 28 titik yang sesuai untuk perencanaan reintroduksi *D. blumei*, yaitu berada pada bagian barat daya, barat, dan barat laut dari kawasan Bukit Tapak, Bedugul.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Kepala BKT Kebun Raya “Eka Karya” Bali-LIPI yang sangat mendukung penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Balai Konservasi Sumber Daya Alam Provinsi Bali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjie B, Kurniawan A. 2012. *Dicksonia Timorensis* (Dicksoniaceae), a hemi-epiphytic new species of tree fern endemic on Timor Island, Indonesia. *Reinwardtia* 13(4): 357–362.
- Armstrong DP, Seddon PJ, Moehrensclager A. 2018. Reintroduction. *Encyclopedia of Ecology* 1: 458–466.
- Aslan A, Rahman AF, Warren MW, Robeson SM. 2016. Mapping spatial distribution and biomass of coastal wetland vegetation in Indonesian Papua by combining active and passive remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 183: 65–81.
- Badan Informasi Geospasial. 2019. Data digital demnas Bali. <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>. (diakses 10 Juli 2019).
- BPS Bali. 2020. luas wilayah dan letak geografis Pulau Bali dan kabupaten/kota. <https://bali.bps.go.id/>. (diakses 18 Agustus 2021)
- Brower JE, Zar JH. 1998. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. WMC brown, Iowa.
- Chapin FS, Matson PA, Vitousek PM. 2011. *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*. Springer, New York.
- Congalton RG. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment* 37(1): 35–46.
- Crego RD, Didier KA, Nielsen CK. 2014. Modeling meadow distribution for conservation action in arid and semi-arid Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 102: 68-75.
- Dale MRT. 1999. *Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Darma IDP, Lestari WS dan Priyadi A. 2015. Habitat alami tumbuhan paku kidang (*Dicksonia blumei* (Kunze) Moore) di kawasan hutan Bukit Tapak Pulau Bali. *Buletin Kebun Raya* 18(1): 49–48.
- Darma IDP, Lestari WS, Priyadi A, Iryadi R. 2018. Paku epifit dan pohon inangnya di Bukit Pengelengan, Tapak dan Lesung Bedugul Bali. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 15(1): 41–50.
- Girmansyah D, Santika Y, Retnowati A, Wardani W, Haerida I, Widjaya EI, van Balgoy MMJ. 2013. *Flora of Bali: An annotated checklist*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta.
- Gogol-Prokurat M. 2011. Predicting habitat suitability for rare plants at local spatial scales using a species distribution model. *Ecological Applications* 21(1): 33-47.
- Hanum SF, Hendriyani E, Kurniawan A. 2014. Daerah penyebaran populasi dan habitat paku pohon (*Cyathea* spp. dan *Dicksonia* spp.) di Bali. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* 2(2): 111–122.
- Hartini S. 2006. Perkecambah sporangium dan siklus hidup paku kidang (*Dicksonia blumei* Moore) pada berbagai media tumbuh. *Biodiversitas* 7(1): 85–89.
- Holtum RE. 1963. *Cyatheaceae*. *Flora Malesiana Ser II* 1 (2): 65–176.
- Hosmer DW, Lemeshow S. 2000. *Logistic Regression*. Second edition. Wiley-Interscience, New York.
- Iryadi R, Sadewo MN. 2015. Influence the existence of the Bali Botanical Garden for land cover change in Bedugul basin using landsat time series. *Procedia Environmental Sciences* 24: 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.021>
- Jensen J. 1995. *Introductory to Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*. Prentice Hall, New Jersey.
- Kebun Raya Eka Karya Bali. 2019. Data primer registrasi Balai Konservasi Kebun Raya “Eka Karya” Bali mengenai curah hujan tahun 2019-2020. (diakses 27 Januari 2021).
- Kew Botanic Garden. 2021. *Plants of the world online*. [www.plantsoftheworldonline.org/?q=Dicksonia%20blumei](http://www.plantsoftheworldonline.org/?q=Dicksonia%20blumei). (diakses 29 Januari 2021).
- Large MF, Braggins JE. 2004. *Tree Ferns*. Timber Press, Cambridge.
- Malanson GP, Resler LM, Butler DR, Fagre DB. 2019. *Mountain plant communities: Uncertain*

- sentinels? Progress in Physical Geography: Earth and Environment 43(4): 521–543.
- Niu Y, Yang S, Zhou J, Chu B, Ma S, Zhu H, Hua L. 2019. Vegetation distribution along mountain environmental gradient predicts shifts in plant community response to climate change in alpine meadow on the Tibetan Plateau. Science of The Total Environment 650: 505–514.
- O'Donnell MS, Ignizio DA. 2012. Bioclimatic Prediction for Supporting Ecological Applications in the Conterminous United States. USGS, Virginia.
- Phillips SJ, Dudík M. 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. Ecography 31: 161–175.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modelling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190: 231–259.
- Phillips SJ, Dudík M, Schapire RE. 2021. Maxent software for modeling species niches and distribution (version 3.4.4). [https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/Maxent/](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/Maxent/) (diakses 6 Agustus 2021).
- Praptosuwiryo TN. 2003. *Cibotium barometz* (L.) J. Smith. In de Winter WP, Amoroso VB. (Ed.) Plant Resources of South-East Asia. Cryptogams: Ferns and Fern Allies. PROSEA Foundation. Bogor.
- Risna RA, Kusuma YWC, Widyatmoko D, Hendrian R, Pribadi DO. 2010. Spesies Prioritas untuk Konservasi Tumbuhan Indonesia Seri I: Arecaceae, Cyatheaceae, Nepenthaceae, Orchidaceae. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.
- Saatchi S, Buermann W, Ter Steege H, Mori S, Smith TB. 2008. Modeling distribution of Amazonian tree species and diversity using remote sensing measurements. Remote Sensing of Environment 112(5): 2000–2017.
- Sastrapradja, Afriastini SJJ, Darnaedi D, Widjaja EA. 1978. Jenis Paku Indonesia. Lembaga Biologi Nasional-LIPI, Bogor.
- Sukarman, Dariah A. 2014. Tanah Andosol di Indonesia: Karakteristik, Potensi, Kendala, dan Pengelolaannya untuk Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor
- Sumantera IW. 2004. Potensi hutan Bukit Tapak sebagai sarana upacara adat, pendidikan, dan konservasi lingkungan. Biodiversitas 5(2): 81–84. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d050208>.
- Sutomo S, Fardila D. 2013. Autecology of traditional medicine plant of *Selaginella doederleinii* Hieron in some areas of Mount Pohen Forest Batukahu Nature Reserve Bedugul, Bali. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 10(2): 153–161.
- Sutomo S. 2021. Natural habitat of Bali starling (*Leucopsar rothschildi*) in Bali Barat National Park, Indonesia. Biotropia 28(2): 117–127.
- Walker C. 2013. Arbuscular mycorrhiza in the living collections at the Royal Botanic Garden Edinburgh. Sibbaldia 11: 143–157.
- Widyatmoko D, Irawati. 2007. Kamus Istilah Konservasi. Pusat Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Bogor-LIPI, Bogor.