

# Penelusuran spesimen herbarium dalam jaringan

I Putu Gede P. Damayanto<sup>1</sup>; Arifin Surya Dwipa Irsyam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Herbarium Bogoriense, Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi, Badan Riset dan Inovasi Nasional

<sup>2</sup>Herbarium Bandungense, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

Korespondensi: iput004@brin.go.id

**Diajukan:** 06 Januari 2022; **Direview:** 25 Juni 2022 **Diterima:** 29 Juli 2022; **Direvisi:** 28 Juli 2022

## ABSTRACT

*In this technological era, some institutions in the world have scanned herbarium specimens into images and stored them in special portals. This makes it easier for researchers to access various collections spread all over the world. This study aimed to provide information about the online database portals that provide scanned images of herbarium specimens. The study was conducted by compiling the online database portals that provide scanned images of herbarium specimens in a matrix and then was scored to give recommendations for selecting a priority portal. The data were analyzed and described descriptively. This study showed that there are 13 online database portals that provide scanned images of herbarium specimens, namely portals of Australasian Virtual Herbarium (AVH), BioPortal: Browse Dutch Natural History Collections (BioPortal), e-ReColNat, Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Kew Herbarium Catalogue (HerbWeb), Integrated Digitized Biocollections (iDigBio), JACQ Virtual Herbaria (JACQ), JSTOR's Global Plants (JSTOR), MNHN Vascular Plants (P), NYBG C. V. Starr Virtual Herbarium, Plants of the World Online (POWO), Re flora Virtual Herbarium (Re flora), and Tropicos. The thirteen portals have characteristics (features) that are different from one another, not all of them provide fully open (free) access, scanned images of herbarium specimens downloaded are varied, and the availability of a feature for real-time observation of scanned herbarium specimens.*

## ABSTRAK

Pada era teknologi ini, sebagian lembaga di dunia telah memindai spesimen herbarium menjadi gambar dan menyimpannya dalam portal-portal khusus. Hal tersebut memudahkan peneliti untuk mengakses berbagai koleksi yang tersebar di seluruh dunia. Penelitian ini bertujuan mengkaji informasi mengenai portal basis data dalam jaringan (daring) yang menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium. Penelitian dilakukan dengan cara mendata portal basis data daring yang menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium dalam matriks dan kemudian diberikan skor untuk digunakan sebagai acuan memberikan rekomendasi dalam memilih portal prioritas. Data kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 13 portal basis data daring yang menyediakan gambar hasil pindaian spesimen herbarium, yaitu portal Australasian Virtual Herbarium (AVH), BioPortal: Browse Dutch Natural History Collections (BioPortal), e-ReColNat, Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Kew Herbarium Catalogue (HerbWeb), Integrated Digitized Biocollections (iDigBio), JACQ Virtual Herbaria (JACQ), JSTOR's Global Plants (JSTOR), MNHN Vascular Plants (P), NYBG C. V. Starr Virtual Herbarium, Plants of the World Online (POWO), Re flora Virtual Herbarium (Re flora), dan Tropicos. Ketiga belas portal tersebut memiliki karakteristik (fitur) yang berbeda satu dengan lainnya, tidak semuanya menyediakan akses terbuka (gratis) secara penuh, hasil unduhan gambar pindaian spesimen herbarium bervariasi, dan ketersediaan fitur pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium secara waktu nyata.

**Keywords:** Herbarium; Internet; Museum; Online portal; Specimen; Scanned image; Scientific collection

## 1. PENDAHULUAN

Pada era teknologi saat ini, penelusuran basis data dalam jaringan (daring) melalui internet semakin mudah dilakukan. Penelusuran data secara daring tersebut dilakukan melalui warung wera wana (*world wide web*, disingkat *www*) (Saputri, 2021), berupa portal-portal jejaring yang dikelola oleh perorangan ataupun lembaga. Melalui portal tersebut, pengguna dapat mengakses informasi berupa teks, gambar, audio, video, animasi, dan jenis berkas lainnya. Penelusuran informasi dalam portal

basis data daring ini dapat mendukung kegiatan penelitian pada bidang botani atau sistematika tumbuhan melalui penelusuran gambar pindaian spesimen herbarium.

Herbarium merupakan sekumpulan contoh tumbuhan yang dikeringkan atau diawetkan, diberi nama, disimpan, dan diatur menurut sistem klasifikasi, serta digunakan dalam penelitian botani (Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, 2021a). Contoh tumbuhan yang dikeringkan tersebut disimpan sebagai koleksi ilmiah. Orang yang pertama kali mencatat tumbuhan yang dikeringkan sebagai koleksi ilmiah adalah Luca Ghini (sebelum tahun 1550-an). Meskipun demikian, istilah herbarium pertama kali dikemukakan oleh Tournefort pada tahun 1700-an, yang digunakan untuk menyebut koleksi kering tumbuhan obat. Selain itu, material tumbuhan juga dapat diawetkan menjadi koleksi basah, dengan cara merendamnya di dalam toples atau wadah kaca yang berisi alkohol 70%.

Koleksi spesimen herbarium dibagi menjadi koleksi spesimen tipe dan spesimen umum (Damayanto & Rahmawati, 2018). Spesimen tipe yaitu spesimen rujukan dari hasil pertelaan jenis baru (Ardiyani *et al.*, 2017), sementara spesimen umum merupakan spesimen yang dikoleksi pada saat melakukan eksplorasi botani di suatu wilayah (Damayanto & Rahmawati, 2018). Pada studi sistematika tumbuhan, spesimen umum dapat berubah status menjadi spesimen tipe, apabila tumbuhan pada spesimen tersebut merupakan jenis baru yang telah dipertelakan sesuai aturan penamaan tumbuhan terkini (Turland *et al.*, 2018). Spesimen herbarium diperlukan dalam kajian botani, seperti revisi taksa (Yu *et al.*, 2021), pemutakhiran tata nama, analisis hubungan kekerabatan, studi keanekaragaman, studi evolusi eksaptasi (Heberling & Isaac, 2017), studi biogeografi dan perubahan lingkungan (Lavoie, 2013), penyusunan daftar jenis (Prunera-Olive *et al.*, 2021), studi fenologi (Lima *et al.*, 2021), studi endemis suatu flora (Véron *et al.*, 2021), studi flora introduksi dan invasif (Damayanto & Muhaimin, 2017), studi biologi konservasi (Rocchetti *et al.*, 2021), dan lain sebagainya. Dengan demikian, pengamatan spesimen herbarium merupakan kegiatan yang sangat penting dilakukan dalam mengkaji bidang botani.

Spesimen herbarium biasanya disimpan di negara tempat material tumbuhan tersebut dikoleksi. Sebagai contoh, yaitu koleksi spesimen herbarium asal Indonesia disimpan di Herbarium Bogoriense di Cibinong, herbarium pada lembaga penelitian, museum, atau herbarium pada perguruan tinggi di Indonesia. Meskipun demikian, spesimen herbarium yang dikoleksi dari Indonesia, terutama hasil koleksi botani pada era kolonial, banyak disimpan di negara lain, seperti Herbarium Royal Botanic Gardens, Kew dan Herbarium Naturalis Biodiversity Center, Leiden. Kondisi ini menjadi kendala bagi peneliti botani yang ingin mengamati spesimen herbarium di luar negeri, karena dibutuhkan biaya yang cukup tinggi.

Pengamatan gambar hasil pindaian spesimen herbarium dapat menjadi solusi untuk meringankan biaya kunjungan ke negara lain. Pengamatan (pengukuran) morfologi melalui gambar pindaian spesimen herbarium dilaporkan sama presisinya dengan pengamatan langsung pada spesimen fisiknya, kendati masih ada sedikit penurunan akurasi akibat resolusi gambar yang tidak baik dan adanya tumpang tindih material tumbuhan (Borges *et al.*, 2020). Penurunan akurasi tersebut, kurang berdampak pada kumpulan data dan kualitas analisis secara keseluruhan (Borges *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, gambar pindaian spesimen herbarium layak digunakan dalam penelitian botani, sehingga digitalisasi spesimen herbarium perlu diupayakan. Digitalisasi spesimen herbarium dapat meningkatkan akses koleksi ilmiah oleh komunitas global (Lohonya *et al.*, 2020; Sweeney *et al.*, 2018).

Kemajuan teknologi saat ini menyebabkan digitalisasi spesimen herbarium semakin banyak dilakukan oleh lembaga penelitian atau herbarium di dunia (Belyaeva & Kovtonyuk, 2021; Harris & Marsico, 2017; Heerlien *et al.*, 2015; Powell *et al.*, 2021; Seregin, 2017; Sweeney *et al.*, 2018; Tulig *et al.*, 2012; Younis *et al.*, 2020), meskipun memerlukan biaya yang cukup besar. Naturalis Biodiversity Center di Belanda, misalnya, telah mengalokasikan dana sebesar 13 juta Euro (sekitar 223 miliar Rupiah, kurs 17.000 Rupiah) untuk melakukan digitalisasi koleksi spesimen ilmiah

pada tahun 2010 (Heerlien *et al.*, 2015). Gambar hasil pindaian spesimen herbarium Naturalis Biodiversity Center kini telah didata dalam portal basis data daring (Heerlien *et al.*, 2015). Portal basis data daring tersebut berbentuk situs jejaring yang menyediakan informasi ilmiah mengenai suatu tumbuhan atau seluruh biota, termasuk gambar pindaian spesimennya. Keberadaan portal basis data daring tersebut belum banyak diketahui, sehingga belum dimanfaatkan secara maksimal dalam kajian botani. Sebagai contoh, beberapa penelitian terkini terkait botani atau sistematika tumbuhan yang membutuhkan spesimen herbarium sebagai acuan melakukan identifikasi belum memanfaatkan keberadaan portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium (*lihat Baderan et al.*, 2022; Efendi *et al.*, 2022; Leki *et al.*, 2022; Mokodompit *et al.*, 2022; Qatrunnada & Susandarini, 2022; Roselince *et al.*, 2021; Suropto & Maulidan, 2021; Ulum *et al.*, 2022).

Berdasarkan permasalahan tersebut, telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji informasi mengenai portal basis data daring yang menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam penelusuran spesimen herbarium secara daring dan memberikan rekomendasi pemanfaatan portal basis data daring. Selain itu, penelitian ini juga dapat mengungkap potensi sumber basis data daring yang dapat digunakan oleh masyarakat ilmiah secara terbuka. Berkenaan dengan hal tersebut, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah (1) jenis portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium; (2) karakteristik portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium; dan (3) metadata gambar pindaian spesimen herbarium pada portal basis data daring.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelusuran Informasi Melalui Internet

Penelusuran informasi adalah suatu kegiatan mencari kembali informasi yang pernah dipublikasikan mengenai suatu topik tertentu (Driani, 2009). Informasi dapat dengan mudah ditelusuri melalui media internet. Penelusuran informasi melalui internet dapat dilakukan dengan mudah sejak diperkenalkannya teknologi waring wera wanua (www) dan kian meluasnya jaringan internet di dunia (Saputri, 2021) serta majunya gawai pendukungnya. Hal tersebut telah mendorong dan memotivasi masyarakat menjadikan internet sebagai media untuk menyimpan dan menelusuri informasi. Kendati demikian, tidak semua informasi pada internet bermanfaat dan dapat dipercaya, sebab setiap orang kini dapat dengan mudah membuat suatu informasi di internet. Berdasarkan hal tersebut maka perlu strategi penelusuran informasi melalui internet (Purba, 2020).

Penelusuran informasi biasanya dilakukan dengan menggunakan mesin pencari, misalnya Google (Saputri, 2021). Lebih lanjut, Saputri juga menyebutkan bahwa hasil penelusuran informasi tersebut dapat berupa teks, gambar, audio, video, dan animasi. Penelusuran informasi dilakukan secara sistematis dengan memperhatikan penggunaan kata kunci, frase, dan subjek, sehingga diharapkan penelusur dapat menemukan informasi yang diperlukan secara cepat, tepat, dan relevan (Purwono, 2008). Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam kegiatan penelusuran informasi adalah menggunakan kata kunci yang tepat, mencatat pertanyaan yang telah ditelusuri guna mencegah pengulangan penelusuran, dan menggunakan mesin pencari sesuai kebutuhan (Driani, 2009). Hal tersebut perlu mendapat perhatian sebab informasi pada internet begitu melimpah dan semakin hari semakin bertambah banyak dan semakin beragam (Handayani, 2014). Semakin banyak informasi yang beredar di internet, maka semakin sulit pula seseorang untuk menemukan kembali informasi tersebut (Saputri, 2021).

### 2.2 Spesimen Herbarium

Herbarium merupakan sekumpulan contoh tumbuhan yang dikeringkan atau diawetkan, diberi nama, disimpan, dan diatur menurut sistem klasifikasi, serta digunakan dalam kajian botani (Kamus Besar

Bahasa Indonesia Daring, 2021a). Selain itu, herbarium juga dapat didefinisikan sebagai gedung, ruangan, atau kotak yang digunakan untuk menyimpan kumpulan contoh tumbuhan yang diawetkan (Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, 2021a). Saat ini istilah herbarium berkembang menjadi tiga pengertian, yaitu instansi pengelola tempat menyimpan material tumbuhan yang diawetkan, tempat (gedung, lemari, atau kotak) menyimpan material spesimen tumbuhan yang diawetkan, dan sekumpulan koleksi material tumbuhan yang diawetkan. Frasa “spesimen herbarium” sering digunakan untuk menyebut material tumbuhan yang diawetkan, sehingga membedakannya dengan kata “herbarium” yang mengacu pada tempat penyimpanannya. Kata “herbarium” belakangan lebih sering diartikan sebagai instansi atau lokasi tempat spesimen herbarium disimpan (Damayanto & Rahmawati, 2018).

Hingga tahun 2021, sebanyak 3.100 herbarium telah terdaftar di dunia (Dillen *et al.*, 2019; New York Botanical Garden, 2021d; Younis *et al.*, 2020). Indonesia memiliki 30 herbarium yang dikelola oleh lembaga penelitian, perguruan tinggi, kebun raya, lembaga swasta, dan lembaga swadaya masyarakat (Girmansyah *et al.*, 2018). Herbarium tersebut diindeks dan diberikan kode singkatan sesuai dengan *Index Herbariorum* (New York Botanical Garden, 2021d). Secara spesifik, herbarium di Indonesia diindeks dalam *Index Herbariorum Indonesianum* (Girmansyah *et al.*, 2018). Sebagai contoh, kode BO digunakan untuk Herbarium Bogoriense dan Herbarium Bandungense memiliki kode FIPIA (Girmansyah *et al.*, 2018). Contoh lainnya yaitu Queensland Herbarium, Herbarium Technische Universität Dresden, Herbarium Missouri Botanical Garden, dan Museum National d’Histoire Naturelle, secara berturut-turut memiliki kode BRI, DR, MO, dan P (New York Botanical Garden, 2021d).

Sekitar 390 juta spesimen botani telah disimpan secara permanen pada herbarium-herbarium di seluruh dunia hingga tahun 2021 (Lohonya *et al.*, 2020; New York Botanical Garden, 2021d). Sementara itu, pada berbagai herbarium di Indonesia terdapat sekitar 1,2 juta spesimen botani (Girmansyah *et al.*, 2018). Jumlah spesimen botani akan terus bertambah seiring semakin banyaknya kegiatan eksplorasi botani yang dilakukan. Pada umumnya, koleksi spesimen herbarium yang disimpan di herbarium seluruh dunia dapat dibagi menjadi koleksi spesimen tipe dan spesimen umum (Damayanto & Rahmawati, 2018). Spesimen tipe adalah spesimen rujukan dari hasil penerbitan jenis baru (Ardiyani *et al.*, 2017), sedangkan spesimen umum adalah spesimen yang dikoleksi pada saat melakukan eksplorasi botani di suatu daerah (Damayanto & Rahmawati, 2018). Spesimen tipe biasanya lebih diprioritaskan dalam digitalisasi koleksi ilmiah, karena spesimen ini dianggap bernilai tinggi dan sering diakses sebagai spesimen rujukan secara global. Selain itu, proses digitalisasi spesimen juga memerlukan biaya yang cukup besar, sehingga tidak semua spesimen mendapatkan prioritas untuk dipindai (Heerlien *et al.*, 2015).

Digitalisasi koleksi spesimen ilmiah kini semakin banyak dilakukan (Harris & Marsico, 2017; Heerlien *et al.*, 2015; Kovtonyuk *et al.*, 2021; Powell *et al.*, 2021; Seregin, 2017; Sweeney *et al.*, 2018; Tulig *et al.*, 2012; Younis *et al.*, 2018). Naturalis Biodiversity Center di Belanda dari tahun 2010 hingga 2014 telah melakukan digitalisasi sekitar 3,8 juta koleksi ilmiah dari target sebanyak 3,5 juta koleksi ilmiah (Heerlien *et al.*, 2015). Pada tahun 2015 sampai 2016, sebanyak 785.887 spesimen atau sekitar 77,7% dari total koleksi yang ada, telah dipindai di Herbarium Moscow State University (MW) (Seregin, 2017). Sementara itu, Herbarium Arkansas State University (STAR) berhasil memindai sebanyak 17.678 spesimen tumbuhan berbunga (Harris & Marsico, 2017) dan hingga Agustus 2021, Herbarium Central Siberian Botanical Garden berhasil memindai sebanyak 62.600 spesimen tumbuhan paku (Kovtonyuk *et al.*, 2021).

Gambar hasil pindaian spesimen telah didata dalam portal basis data daring (Harris & Marsico, 2017; Heerlien *et al.*, 2015; Seregin, 2017). Portal basis data daring tersebut merupakan situs jejaring yang menyediakan informasi ilmiah mengenai suatu biota yang biasanya menyertakan gambar pindaian spesimennya. Beberapa portal basis data daring yang menyediakan informasi basis data

tumbuhan antara lain International Plant Names Index (IPNI), Plants of the World Online (POWO), Tropicos, The Plant List, dan Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (Damayanto *et al.*, 2020). Portal basis data daring tersebut dilaporkan dapat digunakan untuk melakukan validasi nama ilmiah jenis dan suku tumbuhan (Damayanto *et al.*, 2020), kendati tidak semua portal tersebut menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium.

Gambar pindaian spesimen herbarium masih relevan digunakan dalam kajian botani seperti melakukan pengamatan morfologi. Sebagai contoh, Kommineni *et al.* pada tahun 2021 berhasil menggunakan gambar pindaian spesimen herbarium dalam penelitian perbandingan ukuran daun beberapa jenis tumbuhan (Kommineni *et al.*, 2021). Tidak ada penurunan akurasi yang berarti saat melakukan pengukuran bagian tumbuhan melalui gambar pindaian spesimen herbarium. Pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium sama presisinya dengan pengamatan spesimen herbarium fisiknya secara langsung (Borges *et al.*, 2020). Penurunan akurasi biasanya terjadi akibat resolusi gambar yang tidak baik dan adanya tumpang tindih material tumbuhan. Di sisi lain, gambar pindaian spesimen herbarium kini juga mulai diuji coba untuk diidentifikasi secara otomatis menggunakan pemelajaran mesin atau *learning machine* (Carranza-Rojas *et al.*, 2017; Younis *et al.*, 2020).

### 3. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan suatu fakta secara sistematis, akurat, dan berdasarkan kenyataan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif, yaitu penelitian yang lebih menekankan pada aspek pemahaman secara mendalam terhadap suatu masalah. Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga Juli 2021 di Herbarium Bogoriense (BO), Pusat Riset Biosistemika dan Evolusi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) dan Herbarium Bandungense (FIPIA), Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Sumber data dalam penelitian ini berupa informasi dari internet mengenai portal basis data daring yang menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi langsung.

Data dikumpulkan dengan cara menghimpun informasi portal basis data daring yang menyediakan gambar pindaian spesimen herbarium. Pengumpulan data tersebut dilakukan dengan cara berselancar di internet menggunakan peramban Google Chrome versi 91.0.4472.124. Informasi yang tersedia pada portal basis data daring, seperti nama lengkap, nama singkatan, alamat jejaring, dan pengelola portal, dikumpulkan. Contoh gambar pindaian spesimen herbarium diunduh untuk mengetahui kualitas gambar setiap portal basis data daring. Karakteristik setiap portal basis data daring dikumpulkan dan diringkas dalam sebuah matriks. Karakteristik tersebut antara lain keterbukaan layanan, ketersediaan gambar pindaian spesimen herbarium secara global, kualitas gambar hasil unduhan, ketersediaan fitur-fitur yang mempermudah penelusuran, pengamatan, dan pengunduhan gambar, ketersediaan koleksi ilmiah sebagai basis data, pengumpulan sumber data, tampilan antarmuka, serta tingkat keamanan portal. Data dalam matriks kemudian diberi skor yang digunakan sebagai acuan untuk memberikan rekomendasi dalam memilih portal basis data daring. Data kemudian dianalisis secara deskriptif.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium telah berhasil dilakukan yang meliputi data berupa (1) jenis portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium; (2) karakteristik portal-portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium; dan (3) metadata gambar spesimen herbarium pada portal basis data daring.

#### 4.1 Portal Basis Data Daring Penyedia Gambar Pindaian Spesimen Herbarium

Tiga belas portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium disajikan pada Tabel 1. Data dalam Tabel 1 memuat data berupa singkatan dan nama lengkap portal, serta alamat dan pengelola penyedia gambar pindaian spesimen herbarium.

**Tabel 1.** Portal Basis Data Daring Penyedia Gambar Pindaian Spesimen Herbarium

Singkatan	Nama Lengkap	Alamat Situs Jejaring	Pengelola
AVH	Australasian Virtual Herbarium	<a href="https://avh.chah.org.au">https://avh.chah.org.au</a>	Council of Heads of Australasian Herbaria
BioPortal	BioPortal: Browse Dutch Natural History Collections	<a href="https://bioportal.naturalis.nl">https://bioportal.naturalis.nl</a>	Naturalis Biodiversity Center
e-ReColNat	The e-ReColNat	<a href="https://explore.recolnat.org/search/botanique/type=index">https://explore.recolnat.org/search/botanique/type=index</a>	L'herbier de Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle
GBIF	Global Biodiversity Information Facility	<a href="https://www.gbif.org">https://www.gbif.org</a>	GBIF Secretariat
HerbWeb	Kew Herbarium Catalogue	<a href="https://apps.kew.org/herbcat/gotoHomePage.do">https://apps.kew.org/herbcat/gotoHomePage.do</a>	Royal Botanic Gardens, Kew
iDigBio	Integrated Digitized Biocollections	<a href="https://www.idigbio.org/portal/search">https://www.idigbio.org/portal/search</a>	National Resource for Advancing Digitization of Biodiversity Collections
JACQ	JACQ Virtual Herbaria	<a href="https://www.jacq.org/#database">https://www.jacq.org/#database</a>	JACQ Consortium
JSTOR	JSTOR's Global Plants	<a href="https://plants.jstor.org">https://plants.jstor.org</a>	ITHAKA
MNHN	MNHN Vascular Plants (P)	<a href="https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search/form">https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search/form</a>	Muséum National d'Histoire Naturelle
NYBG	NYBG C. V. Starr Virtual Herbarium	<a href="http://sweetgum.nybg.org/science/vh">http://sweetgum.nybg.org/science/vh</a>	New York Botanical Garden
POWO	Plants of the World Online	<a href="http://powo.science.kew.org">http://powo.science.kew.org</a>	Royal Botanic Gardens, Kew
Reflora	Reflora Virtual Herbarium	<a href="http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do?lingua=en">http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do?lingua=en</a>	Rio de Janeiro Botanical Garden
Tropicos	Tropicos	<a href="http://legacy.tropicos.org/ImageSearch.aspx">http://legacy.tropicos.org/ImageSearch.aspx</a>	Missouri Botanical Garden

Sumber: Data Primer, diolah 2021

Portal basis data daring pada Tabel 1 menyediakan ratusan ribu hingga jutaan pindaian gambar spesimen herbarium. Portal basis data AVH, menyediakan akses terbuka secara daring sekitar 8 juta spesimen herbarium yang disimpan di herbarium yang ada di Australia dan Selandia Baru (Australasian Virtual Herbarium, 2021a). Spesimen herbarium yang didata dalam portal ini merupakan sumber penelitian untuk flora Australasia (Australia, Selandia Baru, dan pulau-pulau di sekitar Samudra Pasifik) karena sekitar 6,3 juta spesimen herbariumnya merupakan koleksi asal Australia dan Selandia Baru. Sementara itu, sekitar 500.000 sisanya merupakan koleksi yang berasal dari wilayah lain di seluruh dunia, termasuk koleksi tumbuhan dari Indonesia sekitar 22.000 spesimen (Australasian Virtual Herbarium, 2021b). Sementara itu, lebih dari 8 juta objek telah didata dalam basis data portal BioPortal sejak Oktober 2017 (Bioportal, 2021a) dan sekitar 800.000 spesimen biota berasal dari Indonesia (Bioportal, 2021b).

Portal e-ReColNat menyediakan koleksi ilmiah secara digital sekitar 10 juta spesimen botani, zoologi, dan paleontologi (E-Recolnat, 2021b) yang berasal dari koleksi ilmiah sekitar 80 institusi (herbarium, museum, kebun raya, lembaga penelitian, dan perguruan tinggi) di Prancis (E-Recolnat,

2021a). Sebanyak 1,3 juta spesimen yang terdata dalam portal e-ReColNat merupakan koleksi botani yang berasal dari Eropa (398.275 spesimen), Afrika (362.118 spesimen), Oseania (148.933 spesimen), Amerika Selatan (158.259 spesimen), Amerika Utara (77.393), dan Asia (196.941 spesimen) (E-Recolnat, 2021a). Sementara itu, portal GBIF menyediakan akses sekitar 6,7 juta nama jenis biota dan 1,8 miliar data terkait keberadaannya (*occurrence*) (Global Biodiversity Information Facility, 2021b).

Portal HerbWeb memungkinkan pengguna mengakses koleksi ilmiah yang tersimpan di Herbarium Royal Botanic Gardens, Kew yang dilaporkan memiliki sekitar 7 juta koleksi spesimen dari seluruh dunia (Herbweb, 2021c). Koleksi spesimen tersebut dilaporkan mewakili hampir 98% semua marga tumbuhan di dunia (Herbweb, 2021b). Portal iDigBio menyediakan sekitar 128 juta spesimen dalam basis datanya (Integrated Digitized Biocollections, 2021). Di sisi lain, informasi mengenai jumlah spesimen dalam basis data portal JACQ tidak tersedia. Portal JACQ memiliki sistem pengelolaan herbarium secara bersama dengan basis data spesimen yang berasal dari 41 herbarium (JACQ, 2021b) yang tersebar di 19 negara di Amerika Tengah, Eropa, dan Asia (JACQ, 2021a).

Portal JSTOR pada awalnya merupakan perpustakaan digital yang memuat 12 juta lebih artikel jurnal akademik dan 85.000 lebih buku (JSTOR, 2021). Namun, saat ini koleksi digital JSTOR juga telah mencakup gambar pindaian spesimen herbarium yang tersedia dalam portal turunannya bernama JSTOR's Global Plants. Sementara itu, Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) dilaporkan memiliki koleksi sebanyak 67 juta spesimen (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2021b) dan diperkirakan sekitar 6–8 juta di antaranya merupakan koleksi spesimen herbarium (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2021a). Sekitar 92% spesimen herbarium yang disimpan di MNHN telah terdigitalisasi dan data tersebut juga tersedia pada portal GBIF (Muséum National d'Histoire Naturelle, 2021c). Kendati demikian, hanya sebagian koleksi spesimen herbarium yang terdaftar dalam indeks digital portal MNHN. Portal MNHN agaknya lebih mengutamakan spesimen tipe untuk diindeks.

Portal NYBG menyediakan koleksi 4 juta lebih spesimen digital dari William & Lynda Steere Herbarium, New York Botanical Garden (New York Botanical Garden, 2021a) dan lebih dari 150.000 di antaranya merupakan spesimen tipe (New York Botanical Garden, 2021e). Jumlah total koleksi yang ada di herbarium ini dilaporkan sekitar 7,8 juta spesimen (New York Botanical Garden, 2021c) dan terdiri dari tumbuhan berbunga, runjung, pakis, lumut, lumut hati, ganggang, jamur, dan lumut kerak (New York Botanical Garden, 2021b). Sementara itu, portal POWO memuat data berupa 1,2 juta nama tumbuhan, 100.000 deskripsi, dan 270.000 gambar (Plants of the World Online, 2021) serta menyediakan pranala menuju spesimen yang didata dalam portal HerbWeb. Sementara itu, portal Reflora memiliki data sekitar 3,8 juta gambar spesimen (Reflora, 2021) dan portal Tropicos menyediakan data hampir 1,3 juta nama ilmiah, lebih dari 4,8 juta spesimen, dan 600.000 lebih gambar (Tropicos, 2021).

Secara keseluruhan, terdapat 13 portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium, dengan total koleksi spesimen herbarium yang terdigitalisasi setidaknya mencapai 17 juta koleksi. Jumlah koleksi spesimen herbarium yang terdigitalisasi terbanyak dimiliki oleh portal AVH (8 juta koleksi), kemudian secara berturut-turut disusul oleh portal NYBG (4 juta koleksi), Reflora (3,8 juta koleksi), dan e-ReColNat (1,3 juta koleksi). Portal lainnya tidak secara spesifik merinci data koleksi mereka yang telah terdigitalisasi. Portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium memungkinkan pengguna mengakses fitur dan konten dengan mudah tanpa hambatan ruang, waktu, dan biaya.

## 4.2 Karakteristik Portal Basis Data Daring Penyedia Gambar Pindaian Spesimen Herbarium

Karakteristik 13 portal basis data daring penyedia gambar pindaian spesimen herbarium disajikan pada Tabel 2. Portal-portal basis data daring pada Tabel 2 memiliki karakteristik (fitur) yang berbeda satu dengan lainnya dan tidak semuanya menyediakan akses terbuka (gratis) secara penuh. Portal basis data daring yang memiliki karakteristik paling banyak adalah AVH (13 karakteristik), disusul secara berturut-turut oleh BioPortal dan NYBG dengan masing-masing menyediakan 12 karakteristik, sementara e-ReColNat, HerbWeb, iDigBio, dan Tropicos masing-masing menyediakan 11 karakteristik, GBIF, JACQ, JSTOR, dan MNHN menyediakan masing-masing 10 karakteristik, Reflora menyediakan sembilan karakteristik, dan POWO hanya mampu menyediakan delapan karakteristik.

**Tabel 2.** Karakteristik Portal Basis Data Daring Penyedia Gambar Pindaian Spesimen Herbarium

Karakteristik	Portal [Keterangan: Ya (+), Tidak (-)]												
	AVH	BioPortal	e-ReColNat	GBIF	HerbWeb	iDigBio	JACQ	JSTOR	MNHN	NYBG	POWO	Reflora	Tropicos
Akses layanan terbuka secara penuh (gratis)	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Gambar spesimen tersedia secara global	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+
Gambar spesimen dapat diunduh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Format unduhan gambar .jpeg, .tiff, .png, .pdf	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dimensi unduhan gambar $\geq 1000 \times 1000$ piksel	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+
Resolusi unduhan gambar $\geq 200$ dpi	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-
Pranala khusus untuk mengunduh gambar	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+
Memiliki koleksi spesimen sebagai basis data	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+
Mengumpulkan data dari berbagai sumber	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-
Menyediakan menu pencarian terperinci	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Menyediakan menu pengamatan daring	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+
Menyajikan informasi lengkap label spesimen	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
Antarmuka portal sederhana dan stabil	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Menggunakan protokol terenkripsi (HTTPS)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Skor	13	12	11	10	11	11	10	10	10	12	8	9	11

Sumber: Data Primer, diolah 2021

Hampir seluruh portal basis data daring mengizinkan penggunaannya untuk mengunduh gambar pindaian spesimen herbarium. Kendati demikian, JSTOR merupakan satu-satunya portal yang tidak membuka akses penuh untuk pengamatan secara daring dan mengunduh gambar pindaian spesimen herbariumnya. Portal JSTOR mewajibkan penggunaannya untuk berlangganan atau memiliki afiliasi institusional yang memberi akses penuh ke portal JSTOR (Belyaeva & Kovtonyuk, 2021). Sebagai contoh, pada tahun 2019, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), melalui Pusat Data dan Dokumentasi Ilmiah (PDDI) telah berlangganan portal JSTOR global (<http://jstor.org>) (Nashihuddin & Tupan, 2019), sehingga stafnya dapat mengakses secara bebas fitur dan konten portal JSTOR dan portal turunannya seperti portal JSTOR's Global Plants secara penuh.

GBIF, iDigBio, JSTOR, dan Reflora merupakan portal-portal pengumpul data. Validitas data pada portal yang berstatus pengumpul data masih diperdebatkan (Franz & Sterner, 2017) dan perlu mendapat perhatian (Damayanto *et al.*, 2020). Namun, Franz & Sterner (2017) meyakini bahwa data dalam portal pengumpul data patut dipercaya karena bersumber dari basis data yang jelas seperti data spesimen di herbarium atau museum. Di luar perdebatan tersebut, portal pengumpul data memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh portal lain yang bukan pengumpul data. Portal



pengumpul data menyediakan data dari berbagai sumber dalam satu portal sehingga spesimen yang diakses cukup melimpah dan beragam, sehingga data bisa dihimpun secara efisien. Sebagai contoh, penelusuran spesimen herbarium pada portal GBIF (portal pengumpul data) untuk jenis *Dinochloa kostermansiana* S.Dransf., yaitu bambu endemik dari Kepulauan Sunda Kecil (Damayanto, 2016, 2017; Damayanto *et al.*, 2018), diperoleh sebanyak 20 gambar pindaian spesimen herbarium. Sementara pada portal BioPortal (portal bukan pengumpul data), penelusuran yang sama hanya memperoleh tujuh gambar pindaian spesimen herbarium *D. kostermansiana*, bahkan tidak satupun spesimen ini yang dijumpai di portal AVH dan e-ReColNat.

Kendati memperoleh lebih banyak hasil gambar pindaian spesimen herbarium, hasil pada portal yang berstatus pengumpul data perlu divalidasi kembali. Belum semua spesimen herbarium dalam portal pengumpul data dikurasi atau diverifikasi oleh ahlinya (Belyaeva & Kovtonyuk, 2021). Sebagai contoh kasus, portal GBIF (portal pengumpul data) masih menggunakan spesimen *Brand 24573* yang dikoleksi dari Malaysia (kode katalog: 6455.000 dan disimpan di Herbarium Royal Botanic Gardens, Kew) sebagai acuan untuk menentukan daerah sebaran *Dinochloa scandens* (Blume ex Nees) Kuntze (Global Biodiversity Information Facility, 2021a). Kenyataannya, *D. scandens* merupakan jenis bambu merambat yang berstatus endemik di Jawa (Damayanto, 2018; Damayanto *et al.*, 2021; Widjaja, 2019) dan spesimen bambu *Brand 24573* telah dipertelakan sebagai jenis baru *D. darvelana* S.Dransf. (Damayanto *et al.*, 2021). Metadata yang ditampilkan dalam portal GBIF agaknya belum dimutakhirkan dan diverifikasi oleh ahlinya. Kondisi inilah yang patut menjadi perhatian dan menjadi kelemahan portal pengumpul data selain bervariasinya kualitas unduhan gambar hasil pindaian spesimen herbariumnya.

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa hanya portal AVH, BioPortal, iDigBio, JSTOR, NYBG, dan Tropicos menyediakan pranala khusus untuk mengunduh gambar pindaian spesimen herbarium. Pranala ini dapat mempersingkat mekanisme pengunduhan dan penyimpanan gambar. Selain diunduh, gambar pindaian spesimen herbarium juga dapat diamati daring secara waktu nyata (*real-time*). Sebanyak tujuh portal menyediakan fitur pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium secara waktu nyata, yaitu AVH, e-ReColNat, JACQ, JSTOR, NYBG, Reflora, dan Tropicos. Fitur pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium secara daring sangat penting terutama bagi portal-portal yang hasil unduhan gambarnya memiliki kualitas yang kurang baik. Melalui fitur ini, gambar dapat diperbesar tanpa mengurangi kualitas gambar. Fitur pengamatan secara daring pada portal AVH bahkan menyediakan “mode anotasi” yang memungkinkan pengguna melakukan pengukuran spesimen secara langsung dengan membandingkan hasil ukuran piksel antara spesimen dengan penggaris yang menyertai gambar. Fitur pengukuran pada portal JSTOR bahkan dapat langsung mengetahui hasil panjangnya dalam satuan milimeter. Di sisi lain, portal e-ReColNat memiliki mode untuk membandingkan dua hingga tiga spesimen secara daring. Mode ini akan memudahkan pengguna melakukan identifikasi ulang. Sementara itu, pada portal Tropicos, gambar dapat diubah orientasinya sesuai kebutuhan. Pengamatan secara daring, bagaimanapun juga, membutuhkan kecepatan internet yang tinggi dan stabil serta perangkat keras komputer dengan spesifikasi yang memadai, sehingga gambar dapat dimuat dengan lancar, terlebih saat gambar diperbesar. Hal tersebut merupakan salah satu kelemahan pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium secara waktu nyata tanpa mengunduh gambar pindaianya.

Portal AVH, HerbWeb, iDigBio, BioPortal, GBIF, JACQ, JSTOR, dan Reflora menyajikan informasi label spesimen secara lengkap, portal HerbWeb dan Reflora bahkan menyajikan hingga sejarah determinasi jenisnya. Penyajian informasi label spesimen sebagai pelengkap gambar pindaian spesimen herbarium sangat dibutuhkan terutama untuk spesimen tua yang labelnya masih menggunakan tulisan tangan yang sulit dibaca, terlebih untuk label spesimen yang sudah usang. Sementara itu, fitur pencarian secara rinci pada suatu portal dapat membantu menemukan gambar pindaian spesimen herbarium secara efisien. Hasil penelusuran pada Portal MNHN menyajikan

semua spesimen yang mengandung kata kunci yang dimasukkan. Sebagai contoh, saat pencarian spesimen herbarium *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl., bambu yang memiliki persebaran yang luas di dunia (Vorontsova *et al.*, 2016), diperoleh 1.435 dokumen spesimen yang mengandung kata kunci ‘bambusa’ dan/atau ‘vulgaris’.

Tampilan antarmuka portal iDigBio terlihat kurang “ramah” serta terasa lambat dan kurang stabil. Kendati demikian, kenyamanan dalam menggunakan antarmuka sebuah portal terkadang bersifat subjektif sehingga faktor stabilitas yang akan menjadi pertimbangan selanjutnya. Walaupun demikian, sebuah studi mengungkapkan bahwa 68% pengguna memilih keluar dari sebuah situs jejaring karena kurang ramahnya tampilan antarmuka laman tersebut (Egri & Bayrak, 2014). Bila hal ini terjadi, proses digitalisasi spesimen herbarium yang bertujuan meningkatkan akses koleksi ilmiah oleh komunitas global (Lohonya *et al.*, 2020; Sweeney *et al.*, 2018) akan menjadi sia-sia karena pengguna memilih tidak menggunakan portal tersebut.



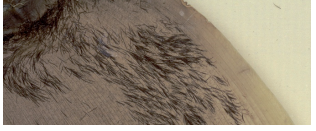


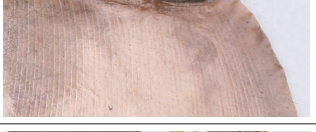
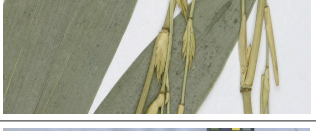


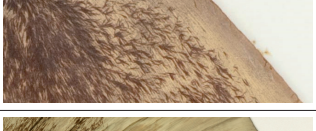



Alamat jejaring portal POWO dan Reflora masih menggunakan protokol yang belum terenkripsi (*hypertext transfer protocol* atau HTTP), sementara portal lainnya sudah menggunakan protokol yang lebih aman, yaitu *hypertext transfer protocol secure* (HTTPS). HTTP adalah protokol yang digunakan untuk transfer informasi dari peramban ke peladen jejaring dan sebaliknya (Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring, 2021b). Keamanan protokol HTTP sangat lemah karena informasi tidak dienkripsi sehingga kejahatan seperti pencurian data rentan terjadi dalam portal tersebut (Zabar & Novianto, 2015). Protokol HTTPS dilaporkan lebih aman digunakan karena telah menggunakan protokol terenkripsi. Kendati demikian, portal POWO dan Reflora masih bisa digunakan selama pengguna tidak mengisi atau mengirim data yang bersifat privasi saat menggunakan portal tersebut.

### 4.3 Metadata Gambar Pindaian Spesimen Herbarium pada Portal Basis Data Daring

Metadata gambar pindaian spesimen herbarium pada setiap portal basis data daring disajikan pada Tabel 3 yang meliputi format, dimensi, resolusi, ukuran, dan kode katalog. Berdasarkan metadata pada Tabel 3, gambar hasil unduhan pada portal basis data daring sebagian besar berformat .jpeg, dan hanya sebagian kecil portal yang menyediakan format .tiff dan .jpeg2000 (pada portal JACQ) atau .png (pada portal Reflora). Selain berformat .jpeg, portal JSTOR juga menyediakan pilihan unduhan gambar berformat .pdf. Format .jpeg dikenal luas sebagai standar utama dalam dunia fotografi terkompresi dan berkas gambar di internet (Richter & Clark, 2018). Format .jpeg banyak digunakan karena menyediakan keseimbangan antara ukuran berkas dengan kualitas, namun tidak disarankan sebagai format gambar arsip disebabkan banyak mengalami kompresi (Khoirul, 2017). Sementara itu, .tiff merupakan format gambar yang tidak terkompresi (Tariang *et al.*, 2017) sehingga memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan format .jpeg pada dimensi dan resolusi yang sama. Berkas gambar master (*master image*) pindaian spesimen herbarium pada beberapa herbarium biasanya disimpan dalam format .tiff (Heerlien *et al.*, 2015; Seregin, 2017) dan salinan gambarnya berformat .jpeg (Seregin, 2017). Sementara itu, kualitas gambar berformat .png dilaporkan baik digunakan sebagai arsip (Khoirul, 2017). Di sisi lain, tidak banyak program penampil gambar standar yang dapat membuka gambar berformat .jpeg2000, sehingga gambar pindaian spesimen herbarium pada portal JACQ sebaiknya diunduh dalam format .tiff.

Hasil unduhan gambar pindaian spesimen herbarium pada masing-masing portal, memiliki dimensi, resolusi, dan ukuran berkas yang bervariasi. Kendati demikian, perlu diketahui bahwa metadata gambar pindaian spesimen herbarium pada Tabel 3 hanya berdasarkan satu contoh gambar pindaian spesimen herbarium yang diunduh dengan mengetik kata kunci “*Bambusa*”, salah satu marga bambu yang memiliki persebaran yang luas (Vorontsova *et al.*, 2016). Dengan demikian, metadata tersebut (Tabel 3) tidak mewakili gambaran rata-rata kualitas gambar setiap portal. Variasi kualitas gambar hasil unduhan, bagaimanapun juga, bisa terjadi terutama pada portal yang berstatus pengumpul data (*aggregator*). Hal ini terjadi karena portal pengumpul data tersebut menyajikan gambar pindaian spesimen herbarium dari berbagai sumber basis data yang berkas pindaianya belum tentu seragam.

**Tabel 3.** Metadata dan Cuplikan Gambar Pindaian Spesimen Herbarium

Portal	Metadata Gambar					Cuplikan Gambar Spesimen Herbarium (Diperbesar 200%)
	Format	Dimensi (piksel)	Resolusi (dpi)	Ukuran (mb)	Kode Katalog	
AVH	.jpeg	3783×5348	300	6,57	BRI-AQ645236	
BioPortal	.jpeg	3525×6269	299	3,42	L.12203363	
e-ReColNat	.jpeg	3294×5208	300	6,38	P02581319	
GBIF	.jpeg	1091×1920	298	1,20	L.3880668	
HerbWeb	.jpeg	1456×2000	600	2,33	K000357968	
iDigBio	.jpeg	2912×4368	240	2,625	USF 58988	
JACQ	.tiff	1938×2772	96	0,565	DR063623	
JSTOR	.jpeg	448×600	72	0,0614	K000357966	
MNHN	.jpeg	2568×4012	300	1,16	P00137145	
NYBG	.jpeg	3744×5616	300	1,48	NY 01529929	
POWO	.jpeg	1502×2000	600	2,56	K001032098	
Reflora	.png	1708×960	96	0,98	ESA070109	
Tropicos	.jpeg	4424×6138	96	3,62	MO 3405430	

Sumber: Data Primer, diolah 2021



**Gambar 1.** Contoh gambar pindaian spesimen herbarium holotipe *Dinchloa malayana* [Ridley 3112 (K)] yang diunduh pada portal HerbWeb

Sumber: Herbweb (2021b)

Kualitas unduhan gambar pindaian spesimen herbarium tidak hanya bervariasi pada portal pengumpul data, namun juga dalam satu portal yang bukan pengumpul data. Sebagai contoh, hasil penelusuran pada portal BioPortal untuk spesimen herbarium *Phalaris minor* Retz., jenis rumput invasif (Xu *et al.*, 2019), ditemukan dua gambar pindaian spesimen herbarium yang memiliki nama pengumpul (P. Jansen dan W. H. Wachter), nomor koleksi (11661), dan nomor katalog (L.3093575) yang sama, namun memiliki kualitas gambar pindaian yang berbeda (3536×6269 piksel dan 299 dpi versus 7607×12501 piksel dan 600 dpi) (Bioportal, 2021c). Kedua gambar tersebut merupakan koleksi Herbarium Naturalis Biodiversity Center yang berstatus sebagai spesimen tipe. Spesimen tipe biasanya lebih diprioritaskan dalam digitalisasi koleksi ilmiah karena dianggap bernilai tinggi dan sering diakses sebagai spesimen rujukan oleh komunitas ilmiah secara global. Untuk itu, gambar pindaian spesimen tipe biasanya memiliki kualitas di atas spesimen umum. Herbarium Moscow State University, misalnya, memindai spesimen umum dengan resolusi 300 dpi, namun spesimen tipe dipindai dengan resolusi 600 dpi (Seregin, 2017).

Portal HerbWeb dan POWO memiliki hasil unduhan gambar pindaian spesimen herbarium dengan resolusi yang paling tinggi (600 dpi) dibandingkan portal lainnya. Contoh unduhan gambar pindaian spesimen dengan kualitas yang baik yang didapat dari portal HerbWeb disajikan pada Gambar 1. Sementara itu, portal JACQ, JSTOR, Reflora, dan Tropicos memiliki hasil unduhan gambar pindaian spesimen herbarium dengan resolusi yang paling rendah (<100 dpi) dibandingkan dengan portal lainnya. Borges *et al.* (2020) menyatakan bahwa penurunan akurasi data dalam pengamatan morfologi melalui gambar pindaian spesimen herbarium biasanya terjadi akibat resolusi gambar yang tidak baik. Oleh karena itu, HerbWeb dan POWO patut menjadi portal pilihan untuk mengunduh gambar pindaian spesimen herbarium apabila menemukan spesimen yang sama pada portal lain. Di sisi lain, portal JSTOR menyediakan pilihan pengunduhan gambar dalam format .pdf lengkap dengan informasi label spesimen yang memiliki kualitas lebih baik dibandingkan unduhan berformat .jpeg. Oleh karena itu, disarankan menggunakan fitur pengunduhan berformat .pdf pada portal JSTOR. Sementara itu, pemanfaatan fitur pengamatan gambar pindaian spesimen herbarium secara waktu nyata pada beberapa portal dapat menjadi pilihan bila hasil unduhan gambar memiliki resolusi yang rendah.

Portal basis data daring faktanya telah menyediakan kemudahan dalam mengakses gambar pindaian spesimen herbarium hasil koleksi dari berbagai tempat di dunia. Penelusuran spesimen herbarium melalui spesimen fisiknya, bagaimanapun juga, memerlukan waktu dan biaya yang tinggi. Melalui digitalisasi, spesimen herbarium dapat dikatalogkan sehingga lebih mudah diakses bahkan dari seluruh belahan dunia. Penggunaan gambar pindaian spesimen herbarium dalam suatu penelitian juga dapat mencegah spesimen dari kerusakan dan bahkan kehilangan akibat peminjaman oleh institusi lain, terlebih proses peminjaman spesimen herbarium membutuhkan biaya pengiriman yang mahal dan kerumitan aturan terkait bea cukai. Kendati demikian, gambar pindaian spesimen herbarium juga memiliki kelemahan, seperti tidak semua gambar memiliki resolusi yang baik, sulit mengidentifikasi struktur morfologi penting yang sangat kecil seperti bunga atau buah, warna dapat terdistorsi oleh pemindaian (Belyaeva & Kovtonyuk, 2021), dan adanya tumpang tindih material (Borges *et al.*, 2020).

## 5. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan 13 portal basis data daring yang menyediakan gambar hasil pindaian spesimen herbarium, yaitu portal Australasian Virtual Herbarium (AVH), BioPortal: Browse Dutch Natural History Collections (BioPortal), e-ReColNat, Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Kew Herbarium Catalogue (HerbWeb), Integrated Digitized Biocollections (iDigBio), JACQ Virtual Herbaria (JACQ), JSTOR's Global Plants (JSTOR), MNHN Vascular Plants (P), NYBG C. V. Starr Virtual Herbarium, Plants of the World Online (POWO), Reflora Virtual Herbarium

(Reflora), dan Tropicos. Ketiga belas portal tersebut memiliki karakteristik (fitur) yang berbeda satu dengan lainnya. Portal AVH, BioPortal, e-ReColNat, HerbWeb, iDigBio, dan NYBG C. V. Starr Virtual Herbarium layak dijadikan portal prioritas karena memiliki fitur yang lebih lengkap. Hampir semua portal menyediakan akses terbuka secara penuh untuk mengunduh gambar pindaian spesimen herbarium. Hasil unduhan gambar pindaian spesimen herbarium pada masing-masing portal, memiliki dimensi, resolusi, dan ukuran berkas yang bervariasi sehingga penelusuran spesimen herbarium secara daring sebaiknya memanfaatkan semua portal basis data yang ada agar diperoleh spesimen herbarium sebanyak mungkin untuk diamati. Validasi setiap spesimen herbarium yang diperoleh harus tetap dilakukan.

Basis data daring terkait gambar pindaian spesimen herbarium telah banyak tersedia secara terbuka (gratis) saat ini. Koleksi gambar pindaian spesimen herbarium yang dikumpulkan dari Indonesia perlu dihimpun dalam satu portal basis data daring yang dikelola khusus oleh Pemerintah Indonesia. Untuk itu, perlu penelitian lanjutan mengenai pembangunan dan pengembangan pangkalan data yang menghimpun koleksi gambar pindaian spesimen herbarium asal Indonesia.

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional atas penyediaan akses menuju ke portal JSTOR's Global Plants (<https://plants.jstor.org>). I Putu Gede P. Damayanto berkontribusi dalam konsep, metodologi, data, dan penulisan naskah awal. Arifin Surya Dwipa Irsyam berkontribusi dalam data dan penyuntingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyani, M., Dwibadra, D., Dewi, K., Mulyadi, Meliah, S., Maryanto, I., Rustiami, H., Arifiani, D., Rahajoe, J. S., Sutrisno, H., & Kanti, A. (2017). *Temuan dan pertelaan jenis baru biota Indonesia 1967-2017: sumbangsih LIPI untuk sains*. LIPI Press.
- Australasian Virtual Herbarium. (2021a). *About AVH*. <https://avh.chah.org.au/about>
- Australasian Virtual Herbarium. (2021b). *Occurrence records*. [https://avh.ala.org.au/occurrences/search?q=#tab\\_recordImages](https://avh.ala.org.au/occurrences/search?q=#tab_recordImages)
- Baderan, D., Baderan, D. W. K., & Kumaji, S. S. (2022). Keanekaragaman tumbuhan suku Piperaceae di Kawasan Air Terjun Lombongo Provinsi Gorontalo. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 7(1), 95–102. <https://doi.org/10.20956/bioma.v7i1.19494>
- Belyaeva, I., & Kovtonyuk, N. (2021). The role of digital herbarium collections in the taxonomic revision of complex plant families: Salicaceae *sensu stricto*. *BIO Web of Conferences*, 38(00014), 1–7. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213800014>
- Bioportal. (2021a). *BioPortal: browse Dutch Natural History collections*. <https://bioportal.naturalis.nl>
- Bioportal. (2021b). *Search results for "Indonesia."* <https://bioportal.naturalis.nl/result/specimen/localityText=Indonesia&logicalOperator=OR&from=0&size=100>
- Bioportal. (2021c). *Specimen L.3093575, Phalaris minor Retz*. <https://bioportal.naturalis.nl/specimen/L.3093575/unitID=L.3093575&logicalOperator=AND&from=0>
- Borges, L. M., Reis, V. C., & Izbicki, R. (2020). Schrödinger's phenotypes: Herbarium specimens show two-dimensional images are both good and (not so) bad sources of morphological data. *Methods in Ecology and Evolution*, 11(10), 1296–1308. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13450>
- Carranza-Rojas, J., Goeau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., & Joly, A. (2017). Going deeper in the automated identification of herbarium specimens. *BMC Evolutionary Biology*, 17(181), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1014-z>
- Damayanto, I. P. G. P. (2016). Lulu ura bambu liar merambat endemik Nusa Tenggara Timur. *Buletin Kakatua*, 1, 14–16.
- Damayanto, I. P. G. P. (2017). Climbing bamboos of Lesser Sunda Islands, Indonesia. In D. Widyatmoko, I. M. Sudiana, R. Lestari, S. R. Ariati, P. Lisdiyanti, S. S. Munawar, & S. Nugroho (Eds.), *Proceedings The 1st SATREPS Conference* (pp. 90–93). Center for Plant Conservation Botanic Gardens, Indonesian Institute of Sciences (LIPI).

- Damayanto, I. P. G. P. (2018). *Dinochloa malayana* S.Dransf. (Poaceae: Bambusoideae), a new record for Indonesia. *Reinwardtia*, 17(1), 35–37. <https://doi.org/10.14203/reinwardtia.v17i1.3351>
- Damayanto, I. P. G. P., Dalimunthe, S. H., & Megawati. (2021). *Dinochloa scandens* (Poaceae-Bambusoideae): distribution, habitat preference, and notes on synonymy. *Jurnal Biodjati*, 6(2), 174–189. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v6i2.12485>
- Damayanto, I. P. G. P., Fastanti, F. S., & Dalimunthe, S. H. (2020). Pemanfaatan portal basis data daring dalam validasi nama ilmiah jenis dan suku tumbuhan. *Berkala Ilmu Perpustakaan Dan Informasi*, 16(2), 170–183. <https://doi.org/10.22146/bip.v16i2.770>
- Damayanto, I. P. G. P., Mahendra, T., & Rosalina, D. (2018). Bamboo diversity at Laiwangi-Wanggameti National Park, Sumba, Indonesia. *Buletin Kebun Raya*, 21(1), 45–52.
- Damayanto, I. P. G. P., & Muhaimin, M. (2017). Notes on *Chimonobambusa quadrangularis* (Franceschi) Makino (Poaceae: Bambusoideae) as an invasive alien plant species in Indonesia. *Floribunda*, 5(7), 253–257.
- Damayanto, I. P. G. P., & Rahmawati, K. (2018). Karakteristik koleksi spesimen tipe bambu di Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi–LIPI. *BACA: Jurnal Dokumentasi Dan Informasi*, 9(2), 113–134. <https://doi.org/10.14203/j.baca.v39i2.424>
- Dillen, M., Groom, Q., Chagnoux, S., Güntsch, A., Hardisty, A., Haston, E., Livermore, L., Runnel, V., Schulman, L., Willemsse, L., Wu, Z., & Phillips, S. (2019). A benchmark dataset of herbarium specimen images with label data. *Biodiversity Data Journal*, 7(e31817), 1–15. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e31817>
- Driani, M. (2009). *Penelusuran informasi siswa melalui internet: studi kasus di perpustakaan MAN Insan Cendekia Serpong* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Efendi, M., Cahyanto, T., & Ramdan, D. M. (2022). Keanekaragaman tumbuhan berbiji di Blok Malagembol Cagar Alam Gunung Tilu Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 19(1), 1–31. <https://doi.org/10.20886/jphka.2022.19.1.1-31>
- Egri, G., & Bayrak, C. (2014). The role of search engine optimization on keeping the user on the site. *Procedia Computer Science*, 36, 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.09.102>
- E-Recolnat. (2021a). *Explore, statistiques*. <https://explore.recolnat.org/statistiques>
- E-Recolnat. (2021b). *Recolnat infrastructure*. <https://www.recolnat.org/en>
- Franz, N. M., & Sterner, B. W. (2017). To increase trust, change the social design behind aggregated biodiversity data. *Database: The Journal of Biological Databases and Curation*, 2017, 1–12. <https://doi.org/10.1093/database/bax100>
- Girmansyah, D., Santika, Y., Rugayah, & Rahajoe, J. S. (2018). *Index herbariorum indonesianum*. LIPI Press.
- Global Biodiversity Information Facility. (2021a). *Dinochloa scandens* (Blume ex Nees) Kuntze. <https://www.gbif.org/occurrence/912066622>
- Global Biodiversity Information Facility. (2021b). *What is GBIF?* <https://www.gbif.org/what-is-gbif>
- Handayani, A. (2014, February 10). *Cara penelusuran informasi melalui internet*. <https://anitanet.staff.ipb.ac.id/cara-penelusuran-informasi-melalui-internet/>
- Harris, K. M., & Marsico, T. D. (2017). Digitizing specimens in a small herbarium: A viable workflow for collections working with limited resources. *Applications in Plant Sciences*, 5(4), 1–9. <https://doi.org/10.3732/apps.1600125>
- Heberling, J. M., & Isaac, B. L. (2017). Herbarium specimens as exaptations: New uses for old collections. *American Journal of Botany*, 104(7), 963–965. <https://doi.org/10.3732/ajb.1700125>
- Heerlien, M., van Leusen, J., Schnörr, S., de Jong-Kole, S., Raes, N., & van Hulsen, K. (2015). The natural history production line: An industrial approach to the digitization of scientific collections. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1145/2644822>
- Herbweb. (2021a). *Dinochloa malayana* S.Dransf. <http://www.kew.org/herbcatimg/3293.jpg>
- Herbweb. (2021b). *The herbarium*. <http://apps.kew.org/herbcat/gotoKewHerbarium.do>
- Herbweb. (2021c). *Welcome to the Kew Herbarium catalogue*. <http://apps.kew.org/herbcat/gotoHomePage.do>
- Integrated Digitized Biocollections. (2021). *Welcome to the iDigBio portal*. <https://www.idigbio.org/portal>
- JACQ. (2021a). *JACQ collections*. <https://www.jacq.org/#collections>
- JACQ. (2021b). *JACQ home*. <https://www.jacq.org/#home>
- JSTOR. (2021). *Mission and history*. <https://about.jstor.org/mission-history>

- Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring. (2021a). *Herbarium*. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/herbarium>
- Kamus Besar Bahasa Indonesia Daring. (2021b). *Http*. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/http>
- Khoirul, A. (2017). *Format mana yang lebih baik? jpeg atau png, ini dia alasannya*. <https://www.grid.id/read/04160952/format-mana-yang-lebih-baik-jpeg-atau-png-ini-dia-alasannya?page=all>
- Kommineni, V. K., Tautenhahn, S., Baddam, P., Gaikwad, J., Wiczorek, B., Triki, A., & Kattge, J. (2021). Comprehensive leaf size traits dataset for seven plant species from digitised herbarium specimen images covering more than two centuries. *Biodiversity Data Journal*, 9(e69806), 1–41. <https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e69806>
- Kovtonyuk, N., Han, I., & Gatilova, E. (2021). Ferns at the digital herbarium of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS. *Biodiversity Data Journal*, 9(e72950), 1–14. <https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e72950>
- Lavoie, C. (2013). Biological collections in an ever-changing world: Herbaria as tools for biogeographical and environmental studies. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 15(1), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2012.10.002>
- Leki, P. T., Makaborang, Y., & Ndjoeroemana, Y. (2022). Keanekaragaman tumbuhan paku (Pteridophyta) di daerah aliran sungai Pepuwatu Desa Prai Paha Kabupaten Sumba Timur sebagai sumber belajar biologi. *Bioedukasi*, 13(1), 42–58. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v13i1.5304>
- Lima, D. F., Mello, J. H. F., Lopes, I. T., Forzza, R. C., Goldenberg, R., & Freitas, L. (2021). Phenological responses to climate change based on a hundred years of herbarium collections of tropical Melastomataceae. *PLoS ONE*, 16(5), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251360>
- Lohonya, K., Livermore, L., & Penn, M. G. (2020). Georeferencing the Natural History Museum's Chinese type collection: of plateaus, pagodas and plants. *Biodiversity Data Journal*, 8(e50503), 1–29. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e50503>
- Mokodompit, R., Kandowanko, N. Y., & Hamidun, M. S. (2022). Keanekaragaman tumbuhan di Kampus Universitas Negeri Gorontalo Kecamatan Tilong Kabila Kabupaten Bone Bolango. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 7(1), 75–80. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i1.5651>
- Muséum National d'Histoire Naturelle. (2021a). *Muséum National d'Histoire Naturelle, understanding and preserving nature*. [https://www.mnhn.fr/sites/mnhn.fr/files/documents/plaquette\\_institutionnelle\\_mnhn\\_en.pdf](https://www.mnhn.fr/sites/mnhn.fr/files/documents/plaquette_institutionnelle_mnhn_en.pdf)
- Muséum National d'Histoire Naturelle. (2021b). *Presentation*. <https://www.mnhn.fr/en/about-museum/presentation>
- Muséum National d'Histoire Naturelle. (2021c). *Vascular Plants (P)*. <https://science.mnhn.fr/institution/mnhn/collection/p/item/search/form>
- Nashihuddin, W., & Tupan. (2019). Analisis pemanfaatan koleksi jurnal internasional tercetak: tinjauan kebijakan pengembangan koleksi Jurnal online di PDII-LIPI. *Khazanah Al-Hikmah: Jurnal Ilmu Perpustakaan, Informasi, Dan Kearsipan*, 7(1), 38. <https://doi.org/10.24252/kah.v7i1a4>
- New York Botanical Garden. (2021a). *C. V. Starr Virtual Herbarium*. <http://sweetgum.nybg.org/science/vh>
- New York Botanical Garden. (2021b). *Collections*. <http://sweetgum.nybg.org/science/collections>
- New York Botanical Garden. (2021c). *Global resource for plants & fungi*. <http://sweetgum.nybg.org/science>
- New York Botanical Garden. (2021d). *Index herbariorum*. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih>
- New York Botanical Garden. (2021e). *Type specimen index*. <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/type-specimen-index>
- Plants of the World Online. (2021). *Welcome to Plants of the World Online*. <http://powo.science.kew.org>
- Powell, C., Krakowiak, A., Fuller, R., Rylander, E., Gillespie, E., Krosnick, S., Ruhfel, B., Morris, A. B., & Shaw, J. (2021). Estimating herbarium specimen digitization rates: Accounting for human experience. *Applications in Plant Sciences*, 9(4), 1–8. <https://doi.org/10.1002/aps3.11415>
- Prunera-Olive, J., Vorontsova, M., Williams, E. v, Mollel, N. P., & Hemp, A. (2021). Checklist of Kilimanjaro grasses shows that both plot and herbarium methods are necessary to record diversity. *Phytotaxa*, 501(2), 201–244. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.501.2.1>
- Purba, J. F. P. (2020, October 3). *Strategi penelusuran informasi di internet*. <https://dkpus.babelprov.go.id/content/strategi-penelusuran-informasi-di-internet>
- Purwono. (2008, April 30). *Strategi penelusuran informasi melalui internet*. [http://eprints.rclis.org/12193/1/Strategi\\_Penelusuran\\_melalui\\_Internet.pdf](http://eprints.rclis.org/12193/1/Strategi_Penelusuran_melalui_Internet.pdf)



- Qatrunnada, Q., & Susandarini, R. (2022). Keanekaragaman dan hubungan kekerabatan fenetik spesies anggota famili Asteraceae di jalur pendakian Gunung Lawu berdasarkan karakter morfologis. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 24(1), 43–53. <https://doi.org/10.14710/bioma.24.1.43-53>
- Reflora. (2021). *Home: virtual herbarium*. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublico-HVUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do?lingua=en>
- Richter, T., & Clark, R. (2018). Why JPEG is not JPEG — Testing a 25 years old standard. *2018 Picture Coding Symposium (PCS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/PCS.2018.8456260>
- Rocchetti, A. G., Armstrong, C. G., Abeli, T., Orsenigo, S., Jasper, C., Joly, S., Bruneau, A., Zytaruk, M., & Vamosi, J. C. (2021). Reversing extinction trends: new uses of (old) herbarium specimens to accelerate conservation action on threatened species. *New Phytologist*, 230(2), 433–450. <https://doi.org/10.1111/nph.17133>
- Roselince, E. V., Makaborang, Y., & Ina, A. T. (2021). Keanekaragaman tumbuhan berbunga kelas Magnoliopsida di pesisir Pantai Kapihak di Pulau Sumba. *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*, 3(2), 47–54. <https://doi.org/10.55285/bonita.v3i2.1038>
- Saputri, E. (2021). Strategi penelusuran informasi melalui search engine (Google). *Jurnal Adabiya*, 23(2), 232–247. <https://doi.org/10.22373/adabiya.v23i2.10137>
- Seregin, A. P. (2017). Digital herbarium of Moscow State University: The largest Russian biodiversity database. *Biology Bulletin*, 44(6), 584–590. <https://doi.org/10.1134/S1062359017060103>
- Suripto, & Maulidan, Y. (2021). Teknik identifikasi dan koleksi tumbuhan anggrek di Kawasan Resort Kembang Kuning Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR). *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3), 474–480. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpmipi.v3i2.1238>
- Sweeney, P. W., Starly, B., Morris, P. J., Xu, Y., Jones, A., Radhakrishnan, S., Grassa, C. J., & Davis, C. C. (2018). Large-scale digitization of herbarium specimens: Development and usage of an automated, high-throughput conveyor system. *Taxon*, 67(1), 165–178. <https://doi.org/10.12705/671.9>
- Tariang, D. B., Roy, A., Chakraborty, R. S., & Naskar, R. (2017). Automated JPEG forgery detection with correlation based localization. *2017 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)*, 226–231. <https://doi.org/10.1109/ICMEW.2017.8026326>
- Tropicos. (2021). *Tropicos: home*. <https://www.tropicos.org/home>
- Tulig, M., Tarnowsky, N., Bevans, M., Kirchgessner, A., & Thiers, B. (2012). Increasing the efficiency of digitization workflows for herbarium specimens. *ZooKeys*, 209, 103–113. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3125>
- Turland, N. J., Wiersema, J. H., Barrie, F. R., Greuter, W., Hawksworth, D. L., Herendeen, P. S., Knapp, S., Kusber, W. H., Li, D. Z., Marhold, K., May, T. W., McNeill, J., Monro, A. M., Prado, J., Price, M. J., & Smith, G. F. (2018). *International code of nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. Regnum vegetabile 159*. Koeltz Botanical Books.
- Ulum, F. B., Wiyono, H. T., & Setyati, D. (2022). *Trichosanthes tricuspidata* Lour. dari Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Hasil Penelitian Universitas Jember*, 1(1), 92–96. <https://journal.unej.ac.id/JHP/article/view/17>
- Véron, S., Rodrigues-Vaz, C., Lebreton, E., Ah-Peng, C., Boulet, V., Chevillotte, H., Gradstein, S. R., Jérémie, J., Lavocat Bernard, E., Lebouvier, M., Meyer, J.-Y., Munzinger, J., Poncy, O., Thouvenot, L., Viscardi, G., Léotard, G., Gargominy, O., Leblond, S., Pignal, M., ... Muller, S. (2021). An assessment of the endemic spermatophytes, pteridophytes and bryophytes of the French Overseas Territories: towards a better conservation outlook. *Biodiversity and Conservation*, 30, 2097–2124. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02186-8>
- Vorontsova, M. S., Clark, L. G., Dransfield, J., Govaerts, R. H. A., & Baker, W. J. (2016). World checklist of bamboos and rattans. *INBAR Technical Report*, 37, 1–454.
- Widjaja, E. A. (2019). *The spectacular Indonesian bamboos*. Polagrade.
- Xu, G., Shen, S., Zhang, Y., Clements, D. R., Yang, S., Li, J., Dong, L., Zhang, F., Jin, G., & Gao, Y. (2019). Designing cropping systems to improve the management of the invasive weed *Phalaris minor* Retz. *Agronomy*, 9(809), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120809>
- Younis, S., Schmidt, M., Weiland, C., Dressler, S., Seeger, B., & Hickler, T. (2020). Detection and annotation of plant organs from digitised herbarium scans using deep learning. *Biodiversity Data Journal*, 8(e57090), 1–18. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e57090>
- Younis, S., Weiland, C., Hoehndorf, R., Dressler, S., Hickler, T., Seeger, B., & Schmidt, M. (2018). Taxon and trait recognition from digitized herbarium specimens using deep convolutional neural networks. *Botany Letters*, 165(3–4), 377–383. <https://doi.org/10.1080/23818107.2018.1446357>

- Yu, T. Y., Turner, I. M., & Check, M. (2021). Revision of *Chassalia* (Rubiaceae-Rubioideae-Palicooureeae) in Borneo, with 14 new species. *European Journal of Taxonomy*, 738(1), 1–60. <https://doi.org/10.5852/ejt.2021.738.1261>
- Zabar, A. A., & Novianto, F. (2015). Keamanan http dan https berbasis web menggunakan sistem operasi Kali Linux. *Komputa: Jurnal Ilmiah Komputer Dan Informatika*, 4(2), 69–74. <https://doi.org/10.34010/komputa.v4i2.2427>