

## Implementasi Rest API untuk e-Herbarium

Faza Alameka<sup>1</sup>, Riyayatsyah<sup>2</sup>, Anindita Septiarini<sup>3</sup>, Hamdani<sup>4</sup>, Ummul Hairah<sup>5</sup>  
Novianti Puspitasari<sup>6</sup>, Rezha Nur Az Zahrah<sup>7</sup>

<sup>1</sup>)Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mulia, Samarinda, Indonesia.

<sup>2</sup>)Program D3 Manajemen Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mulia, Samarinda, Indonesia.

<sup>3,4,5,6</sup>)Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia.

<sup>7</sup>)Magister Ilmu Komputer, Universitas Budi Luhur, Jakarta, Indonesia.

E-Mail : faza.alameka@gmail.com<sup>1</sup>; riyayatsyah@universitasmulia.ac.id<sup>2</sup>; anindita@unmul.ac.id<sup>3</sup>  
hamdani@unmul.ac.id<sup>4</sup>; ummul.hairah@fkti.unmul.ac.id<sup>5</sup>; novipuspitasari@unmul.ac.id<sup>6</sup>  
2311600692@student.budiluhur.ac.id<sup>7</sup>;

### ABSTRAK

E-herbarium yang ada pada lab Herbarium Wanariset adalah sebuah media yang mendokumentasikan tanaman-tanaman yang dikeringkan dalam bentuk digital. Khususnya untuk tumbuhan berjenis *Dipterocarpaceae*. Untuk memungkinkan para ahli-ahli kehutanan ataupun bidang ilmu lainnya dari dalam negeri maupun mancanegara menggunakan. E-herbarium menyediakan data tanaman yang dikeringkan berbasis digital sebagai data ontentik kegiatan penelitian dibidang *botani, ekologi, taksonomi* tumbuhan dan *etnobotani*. Untuk tujuan dari penelitian ini kami mengembangkan API (pemrograman aplikasi antarmuka) untuk e-herbarium yang memungkinkan para pengguna mengakses, menggunakan dan memanfaatkan data yang disesuaikan kebutuhan dari para pengguna akses dari API tersebut dan para pengguna juga dapat berinteraksi dengan GUI untuk mengembangkan data herbarium khususnya data tanaman berjenis *Dipterocarpaceae* sesuai dengan pengguna tersebut berada Di penelitian ini menjelaskan organisasi dari data-data yang ada di e-herbarium dan penerapan API untuk penelitian ini. Penelitian ini menggunakan arsitektur REST API dalam untuk pengembangan dari API yang dibangun. memungkinkan berbagai sistem untuk berkomunikasi dan mengirim / menerima data dengan cara yang sangat sederhana. Lebih lebih lagi fungsi dari api ini dapat mengimport dan ekspor model data herbarium dalam format JSON untuk mengakses API tersebut. Data yang terbentuk merupakan hasil dari pengaksesan API melalui URL menggunakan token. Token dapat diperoleh dengan cara Generate Api Key yang merupakan fitur dari sistem yang kemudian dapat digunakan untuk mengakses API yang tersedia. Method yang ada didalam API ini hanya menggunakan GET. Dimana method ini digunakan bersamaan dengan argument yang tersedia sehingga pengguna dapat meminta data yang dibutuhkan saja dari API. Argumen digunakan melalui parameter URL dan dapat memilah berdasarkan nama, spesies, family, ecology, status konservasi, nama lain, persebaran, deskripsi.

Kata Kunci – *e-herbarium, Dipterocarpaceae, Application Programming Interface (API)*

### 1. PENDAHULUAN (HEADING 1)

Hutan alam di Indonesia didominasi oleh jenis tanaman Dipterocarpaceae (Dipterokarpa). Dipterocarpaceae merupakan famili (suku) penghasil kayu komersial di Indonesia. Wilayah Kalimantan sendiri memiliki jumlah spesies Dipterokarpa paling banyak berjumlah 200 spesies. Kekayaan jenis Dipterokarpa yang tinggi, membuat hutan di wilayah Kalimantan juga disebut sebagai hutan Dipterokarpa. Peranan hutan dipterokarpa di Kalimantan Timur bagi ekologi hutan sangatlah besar seperti pencegahan tanah longsor, penyerapan karbon dioksida di atmosfer dan keanekaragaman hayati (biodiversity) (Asio & Bande, 2019). Pengelolaan hutan berupa kawasan suaka alam dan kawasan pelestarian alam ditujukan untuk memenuhi fungsi kawasan sebagai wilayah perlindungan sistem penyangga kehidupan, kawasan pengawetan keanekaragaman jenis tumbuhan dan atau satwa liar beserta ekosistemnya (Indonesia, 1998). Oleh karena itu, konservasi hutan khususnya jenis Dipterokarpa sangatlah diperlukan karena memberikan manfaat

yang sangat besar bagi sektor kehutanan. Menurut ketentuan umum Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang kehutanan, hutan konservasi diartikan sebagai kawasan hutan dengan ciri khas tertentu yang mempunyai fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya. Pengawetan tumbuhan dan satwa sendiri telah tertuang dalam PP RI Nomor 7 tahun 1999 yang terdiri dari kegiatan inventarisasi jenis, pembinaan habitat dan populasi jenis serta penyelamatan jenis tumbuhan dan satwa yang dapat dilakukan oleh pemerintah, akademisi dan ilmuwan, serta Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) bersama rakyat. Kegiatan inventarisasi data keanekaragaman hayati membutuhkan tanggung jawab yang besar dalam hal mengelola keseimbangan antara melestarikan fungsi ekologis dan keberlanjutan manfaatnya secara ekonomis (Dengen et al., 2018; Puspitasari & Budiman, 2018). Namun, dukungan akan kegiatan inventarisasi terkait ketersediaan data dan informasi keanekaragaman hayati khususnya tumbuhan di Hutan Konservasi Dipterokarpa masih

cukup terbatas. Pada era perkembangan teknologi informasi digital yang begitu pesat, bidang informatika memegang peranan penting dalam hal kegiatan inventarisasi, pengumpulan, dan pengelolaan data secara digital sebagai upaya mendukung ilmu pengetahuan dan melestarikan potensi serta ketersediaan informasi keanekaragaman hayati khususnya di Hutan Konservasi Dipterocarpaceae yang memiliki nilai tambah ekonomi bagi masyarakat. E-herbarium menggunakan teknologi Application Programming Interface (API) merupakan salah satu solusi pemanfaatan teknologi informasi digital yang menyediakan informasi terkait berbagai macam koleksi tumbuhan sebagai data otentik kegiatan penelitian di bidang botani, ekologi, taksonomi tumbuhan dan etnobotani. Penelitian ini mengimplementasikan gaya arsitektur REST dalam pengembangan API sebagai back-end sistem informasi administrasi pasien klinik perawatan kulit. API yang dikembangkan menggunakan Javascript Object Notation (JSON) (Li et al., 2019) sebagai standar format dalam komunikasi data serta JSON Web Token (JWT) (Rakhmawati et al., 2019) sebagai kode otentikasi pengguna sistem. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan API berhasil dilakukan untuk pendistribusian data herbarium yang tersebar di beberapa laboratorium yang ada di Indonesia berbasis REST API.

## 2. TINJAUAN PUSAKA (HEADING 1)

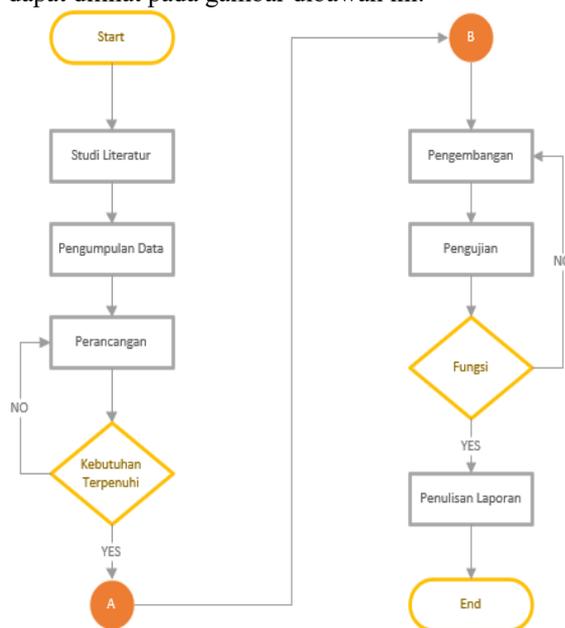
Dipterocarpaceae (Dipterocarpaceae) merupakan tumbuhan yang mendominasi hutan hujan tropis yang ada di Indonesia. Dipterocarpaceae merupakan salah satu sub famili dengan jumlah jenis yang banyak dan persebaran yang cukup luas. Sub famili ini memiliki 13 genus dan 470 jenis, 9 genus berada di Indonesia yaitu Shorea, Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Vatica, Cotylelobium, Parashorea, Anisoptera, dan Upuna (Ghazoul, 2016; Naher, 2016). Keberadaan jenis Dipterocarpaceae dianggap cukup penting dikarenakan kayu dari sub famili ini mempunyai nilai ekonomi yang tinggi untuk masyarakat (Abdul Malik, 2019). Di Indonesia, penyebaran Dipterocarpaceae dimulai dari daerah Sumatera, Jawa, Kalimantan, Lombok, Bali, Sulawesi, hingga Irian. Penyebaran jenis Dipterocarpaceae sangat tergantung pada faktor alam yang mempengaruhi pertumbuhannya (EL-TAGURI & Latiff, 2016; Ghazoul, 2016). Tumbuhan jenis Dipterocarpaceae sebagian besar menyukai tanah yang kering, bereaksi asam, bersolum dalam, dan liat (EL-TAGURI & Latiff, 2016). Pada kondisi tanah yang asam, akar dari jenis Dipterocarpaceae akan berasosiasi dengan ektomikoriza sehingga kelangsungan hidupnya masih dapat dipertahankan (Brearley, 2011). Meskipun sebagian besar jenis Dipterocarpaceae menyukai tanah yang kering dan asam, namun ada juga sebagian kecil yang bisa tumbuh di tanah dengan kondisi berkapur, berpasir, dan gambut (Brearley, 2011; Das et al., 2018). Dipterocarpaceae menjadi salah satu penyusun utama berbagai tipe hutan di dataran rendah dan beberapa diantaranya di pegunungan bawah. Keberadaannya berupa pohon-pohon besar dengan tajuk yang sangat dominan dan mempunyai banyak tipe banir (hampir setiap genus mempunyai banir yang berbeda). Dipterocarpaceae

yang terdapat di hutan Melanesia bagian barat merupakan suatu hal yang unik. Hal ini disebabkan oleh adanya jenis dan marga pohon besar yang sedemikian banyak dari satu suku terdapat bersama-sama di satu tempat (Ghazoul, 2016). Kulit batang dari pohon Dipterocarpaceae juga mempunyai banyak tipe, contohnya kulit dari keruing yang mempunyai banyak lentisel, sedangkan kulit dari Vatica dan Cotylelobium biasanya agak licin dan terdapat garis horizontal pada kulit batang yang hampir mengelilingi batang. Dipterocarpaceae memiliki damar yang umumnya berwarna putih, kuning, coklat, atau hitam (Brearley et al., 2016). Dipterocarpaceae menghasilkan beberapa produk non kayu yang bernilai ekonomi untuk masyarakat. Produk-produk tersebut diantaranya minyak, damar, resin, dan kamper (Suwannasai et al., 2020). Oleh karena itu identifikasi tumbuhan berjenis Dipterocarpaceae sangat perlu dilakukan. Pengidentifikasian tumbuhan berfungsi untuk mengetahui kekayaan jenis, habitat, dan distribusi. Inventarisasi data dan penyajian informasi seperti ini berguna untuk memudahkan dalam pengamatan terkait tumbuhan yang akan dilakukan. Demi mendukung upaya literasi informasi tumbuhan jenis Dipterocarpaceae sebagai penopang ekonomi diperlukan media informasi literasi digital sebagai basis pengetahuan yang memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi (ICT). Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi diantaranya menggunakan Application Programming Interface (API) dalam bentuk e-herbarium. Dalam pengembangan API diperlukan sebuah gaya arsitektur sebagai pedoman cara berhubungan antara *logic* basis data dengan *logic* antarmuka. Salah satu gaya arsitektur pengembangan API berbasis *web* yang menggunakan HTTP dalam komunikasi data adalah *Representational State Transfer* (REST) (Thomas & Fielding, 2000). Teknologi API merupakan sebuah teknologi yang menjadikan internet sebagai pusat server untuk mengelola data dan juga aplikasi pengguna. Teknologi ini mengizinkan para pengguna untuk menjalankan program tanpa instalasi dan mengizinkan pengguna untuk mengakses data pribadi melalui komputer dengan akses internet (Rakhmawati et al., 2019; Santoro et al., 2019). API membentuk komponen integral dari ekosistem perangkat lunak. Ekosistem perangkat lunak ini telah menjadi cara ideal untuk solusi membangun perangkat lunak yang besar di atas platform teknologi umum (Ofoeda et al., 2019). API layanan web menyediakan Port Hyper-Text Transfer Protocol (HTTP) untuk pengembang dengan kunci API, pengembang dapat mengakses berbagai informasi (Li et al., 2019). Teknologi API dapat digunakan untuk membuat sebuah media penyimpanan berbasis cloud yang menyimpan data koleksi tumbuhan dalam bentuk e-herbarium sehingga menjadi sumber bahan penelitian dan konservasi penyebaran keanekaragaman jenis tumbuhan. E-herbarium merupakan literasi digital yang menampilkan bentuk dan informasi dari koleksi spesimen tumbuhan yang diawetkan (Jain et al., 2015). E-herbarium merupakan hasil observasi tumbuhan yang dilakukan pada habitat tumbuhan untuk meningkatkan

kesadaran masyarakat tentang herbarium (Jain et al., 2015; Kislov et al., 2017). E-herbarium juga menyediakan akses yang cepat, sehingga tidak ada kerusakan pada spesimen tumbuhan. Hal ini dikarenakan pada e-herbarium banyak orang dapat mengerjakan spesimen yang sama secara bersamaan (Kovtonyuk et al., 2019).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian akan dilakukan di Laboratorium Herbarium yang berada di Balai Penerapan Standar Instrumen Lingkungan Hidup dan Kesehatan Samboja, Kalimantan Timur. Tahapan penelitian yang dilakukan ada beberapa tahap yaitu studi literatur, pengumpulan data, perancangan, pengembangan sistem dan pengujian sistem dan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pada gambar 1 diatas dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi literature merupakan tahapan penelitian yang dilakukan dengan mencari teori-teori yang behubungan dengan penelitian, seperti Herbarium, API, Dipterokarpa, hutan hujan tropis
2. Pengumpulan data yang dilakukan seperti mengumpulkan data-data yang akan di gunakan dipenelitian
3. Perancangan merupakan tahapan rencana pengembangan sistem kedalam bentuk desain yang memudahkan pengguna melihat rencana pengembangan sistem yang akan dibuat.
4. Pengujian merupakan tahapan yang dilakukan dengan menguji sistem yang telah dibuat. Apakah sistem telah sesuai atau tidak.

#### 1. Flowchart Akses API

Pada figure 3 menjelaskan alur proses dalam mengakses REST API dan menunjukkan bagaimana sistem menangani dan memberi response dari request yang dilakukan oleh pengguna.

5. Penulisan laporan merupakan tahapan penelitian yang terakhir dilaksanakan dengan syarat semua tahapan peneltian dilakukan dengan baik dan secara beraturan.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN (HEADING 1)

### A. Pengumpulan Data

pengumpulan data dengan akses langsung database yang dimiliki sistem E-Herbarium. Pada gambar berikut merupakan struktur tabel herbarium yang dimiliki sistem E-Herbarium. Data ini nantinya akan dapat diakses melalui RESTful API yang akan dibangun.

id	name	latin	thumbnail	illustration	species	family	nomenclature_id	habit	leaf	flower	fruit	seed	stem_bark	phenology	reproduction	ecology	human_uses	medicinal	handicrafts	others	reforestation	conservation_status	date_of_collection	collected_by	latitude	longitude	locality	synonyms	distributions	desc	note	created_at	updated_at
int(11)	mediumtext	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	longtext	longtext	text	text	text	text	text	longtext	longtext	longtext	longtext	longtext	longtext	longtext	longtext	longtext	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	varchar(250)	longtext	longtext	longtext	timestamp	timestamp	

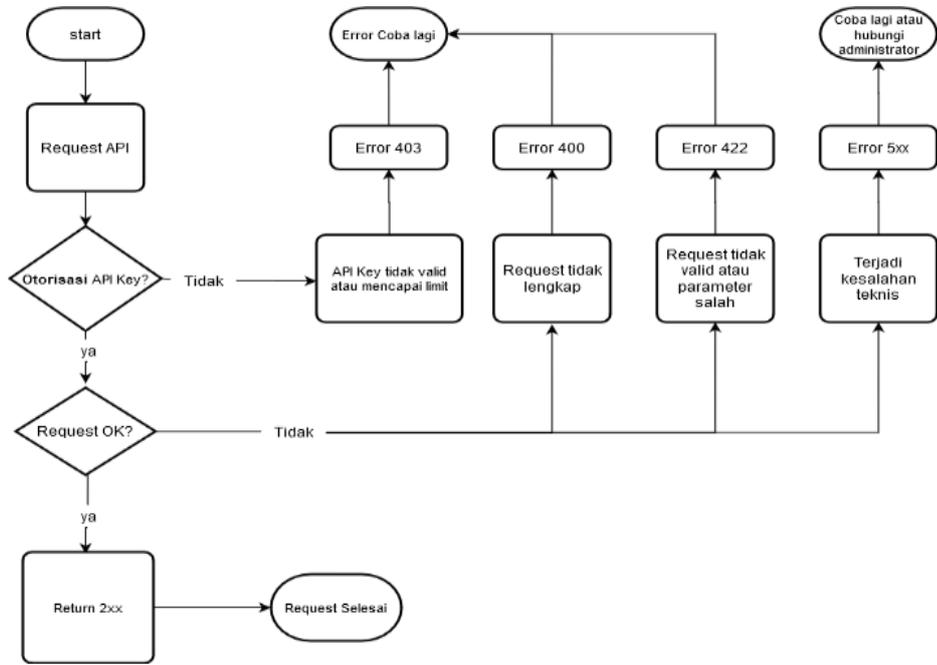
Gambar 2. Struktur tabel e-Herbarium

Pada figure 2 merupakan struktur tabel e-herbarium yang menjadi dasar untuk pembuatan API e-herbarium.

### B. Perancangan

Perancangan sistem merupakan tahapan rencana pengembangan sistem ke bentuk desain yang digunakan untuk memudahkan pengguna melihat rancangan sistem yang dibuat.

Contoh Request  
 api.herbarium/v1/api\_token&&name=durian  
 Contoh response  
 {"name": "durian", "family": "dipterocarpaceae"}



Gambar 3. Alur API

**C. Implementasi**

Akses Token digunakan melalui permintaan client atau aplikasi client kepada sistem informasi E-Herbarium Herbarium-wanariset. Pengguna dapat melakukan akses token sesuai petunjuk yang ada pada halaman Generate API Keys. Saat pengguna melakukan akses token berikut adalah Source Code yang menangani token authorization:

```
public function handle($request, Closure $next)
{
    try {
        if (!isset($request->api_token)) {
            $authorization = DB::table('api')->where('api_token', $request->api_token)->first();
            if (!$authorization) {
                return response()->json(['error' => 'invalid_token', 'message' => 'check your token'], 403);
            }
            elseif ($authorization->status != 'active') {
                return response()->json(['error' => 'key_inactive', 'message' => 'check your key status'], 403);
            }
            elseif ($authorization->usage == $authorization->limit) {
                return response()->json(['error' => 'reached_limit', 'message' => 'check your key limit'], 403);
            }
            elseif ($authorization->exp_date < date('Y-m-d')) {
                return response()->json(['error' => 'expired_key', 'message' => 'check your key exp date'], 403);
            }
            return $next($request);
        }
        elseif {
            return response()->json(['error' => 'token_missing', 'message' => 'dont have one?'], 403);
        }
    } catch (Exception $e) {
        return response()->json(['error' => 'technical_error', 'message' => 'try again later'], 500);
    }
}
```

Gambar 4. Source Code Token Handling

Source Code pada figure 4 menangani otorisasi token yang digunakan pengguna atau client. Sebelum token dapat digunakan untuk mengakses API, terlebih dahulu akan diperiksa kebenaran token, aktivasi token, batas penggunaan token, dan masa berlaku token. Jika sistem mendapati error maka akan mengembalikan request client dengan pesan dalam format JSON. Jika akses token telah lolos melalui

otorisasi akan diteruskan dan di tangani oleh source code pada gambar berikut:

```
public function herbarium(Request $request)
{
    $qs = $request->all();
    $keys = array_keys($qs);
    $args = array();
    $herbs = Herbarium::where('id', '=', '0');
    foreach ($qs as $key => $value) {
        if ($key < 1) {
            $herbs = $herbs->where($key, '=', $value);
        }
        $args[$key] = $value;
    }
    $args = array_merge($args, $qs);
    try {
        $results = $herbs->get(['name', 'thumbnail', 'latin', 'species', 'family', 'leaf', 'ecology', 'conservation_status', 'synonyms', 'distributions', 'desc']);
        $response = response()->json($results, 200);
        $usage = $request->api_token->first();
        $usage->usage = $usage->usage + 1;
        $usage->save();
        $url = new Operation();
        $url->user_id = $usage->user_id;
        $url->method = $request->REQUEST_METHOD;
        $url->url = $request->REQUEST_URI;
        $url->save();
    } catch (Exception $e) {
        return response()->json(['error' => 'not_found'], 200);
    }
    return response()->json($results, 200, ['Content-Type' => 'application/json;charset=utf-8', 'Charset' => 'utf-8', 'JSON_UNESCAPED_UNICODE']);
}
```

Gambar 5. Source Code API Request Handling

Source code pada figure 5 merupakan fungsi yang akan menangani permintaan client sesuai dengan argumen yang diberikan dan memberikan results dalam format JSON.

```

0:
  name: "Trade name: mersawa. Bor_ tenan, meluwang tikus."
  thumbnail: "images/20190924115159thumbnail.jpeg"
  latin: "<i>\r\n Anisoptera costata </i>korth."
  species: "Anisoptera costata korth."
  family: "DIPTEROCARPACEAE"
  leaf: [-]
  ecology: "Common, often gregarious.lly found on limestone."
  conservation_status: "Endangered"
  synonyms: "Anisoptera cochinchinens.h.; Shorea nervosa Kurz"
  distributions: "Indo-china, Birma, Thail_a, Borneo, Philippines."
  desc: "Trees up to 65 m tall, u.Kalimantan, Indonesia)."
    
```

Figure 4 Hasil API Request

Figure 6 adalah format JSON yang dihasilkan jika proses otorisasi token dan permintaan API berhasil

**D. Pengujian**

Table 1 Pengujian Request API

No	Skenario pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
1.	Melakukan Request API melalui url tanpa API Key	api_token:-	Sistem akan membalas request dengan {"error": "token_missing"}	Sesuai harapan	Valid
2.	Melakukan Request API menggunakan API Key yang salah	api_token: h3h3h3h3h3	Sistem akan membalas request dengan {"error": "invalid_token"}	Sesuai harapan	Valid
3.	Melakukan Request API menggunakan API Key yang belum aktif	api_token: Z8YAXuBjZb5svPx9siwihckisgbhfPYINNGWo1Wa4YOb5tRa5Xyz29wgkFSW	Sistem akan membalas request dengan {"error": "key_inactive"}	Sesuai harapan	Valid
4.	Melakukan Request API menggunakan API Key yang masa berlakunya telah habis	api_token: 0vBuvpaouKJ1xsUMUAX3AQ2cWPBdrvvyFRCEscWqMtzFa3OX33ELP4AgQ9o1	Sistem akan membalas request dengan {"error": "expired_key"}	Sesuai harapan	Valid
5.	Melakukan Request API menggunakan API Key yang telah mencapai batas pemakaian	api_token: XsqNjI40IVBJ6ivurizOnqc9HCLifMC2bAE5gp5MLY3W9R9QXi31cQ609yc	Sistem akan membalas request dengan {"error": "reached_limit"}	Sesuai harapan	Valid
6.	Melakukan Request API menggunakan API Key yang benar	api_token: WS39gNj75Ej9USOPvmGkXxKS OvzERnck PwSA0kzQ MXK3Knw QdM8Hj	Sistem akan membalas seluruh list tanaman dari family DIPTEROCARPACEAE	Sesuai Harapan	Valid
7.	Melakukan Request API menggunakan	api_token: WS39gNj75Ej9USOPv	Sistem akan membalas request	Sesuai harapan	Valid

No	Skenario pengujian	Test Case	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Status
8.	Melakukan Request menggunakan API Key yang benar dan menambahkan argumen yang tidak valid	api_token: WS39gNj75Ej9USOPvmGkXxKS OvzERnck PwSA0kzQ MXK3Knw QdM8Hj spesies:kucing	Sistem akan membalas request dengan {"error": "not_found"}	Sesuai harapan	Valid
9.	Melakukan Request menggunakan API key yang benar dan menambahkan argumen yang salah	api_token: WS39gNj75Ej9USOPvmGkXxKS OvzERnck PwSA0kzQ MXK3Knw QdM8Hj spesies:kucing	Sistem akan membalas request dengan {"error": "request_invalid", "message": "check your arguments"}	Sesuai harapan	Valid

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa API e-herbarium yang dibangun untuk mendistribusi informasi herbarium dapat berjalan dengan maksimal dan sesuai dengan konsep yang direncanakan.

**5. KESIMPULAN**

Implementasi REST API pada e-herbarium dapat disimpulkan berhasil dengan baik dan sesuai konsep. Hasil pengembangan API, data format JSON telah dibuat. Mudah dibaca oleh manusia, dapat digunakan di berbagai platform, dan dapat dianalisis dengan cepat di komputer

**6. DAFTAR PUSTAKA**

Abdul Malik, M. N. (2019). Maintenance and conservation of Dipterocarp diversity in tropical forests. University of Sheffield.

Asio, J. R., & Bande, M. J. (2019). Response of Yakal-yamban (*Shorea falciferoides* Foxw.), an endangered dipterocarp tree species to nutrient addition in a problematic soil. *Annals of Tropical Research*, 41(1), 92–104. <https://doi.org/10.32945/atr41118.2019>

Brearley, F. Q. (2011). The Importance of Ectomycorrhizas for the Growth of Dipterocarps and the Efficacy of Ectomycorrhizal Inoculation Schemes. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-15196-5\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-15196-5_1)

Brearley, F. Q., Banin, L. F., & Saner, P. (2016). The ecology of the Asian dipterocarps. *Plant Ecology & Diversity*, 9(5–6), 429–436.

Das, S. C., Alam, M. S., & Hossain, M. A. (2018). Diversity and structural composition of species in dipterocarp forests: a study from Fasiakhali Wildlife Sanctuary, Bangladesh. *Journal of*

- Forestry Research, 29(5), 1241–1249. <https://doi.org/10.1007/s11676-017-0548-7>
- Dengen, N., Budiman, E., Widiars, J. A., Wati, M., Hairah, U., & Ugiarto, M. (2018). Biodiversity information system: Tropical rainforest borneo and traditional knowledge ethnic of dayak. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 10(1–9), 59–64.
- EL-TAGURI, H. M. A. L. I., & Latiff, A. (2016). Ecology and distribution of *Vatica L.*(Dipterocarpaceae) in Peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 68(3), 5–11.
- Ghazoul, J. (2016). *Dipterocarp biology, ecology, and conservation*. Oxford University Press.
- Indonesia, R. (1998). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 1998 tentang Kawasan Suaka Alam dan Kawasan Pelestarian Alam. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Jain, N. D., Jain, N. D., Kale, A. A., & Saha, M. (2015). A User Interface in e-herbarium for Automated Botanical Species Identification through image and voice based search. *National Conference On New And Emerging Trends in Bioinformatics and Taxonomy*, 173.
- Kislov, D. E., Bakalin, V. A., Pimenova, E. A., Verkholat, V. P., & Krestov, P. V. (2017). An electronic management system for a digital herbarium: Development and future prospects. *Botanica Pacifica*, 6(2), 59–68. <https://doi.org/10.17581/bp.2017.06207>
- Kovtonyuk, N., Han, I., & Gatilova, E. (2019). Digital Herbarium Collections of the Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia. In *Information Technologies in the Research of Biodiversity* (pp. 22–27). Springer.
- Li, J., Li, N., Afsari, K., Peng, J., Wu, Z., & Cui, H. (2019). Integration of Building Information Modeling and Web Service Application Programming Interface for assessing building surroundings in early design stages. *Building and Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.024>
- Naher, A. (2016). Investigation of phytochemical and in-vitro biological potential of anisoptera scaphula.
- Ofoeda, J., Boateng, R., & Effah, J. (2019). Application programming interface (API) research: A review of the past to inform the future. In *International Journal of Enterprise Information Systems*. <https://doi.org/10.4018/IJEIS.2019070105>
- Puspitasari, N., & Budiman, E. (2018). Evaluation of Borneo's Biodiversity Information System. 2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, EECCIS 2018. <https://doi.org/10.1109/EECCIS.2018.8692955>
- Rakhmawati, N. A., Suryawan, S. H., Furqon, M. A., & Hermansyah, D. (2019). Indonesia's Public Application Programming Interface (API). *Jurnal Penelitian Pos Dan Informatika*, 9(2), 85. <https://doi.org/10.17933/jppi.2019.090201>
- Santoro, M., Vaccari, L., Mavridis, D., Smith, R., Posada, M., & Gattwinkel, D. (2019). Web application programming interfaces (apis): General purpose standards, terms and European commission initiatives. <https://doi.org/10.2760/675>
- Suwannasai, N., Dokmai, P., Yamada, A., Watling, R. O. Y., & Phosri, C. (2020). First ectomycorrhizal syntheses between *astraeus sirindhorniae* and *dipterocarpus alatus* (Dipterocarpaceae), pure culture characteristics, and molecular detection. *Biodiversitas*. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210130>
- Thomas, R., & Fielding. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. In *University of California* (Vol. 130, Issue 2).