

**PERANCANGAN *EXPERT SYSTEM DEVELOPMENT LIFE CYCLE*  
PADA SISTEM PAKAR *FORWARD CHAINING* SEBAGAI  
MEDIA PEMBELAJARAN**

**Diah Ika Putri<sup>1</sup>, Purnomo Sidiq<sup>2</sup>**  
Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut<sup>1,2</sup>  
[diahikaputri04@gmail.com](mailto:diahikaputri04@gmail.com)<sup>1</sup>

*Submit*, 04-11-2020      *Accepted*, 30-12-2020      *Publish*, 31-12-2020

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat dan menyusun media pembelajaran berupa aplikasi yang digunakan untuk identifikasi tumbuhan dalam *Division Pinophyta*. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan konvensional dengan metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) dari Durkin, mekanisme inferensi yang digunakan adalah *Forward Chaining*, sedangkan software, yang digunakan untuk Data Base Manajemen Sistem (DBMS) adalah MySQL, *Unified Modeling Language* (UML), *Personal Home Page* (PHP). Berdasarkan hasil uji penilaian aplikasi secara umum didapatkan hasil bahwa aplikasi sistem pakar ini layak untuk dijadikan media pembelajaran dengan nilai kriteria untuk *Quality of end-user interface design* (55,5 %), *Engagement* (52,3 %), *Interactivity* (64,3 %) dan *Tailorability* (52,4 %). Simpulan, aplikasi yang dibuat dengan metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC), dengan mekanisme inferensi *Forward Chaining* layak digunakan sebagai media pembelajaran identifikasi tumbuhan dalam *Divisio Pinophyta*.

Kata kunci : Aplikasi, Identifikasi Tumbuhan, Media Pembelajaran, Sistem Pakar, *Forward Chaining*

**ABSTRACT**

*The purpose of this research is to create and develop learning media in the form of applications used for plant identification in The Division of Pinophyta. The approach used is conventional approach with Expert System Development Life Cycle (ESDLC) method from Durkin, the inference mechanism used is Forward Chaining, while the software, used for Data Base Management System (DBMS) is MySQL, Unified Modeling Language (UML), Personal Home Page (PHP). Based on the results of the application assessment test in general obtained results that this expert system application deserves to be used as a learning media with criteria for Quality of end-user interface design (55.5%), Engagement (52.3%), Interactivity (64.3 %) and Tailorability (52.4%). Conclusion, application made by Expert System Development Life Cycle (ESDLC) method, with Forward Chaining inference mechanism worthy to be used as a learning medium of plant identification in Divisio Pinophyta.*

*Keywords: Application, Plant Identification, Learning Media, Expert System, Forward Chaining*

## PENDAHULUAN

Media pembelajaran terdiri dari dua kata yaitu media dan pembelajaran. Media adalah segala bentuk yang dipergunakan untuk proses penyaluran informasi (Arsyad, 2013), sedangkan Daryanto (2011) menjelaskan bahwa media pembelajaran adalah suatu kombinasi yang tersusun meliputi unsur-unsur manusiawi, material, fasilitas, perlengkapan dan prosedur yang saling mempengaruhi tercapainya tujuan pembelajaran.

Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah alat atau metode dan teknik yang digunakan sebagai perantara komunikasi antara pendidik dan peserta didik. Dalam arti sempit, media pembelajaran hanya meliputi media yang dapat digunakan secara efektif dalam proses pengajaran yang terencana. Sedangkan dalam arti luas, media tidak hanya meliputi media komunikasi elektronik yang kompleks. Akan tetapi juga mencakup alat-alat sederhana seperti TV, radio, *slide*, fotografi, diagram dan bagan buatan guru atau objek-objek nyata lainnya (Nurkholis, 2012).

Jenis media pembelajaran yang inovatif dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi memang sedang banyak dikembangkan oleh pendidik (guru) saat ini, karena ketersediaan media yang inovatif, variatif dan menarik dalam proses pembelajaran merupakan salah satu faktor yang akan menentukan keberhasilan dalam proses pembelajaran. Disisi lain, pengembangan ESDLC (*Expert System Development Life Cycle*) atau yang bisa disebut juga sebagai sistem pakar dalam bidang kehidupan sudah banyak bermunculan, misalnya di bidang kesehatan, pertanian, geologi dan lain sebagainya. Sistem pakar merupakan suatu aplikasi yang berfungsi untuk meniru pakar manusia sehingga dapat melakukan hal-hal yang dikerjakan oleh pakar (Rosnelly, 2012).

Pendapat lain mengemukakan, sistem pakar adalah *An expert system is a tool that aims to simulate the cognitive mechanisms of an expert, in a particular field. This is one of paths leading to artificial intelligence. More precisely, an expert system in artificial intelligence is defined as a computer program that has the ability to represent and reason on knowledge. In fire safety, it is useful to be able to quickly discern the configurations at risk of an installation* (Chojnacki, 2018).

*An "expert system" is a knowledge-based computer system that emulates the decision-making ability of a human expert. The primary role of the expert system is to perform appropriate functions under the close supervision of the human, whose work is supported by that expert system. In the reverse, this same expert system can monitor and double check the human in the performance of a task. Human-computer interaction in our highly complex world requires the development of a wide array of expert systems* (Abu Ghali, et al., 2017).

Aplikasi sistem pakar ini biasanya digunakan untuk membantu mempermudah penggunaanya untuk menemukan dan menyimpulkan suatu keadaan berdasarkan hasil analisis pakar tanpa terbatas ruang dan waktu. Di bidang kesehatan misalnya, aplikasi sistem pakar sudah banyak membantu masyarakat awam untuk mengenali ciri suatu penyakit tertentu secara mandiri sebagai langkah awal pencegahan dan penanganan terhadap suatu penyakit. Begitupun di bidang pertanian atau bidang yang lainnya (Fajrin, Mulyani & Destiani, 2015).

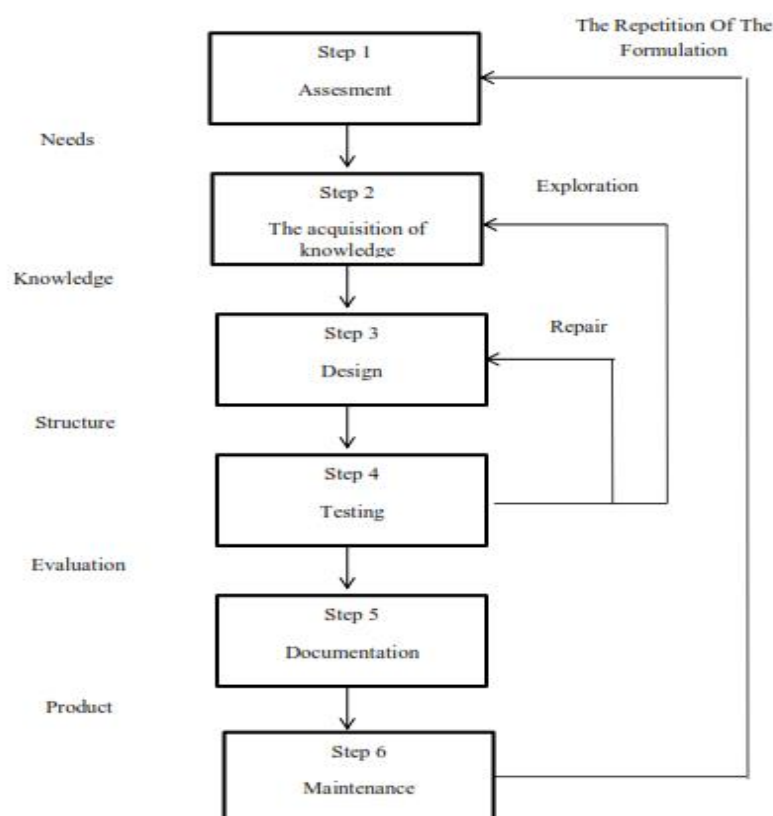
Di bidang pendidikan khususnya penggunaan aplikasi sistem pakar sebagai media pembelajaran yang inovatif memang belum banyak dikembangkan, hal ini dikarenakan masih terbatasnya sumber daya yang mampu mengembangkan aplikasi ini. Baik sumber daya manusia ataupun sumber daya yang lainnya ataupun penggunaan aplikasi ini sebetulnya masih terbatas untuk digunakan dalam mata pelajaran tertentu saja. Padahal jika dilihat dari manfaat yang didapatkan baik untuk pendidik maupun peserta didik di dalam proses pembelajaran, media ini dapat memberikan manfaat salah satunya adalah untuk meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. Melalui aplikasi ini sumber belajar dan media pembelajaran dapat diubah kedalam bentuk yang lebih menarik. Tujuan umum penelitian ini adalah untuk merancang, menghasilkan dan mengembangkan suatu aplikasi sistem pakar yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran dalam bidang Biologi khususnya dalam bidang Botani Phanerogamae (Hernawan & Purnomo, 2016).

Dari uraian diatas, peneliti tertarik mengembangkan aplikasi media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan baik segi praktis oleh siswa dalam pembelajaran biologi untuk mengidentifikasi tumbuhan dalam *division pinophyta*. Identifikasi atau determinasi merupakan pemberian nama suatu organisme dengan menggunakan pustaka (kunci determinasi dalam buku flora atau majalah), gambar-gambar dalam pustaka, spesimen herbarium yang telah diketahui namanya, tumbuhan segar yang diketahui namanya atau kartu berlubang (*punched cards*), dan komputer (Silalahi, 2014). Sedangkan secara teoritis, penelitian ini dapat berperan dalam ilmu pengetahuan pedagogic, adapun tujuan penelitian ini adalah dihasilkan nya aplikasi media pembelajaran biologi untuk mengidentifikasi tumbuhan dalam *division pinophyta*, menggunakan pendekatan *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) dengan mekanisme inferensi *Forward Chaining*.

## METODE PENELITIAN

Dalam pengembangan sistem pakar, akan digunakan pendekatan konvensional dengan metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) dari Durkin (1994) dan mekanisme inferensi yang digunakan adalah *Forward Chaining* yaitu suatu pelacakan atau penelusuran ke depan yang dimulai dari sekumpulan fakta-fakta yang dikumpulkan dengan mencari kaidah yang sangat cocok terhadap dengan dugaan/hipotesa yang akan ada menuju suatu kesimpulan yang dimilikinya. Tipe *Forward Chaining*nya adalah Teknik Pencarian *Best-First Search*. Berikut adalah gambar tahapan pengembangan sistem pakar yang dikembangkan oleh Durkin (1994).

Tahap-tahap yang harus dilakukan pada metode ESDLC dari Durkin (1994) sebagai berikut; 1) Penilaian (*Assessment*), Akuisisi Pengetahuan, Proses Desain yang meliputi, Desain data (*data design*), dalam tahap ini menentukan spesifikasi detail dari komponen-komponen sistem informasi. Misalnya *user*, *software*, *hardware* dan data, desain Arsitektur (*Architecture Design*), dalam tahap ini sasaran utamanya adalah mengembangkan struktur program dan struktur data algoritma, Desain Antar Muka (*Interface Design*) menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), lebih jelas mengenai langkah dan skema pengembangan aplikasi dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini;



**Gambar 1. Tahapan Pengembangan Sistem Pakar**

Sumber : Durkin (1994)

Tahapan selanjutnya adalah pengujian, Tahap ini dimaksudkan untuk menguji apakah sistem pakar yang dibangun telah sesuai dengan tujuan pengembangan maupun kesesuaian kinerja sistem dengan metode penyelesaian masalah yang bersumber dari pengetahuan yang sudah didapatkan. Pengujian dilakukan oleh tim ahli media dan pengguna. Apabila dalam tahap ini terdapat bagian yang harus dievaluasi maupun dimodifikasi maka hal tersebut harus segera dilakukan agar sistem pakar dapat berfungsi sebagaimana tujuan pengembangannya. Pengujian dilakukan sebanyak dua tahap yaitu pengujian tahap I oleh tim ahli, pengujian tahap II oleh tim ahli dan pengguna.

Proses penilaian aplikasi dalam penelitian ini didasarkan pada kriteria dari Barker dan King (1993 dalam Geissinger, 2009) yaitu memiliki empat kriteria untuk menganalisis suatu software multimedia : 1) *Quality of End-User Interface Design*, aspek ini menekankan kepada kualitas dari desain tampilan (*design*) dan kemudahan dalam penggunaannya (*easy of use*); 2) *Engagement*, aspek ini menekankan kepada kemenarikan aplikasi yang dibuat, yang mana penggunaan aplikasi secara baik dapat menarik atau meningkatkan motivasi pengguna untuk menggunakan aplikasi yang telah dibuat; 3) *Interactivity*, aspek ini menekankan kepada bagaimana dalam penggunaan *software* tercipta suatu interaksi antara pengguna dengan aplikasi, pada aspek ini dilihat bagaimana dalam menjalankan suatu aplikasi, keberfungsian bagian dari aplikasi, dan aplikasi ini dapat benar-benar dijalankan; dan 4) *Tailorability*, aspek ini menekankan kepada ketersesuaian isi, bagaimana materi ditampilkan, dan

keteraksesan isi dalam aplikasi. Tahapan akhir dari pengujian aplikasi yang dikembangkan yaitu tahap dokumentasi dan pemeliharaan

Tahapan analisis aplikasi dibuat menggunakan angket yang diberikan kepada responden (pengguna) yang dilakukan untuk mengetahui respon dan penilaian dari responden terhadap aplikasi yang dibuat, yaitu dengan menggunakan rumus presentase sebagai berikut :

$$P = \frac{\Sigma}{N} \times 100 \%$$

Keterangan :

P = Jumlah presentase setiap pertanyaan

$\Sigma$  = Jumlah responden yang memilih

N = Jumlah seluruh responden

Adapun klasifikasi interpretasi perhitungan persentase menurut Warsito (1992) yang telah dimodifikasi oleh peneliti sesuai dengan kebutuhan, yang dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Interpretasi Hasil Perhitungan Angket**

Besar Persentase	Interpretasi
0%	Tidak Ada
1% - 25%	Sebagian Kecil
26% - 49%	Hampir Setengahnya
50%	Setengahnya
51% - 75%	Sebagian Besar
76% - 99%	Pada Umumnya
100%	Seluruhnya

Sumber: Warsita(1992)

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam pengembangan sistem pakar ini ditempuh berdasarkan langkah-langkah pengembangan dari Durkin (1994), maka dapat dijelaskan sebagai berikut:

### Penilaian (Assessment)

Merupakan proses untuk menentukan kelayakan dan justifikasi atas permasalahan yang akan diambil. Setelah proyek pengembangan dianggap layak dan sesuai dengan tujuan, maka selanjutnya ditentukan fitur-fitur penting dan ruang lingkup proyek serta sumber daya yang dibutuhkan. Sumber pengetahuan yang diperlukan diidentifikasi dan ditentukan persyaratan-persyaratan proyek.

### Akuisisi Pengetahuan

Merupakan proses untuk mendapatkan pengetahuan tentang permasalahan yang akan dibahas dan digunakan sebagai panduan dalam pengembangan. Pengetahuan ini digunakan untuk memberikan informasi tentang permasalahan yang menjadi bahan acuan dalam mendesain sistem pakar. Tahap ini meliputi studi dengan diadakannya pertemuan dengan pakar untuk membahas aspek dari permasalahan. Dalam pengembangan sistem pakar ini maka pakar yang dipilih adalah pakar dalam bidang Botani Phanerogamae.

### Desain

Berdasarkan pengetahuan yang telah didapatkan dalam proses akuisisi

pengetahuan, maka desain antarmuka maupun teknik penyelesaian masalah dapat diimplementasikan kedalam sistem pakar. Dalam tahap desain ini, seluruh struktur dan organisasi dari pengetahuan harus ditetapkan dan dapat direpresentasikan kedalam sistem. Pada tahap desain, sebuah sistem *prototype* dibangun. Tujuan dari pembangunan *prototype* tersebut adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik atas masalah. Pada tahap ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu:

- a. Desain data (*data design*). Dalam tahap ini menentukan spesifikasi detil dari komponen-komponen sistem informasi:
  - 1) User adalah Pakar/ admin, Pengguna
  - 2) Hardware, Perangkat keras yang digunakan untuk mengolah data sebagai berikut: *Processor Dual Core*, Memory RAM 1 GB, Monitor.
  - 3) Software, DMBS adalah MySQL/MariaDB, PHP dan menggunakan program Unified Modeling Language (UML) merupakan salah satu tool/model untuk merancang pengembangan software yang berbasis *object oriented*.
  - 4) Data, yang digunakan adalah data ciri morfologi, data klasifikasi tumbuhan yang tergolong ke dalam divisio Pinophyta, dapat dilihat pada gambar 2

- b. Desain Arsitektur (*Architecture Design*).

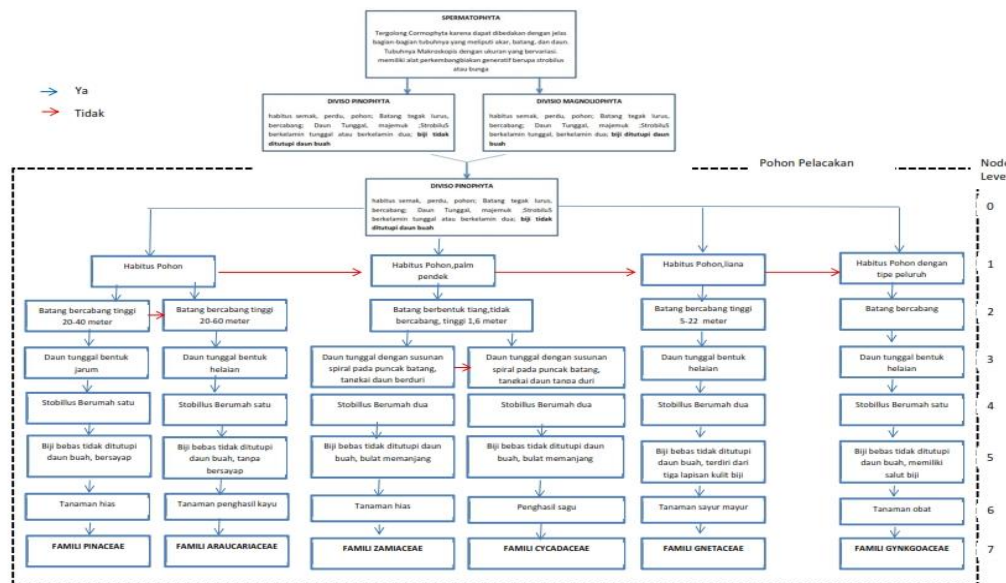
Dalam tahap ini sasaran utamanya adalah mengembangkan struktur program dan struktur data menggunakan struktur algoritma, dengan Metode Forward Chaining Tipe Pohon pelacakan Teknik Pencarian Best-First Search. Teknik Best-First Search adalah teknik penelusuran yang menggunakan pengetahuan akan suatu masalah untuk melakukan panduan pencarian ke arah node tempat dimana solusi berada. Pencarian jenis ini dikenal juga sebagai *heuristic*. Pendekatan yang dilakukan adalah mencari solusi yang terbaik berdasarkan pengetahuan yang dimiliki sehingga penelusuran dapat ditentukan harus di mulai dari mana dan bagaimana menggunakan proses terbaik untuk mencari solusi (Umar Danny, 2019)

### Algoritma

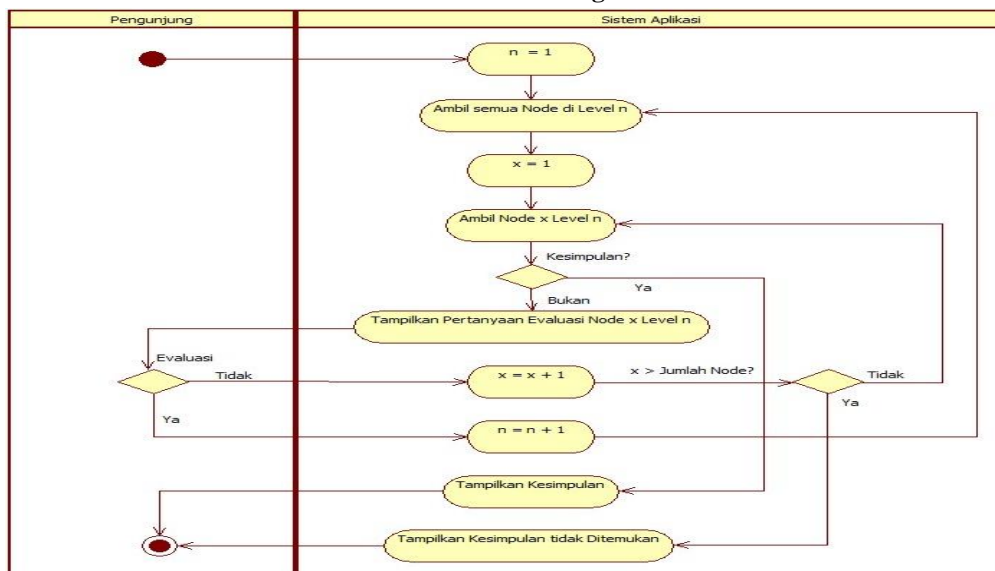
- 1) Semua node level pertama
- 2) Untuk setiap node:
  - a. Evaluasi node,
  - b. Jika benar, ambil semua child node (node level berikutnya dari node tersebut),
  - c. Jika salah evaluasi node berikutnya (kembali ke langkah 2.a)
  - d. Ulangi sampai node tidak memiliki child
  - e. Jika node child terakhir bernilai benar, tampilkan Kesimpulan, jika tidak tampilkan Tumbuhan tidak ditemukan. Teknik *Best- First Search* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.

### Desain Antar Muka (*Interface Design*)

Dengan menggunakan aplikasi Unified Modeling Language (UML) akan menampilkan pilihan kebutuhan untuk *user*. Pada desain antar muka, akan dibuat menu untuk pakar/ *admin* dan menu untuk pengguna. Sketsa desain antar muka dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 2. Data Ciri Morfologi Tumbuhan



Gambar 3. Desain Teknik Best-First Search

Pencarian Tumbuhan	
Apakah batang bercabang tinggi 20-40 meter? <input type="button" value="YA"/> <input type="button" value="TIDAK"/>	
No	Ciri-ciri Tumbuhan
1	Habitus Pohon
Kesimpulan	

Gambar 4. Desain Interface

## Pengujian

**Tabel 2. Hasil Uji Kelayakan Produk dari Ahli**

No	Ahli	Penilaian Tahap I	Penilaian Tahap II
		Kriteria	
1	Media	Cukup layak (84 %)	Layak (92 %)
2	Materi	Layak (92,6 %)	

Pengujian dilakukan oleh tim ahli dan pengguna. Seperti tercantum pada tabel 2 diatas, pengujian terhadap aplikasi ini dilakukan melalui dua tahap yaitu pengujian tahap I dan tahap II. Berdasarkan tabel 2 dapat dijelaskan bahwa terjadi peningkatan kriteria kelayakan mulai uji coba tahap I ke tahap II . Peningkatan ini terjadi karena setelah divalidasi, dilakukan revisi sesuai saran para ahli. Sementara itu, untuk ahli materi, validasi cukup dilakukan sekali pada uji coba tahap I saja karena pada uji coba tahap I sudah mendapat persentase 92,6%, namun saran atau masukan revisi tetap dilakukan. Pada uji coba tahap I, ahli media memberikan saran untuk perbaikan, yaitu pada halaman awal (*interface*) melengkapi dengan tampilan yang lebih menarik lagi dari sisi huruf dan visualisasi gambar. Pada pengujian tahap II aplikasi direvisi kembali dengan menambahkan saran perbaikan dari ahli.

Sementara dari sisi pengguna (mahasiswa) hasil dari uji kelayakan yang dilakukan pada uji coba tahap II yaitu sebanyak 20 orang mahasiswa setelah aplikasi direvisi sesuai saran dari ahli dengan menggunakan instrumen angket didapatkan data yang kemudian dianalisis dengan teknik deskriptif persentase. Hasil perhitungan tanggapan pengguna dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Respon Pengguna terhadap Aplikasi**

Kategori	Persentase (%)	Kriteria
<i>Quality of end-user interface design</i>	55,5	Layak
<i>Engagement</i>	53,2	Layak
<i>Interactivity</i>	64,3	Sangat layak
<i>Tailorability</i>	52,4	Layak

Berdasarkan tabel 3 dapat dijelaskan bahwa dari sisi pengguna secara umum dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem pakar untuk identifikasi tumbuhan dalam divisio Pinophyta ini layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Botani Phanerogamae.

Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi informasi menjadi salah satu solusi inovatif untuk meningkatkan motivasi dan minat siswa dalam proses pembelajaran. Perpaduan teknologi informasi menjadi media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan bentuk solusi inovatif dalam pengembangan media pembelajaran. Pemanfaatan teknologi sistem pakar yang dijadikan salah satu media pembelajaran telah memudahkan siswa dalam proses pembelajaran. Hal ini membuktikan manfaat sistem pakar secara umum yaitu untuk membantu mempermudah penggunaanya untuk menemukan dan menyimpulkan suatu keadaan berdasarkan hasil analisis pakar tanpa terbatas ruang dan waktu.

Adapun jika ditinjau dari hasil uji coba tahap II yang dilakukan kepada pengguna dapat dijelaskan bahwa berdasarkan kriteria kelayakan media, software atau suatu



aplikasi, tentu banyak sekali kriteria yang harus diperhatikan agar dapat mewakili penilaian secara keseluruhan terhadap aplikasi sistem pakar yang dibuat.

Barker & King (1993) dalam Geissinger (2009) menjelaskan penilaian memiliki empat kriteria untuk menganalisis suatu *software* multimedia, yaitu *Quality of End-User Interface Design*, aspek ini menekankan kepada kualitas dari desain tampilan dan kemudahan dalam penggunaannya (*easy of use*) dari hasil penilaian mendapatkan persentase sebesar 55,5 % yang termasuk dalam kategori layak.

Aspek *Engagement*, aspek ini menekankan kepada kemenarikan aplikasi yang dibuat, yaitu penggunaan aplikasi secara baik dapat menarik atau meningkatkan motivasi pengguna untuk menggunakan aplikasi yang telah dibuat mendapatkan persentase sebesar 53,2 % masuk dalam kategori layak dan aspek *Interactivity*, aspek ini menekankan kepada bagaimana dalam penggunaan *software* tercipta suatu interaksi antara pengguna dengan aplikasi, pada aspek ini dilihat bagaimana dalam menjalankan suatu aplikasi, keberfungsian bagian dari aplikasi, dan aplikasi ini dapat benar-benar dijalankan mendapatkan persentase sebesar 64,3 % dan masuk dalam kategori sangat layak.

Aspek terakhir yaitu *Tailorability*, aspek ini menekankan kepada ketersesuaian isi, bagaimana materi ditampilkan, dan keteraksesan isi dalam aplikasi yang mendapatkan persentase sebesar 52,4 % dan masuk dalam kategori layak. Sehingga dari kriteria tersebut secara umum dapat disimpulkan bahwa aplikasi sistem pakar ini layak untuk dijadikan media penunjang dalam proses pembelajaran bidang Botani Phanerogamae khususnya.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji coba produk atau aplikasi secara keseluruhan mendapatkan hasil yang baik oleh ahli ataupun pengguna maka dapat disimpulkan secara umum bahwa aplikasi media pembelajaran untuk identifikasi tumbuhan dalam division pinophyta menggunakan metode *Expert System Development Life Cycle* (ESDLC) dengan mekanisme inferensi yang digunakan berupa *Forward Chaining* layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih peneliti ucapkan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) Republik Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abu Ghali, M. J., Mukhaimer, M. N., Abu Yousef, M. K., & Abu-Naser, S. S. (2017). Expert System for Problems of Teeth and Gums. AUG Respository. From <http://dstore.alazhar.edu.ps/xmlui/handle/123456789/375>
- Arsyad, A. (2013). Media pembelajaran edisi revisi. Jakarta: Rajawali Pers.
- Daryanto, D. (2011). *Media Pembelajaran Peranannya Sangat Penting Dalam Mencapai Tujuan Belajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Durkin, J. (1994). *Expert Systems Design and Development*. New Jersey: Prentice Hall International Inc.
- E. Chojnacki, et all. (2018). An Expert System Based On A Bayesian Network For Fire Safety Analysis In Nuclear Area. *Fire Safety Journal*.

<https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.02.007>

- Fajrin, Mulyani & Dini Destiani (2015). Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Kanker Mulut. *Jurnal Algoritma STTG*, 12(2).
- H Geissinger. (2009) *Educational Software: Criteria for Evaluation*. [Online]. [www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Geissinger/Geissinger.html](http://www.ascilite.org.au/conferences/perth97/papers/Geissinger/Geissinger.html)
- Hernawan H., & Purnomo,S. (2016). Pengembangan Sistem Pakar sebagai Bahan dalam Pembelajaran Fisiologi Hewan sub Materi Fisiologi Sirkulasi. *Jurnal PETIK IPI Garut*, 2(2).
- Nurkholis, A. (2012). *Pentingnya Media Dalam Pembelajaran PAI*. Tersedia : <http://ahmadnurkholis19.blogspot.com/2012/12/pentingnya-media-dalam-pembelajaran-pai.html>. diakses tanggal 24 Mei 201
- Rosnelly, R. (2012). *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Silalahi, M. (2014). Bahan Ajar Taksonomi Tumbuhan Tinggi, *Skripsi*. Prodi Pendidikan Biologi Universitas Kristen Indonesia, Jakarta
- Umardanny, D.(2019). *Panduan Praktis Tutorial Belajar Office dan Sistem Pakar*. Tersedia : [umardanny.com](http://umardanny.com). diakses tanggal 2 September 2020
- Warsita, W. (2008). *Teknologi Pembelajaran, Landasan dan Aplikasinya*. Jakarta: Rhineka Cipta