



Implementasi Sistem Pakar untuk Klasifikasi Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*) Berdasarkan Ciri-Ciri Morfologi

1st G.W. Purnama¹, 2nd A.A.J. Permana², 3rd K.N. Ananda³, 4th N.L.I. Purnami⁴, 5th G.N.A. Nugraha⁵, 6th I.B.S. Mahesa Yogi⁶
Teknik Informatika, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja^{1,2,3,4,5,6}

Article Info

Article History:

Received: April 16,
2024 Revised: July 14,
2024 Accepted: August
02, 2024

Keywords:

Expert System;
Rice Plant;
Artificial Intelligence;
Bottom-up Inference.

ABSTRACT

This research was conducted to develop a system that is one of the branches of artificial intelligence (AI), namely an expert system. Our expert system will be used to classify varieties of rice plants (*Oryza sativa L.*). The steps we take to build this expert system begin with the process of collecting data on the morphological characteristics of rice plants through trusted sources (Feri Hendriawan Nasrez Akhir, 2019; Ibadin, 2021; KEW, 2023; WIS, 2021; Wopereis, 2009) then these characteristics will be used to create rules that will be implemented in PROLOG. After that we created an inference engine with a bottom-up inference approach. We successfully created an expert system using one of the dialects of the PROLOG language, SWI-PROLOG (Lucas & Van Der Gaag, 1991). However, our system can only classify 5 varieties of rice plants namely indica rice, japonica, white sticky rice, black sticky rice and red sticky rice (Feri Hendriawan Nasrez Akhir, 2019; Wopereis, 2009).

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Sistem Pakar;
Tumbuhan Padi;
Kecerdasan Buatan;
Bottom-up Inference.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sebuah sistem yang merupakan salah satu cabang kecerdasan buatan (AI) yaitu sistem pakar. Sistem pakar kami akan digunakan untuk mengklasifikasi varietas tanaman padi (*Oryza sativa L.*). Langkah-langkah yang kami lakukan untuk membangun sistem pakar ini dimulai dengan proses pengumpulan data ciri-ciri morfologi tanaman padi melalui sumber-sumber terpercaya (Feri Hendriawan Nasrez Akhir, 2019; Ibadin, 2021; KEW, 2023; WIS, 2021; Wopereis, 2009), lalu ciri-ciri tersebut akan digunakan untuk membuat aturan (rule) yang akan diimplementasikan dalam PROLOG. Setelah itu kami membuat mesin inferensi dengan pendekatan bottom-up inference. Kami berhasil membuat sistem pakar menggunakan salah satu dialek dari bahasa PROLOG yaitu SWI-PROLOG (Lucas & Van Der Gaag, 1991). Namun sistem kami hanya dapat mengklasifikasikan 5 varietas tanaman padi yaitu padi indica, japonica, ketan putih, ketan hitam dan ketan merah (Feri Hendriawan Nasrez Akhir, 2019; Wopereis, 2009).

Publishing Info

Copyright © 2021 The Author(s). Published by Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, Bali, Indonesia. This is an open access article licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

✉ **Corresponding Author:** (1) Gede Wahyu Purnama, (2) Fakultas Teknik dan Kejuruan, (3) Universitas Pendidikan Ganesha, (4) Jln. Udayana No. 11, Singaraja, 81116, Indonesia, (5) Email: yunama1236@gmail.com

1. Pendahuluan

Tanaman padi merupakan salah satu jenis tumbuhan komoditas budidaya yang sangat penting (DISTAPANG, 2023). Tanaman ini merupakan salah satu tanaman yang dapat ditemukan di bagian benua Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis salah satunya dapat dijumpai di negara Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara dimana dapat dijumpainya tanaman padi, hal ini didukung bahwa padi merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia karena padi merupakan sumber makanan pokok di Indonesia untuk diolah menjadi sebuah makanan. Akan tetapi, pada saat ini sebagian besar orang hanya memahami padi hanyalah jenis tumbuhan yang tidak memiliki varietas namun sebenarnya kita dapat mengelompokkan padi kedalam beberapa jenis baik melalui perbedaan warna, daun, batang, serta hasil panen yang dihasilkan. Saat ini, akses untuk melakukan pengenalan padi terbilang cukup sedikit padahal, pengidentifikasian terhadap jenis-jenis padi sangatlah penting untuk dilakukan agar dapat diketahuinya hasil padi yang dihasilkan serta apa yang membedakannya sehingga dikatakan masih dalam satu jenis namun hasil buahnya berbeda.

Di Dalam mengatasi hal tersebut, kita dapat memanfaatkan perkembangan teknologi yang telah ada seperti menggunakan sebuah teknologi *artificial intelligence*. *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan adalah sebuah cabang ilmu komputer yang berfokus terhadap pengembangan sistem komputer yang mampu melakukan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kecerdasan manusia (Lucas & Van Der Gaag, 1991). Penelitian terkait *artificial intelligence* sudah banyak dilakukan contohnya : penelitian sistem rekomendasi tempat magang berdasarkan kompetensi menggunakan metode *artificial neural network* (Permana & Pradnyana, 2019), penelitian tentang pengenalan wajah menggunakan metode *siamese convolutional neural network* (Aufar & Sitanggang, 2022), penelitian tentang prediksi cuaca dengan machine learning (Meenal et al., 2022), penelitian tentang pemantauan lalu lintas di perkotaan dengan menggabungkan *internet of things* (IoT) dan *artificial intelligence* (Moumen et al., 2023). Di Dalam penelitian ini, adapun beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti mengembangkan sebuah sistem pakar sebagai alat untuk melakukan identifikasi varietas tanaman padi serta dari aspek manfaat diharapkan dengan dikembangkannya teknologi ini akan dapat membantu banyak pihak seperti para petani dan masyarakat secara umum agar dapat membedakan jenis-jenis padi sehingga dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan mengetahui bahwa padi memiliki jenis-jenis yang beragam dan hasil tanaman yang juga berbeda baik dari bentuk biji, hasil olahan setelah pengolahan, dan lain sebagainya

2. Metode

Sistem Pakar

Sistem pakar (*expert system*) adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan manusia ke komputer, agar komputer dapat menyelesaikan masalah seperti yang biasa dilakukan oleh para ahli, dan sistem pakar yang baik dirancang agar dapat menyelesaikan suatu permasalahan tertentu dengan meniru kerja dari para ahli (Rosnelly & others, 2012). Pakar yang dimaksud disini adalah orang yang mempunyai keahlian khusus yang dapat menyelesaikan masalah yang tidak dapat diselesaikan orang awam. Contohnya dokter, mekanik, psikolog, dan lain-lain. Sistem pakar pertama kali dikembangkan oleh komunitas AI pada pertengahan tahun 1960. Sistem pakar yang muncul pertama kali adalah General

Purpose Problem Solver (GPS) yang dikembangkan oleh Newell & Simon (Rosnelly & others, 2012).

Taksonomi Tanaman Padi dan Morfologinya

Taksonomi adalah ilmu yang mempelajari tentang klasifikasi organisme hidup berdasarkan karakteristik morfologi, anatomi, dan genetika (Subitmele, 2022). Taksonomi Tanaman Padi adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae* (Tumbuhan), Tanaman Padi termasuk dalam kerajaan *Plantae* karena Padi merupakan organisme fotosintetik dan memiliki sel-sel eukariotik.

Divisi : *Spermatophyta* (Menghasilkan Biji)

Sub-Divisi : *Angiospermae* (Tumbuhan Berbunga), Padi termasuk dalam divisi ini karena memiliki bunga dan biji tertutup.

Kelas : *Liliopsida* (Monokotil), Monokotil adalah salah satu kelas tumbuhan berbunga yang memiliki satu daun berkeping tunggal saat embrio berkembang.

Ordo : *Poales*, Ordo *Poales* mencakup tumbuhan berbunga yang memiliki satu daun berkeping tunggal, seperti rumput-rumputan.

Famili : *Poaceae* (Rumput-rumputan), Padi masuk dalam keluarga *Poaceae* karena mereka termasuk dalam kelompok tumbuhan berkeping satu atau rumput-rumputan.

Genus : *Oryza*, genus *Oryza* mencakup beberapa spesies tanaman padi, dan *Oryza sativa* adalah salah satu spesies dalam genus ini.

Spesies : *Oryza sativa* L, *Oryza sativa* merujuk pada spesies tanaman padi yang secara luas dibudidayakan sebagai sumber makanan di berbagai belahan dunia.

Ciri-ciri morfologi pada setiap taksonomi tanaman padi yang akan digunakan untuk mengidentifikasi tanaman padi dijabarkan pada tabel 1.

Tabel 1. Ciri-ciri morfologi setiap taksonomi tanaman padi

Tingkat Taksonomi	Nama	Ciri Ciri
Kingdom	<i>Plantae</i>	memiliki akar memiliki daun mobilitas terbatas
Divisi	<i>Spermatophyta</i>	memiliki batang memiliki buah memiliki biji
Sub-divisi	<i>Angiospermae</i>	memiliki bunga biji tertutup daging buah
Kelas	Monokotil	biji berkeping satu akar serabut batang tidak bercabang

Tingkat Taksonomi	Nama	Ciri Ciri
		daun tunggal tulang daun sejajar atau daun melengkung
Ordo	Poales	batang berbentuk bulat batang berbuku-buku bunga majemuk berbentuk malai
Family	Poaceae	selubung daun terbuka bilah daun berbentuk panjang bilah daun berbentuk lurus buah kering
Genus	Oryza L.	bilah daun pipih malai terbuka malai mempunyai banyak bunga
Species	Oryza sativa L.	batang tegak dan lurus tinggi batang 45-180 cm tinggi batang jika menggantung 3-20 cm selubung daun halus dan licin daun panjangnya 12-65 cm daun lebarnya 4-18 mm
varietas	indica	daun hijau cerah bentuk buah panjang dan pipih
varietas	japanica	bentuk buah pendek, bulat dan tebal
varietas	ketan putih	daun hijau cerah buah warna putih habitat lahan basah
varietas	ketan hitam	buah warna hitam bentuk buah panjang dan pipih

Tingkat Taksonomi	Nama	Ciri Ciri
varietas	ketan merah	buah warna merah bentuk buah pendek dan bulat

Prolog

Sistem pakar kami dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PROLOG. PROLOG sangat berbeda dari bahasa pemrograman lainnya yang imperativ seperti C, C++, Java, dll karena PROLOG mengimplementasikan logic programming. Dalam logic programming, uraian masalah dan cara penyelesaiannya dipisahkan secara tegas satu sama lain. Pada buku "Principles of expert systems." (Lucas & Van Der Gaag, 1991) ditulis, keterpisahan ini pernah diungkapkan oleh R.A. Kowalski, seperti pada persamaan 1.

$$\text{algorithm} = \text{logic} + \text{control} \quad (1)$$

Dimana, istilah "logic" pada persamaan tersebut mengindikasikan komponen deskriptif dari algoritma. Sedangkan, istilah "control" pada persamaan tersebut mengindikasikan komponen dari algoritma yang mencoba untuk mencari solusi. Ada beberapa dialek dari PROLOG yang biasa digunakan seperti C-PROLOG, SWI-PROLOG, Sicstus-PROLOG, & LPA-PROLOG. Untuk membuat sistem ini, kami menggunakan SWI-PROLOG yang dapat dengan mudah diunduh dari laman resmi SWI-PROLOG yaitu swi-prolog.org.

Fakta (Facts)

Fakta adalah sebuah hal yang nyata (KBBI), atau datum-datum yang benar terkait suatu aspek. Dalam sistem pakar fakta adalah pengetahuan pakar yang dikumpulkan dalam sebuah kumpulan data-data atau kumpulan pengetahuan yang disebut knowledge database. Pada penelitian ini, fakta yang kami kumpulkan adalah terkait dengan ciri-ciri morfologi tumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) berdasarkan tingkatan-tingkatan taksonominya. Fakta-fakta tersebut (Tabel 2) akan kami representasikan dalam SWI-PROLOG berupa predicate yang berada dalam suatu clause/rule (Clocksin & Mellish, 2003). Contohnya seperti pada persamaan 2.

$$\begin{aligned}
 \text{monokotil}(X) :- \\
 \quad \dots \\
 \quad \text{ciri_ciri}(\text{batang}, X, \text{tidak_bercabang}), \\
 \quad \dots \\
 \quad \dots
 \end{aligned} \quad (2)$$

Tabel 2. Fakta-fakta tumbuhan padi berdasarkan ciri morfologinya

NO	FAKTA	KODE
1	Tumbuhan adalah kingdom plantae	K

NO	FAKTA	KODE
2	Tumbuhan adalah divisi spermatophyta	D
3	Tumbuhan adalah sub-divisi angiospermae	SD
4	Tumbuhan adalah kelas monokotil	KL
5	Tumbuhan adalah ordo poales	O
6	Tumbuhan adalah famili poaceae	F
7	Tumbuhan adalah genus oryza	G
8	Tumbuhan adalah spesies oryza sativa	S
9	Tumbuhan adalah varietas indica	V1
10	Tumbuhan adalah varietas japonica	V2
11	Tumbuhan adalah varietas ketan putih	V3
12	Tumbuhan adalah varietas ketan hitam	V4
13	Tumbuhan adalah varietas ketan merah	V5
14	Tumbuhan memiliki akar	K1
15	Tumbuhan memiliki daun	K2
16	Mobilitas tumbuhan terbatas	K3
17	Tumbuhan memiliki batang	D1
18	Tumbuhan memiliki buah	D2
19	Tumbuhan memiliki biji	D3
20	Tumbuhan memiliki bunga	SD1
21	Biji tumbuhan tertutup daging buah	SD2
22	Biji tumbuhan berkeping satu	KL1
23	Akar tumbuhan serabut	KL2
24	Batang tumbuhan tidak bercabang	KL3
25	Daun tumbuhan tunggal	KL4
26	Tulang daun tumbuhan sejajar atau melengkung	KL5
27	Batang tumbuhan berbentuk bulat	O1
28	Batang tumbuhan berbuku-buku	O2
29	Bunga tumbuhan majemuk berbentuk malai	O3
30	Selubung daun tumbuhan terbuka	F1
31	Bilah daun tumbuhan berbentuk panjang	F2

NO	FAKTA	KODE
32	Bilah daun tumbuhan berbentuk lurus	F3
33	Buah tumbuhan kering	F4
34	Bilah daun tumbuhan pipih	G1
35	Mulai tumbuhan terbuka	G2
36	Mulai tumbuhan mempunyai banyak bunga	G3
37	Batang tumbuhan tegak dan lurus	S1
38	Tinggi batang tumbuhan antara 45-180 cm	S2
39	Tinggi batang tumbuhan jika mengangguk 3-20 cm	S3
40	Selubung daun tumbuhan halus dan licin	S4
41	Daun tumbuhan panjangnya 12-65 cm	S5
42	Daun tumbuhan lebarnya 4-18 mm	S6
43	Daun tumbuhan hijau cerah	V1-1
44	Bentuk buah tumbuhan panjang dan pipih	V1-2
45	Bentuk buah tumbuhan pendek, bulat dan tebal	V2-1
46	Daun tumbuhan hijau cerah	V2-2
47	Buah tumbuhan warna putih	V3-1
48	Habitat tumbuhan lahan basah	V3-2
49	Buah tumbuhan warna hitam	V4-1
50	Bentuk buah tumbuhan panjang dan pipih	V4-2
51	Buah tumbuhan warna merah	V5-1
52	Bentuk buah tumbuhan pendek dan bulat	V5-2

Aturan (Rules)

Aturan (rules) adalah aturan-aturan yang dituliskan kedalam bentuk lengkap terkait penentuan suatu kondisi berdasarkan fakta-fakta yang ditemukan. Rules dibuat berdasarkan hasil fakta-fakta yang dikumpulkan baik fakta data yang ditemukan. Tabel 3 merupakan beberapa gambaran representasi fakta yang telah ditemukan ke dalam rules sebelum dilakukannya diubah kedalam bentuk CNF.

Tabel 3. Rules berdasarkan fakta morfologi tanaman padi

KODE	RULE
R1	IF K1 AND K2 AND K3 THEN K
R2	IF K AND D1 AND D2 AND D3 THEN S
R3	IF D AND SD1 AND SD2 THEN SD
R4	IF SD AND KL1 AND KL2 AND KL3 AND KL4 AND KL5 THEN KL
R5	IF KL AND O1 AND O2 AND O3 THEN O
R6	IF O AND F1 AND F2 AND F3 AND F4 THEN F
R7	IF F AND G1 AND G2 AND G3 THEN G
R8	IF G AND S1 AND S2 AND S3 AND S4 AND S5 AND S6 THEN S
R9	IF S AND V1-1 AND V1-2 THEN V1
R10	IF S AND V2-1 AND V2-2 THEN V2
R11	IF S AND V3-1 AND V3-2 THEN V3
R12	IF S AND V4-1 AND V4-2 THEN V4
R13	IF S AND V5-1 AND V5-2 THEN V5

Conjunctive Normal Form (CNF)

Conjunctive Normal Form (CNF) merupakan sebuah penetapan aturan resolusi yang dilakukan dalam inferensi agar dapat berjalan secara efisien dalam suatu bentuk khusus yang disebut sebagai penetapan pernyataan logika proposisi (Whitesitt, 2012). Adapun bentuk proposisi yang dapat dilihat dan digabungkan menggunakan operator logika antara lain:

Konjungsi	: \wedge (and)
Disjungsi	: \vee (or)
Negasi	: \neg (not)
Implikasi	: \rightarrow (if then)
Ekuivalensi	: \equiv (if and only if)

Kami telah menyusun bentuk CNF untuk diterapkan ke dalam bahasa pemrograman PROLOG berdasarkan rule-rule yang telah dibuat yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Conjunctive Normal Form (CNF)

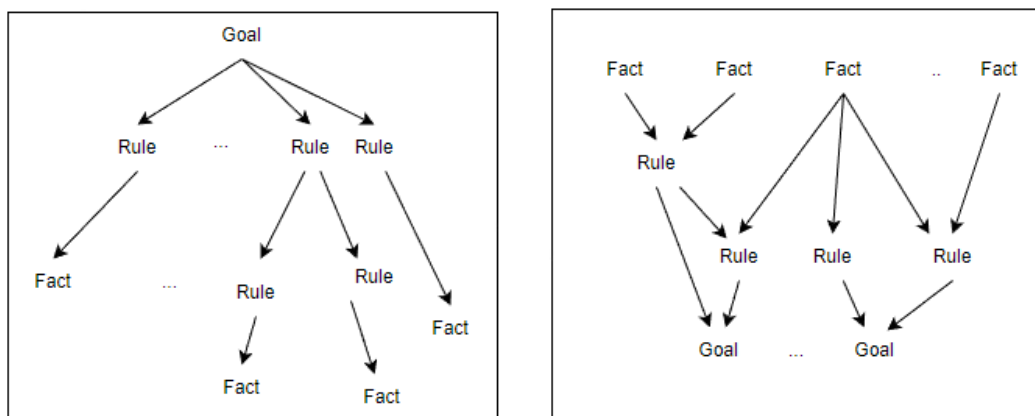
Varietas	CNF
Indica	$R1 \wedge R2 \wedge R3 \wedge R4 \wedge R5 \wedge R6 \wedge R7 \wedge R8 \wedge R9$
Japanica	$R1 \wedge R2 \wedge R3 \wedge R4 \wedge R5 \wedge R6 \wedge R7 \wedge R8 \wedge R10$

Varietas	CNF
Ketan Putih	$R1 \wedge R2 \wedge R3 \wedge R4 \wedge R5 \wedge R6 \wedge R7 \wedge R8 \wedge R11$
Ketan Hitam	$R1 \wedge R2 \wedge R3 \wedge R4 \wedge R5 \wedge R6 \wedge R7 \wedge R8 \wedge R12$
Ketan Merah	$R1 \wedge R2 \wedge R3 \wedge R4 \wedge R5 \wedge R6 \wedge R7 \wedge R8 \wedge R13$

Mesin Inferensi

Inferensi atau reasoning, berdasarkan buku "Principles of expert systems." (Lucas & Van Der Gaag, 1991), adalah penarikan informasi baru dari pengetahuan yang sudah ada. Mesin inferensi adalah algoritma yang bertanggung jawab untuk menarik kesimpulan dari basis pengetahuan. Mesin inferensi menggunakan basis pengetahuan untuk menjawab pertanyaan, memecahkan masalah, dan membuat rekomendasi. Berdasarkan arah dan tujuannya, mesin inferensi dapat dibagi menjadi *top-down inference* dan *bottom-up inference*. *Top-down inference* atau disebut juga dengan *goal-directed inference/backward-chaining* adalah metode inferensi yang sudah jelas tujuan awalnya yang kemudian mencari bukti-bukti (data-data) sampai bukti yang diinginkan dicapai. Sedangkan *bottom-up inference* atau disebut juga dengan istilah *data-driven inference/forward-chaining* adalah metode inferensi yang belum jelas tujuan awalnya tetapi bukti-bukti (data) tersedia sangat banyak kemudian data yang banyak tersebut digunakan untuk menyimpulkan informasi baru sampai tidak memungkinkan lagi untuk menyimpulkan informasi baru. Ilustrasi dari kedua pendekatan inferensi ini dapat dilihat pada gambar 1

Pada penelitian ini kami menggunakan metode *bottom-up inference* sebagai mesin inferensi dari sistem pakar yang kami buat. Dimana kami sudah mengumpulkan banyak fakta-fakta/data-data terkait ciri-ciri/morfologi tumbuhan padi berdasarkan klasifikasi



Gambar 1. kiri : top-down inference; kanan: bottom-up inference

taksonominya, yang mana akan digunakan untuk menentukan tujuan (*goal*) berupa varietas padi mana yang akan dicapai. Mesin Inferensi yang akan kami buat akan melontarkan

pertanyaan-pertanyaan terkait ciri-ciri morfologi tanaman kepada user kemudian membaca jawaban berupa “ya.” atau “tidak.” dari user. Hasil dari mesin inferensi yang akan kami buat berupa persentase pertanyaan (persamaan (3)) yang dijawab “ya.” terhadap total seluruh pertanyaan yang dilontarkan kepada user dan varietas yang sesuai dengan ciri-ciri morfologi yang ditanyakan.

$$P = x / n * 100 \quad (3)$$

Penjelasan dari persamaan 3 adalah sebagai berikut :

P = persentase dari hasil inferensi

x = total user menjawab “ya.” pada pertanyaan yang diberikan

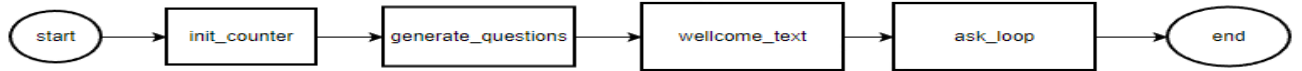
n = total seluruh pertanyaan yang dilontarkan kepada user

3. Hasil

Hasil implementasi *facts*, *rules* dan CNF yang kami buat pada SWI-PROLOG dapat dilihat di tabel 5. Kemudian implementasi *facts*, *rules* dan CNF digunakan pada mesin inferensi berbasis *command line interface* (CLI) yang kami buat menggunakan SWI-PROLOG. Alur dari mesin inferensi yang kami buat adalah seperti pada gambar 2 dimana penjelasan untuk setiap prosesnya adalah sebagai berikut :

- *init_counter* adalah fungsi untuk menginisialisasi *counter* (penghitung) untuk menghitung total X ,jawaban “ya.” dari user, dan N , total pertanyaan, untuk dimasukkan kedalam persamaan 3. Lalu hasil perhitungannya akan ditampilkan sebagai output seperti pada gambar 3 kanan.
- *generate_question* adalah fungsi untuk membuat database pertanyaan dari rule dan fakta yang sudah diimplementasikan.
- *wellcome_text* adalah fungsi untuk menampilkan tulisan petunjuk / info mengenai sistem seperti pada gambar 3 kiri.
- *ask_loop* adalah fungsi untuk menanyakan pertanyaan yang sudah dibuat dengan *generate_question* , fungsi ini berulang-ulang secara rekursif sampai tidak ada lagi pertanyaan yang bisa ditanyakan.

Hasil akhir uji coba mesin inferensi kami dapat dilihat pada gambar 3, dimana jawaban yang diberikan user menghasilkan kesimpulan oleh mesin inferensi bahwa tanaman yang dimaksud adalah 100% *Oryza sativa* (tanaman padi).



Gambar 2. Flow-chart implementasi mesin inferensi

```

3 ?- inference.
===== Sistem Pakar Taksonomi Tumbuhan =====
===== Mengklasifikasikan Tumbuhan padi =====
Sistem ini akan membuktikan tumbuhan yang anda lihat termasuk padi jenis apa
atau termasuk padi atau bukan. Inferensi dilakukan dengan penalaran deduktif
(umum ke khusus) berdasarkan taksonomi tumbuhan padi.

-- silahkan jawab pertanyaan-pertanyaan berikut --

apakah memiliki(daun) ?
("ya." atau "tidak.") : ya.

apakah memiliki(akar) ?
("ya." atau "tidak.") : ya.

apakah ciri_ciri(mobilitas,tanaman,terbatas) ?
("ya." atau "tidak.") : ya.

("ya." atau "tidak.") : tidak.
apakah ciri_ciri(buah,tanaman,warna_putih) ?
("ya." atau "tidak.") : tidak.
apakah ciri_ciri(buah,tanaman,warna_hitam) ?
("ya." atau "tidak.") : ya.
apakah ciri_ciri(buah,tanaman,bentuk_panjang_dan_pipih) ?
("ya." atau "tidak.") : ya.

| Oryza sativa -> 100% benar
| varietas : ketan_hitam(tanaman) -> 100% benar
% Execution Aborted
  
```

Gambar 3. kiri : tampilan sistem inferensi saat baru dijalankan; kanan : tampilan output akhir dari sistem inferensi

Tabel 5. Implementasi facts, rules dan CNF pada SWI-PROLOG

KODE	IMPLEMENTASI SWI-PROLOG
K	taksonomi (plantae (tanaman)) .
D	taksonomi (spermatophyta (tanaman)) .
SD	taksonomi (angiospermae (tanaman)) .
KL	taksonomi (monokotil (tanaman)) .
O	taksonomi (poales (tanaman)) .
F	taksonomi (poaceae (tanaman)) .
G	taksonomi (oryza (tanaman)) .
S	taksonomi (oryza_sativa (tanaman)) .
V1	varietas (indica (tanaman)) .

KODE	IMPLEMENTASI SWI-PROLOG
V2	varietas(japanica(tanaman)).
V3	varietas(ketan_putih(tanaman)).
V4	varietas(ketan_hitam(tanaman)).
V5	varietas(ketan_merah(tanaman)).
R1	<pre> plantae(P) :- true, memiliki(daun), memiliki(akar), ciri_ciri(mobilitas,P,terbatas). </pre>
R2	<pre> spermatophyta(P) :- plantae(P), memiliki(batang), memiliki(biji), memiliki(buah). </pre>
R3	<pre> angiospermae(P) :- spermatophyta(P), ciri_ciri(biji, P, tertutup_dalam_buah), memiliki(bunga). </pre>
R4	<pre> monokotil(P) :- angiospermae(P), ciri_ciri(biji, P, berkeping_tunggal), ciri_ciri(akar, P, serabut), ciri_ciri(daun, P, tunggal), ciri_ciri(daun, P, sejajar_atau_melengkung), ciri_ciri(batang, P, tidak_bercabang). </pre>
R5	<pre> poales(P) :- monokotil(P), ciri_ciri(batang, P, bentuk_bulat), ciri_ciri(bunga, P, majemuk_berupa_malai), ciri_ciri(batang, P, berbuku). </pre>
R6	<pre> poaceae(P) :- poales(P), ciri_ciri(daun, P, selubung_daun_terbuka), ciri_ciri(daun, P, memanjang), ciri_ciri(daun, P, lurus), ciri_ciri(buah, P, kering). </pre>
R7	<pre> oryza(P) :- poaceae(P), ciri_ciri(daun,P,pipih), ciri_ciri(malai,P,terbuka), </pre>

KODE	IMPLEMENTASI SWI-PROLOG
	<code>ciri_ciri(malai, P, terdapat_banyak_bunga).</code>
R8	<code>oryza_sativa(P) :- oryza(P), ciri_ciri(batang, P, tegak), ciri_ciri(batang, P, lurus), ciri_ciri(batang, P, tingginya_antara_45_sampai_180_cm), ciri_ciri(daun, P, selubung_daun_halus_dan_licin), ciri_ciri(daun, P, panjangnya_antara_12_sampai_65_cm), ciri_ciri(daun, P, lebarnya_antara_4_sampai_18_mm).</code>
R9	<code>indica(P) :- oryza_sativa(P), ciri_ciri(daun, P, warna_hijau_cerah), ciri_ciri(buah, P, bentuk_panjang_dan_pipih).</code>
R10	<code>japanica(P) :- oryza_sativa(P), ciri_ciri(daun, P, warna_hijau_cerah), ciri_ciri(buah, P, bentuk_pendek_bulat_dan_tebal).</code>
R11	<code>ketan_hitam(P) :- oryza_sativa(P), ciri_ciri(buah, P, warna_hitam), ciri_ciri(buah, P, bentuk_panjang_dan_pipih).</code>
R12	<code>ketan_putih(P) :- oryza_sativa(P), ciri_ciri(buah, P, warna_putih), habitat(P, lahan_basah).</code>
R13	<code>ketan_merah(P) :- oryza_sativa(P), ciri_ciri(buah, P, warna_merah), ciri_ciri(buah, P, bentuk_pendek_dan_bulat).</code>

4. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa kami berhasil membuat sistem pakar untuk mengklasifikasikan tanaman padi dengan menggunakan bahasa pemrograman PROLOG, yang mana sesuai dengan tujuan awal kami. Sistem yang kami buat dapat mengenali 5 jenis varietas tanaman padi dengan menanyakan pertanyaan terkait ciri-ciri morfologi tanaman kepada user. Kami menyadari bahwa sistem yang kami buat masih jauh dari kata sempurna dan belum layak digunakan. Karena kurangnya pengetahuan kami terkait bidang pertanian terutama mengenai tanaman padi. Oleh sebab itu kami menyarankan agar penelitian

selanjutnya dilakukan dengan lebih komprehensif di bagian data pengetahuan atau fakta mengenai ciri-ciri morfologi tanaman padi berdasarkan setiap varietas yang ada. Dengan begitu sistem ini akan mencakup lebih banyak varietas tanaman padi dan dapat lebih diandalkan untuk mengklasifikasikan tanaman padi untuk masyarakat awam,

Daftar Pustaka

- Aufar, Y., & Sitanggang, I. S. (2022). Face recognition based on Siamese convolutional neural network using Kivy framework. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS)*, 26(2), 764–772. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v26.i2.pp764-772>
- Clocksin, W. F., & Mellish, C. S. (2003). *Programming in PROLOG*. Springer Science & Business Media.
- DISTAPANG. (2023). *Padi (Oryza Sativa)*. DISTAPANG. <https://ketahananpangan.semarangkota.go.id/v3/portal/page/artikel/Padi-Oryza-Sativa>
- Feri Hendriawan Nasrez Akhir, Y. R. (2019). Exploration and Characterization of Local Glutinous Rice Germplasm (*Oryza sativa* L. Var. *Glutinosa*) three Regencies in west Sumatra. *International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology*, 4. <https://doi.org/10.22161/ijeab.45.33>
- Ibadin, F. H. (2021). *Kingdom Plantae*. [http://ir.mtu.edu.ng/jspui/bitstream/123456789/925/1/bio-101-kingdom-plantae-ibadinpptx %281%29.pdf](http://ir.mtu.edu.ng/jspui/bitstream/123456789/925/1/bio-101-kingdom-plantae-ibadinpptx%281%29.pdf)
- KEW. (2023). *Plants of the World Online (POWO)*. Royal Botanic Gardens. <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
- Lucas, P., & Van Der Gaag, L. (1991). *Principles of expert systems*. https://ris.utwente.nl/ws/files/300207630/Lucas_principles.pdf
- Meenal, R., Kailash, K., Michael, P. A., Joseph, J. J., Josh, F. T., & Rajasekaran, E. (2022). Machine learning based smart weather prediction. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 28(1), 508. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v28.i1.pp508-515>
- Moumen, I., Abouchabaka, J., & Rafalia, N. (2023). Enhancing urban mobility: integration of IoT road traffic data and artificial intelligence in smart city environment. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 32(2), 985–993. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v32.i2.pp985-993>
- Permana, A. A. J., & Pradnyana, G. A. (2019). Recommendation Systems for internship place using artificial intelligence based on competence. *Journal of Physics: Conference Series*, 1165(1), 12007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1165/1/012007>

- Rosnelly, R., & others. (2012). *Sistem Pakar: Konsep dan Teori*. Penerbit Andi.
- Subitmele, S. E. (2022). *Taksonomi Adalah Ilmu Biologi Tentang Klasifikasi, Pahami Proses Identifikasinya*. Liputan 6. <https://www.liputan6.com/hot/read/5141494/taksonomi-adalah-ilmu-biologi-tentang-klasifikasi-pahami-proses-identifikasinya?page=5>
- Whitesitt, J. E. (2012). *Boolean algebra and its applications*. Courier Corporation.
- WIS, K. (2021). *MODUL TAKSONOMI TUMBUHAN TINGGI KELAS MONOKOTIL (Monocotyledonae)* [UIN RADEN INTAN LAMPUNG]. <http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/16774>
- Wopereis, et al. (2009). *The Rice Plant*. Rice Hub. <http://www.ricehub.org/RT/crop-establishment/-the-rice-plant/>