

# Pengembangan Sistem Cerdas Untuk Rekomendasi Pemupukkan Tanaman Salak Menggunakan Teorema Bayes dan Cohen's Kappa

Yumarlin MZ<sup>\*1</sup>, M Habib Jakiya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra

Email: <sup>\*1</sup>[yumarlin@janabadra.ac.id](mailto:yumarlin@janabadra.ac.id), <sup>2</sup>[habibi@gmail.com](mailto:habibi@gmail.com),

(Naskah masuk: 17 November 2025, diterima untuk diterbitkan: 20 Januari 2026)

**Abstrak:** Salak merupakan komoditas hortikultura unggulan di Indonesia, khususnya di Kecamatan Turi, Sleman, Yogyakarta. Tantangan utama dalam budidaya salak adalah praktik pemupukan yang kurang tepat akibat minimnya pemahaman petani terhadap kebutuhan nutrisi tanaman. Pemupukan yang salah dapat menurunkan kualitas dan kuantitas buah serta berdampak negatif pada kesehatan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sistem cerdas berbasis web yang mampu memberikan rekomendasi jenis pupuk secara tepat berdasarkan kondisi pertumbuhan dan gejala yang diamati pada tanaman salak. Teorema Bayes digunakan untuk melakukan inferensi probabilistik terhadap 8 jenis pupuk dan 12 gejala sebagai dasar pengambilan keputusan. Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode Cohen's Kappa dengan 17 data uji untuk membandingkan kesesuaian hasil rekomendasi sistem dengan pakar. Dari pengujian tersebut diperoleh 15 hasil sesuai dan 2 tidak sesuai, menghasilkan nilai  $P_o$  sebesar 0,88235 dan  $P_e$  sebesar 0,14533. Nilai Cohen's Kappa yang diperoleh sebesar 0,8623 menunjukkan tingkat kesesuaian yang sangat baik antara sistem dan pakar. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem cerdas yang dikembangkan memiliki akurasi tinggi dan layak digunakan sebagai alat bantu rekomendasi pemupukkan tanaman salak.

**Kata Kunci** – Pemupukan ; Teorema Bayes ; Cohen's Kappa

## Development of an Intelligent System for Salak Plant Fertilization Recommendation Using Bayes Theorem and Cohen's Kappa

**Abstract:** Salak is a leading horticultural commodity in Indonesia, especially in Turi District, Sleman, Yogyakarta. The main challenge in salak cultivation is improper fertilization practices due to farmers' lack of understanding of plant nutritional requirements. Incorrect fertilization can reduce fruit quality and quantity and have a negative impact on soil health. This study was conducted to develop a web-based intelligent system capable of providing accurate fertilizer recommendations based on the growth conditions and symptoms observed in salak plants. Bayes' theorem was used to perform probabilistic inference on 8 types of fertilizers and 12 symptoms as the basis for decision making. The system was tested using Cohen's Kappa method with 17 test data to compare the suitability of the system's recommendations with those of experts. From the testing, 15 results were found to be consistent and 2 were found to be inconsistent, resulting in a  $P_o$  value of 0.88235 and a  $P_e$  value of 0.14533. The Cohen's Kappa value obtained was 0.8623, indicating a very good level of consistency between the system and the expert. These results indicate that the developed intelligent system has high accuracy and is suitable for use as a fertilizer recommendation tool for salak plants.

**Keywords** – Fertilization ; Bayes Theorem ; Cohen's Kappa

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi besar dalam produksi buah salak (*Salacca zalacca*), yang merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan nasional [1]. Tanaman ini banyak dibudidayakan di berbagai daerah beriklim tropis, terutama di Pulau Jawa. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi buah salak di Indonesia menunjukkan tren peningkatan dari tahun ke tahun, dengan kontribusi terbesar berasal dari wilayah Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta [2]. Kecamatan Turi di Sleman dikenal sebagai salah satu sentra utama penghasil salak pondoh di Indonesia [3]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti luas lahan, populasi tanaman, serta penggunaan pupuk organik berpengaruh signifikan terhadap tingkat produktivitas

salak pondoh [4]. Meskipun demikian, petani salak di Kecamatan Turi masih menghadapi sejumlah kendala dalam upaya optimalisasi produksi, seperti kekurangan air pada musim kemarau, serangan hama, serta kesalahan dalam pemberian pupuk [5].

Pemupukan merupakan komponen vital dalam sistem budidaya, karena berfungsi menyediakan unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan pembentukan buah [6]. Ketidaktepatan dalam pemilihan jenis, dosis, atau waktu pemupukan sering menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen. Tanaman salak yang kekurangan unsur hara umumnya menunjukkan gejala seperti daun menguning, pertumbuhan terhambat, dan ukuran buah yang kecil [7]. Kesalahan pemupukan yang berulang juga dapat mengakibatkan kerusakan tanah serta penurunan kesuburan lahan secara jangka panjang [8].

Salah satu penyebab utama permasalahan tersebut adalah keterbatasan pengetahuan dan akses petani terhadap informasi pemupukan yang tepat. Dalam konteks ini, sistem cerdas (*expert system*) dapat menjadi solusi yang efektif [9]. Sistem cerdas merupakan sistem komputer yang dirancang untuk meniru kemampuan pengambilan keputusan seorang pakar, dengan menggunakan basis pengetahuan dan mesin inferensi [10]. Pakar adalah individu yang memiliki keahlian dan pengetahuan mendalam dalam bidang tertentu dan mampu menyelesaikan permasalahan yang tidak dapat dipecahkan oleh orang awam [11]. Sistem rekomendasi berfungsi untuk memberikan saran atau keputusan terbaik bagi pengguna berdasarkan data input yang terlihat pada tanaman.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan sistem cerdas berbasis teorema Bayes dalam bidang pertanian. Penelitian [12] mengembangkan sistem dengan menganalisis 24 gejala dan 4 jenis penyakit yang menyerang tanaman jagung. Sistem menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi, pada kasus diagnosis penyakit hawar daun sebesar 96,04%. Penelitian [13] membandingkan performa Teorema Bayes dengan metode Case-Based Reasoning dan Dempster-Shafer dalam sistem pakar untuk identifikasi penyakit tanaman manggis. Berdasarkan 30 data uji yang dilakukan secara acak, metode Teorema Bayes menunjukkan akurasi sebesar 90%, yang menunjukkan efektivitasnya dalam proses klasifikasi gejala dan penyakit. Penelitian dengan judul sistem pakar untuk diagnosis penyakit tanaman kopi oleh [14], menggunakan pendekatan Teorema Bayes, mengembangkan Sistem yang dirancang untuk mengubah data yang bersifat tidak pasti menjadi data yang pasti, dan memberikan hasil diagnosis yang akurat untuk solusi pengendalian penyakit tanaman secara otomatis.

Penelitian di atas menunjukkan keberhasilan penerapan Teorema Bayes, dalam sistem cerdas pertanian, dan masih berfokus pada diagnosis penyakit tanaman. Dalam penelitian ini akan membahas terkait rekomendasi pemupukan untuk tanaman salak yang memiliki karakteristik nutrisi yang berbeda pada setiap fase pertumbuhannya. Sedangkan kebaruan penelitian ini dengan mengintegrasikan teorema Bayes untuk menghasilkan rekomendasi pemupukan berdasarkan gejala nyata yang terlihat pada tanaman salak, serta menggunakan Cohen's Kappa untuk mengukur tingkat kesesuaian antara hasil sistem dengan keputusan pakar, pendekatan akan menilai akurasi teknis sistem, dengan tujuan penelitian untuk mengembangkan sistem cerdas berbasis pengetahuan yang dapat merekomendasikan jenis pupuk yang tepat untuk tanaman salak, berdasarkan kondisi pertumbuhan dan gejala yang terlihat pada tanaman salak.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Metode Pengembangan Sistem

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) yang bertujuan untuk mengembangkan sistem cerdas berbasis pengetahuan yang dapat rekomendasi jenis pupuk yang tepat untuk tanaman salak, berdasarkan kondisi pertumbuhan dan gejala yang dihadapi tanaman salak. Kerangka kerja pengembangan sistem yang terdiri dari lima tahapan utama yakni 1. Analisis

kebutuhan sistem; 2. Pengumpulan dan verifikasi data, 3. Design Sistem, 4. Coding Program dan 5. Pengujian Sistem.

### 2.1.1. Analisis Kebutuhan Sistem

Tahap awal dilakukan dengan mengkaji literatur terkait pengembangan sistem cerdas, konsep dan jenis pemupukan salak, serta algoritma *Teorema Bayes* dalam menentukan otomatis berbasis gejala. Dan mengidentifikasi kebutuhan untuk pemupukkan tanaman salak, dan spesifikasi fungsional sistem yang akan dikembangkan.

### 2.1.2. Pengumpulan dan Verifikasi data

Pengumpulan data diperoleh melalui observasi lapangan, survei, dan wawancara dengan pakar menggali informasi dengan Dinas Pertanian, Pangan, dan Perikanan Kabupaten Sleman dan petani salak di Kecamatan Turi Sleman dengan Bapak Sumarsana. Fokusnya adalah untuk mengidentifikasi gejala tanaman seperti daun menguning, buah kecil, pertumbuhan lambat, dan lainnya. Gejala tersebut diverifikasi ulang oleh pakar untuk memastikan validitas data yang akan digunakan dalam pengembangan *basis pengetahuan*.

### 2.1.3. Design Sistem

Tahap desain membangun basis pengetahuan, representasi aturan (rule base), dan alur inferensi mengimplementasikan *Teorema Bayes*.

### 2.1.4. Coding Program

Sistem diimplementasikan dalam bentuk aplikasi web berbasis pengetahuan, menerapkan *teorema Bayes* untuk pengambilan keputusan otomatis berdasarkan gejala input dari pengguna dan memanfaatkan teknologi seperti framework web untuk membangun antarmuka dan fitur yang diinginkan

### 2.1.5. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi sistem dalam memberikan rekomendasi pemupukan, menggunakan metode *Cohen's Kappa*. Pengukur yang dilakukan mengetahui tingkat kesesuaian antara hasil rekomendasi sistem dengan pendapat pakar sebagai pembanding utama. Nilai *kappa* yang diperoleh digunakan untuk menentukan tingkat kelayakan sistem untuk digunakan.

## 2.2. Teorema Bayes

*Teorema Bayes* dikemukakan oleh Thomas Bayes pada tahun 1763 dan kemudian disempurnakan oleh Laplace. *Teorema Bayes* dapat menilai trade-off antar keputusan dengan mempertimbangkan probabilitas dan konsekuensi yang mungkin terjadi. Secara umum, pendekatan ini menjadi dasar dalam inferensi statistik dan terbukti efektif dalam menyelesaikan berbagai masalah klasifikasi berbasis data [15].

$$P(H|E) = \frac{P(E|H) \cdot P(H)}{P(E)}$$

Dimana :

- $P(H|E)$  : Probabilitas hipotesis H jika di berikan evidence E
- $P(E|H)$  : Probabilitas munculnya evidence E jika di ketahui hipotesis H
- $P(H)$  : Probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence apapun
- $P(E)$  : Probabilitas evidence E

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Design Sistem

Pada bagian ini akan dijelaskan secara umum bagaimana cara menentukan hasil dari identifikasi jenis pemupukan salak berdasarkan data gejala yang terlihat pada tanaman dan hasil penilaian perhitungan dengan menggunakan teorema bayes.

Tabel 1. Jenis Pemupukkan

| Kode Pupuk | Nama Pupuk                      | Probabilitas |
|------------|---------------------------------|--------------|
| P01        | Urea                            | 0.7          |
| P02        | ZA (Zwavelzure Ammoniak)        | 0.7          |
| P03        | TSP(Triple Super Phosphate)     | 0.7          |
| P04        | KCI(Kalium Chloride)            | 0.8          |
| P05        | NPK (Nitrogen,Phosphor, Kalium) | 0.7          |
| P06        | Pupuk Kandang                   | 0.8          |
| P07        | Kompos                          | 0.75         |
| P08        | Pupuk Hijau                     | 0.8          |

Tabel 2. Basis Pengetahuan

| Kode Gejala | Nama gejala                                      | Probabilitas |
|-------------|--|--------------|
| G01         | Kondisi tanah kurang subur, sediki bahan organik | 0,7          |
| G02         | Fase vegetatif (daun, batang)                    | 0,8          |
| G03         | Fase generatif (bunga, buah)                     | 0,7          |
| G04         | Musim hujan                                      | 0,8          |
| G05         | Musim kemarau                                    | 0,6          |
| G06         | Hasil panen rendah                               | 0,6          |
| G07         | Hasil panen tinggi                               | 0,7          |
| G08         | Daun menguning                                   | 0,8          |
| G09         | Daun rontok                                      | 0,6          |
| G10         | Buah kecil dan tidak berkembang                  | 0,7          |
| G11         | Akar tanaman busuk                               | 0,8          |
| G12         | Tanda serangan hama (lubang di daun)             | 0,8          |

#### 3.2. Rule base Sistem Rekomendasi Pemupukkan Tanaman Salak

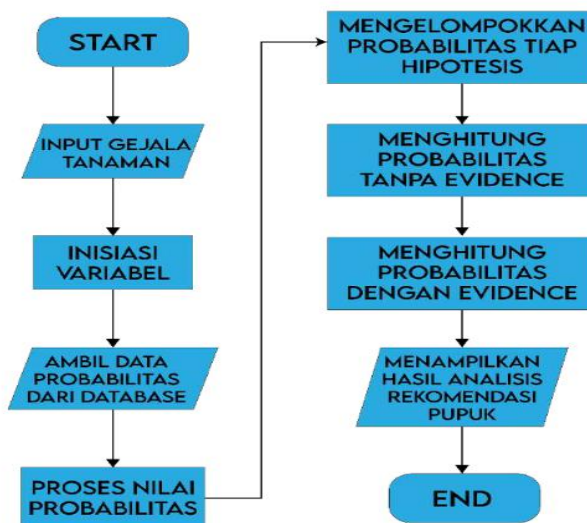
Tabel 3. Fakta dan Aturan gejala pada

| No. Rule | Aturan Gejala dan Jenis Pemupukkan   |
|----------|--|
| R01      | IF Fase vegetatif dan Hasil panen rendah dan Daun menguning then Urea  |
| R02      | IF Musim kemarau dan Daun menguning Then ZA (Zwavelzure Ammoniak)  |
| R03      | IF Fase generatif (bunga, buah) dan Daun rontok Then TSP (Triple Super Phosphate)                                |
| R04      | IF Fase generatif (bunga, buah) and Daun rontok and Buah kecil dan tidak berkembang Then KCI(Kalium Chloride)    |
| R05      | IF Musim kemarau and Hasil panen rendah and Buah kecil dan tidak berkembang Then NPK (Nitrogen,Phosphor, Kalium) |
| R06      | IF Kondisi tanah kurang subur, sediki bahan organik and Akar tanaman busuk Then Pupuk Kandang                    |

|     |  |
|-----|--|
| R07 | IF Kondisi tanah kurang subur, sediki bahan organik and Hasil panen tinggi and Tanda serangan hama (lubang di daun)Then Kompos |
| R08 | IF Musim hujan Then Pupuk Hijau  |

### 3.3. Analisis metode

Metode yang digunakan penulis agar kebutuhan pengguna dapat dipenuhi yaitu dengan menggunakan teorema bayes. Teorema bayes merupakan salah satu cara untuk mengatasi ketidakpastian data yang dibangun dari teori probabilitistik. Berikut flowchart cara kerja sistem, dapat dilihat pada gambar 1. berikut ini :



Gambar 1. Flowchart Cara Kerja Sistem

### 3.4 Studi Kasus

Simulasi Perhitungan dengan Teorema Bayes

#### 1. Menghitung Nilai Probabilitas

Dengan mendeskripsikan nilai probabilitas pada setiap evidence untuk setiap Hipotesis

- |   |   |
|---|---|
| a. Urea<br>$G02 = P(E   H1) = 0.4$<br>$G06 = P(E   H1) = 0.3$<br>$G08 = P(E   H1) = 0.35$                     | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)<br>$G05 = P(E   H5) = 0.6$<br>$G08 = P(E   H5) = 0.4$                         |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)<br>$G03 = P(E   H2) = 0.8$<br>$G09 = P(E   H2) = 0.6$                         | f. KCL (Kalium Chloride)<br>$G03 = P(E   H6) = 0.7$<br>$G09 = P(E   H6) = 0.6$<br>$G10 = P(E   H6) = 0.4$ |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)<br>$G05 = P(E   H3) = 0.5$<br>$G06 = P(E   H3) = 0.4$<br>$G10 = P(E   H3) = 0,35$ | g. Pupuk Kandang<br>$G01 = P(E   H7) = 0.7$<br>$G11 = P(E   H7) = 0.4$                                    |
| d. Kompos<br>$G01 = P(E   H4) = 0.6$<br>$G07 = P(E   H4) = 0.7$<br>$G12 = P(E   H4) = 0.8$                    | h. Pupuk Hijau<br>$G04 = P(E   H8) = 0.4$   |

- Menjumlahkan nilai probabilitas dari tiap evidence untuk masing-masing hipotesis berdasarkan data sampel.

- |   |  |
|---|--|
| a. Urea<br>$\sum P(E/Hk) = 0.4+0.3+0.35 = 1.05$                     | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)<br>$\sum P(E/Hk) = 0.6+0.4 = 1$    |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)<br>$\sum P(E/Hk) = 0.8+0.6 = 1.4$   | f. KCL (Kalium Chloride)<br>$\sum P(E/Hk) = 0.4+0.6+0.4 = 1.7$ |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)<br>$\sum P(E/Hk) = 0.5+0.4+0.35 = 1.25$ | g. Pupuk Kandang<br>$\sum P(E/Hk) = 0.7+0.4 = 1.1$             |
| d. Kompos<br>$\sum P(E/Hk) = 0.6+0.7+0.8 = 2.1$                     | h. Pupuk Hijau<br>$\sum P(E/Hk) = 0.4 = 1.4$                   |

3. Mencari nilai probabilitas hipotesis H tanpa memandang evidence apapun bagi masing-masing .

- |  |   |
|--|---|
| a. Urea<br>G02 = P(H1) = 0.4/1.05 = 0.38095<br>G06 = P(H1) = 0.3/1.05 = 0.28571<br>G08 = P(H1) = 0.35/1.05 = 0.33333           | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)<br>G05 = P(H5) = 0.6/1 = 0.6<br>G08 = P(H5) = 0.4/1 = 0.4   |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)<br>G03 = P(H2) = 0.8/1.4 = 0.57143<br>G09 = P(H2) = 0.6/1.4 = 0.42857                          | f. KCL (Kalium Chloride)<br>G03 = P(H6) = 0.7/1.7 = 0.41176<br>G09 = P(H6) = 0.6/1.7 = 0.35294<br>G10 = P(H6) = 0.4/1.7 = 0.23529 |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)<br>G05 = P(H3) = 0.5/1.25 = 0.4<br>G06 = P(H3) = 0.4/1.25 = 0.35<br>G10 = P(H3) = 0.35/1.25 = 0.28 | g. Pupuk Kandang<br>G01 = P(H7) = 0.7/1.1 = 0.83636<br>G11 = P(H7) = 0.4/1.1 = 0.36364  |
| d. Kompos<br>G01 = P(H4) = 0.6/2.1 = 0.28571<br>G07 = P(H4) = 0.7/2.1 = 0.33333<br>G12 = P(H4) = 0.8/2.1 = 0.36095             | h. Pupuk Hijau<br>G04 = P(H8) = 0.4/0.4 = 1   |

4. Mencari nilai Probabilitas Hipotesis memandang evidence

- |   |   |
|---|---|
| a. Urea<br>$\sum = (0.4*0.38095)+(0.3*0.28571)+(0.35+0.33333)$<br>= 0.35476             | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)<br>$\sum = (0.6*0.6)+(0.4*0.4)$<br>= 0.52                       |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)<br>$\sum = (0.8*0.57143)+(0.6*0.42857)$<br>= 0.71429    | f. KCL (Kalium Chloride)<br>$\sum = (0.7*0.41176)+(0.6*0.35294)+(0.4*0.23529)$<br>= 0.59412 |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)<br>$\sum = (0.5*0.4) + (0.4*0.32) + (0.35*0.28)$<br>= 0.426 | g. Pupuk Kandang<br>$\sum = (0.7*0.63636) + (0.4*0.36364)$<br>= 0.59091                     |
| d. Kompos<br>$\sum = (0.6 * 0.28571) + (0.7*0.33333) + (0.8*0.38095)$<br>= 0.70952      | h. Pupuk Hijau<br>$\sum = (0.4*1)$<br>= 0.4   |

5. Mencari Nilai P(Hi | E) atau Probabilitas Hipotesis Hi benar Jika di berikan evidence

- |  |  |
|--|--|
| a. Urea<br>G02 = P(H1   E) = (0.4*0.15238/0.35476)<br>= 0.17181<br>G06 = P(H1   E) = (0.3*0.08571)/ 0.35476<br>= 0.07248<br>G08 = P(H1   E) = (0.35*0.11667/0.35476)<br>= 0.1151 | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)<br>G05 = P(H1   E) = 0.6*0.36/0.52 = 0.41538<br>G08 = P(H1   E) = 0.4*0.16/0.52 = 0.12308  |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)<br>G03 = P(H1   E) = 0.8*0.45714/0.71429<br>= 0.512<br>G09 = P(H1   E) = 0.6*0.45714/0.71429<br>= 0.216  | f. KCL (Kalium Chloride)<br>G03 = P(H1   E) = 0.7*0.28824/0.59412<br>= 0.3396<br>G09 = P(H1   E) = 0.6*0.21176/0.59412<br>= 0.21386<br>G10 = P(H1   E) = 0.4*0.09412/0.59412 |

|   |   |
|---|---|
|   | = 0.06337                                       |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)                             | g. Pupuk Kandang                                |
| $G01 = P(H1   E) = 0.5 \cdot 0.2 / 0.426 = 0.23474$     | $G01 = P(H1   E) = 0.7 \cdot 0.44545 / 0.59091$ |
| $G07 = P(H1   E) = 0.4 \cdot 0.128 / 0.426 = 0.12019$   | = 0.52769                                       |
| $G12 = P(H1   E) = 0.35 \cdot 0.0098 / 0.426 = 0.08052$ | $G11 = P(H1   E) = 0.4 \cdot 0.14545 / 0.59091$ |
|   | = 0.09846                                       |
| d. Kompos   | h. Pupuk Hijau                                  |
| $G01 = P(H1   E) = 0.6 \cdot 0.17143 / 0.70952$         | $G04 = P(H1   E) = 0.4 \cdot 0.4 / 0.4 = 0.4$   |
| = 0.14497   |   |
| $G07 = P(H1   E) = 0.7 \cdot 0.23333 / 0.70952$         |   |
| = 0.2302  |   |
| $G12 = P(H1   E) = 0.8 \cdot 0.34076 / 0.70952$         |   |
| = 0.34362   |   |

6. Hasil akhir perhitungan dari Teorema Bayes

|   |  |
|---|--|
| a. Urea   | e. ZA (Zwavelzure Ammoniak)  |
| $\Sigma = (0.4 \cdot 0.17181) + (0.3 \cdot 0.07248) + (0.35 \cdot 0.1151)$  | $\Sigma = (0.4 \cdot 0.17181) + (0.3 \cdot 0.07248) + (0.35 \cdot 0.1151)$ |
| = 0.13076 * 100% = 13,08%   | = 0.29846 * 100% = 29,85%  |
| b. TSP (Triple Super Phosphate)   | f. KCL (Kalium Chloride)   |
| $\Sigma = (0.8 \cdot 0.512) + (0.6 \cdot 0.216)$                            | $\Sigma = (0.7 \cdot 0.3396) + (0.6 \cdot 0.21386) + (0.4 \cdot 0.06337)$  |
| = 0.5392 * 100% = 53,92%  | = 0.39139 * 100% = 39,14%  |
| c. NPK (Nitrogen Phosphate)   | g. Pupuk Kandang   |
| $\Sigma = (0.4 \cdot 0.23474) + (0.4 \cdot 0.12019) + (0.35 \cdot 0.08052)$ | $\Sigma = (0.7 \cdot 0.52769) + (0.4 \cdot 0.09846)$                       |
| = 0.19363 * 100% = 19,36%   | = 0.40877 * 100% = 40,87%  |
| d. Kompos   | h. Pupuk Hijau   |
| $\Sigma = (0.4 \cdot 0.17181) + (0.3 \cdot 0.07248) + (0.35 \cdot 0.1151)$  | $\Sigma = (0.4 \cdot 0.4)$   |
| = 0.52302 * 100% = 52,3%  | = 0.16 * 100% = 16%  |

Berdasarkan perhitungan menggunakan teorema bayes diatas, maka dapat diketahui bahwa rekomendasi untuk jenis pupuk pada tanaman salak adalah TSP (Triple Super Phosphate) dengan nilai probabilitas 53,92%. Selanjutnya untuk rekomendasi jenis pupuk yang lain yang dapat digunakan menggunakan pupuk Kompos menunjukkan nilai probabilitas sebesar 52,3 %.

3.5 Hasil Implementasi Program

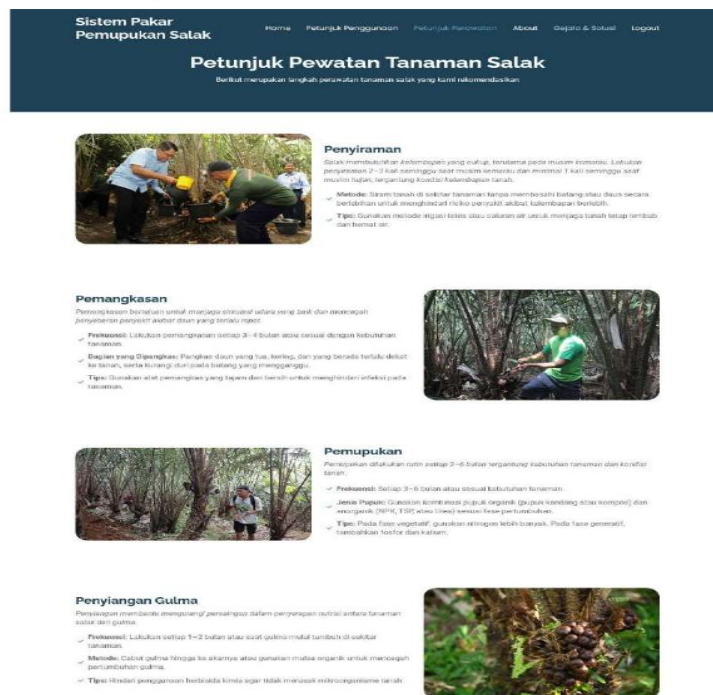
Implementasi sistem merupakan tahap menterjemahkan perancangan berdasarkan hasil analisis sistem. Pada tahap implementasi sistem ini diharapkan sistem yang telah dirancang siap untuk dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya, sehingga akan diketahui apakah sistem yang dibuat benar-benar dapat menghasilkan tujuan yang diharapkan.



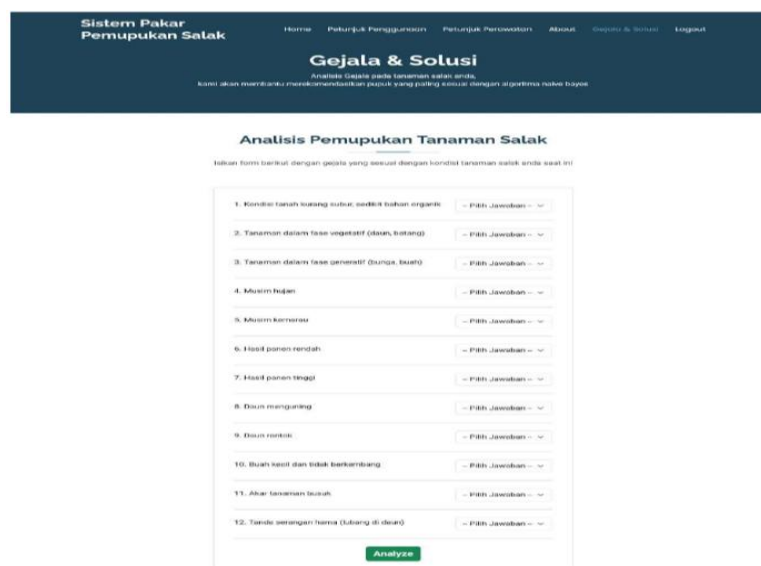
Gambar 2. Halaman Register User



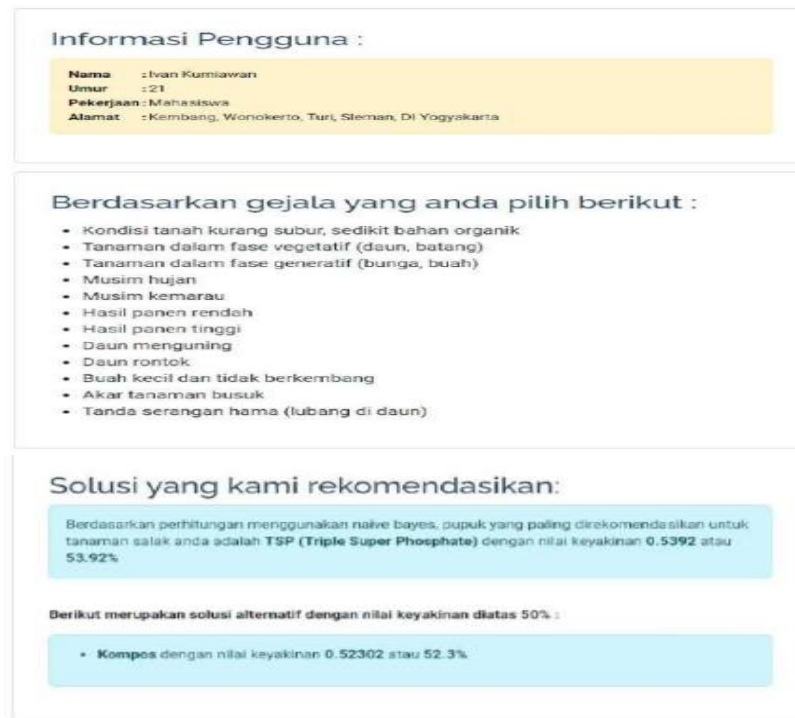
Gambar 3. Halaman Menu Utama



Gambar 4 . Halaman Petunjuk Perawatan Tanaman Salak



Gambar 5. Halaman Gejala dan Solusi



Gambar 6. Halaman Hasil Output Sistem

### 3.6 Pengujian Sistem

Pengujian sistem rekomendasi pemupukan tanaman salak menggunakan metode Cohen's Kappa sebanyak 17 data uji dengan membandingkan hasil rekomendasi sistem dan rekomendasi pakar. Dari total pengujian, terdapat 15 hasil yang sesuai dan 2 hasil yang tidak sesuai, sehingga menghasilkan *observed agreement* (Po) sebesar 0,88235. Perhitungan *expected agreement* (Pe) berdasarkan distribusi proporsional antar kelas pupuk menghasilkan nilai 0,14533. Hasil perhitungan Cohen's Kappa yang diperoleh adalah 0,8623, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hasil ini menunjukkan sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kesesuaian yang sangat baik dengan pakar dalam memberikan rekomendasi pemupukan, sehingga layak untuk digunakan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian kecermatan kesepakatan antara algoritma teorema bayes dengan pakar untuk rekomendasi jenis pemupukan yang tepat untuk tanaman salak, berdasarkan kondisi pertumbuhan dan gejala yang terlihat pada tanaman salak, menggunakan metode Koefisien Cohen's Kappa menunjukkan nilai interpretasi kuat yaitu sebesar 0,8623. Hal ini menunjukkan teorema bayes sesuai untuk kasus rekomendasi jenis pupuk berdasarkan kondisi pertumbuhan dan gejala yang terlihat pada tanaman.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, pendampingan, dan dukungan dalam penelitian ini. Penulis juga menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada LP3M Universitas Janabadra Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Hortikultura, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, "Outlook Komoditas Hortikultura Salak Tahun 2020". Jakarta: Kementerian Pertanian, 2020
- [2] Badan Pusat Statistik, Produksi Tanaman Buah-buahan di Indonesia Tahun 2021–2023. Jakarta: BPS, 2023.
- [3] Badan Pusat Statistik Kabupaten Sleman, Data Produksi Salak Pondoh di Sleman, Sleman: BPS, 2024.
- [4] A. Priambodo, I. Purwandari, dan S. I. Dinarti, "Motivasi Petani Dalam Usahatani Salak Di Desa Wonokerto Kecamatan Turi Kabupaten Sleman," *Agroforetech*, vol. 2, no. 2, pp. 732–740, 2024.
- [5] J T. N. Georgia, "Proteksi Petani Salak Pondoh di Kalurahan Wonokerto, Kapanewon Turi, Kabupaten Sleman," Sarjana thesis, STPMD APMD, 2024.
- [6] N. M. Dewi, I. N. Rai, I. W. Suarna, dan N. K. S. Raka, "Respon Pemupukan Terhadap Hasil dan Kualitas Hasil Salak Gula Pasir di Luar Musim," *Agrotrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, vol. 10, no. 1, pp. 88–99, 2020.
- [7] M. Z. Fathoni, E. Ismiyah, dan P. Sudirdjo, "Pelatihan Pembuatan dan Penggunaan Pupuk pada Tanaman di SMA Muhammadiyah 1 Gresik," *Jurnal Humanism*, vol. 1, no. 2, pp. 128–135, 2020.
- [8] Abu Sutikno, Febri Nur Pramudya dan Dwita Prisdinawati, Strategi Pengembangan Usahatani Salak Pondoh (*Salacca Edulis*) di Kabupaten Rejang Lebong," *Jurnal JINGLER*, vol. 1, no. 1, pp. 67–71, Juni 2023.
- [9] E. S. Segala, D. Setiawan, and Sobirin, "Expect System untuk Mendiagnosis Penyakit Campak dan Rubella Menggunakan Metode Teorema Bayes," *Jurnal Sistem Informasi TGD*, vol. 2, no. 6, pp. 1064–1076, 2023.
- [10] K. Y. Ananta, D. Hartanti, dan Sundari, "Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Cabai Menggunakan Metode Naïve Bayes," *Smart Comp Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, vol. 14, no. 1, pp. 59–73, 2025.
- [11] S. F. N. H. R. JAYADI, "Sentiment Analysis Of Indonesian E-Commerce Product Reviews Using Support Vector Machine Based Term Frequency Inverse Document," vol. 99, no. 17, pp. 4316–4325, 2022.
- [12] K. D. M. Usfinit, Y. P. K. Kelen, B. Baso, dan H. H. Ullu, Sistem Pakar Mendiagnosa Penyakit Pada Tanaman Jagung Menggunakan Metode Teorema Bayes Berbasis Website," Universitas Timor, 2023.
- [13] F. F. Janah, M. Arifany, S. Aisyah, dan F. Riana, "Implementasi Metode Case-Based Reasoning, Dempster-Shafer, dan Teorema Bayes pada Sistem Pakar Identifikasi Hama dan Penyakit Tanaman Manggis," *Jurnal Ilmu Komputer dan Aplikasi*, vol. 8, no. 2, pp. 135–144, 2022.
- [14] M. Ramadhan, B. Anwar, R. Gunawan, dan R. Kustini, "Sistem Pakar untuk Mendiagnosa Penyakit pada Tanaman Kopi Menggunakan Metode Teorema Bayes," *Journal of Science and Social Research*, vol. IV, no. 2, pp. 115–121, Jun. 2021.
- [15] E. S. Segala, D. Setiawan, and Sobirin, "Expect System untuk Mendiagnosis Penyakit Campak dan Rubella Menggunakan Metode Teorema Bayes," *Jurnal Sistem Informasi TGD*, vol. 2, no. 6, pp. 1064–1076, 2023.