

Sistem Pendukung Keputusan Penjadwalan Pemupukan Optimal Berdasarkan Waktu Dan Kualitas Tanah Menggunakan Ahp

Retno Putri Kurniasari
Program Studi Sarjana Sistem
Informasi
Telkom University
Surabaya, Indonesia
retnoputri072@gmail.com

Abstrak — Pemupukan merupakan faktor krusial dalam budidaya tanaman melon yang sensitif terhadap ketersediaan unsur hara dan kondisi lingkungan seperti pH tanah, suhu, kelembapan, serta konduktivitas tanah. Kesalahan dalam pemupukan, terutama dalam waktu pemupukannya dapat mengganggu pertumbuhan tanaman dan menurunkan kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal pemupukan yang optimal berdasarkan waktu dan kualitas tanah menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan pendekatan *Cross-Industry Standard Process For Data Mining* (CRISP-DM). Data diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner dengan pakar di UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan Dan Hortikultura atau yang bisa disebut puspa lebo. Hasil analisis menunjukkan bahwa unsur hara yang dominan berbeda di setiap fase pertumbuhan: nitrogen (N) pada fase vegetatif, *Phospor* (P) pada fase generatif, dan kalium (K) pada fase pematangan buah, masing-masing dengan bobot prioritas global sebesar 0,136. Dari sisi lingkungan, suhu menjadi faktor paling dominan pada siang hari (prioritas 0,15), sedangkan pH dan suhu setara pentingnya pada pagi dan sore hari (masing-masing 0,083). Analisis akhir menunjukkan bahwa waktu siang merupakan waktu pemupukan paling optimal dengan bobot prioritas tertinggi sebesar 0,548, disusul pagi (0,241) dan sore (0,211). Hasil ini divisualisasikan dalam bentuk dashboard interaktif menggunakan Power BI sebagai sistem pendukung keputusan yang membantu petani dalam menjadwalkan pemupukan secara efisien dan tepat waktu.

Kata kunci— *Analytical Hierarchy Process, Cross-Industry Standard Process for Data Mining, Tanaman Melon, Power BI, Puspa Lebo*

I. PENDAHULUAN

Pemupukan adalah faktor penting dalam pertanian, khususnya untuk tanaman melon yang sangat sensitif terhadap ketersediaan unsur hara (nitrogen, fosfor, kalium), pH tanah, suhu, dan konduktivitas tanah. Kesalahan dalam waktu, jumlah, dan jenis pupuk dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi dan penurunan kualitas panen. Waktu pemupukan yang tepat, seperti pagi atau sore hari,

sangat penting untuk memaksimalkan penyerapan nutrisi dan meminimalkan kerugian akibat penguapan. Di UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan Dan Hortikultura (Puspa Lebo) Sidoarjo, praktik pemupukan yang umum dilakukan hanya pada pagi dan sore hari tanpa analisis data yang mendalam. Hal ini menimbulkan permasalahan bagi petani dalam menentukan jadwal dan jenis pupuk yang paling efektif, mengingat kebutuhan tanaman yang berbeda pada setiap fase pertumbuhan dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan waktu pemupukan yang paling optimal untuk tanaman melon dengan menggunakan metode *aAnalytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menganalisis berbagai kriteria yang ada. Hasil dari analisis ini kemudian diterapkan dan divisualisasikan menggunakan Microsoft Power BI untuk memudahkan petani dalam pengambilan keputusan.

II. KAJIAN TEORI

Pada sub bab ini, akan dijelaskan landasan teoritis yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian. Dasar teori berfungsi sebagai panduan dalam memahami konsep-konsep utama, metode, dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian.

A. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem pendukung keputusan penggabungan dari sumber daya keilmuan dan kapasitas sistem dibuat pada komputer guna penyelesaian masalah secara terstruktur, dan sistem pendukung keputusan adalah proses pengambilan keputusan dibantu menggunakan komputer memberikan prediksi serta mengarahkan kepada pengguna informasi agar dapat melakukan pengambilan keputusan dengan lebih baik. Dapat juga dikatakan sebagai sistem komputer yang mengolah data menjadi informasi untuk mengambil keputusan dari masalah semi-terstruktur yang spesifik (Andriyan Harta K.D, et al., 2022)

B. Tanaman Melon

Tanaman melon (*Cucumis melo L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia karena buah melon digemari oleh berbagai kalangan masyarakat. Buah melon memiliki cita

rasa yang manis dan memiliki kandungan air yang tinggi sehingga terasa menyegarkan saat dikonsumsi. Tanaman melon juga memerlukan perawatan khusus untuk mencapai hasil yang optimal. Perawatan ini meliputi penyiraman yang cukup, pemangkasan, dan pemupukan yang tepat. Penelitian Unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman melon terdiri dari unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro meliputi nitrogen (N), Fosfor (P), dan kalium (K). Nitrogen penting untuk pertumbuhan daun dan batang, fosfor (P) berperan dalam perkembangan akar dan pembungaan, sedangkan kalium meningkatkan kualitas dan rasa buah. Unsur hara mikro seperti magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan besi (Fe) juga penting. Magnesium membantu dalam proses fotosintesis, kalsium memperkuat dinding sel, dan besi diperlukan untuk pembentukan klorofil. Pemantauan dan pengelolaan yang tepat terhadap kebutuhan unsur hara ini sangat penting untuk memastikan tanaman melon tumbuh dengan sehat dan menghasilkan buah yang berkualitas.

Produksi melon Indonesia dari tahun 2021 - 2023 mengalami penurunan, pada tahun 2021 produksi 129.147 ton, tahun 2022 sebesar 118.696 ton, dan tahun 2023 turun menjadi 117.794 ton (BPS, 2024). Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor pembatas diantaranya kondisi iklim yang ekstrem dan pemberian hara yang cukup namun kurang terserap oleh tanaman juga sering terjadi pada pertanian konvensional.

C. Cross-Industry Standard Process For Data Mining (CRISP-DM)

CRISP-DM merupakan kerangka yang dapat digunakan dalam proses AHP (Analytical Hierarchy Process) untuk membantu dalam pengumpulan dan analisis data yang diperlukan untuk membuat keputusan. Dalam AHP, data yang akurat dan relevan sangat penting untuk menghasilkan perbandingan berpasangan yang valid dan menentukan prioritas. Dengan menggunakan CRISP-DM, data dapat dipersiapkan dengan baik melalui fase pemahaman data dan persiapan data, sehingga data yang digunakan dalam AHP adalah data yang berkualitas tinggi. Selain itu, fase evaluasi dalam CRISP-DM dapat digunakan untuk menilai keakuratan dan relevansi data yang digunakan dalam AHP, memastikan bahwa keputusan yang diambil berdasarkan data tersebut adalah keputusan yang tepat.

CRISP-DM merupakan metodologi standar untuk proyek data mining yang terdiri dari enam fase utama: pemahaman bisnis, pemahaman data, persiapan data, pemodelan, evaluasi, dan penerapan (Dhewayani et al., 2022). Proses dimulai dengan pemahaman bisnis, di mana tujuan dan kebutuhan bisnis didefinisikan dengan jelas. Fase ini bertujuan untuk memahami permasalahan yang akan diselesaikan dan bagaimana data dapat membantu mencapainya. Selanjutnya adalah fase pemahaman data, di mana data yang relevan dikumpulkan, diperiksa, dan dianalisis untuk memahami strukturnya serta mengidentifikasi kualitas dan kelengkapannya. Setelah itu, dilakukan persiapan data, yaitu proses membersihkan, mengintegrasikan, dan mengubah data menjadi bentuk yang siap untuk analisis lebih lanjut. Fase berikutnya adalah pemodelan, di mana teknik analisis atau algoritma yang sesuai diterapkan untuk membangun model yang mampu menjawab permasalahan bisnis. Setelah model dibuat,

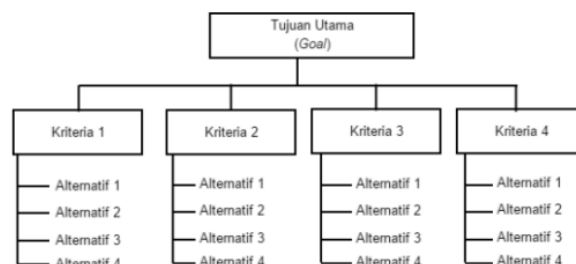
dilakukan evaluasi untuk menilai apakah model yang dihasilkan memenuhi tujuan yang telah ditetapkan dan apakah terdapat peluang untuk perbaikan. Jika hasil evaluasi memuaskan, proses dilanjutkan ke fase terakhir, yaitu implementasi, di mana model yang telah dibuat diterapkan dalam lingkungan nyata dan digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan atau memberikan solusi yang berkelanjutan. Metodologi CRISP-DM memastikan bahwa proses berbasis data dilakukan secara terstruktur dan efisien.

D. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah suatu teori tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio dengan melakukan perbandingan berpasangan antar faktor (Ginting & Sianturi, 2021). AHP (Analytical Hierarchy Process) adalah metode sistem pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini mendeskripsikan persoalan yang kompleks dengan poly faktor atau kriteria pada suatu hierarki. Menurut Thomas L. Saaty, hierarki didefinisikan sebagai representasi problem yang kompleks menggunakan struktur multi-level. Tahapan dalam metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dimulai dengan menyusun struktur hierarki, yaitu menguraikan permasalahan menjadi beberapa tingkatan mulai dari tujuan utama, kriteria, subkriteria, hingga alternatif. Setelah struktur hierarki dibentuk, dilakukan perbandingan berpasangan antar elemen dalam setiap tingkatan untuk menilai tingkat kepentingannya relatif terhadap elemen lain, menggunakan skala ganjil 1 sampai 9 yang didapat dari kuesioner terhadap pakar. Nilai perbandingan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam matriks perbandingan, yang selanjutnya dinormalisasi untuk menghitung bobot prioritas masing-masing elemen. Setelah bobot diperoleh, dilakukan uji konsistensi untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan tidak bertentangan atau tidak logis. Jika hasil uji menunjukkan bahwa nilai rasio konsistensi (CR) kurang dari 0,1, maka bobot yang dihasilkan dianggap valid dan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan.

1. Struktur Hierarki

Struktur hierarki yang digunakan dalam penelitian ini disusun untuk menggambarkan hubungan antara tujuan, kriteria, dan alternatif dalam proses pengambilan keputusan. Adapun struktur hierarki tersebut ditunjukkan pada gambar berikut:



2. Menghitung Nilai Tingkat Kepentingan

Setelah ditentukan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dan jumlah alternatif yang akan dipilih, langkah berikutnya adalah menghitung nilai tingkat

kepentingan yang disesuaikan dengan tingkat kepentingan berdasarkan skala dasar pengukuran AHP. Membuat matriks perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya (Iswan Meineka H.S., et al.,2020)

Intensitas kepentingan	Keterangan
1	Kedua Elemen Sama Penting
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting dari elemen lainnya
7	Elemen yang satu sangat penting dari elemen lainnya
9	Elemen yang satu mutlak sangat penting dari elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan
Kebalikan	Jika aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka j memiliki nilai kebalikan di bandingkan i

3. Menormalisasikan Matriks

Setelah dilakukan perbandingan berpasangan antar kriteria, langkah berikutnya adalah menormalisasikan matriks tersebut. Normalisasi dilakukan dengan cara membagi setiap elemen dalam kolom matriks dengan total nilai kolomnya masing-masing. Tujuannya adalah untuk mengubah nilai perbandingan menjadi proporsi yang sebanding, sehingga dapat diketahui seberapa besar kontribusi relatif masing-masing kriteria terhadap keseluruhan (Iswan Meineka H.S., et al.,2020). Hasil dari normalisasi ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menghitung bobot prioritas dari setiap kriteria dengan mengambil rata-rata dari setiap baris pada matriks yang telah

dinormalisasi. Berikut merupakan rumus untuk menormalisasikan matriks :

$$\sum_i a(i,j) = 1 \quad (3)$$

Keterangan :

$\sum$: operasi penjumlahan terhadap indeks i (baris).

$a(i,j)$: elemen pada baris ke-i dan kolom ke-j dalam sebuah matriks.

4. Menghitung Bobot Prioritas

Setelah matriks dinormalisasi, bobot prioritas dihitung dengan cara mengambil rata-rata dari setiap baris dalam matriks normalisasi. Bobot ini merepresentasikan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing kriteria terhadap tujuan yang ditentukan (Iswan Meineka H.S., et al.,2020). Berikut merupakan rumus untuk menghitung bobot prioritas:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_i a(i,j) \quad (4)$$

Keterangan :

W_i : Bobot relatif untuk alternatif ke-i.

n : Jumlah total alternatif (jumlah baris atau kolom dalam matriks).

5. Uji Konsistensi

Uji konsistensi dalam metode AHP bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan yang diberikan bersifat logis dan tidak saling bertentangan. Proses ini dilakukan dengan menghitung nilai konsistensi dari matriks yang telah diisi berdasarkan tingkat kepentingan antar kriteria. Hasil dari uji ini menunjukkan apakah perbandingan yang dibuat oleh pengambil keputusan dapat diterima atau perlu diperbaiki. Jika nilai konsistensinya berada dalam batas yang wajar, maka bobot prioritas yang dihasilkan dianggap valid dan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan. Namun, jika tidak konsisten, maka penilaian perlu ditinjau ulang untuk menghasilkan hasil yang lebih akurat. Berikut merupakan langkah langkah untuk menghitung uji konsistensi :

a. EIGEN VALUE (λ_{max})

Langkah pertama dalam uji konsistensi yaitu menentukan nilai eigen value. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya. Jika tidak konsisten maka pengambilan data harus diulangi (Iswan Meineka H.S., et al.,2020). Misal A adalah matriks perbandingan berpasangan dan w adalah vektor bobot, maka konsistensi dari vektor bobot w dapat diuji sebagai berikut:

$$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\text{elemen ke-i pada } (A)(wT)}{\text{elemen ke-i pada } (wT)} \quad (a)$$

Keterangan :

t : Nilai rata-rata hasil pembagian antara hasil perkalian matriks A dengan vektor bobot w terhadap vektor bobot w itu sendiri.

A : Matriks perbandingan berpasangan

w : Vektor bobot hasil normalisasi dan perhitungan rata-rata dari setiap baris matriks A.

$(A)(wT)$: Hasil perkalian antara matriks A dengan vektor bobot w

(w^T) : w berbentuk vektor kolom, dan digunakan untuk mencocokkan dimensi saat perkalian matriks.

b. INDEKS KONSISTENSI (CI)

Setelah menghitung eigen value, dilanjutkan dengan menghitung indeks konsistensi. Rumus menentukan indeks konsistensi untuk matriks berordo n dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Abdul Gumelar A., et al, 2023):

$$CI = \frac{(\lambda_{maks} - n)}{n - 1} \quad (b)$$

Keterangan :

CI : Indeks Konsistensi
 λ_{maks} : Nilai eigen terbesar dan matrik berordo n , λ maksimum diperoleh dari hasil perkalian jumlah kolom dengan eigen vektor utama.

c. RANDOM INDEKS (RI)

Random Index (RI) adalah nilai acuan yang digunakan dalam perhitungan konsistensi matriks perbandingan berpasangan pada metode AHP. Nilai RI tergantung pada jumlah kriteria atau alternatif (n) yang dibandingkan. Semakin besar jumlah elemen yang dibandingkan, semakin tinggi juga nilai RI-nya. Batas ketidakkonsistenan yang ditentukan saat diukur dengan Consistency Rasio (CR). Ini adalah rasio indeks konsistensi terhadap nilai pembangkit bilangan acak (RI). Nilai RI tergantung pada ordo matriks n (Abdul Gumelar A., et al, 2023).

No	RI
1	0
2	0
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.58

d. RASIO KONSISTENSI (CR)

Rasio Konsistensi digunakan untuk mengukur sejauh mana konsisten perbandingan yang dilakukan oleh pengambil keputusan. Rasio ini dihitung dengan membandingkan Indeks Konsistensi (CI) dengan Indeks Konsistensi Acak (RI). Rasio ini memberikan gambaran apakah perbandingan yang dilakukan dapat diterima atau perlu dilakukan revisi untuk meningkatkan konsistensi. Berikut merupakan rumus rasio konsistensi :

$$CR = \frac{CI}{RI_n} \quad (d)$$

Keterangan :

CR : Rasio konsistensi
CI : Indeks Konsistensi
RI : Random Indeks
 n : jumlah banyak matriks

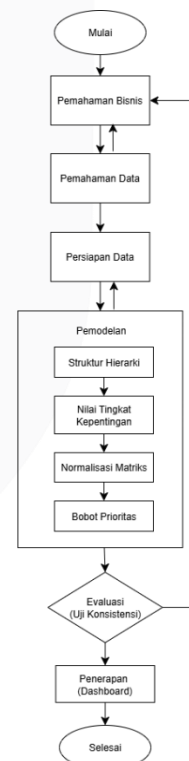
Jika $CI = 0$, maka hierarki konsisten. Jika $CR < 0,1$, maka hierarki cukup konsisten. Jika $CR > 0,1$, maka hierarki sangat tidak konsisten (Iswan Meineka H.S., et al.,2020)

e. MICROSOFT POWER BI

Power BI adalah kumpulan layanan, aplikasi, dan konektor perangkat lunak yang terintegrasi untuk mengubah sumber data yang tidak saling terkait satu sama lain menjadi wawasan yang koheren, mendalam secara visual, dan interaktif. Data yang disimpan mungkin merupakan spreadsheet Excel, atau kumpulan gudang data hibrid berbasis cloud dan lokal. Power BI memungkinkan untuk tersambung dengan mudah ke sumber data yang dimiliki, memvisualisasikan dan menemukan apa yang penting, dan membagikannya dengan siapa pun atau semua orang yang diinginkan. Power BI juga memiliki fitur RScript visual yang harus mempunyai lisensi Power BI Pro (Heru Stiawan et al., 2022).

III. METODOLOGI

Bab ini menjelaskan secara terperinci langkah-langkah metodologis yang digunakan dalam penelitian ini. Metodologi penelitian merupakan bagian penting yang bertujuan untuk memberikan panduan sistematis dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya.



Penelitian ini menggunakan metode CRISP-DM (*Cross Industry Standard for Data Mining*) adalah metode yang digunakan untuk menemukan pola bermakna dalam data melalui proses pemodelan yang terstruktur. Metode ini terdiri dari enam tahapan utama: Business Understanding, yang berfokus pada penentuan tujuan bisnis dan permasalahan yang diselesaikan dengan data mining. Data Understanding, yang mencakup pengumpulan, pemeriksaan, dan deskripsi

data awal. Data Preparation, yang melibatkan proses identifikasi, pembersihan, dan transformasi data agar siap digunakan. Modeling, yaitu implementasi algoritma untuk menemukan pola dalam data. Evaluation, yang bertujuan mengukur efektivitas model yang telah dibuat, dan Deployment, yang mencakup penyajian hasil penelitian dalam bentuk laporan atau publikasi. Dengan kerangka kerja ini, *Cross Industry Standard for Data Mining* (CRISP-DM) membantu peneliti mengikuti langkah-langkah terarah untuk memperoleh hasil yang akurat dan relevan (Dhewayani et al., 2022). Diagram Alur 3.1 menggambarkan tahapan penelitian secara sistematis, dimulai dari Mulai menuju Pemahaman Bisnis untuk mengidentifikasi tujuan dan kebutuhan penelitian. Dari tahap ini, terdapat dua arah panah yang saling terhubung dengan Pemahaman Data, menandakan bahwa pemahaman terhadap data dapat saling mempengaruhi dengan pemahaman bisnis secara iteratif. Setelah itu, proses dilanjutkan ke Persiapan Data untuk mengolah dan membersihkan data yang diperlukan, lalu menuju tahap Struktur Hierarki dalam pemodelan AHP. Di antara Persiapan Data dan Struktur Hierarki juga terdapat dua arah panah, yang mengindikasikan bahwa proses pemodelan AHP dapat memerlukan penyesuaian data, dan sebaliknya, pemodelan dapat mengarahkan kebutuhan data tambahan. Setelah struktur hierarki disusun, proses berlanjut ke Nilai Tingkat Kepentingan melalui perbandingan berpasangan, lalu ke Normalisasi Matriks, dan Bobot Prioritas. Tahap berikutnya adalah Evaluasi (Uji Konsistensi) untuk memastikan penilaian konsisten. Jika hasilnya konsisten, proses diteruskan ke Penerapan (Dashboard); jika tidak, panah kembali mengarah ke Pemahaman Bisnis untuk diperbaiki. Seluruh proses diakhiri dengan tahap Selesai, menandakan bahwa penelitian telah selesai dengan model yang tervalidasi. Berikut adalah penjelasan masing masing tahap

A. Pemahaman Bisnis

Tahap ini bertujuan untuk memahami konteks dan tujuan utama dari penelitian, yaitu menghasilkan sistem pendukung keputusan untuk menentukan waktu pemupukan tanaman melon yang optimal berdasarkan kualitas tanah dan waktu. Penelitian ini menjadi penting karena di Puspita Lebo, waktu pemupukan yang selama ini dianggap paling efektif hanya pada pagi dan sore hari. Oleh karena itu, peneliti ingin membuktikan lebih lanjut apakah benar pemupukan terbaik adalah di pagi dan sore, dengan mempertimbangkan unsur hara (N, P, K) serta kondisi lingkungan (pH dan suhu tanah). Oleh karena itu, diperlukan metode pengambilan keputusan yang objektif dan berbasis data, yaitu melalui kombinasi CRISP-DM dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

B. Pemahaman Data

Pada tahap ini, peneliti mengidentifikasi dan memahami data yang diperoleh dari narasumber utama, yaitu Pak Slamet, S.P. Data dikumpulkan melalui wawancara dan pengisian kuesioner, yang berisi perbandingan tingkat kepentingan antar kriteria dan alternatif. Data yang dikumpulkan meliputi unsur hara (Nitrogen, Fosfor, Kalium), unsur lingkungan (pH dan suhu). Pemahaman terhadap data ini penting untuk memastikan bahwa data tersebut relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian.

C. Persiapan Data

Tahap persiapan data dilakukan dengan mengonversi hasil wawancara dan kuesioner menjadi matriks

perbandingan berpasangan sesuai metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Setiap nilai perbandingan menggambarkan tingkat preferensi antara dua elemen dalam kriteria atau alternatif yang dinilai. Data kemudian disusun dalam format yang siap untuk dihitung dan diolah lebih lanjut pada tahap pemodelan.

D. Pemodelan

Pada tahap ini dilakukan proses penerapan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) mulai dari pembentukan struktur hierarki hingga perhitungan bobot prioritas. Berikut merupakan penjelasan dari proses yang ada di Bab 2:

1. Struktur Hierarki

Pada tahap ini, peneliti menyusun struktur hierarki untuk menggambarkan hubungan antar elemen yang ada dalam sistem atau permasalahan yang sedang dianalisis. Untuk contoh gambar bisa di lihat pada gambar 1 yang menjelaskan Struktur hierarki dibagi menjadi beberapa tingkatan, dimulai dengan tujuan utama di tingkat atas, kemudian diikuti oleh kriteria dan sub-kriteria di bawahnya, serta alternatif yang akan dievaluasi di tingkat bawah. Penyusunan hierarki ini bertujuan untuk memudahkan pemahaman dan analisis terhadap hubungan antar elemen, serta memberikan gambaran yang jelas mengenai prioritas dan hubungan antar faktor yang saling berinteraksi. Struktur hierarki yang jelas akan sangat membantu dalam proses evaluasi dan perbandingan antar faktor, yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

2. Nilai Tingkat Kepentingan

Nilai tingkat kepentingan diperoleh dari kuesioner perbandingan berpasangan berdasarkan skala 1 sampai 9 menurut preferensi narasumber. Setiap elemen dibandingkan dengan elemen lainnya untuk menentukan seberapa penting satu elemen dibandingkan yang lain. Nilai-nilai ini dimasukkan ke dalam matriks perbandingan sebagai dasar proses selanjutnya.

3. Normalisasi Matriks

Setelah matriks perbandingan dibuat, setiap elemen pada matriks dinormalisasi dengan cara membagi setiap elemen dalam kolom dengan jumlah total kolom tersebut.

4. Bobot Prioritas

Bobot prioritas dihitung dengan cara mengambil rata-rata dari setiap baris pada matriks yang telah dinormalisasi. Nilai bobot ini menunjukkan tingkat kepentingan relatif dari masing-masing kriteria atau alternatif terhadap tujuan akhir. Bobot yang diperoleh menjadi dasar dalam menentukan alternatif terbaik waktu pemupukan.

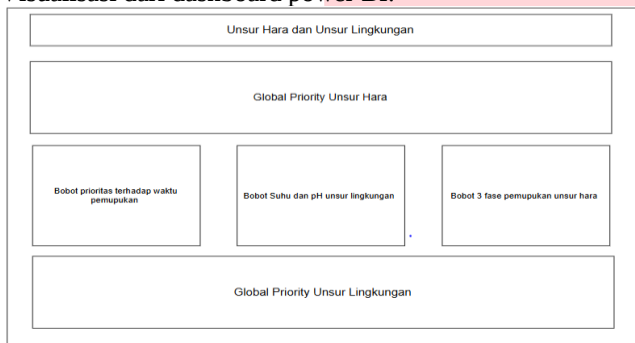
D. Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan menghitung konsistensi dari nilai yang diberikan pada perbandingan berpasangan. Uji konsistensi meliputi perhitungan nilai eigen maksimal, Consistency Index (CI), dan Consistency Ratio (CR). Jika nilai $CR < 0,1$ maka perbandingan dinyatakan konsisten dan hasil bobot dapat digunakan. Jika $CR \geq 0,1$ maka perlu dilakukan revisi pada penilaian.

E. Penerapan

Tahap penerapan merupakan bagian akhir dari proses *Cross Industry Standard for Data Mining* (CRISP-DM) yang menyajikan hasil analisis dalam bentuk dashboard interaktif menggunakan Power BI. Dashboard ini memvisualisasikan hasil perhitungan *Analytical Hierarchy*

Process (AHP) yang mencakup berbagai aspek penting dalam penjadwalan pemupukan tanaman melon, seperti unsur hara dan unsur lingkungan. Komponen visual yang ditampilkan meliputi bobot global prioritas unsur hara (N, P, K) untuk mengetahui kontribusi masing-masing unsur terhadap waktu pemupukan, bobot prioritas waktu pemupukan (pagi, siang, sore) berdasarkan hasil *Analytical Hierarchy Process* (AHP), serta bobot suhu dan pH lingkungan untuk menilai dominansi faktor lingkungan di setiap waktu. Selain itu, terdapat visualisasi bobot unsur hara berdasarkan tiga fase pertumbuhan tanaman, yaitu vegetatif, generatif, dan pematangan buah, serta bobot global unsur lingkungan terhadap waktu pemupukan. Visualisasi ini dirancang agar memudahkan petani dalam memahami dan mengambil keputusan waktu pemupukan yang tepat secara cepat, efisien, dan berbasis data. Berikut merupakan Visualisasi dari dashboard power BI:



Tampilan dashboard diatas terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu informasi tentang unsur hara dan unsur lingkungan yang digunakan sebagai kriteria penilaian. Di bagian tengah dashboard, ditampilkan *Global Priority* Unsur Hara yang menunjukkan bobot gabungan dari nitrogen (N), Fosfor (P), dan kalium (K) terhadap waktu pemupukan. Di bawahnya terdapat tiga visual utama yang memperlihatkan bobot prioritas terhadap waktu pemupukan (pagi, siang, sore), bobot suhu dan pH unsur lingkungan, serta bobot unsur hara pada tiga fase pertumbuhan tanaman (vegetatif, generatif, dan pematangan buah). Visualisasi ini memudahkan pengguna untuk melihat waktu pemupukan yang paling dominan, unsur lingkungan yang paling berpengaruh di setiap waktu, serta unsur hara yang paling dibutuhkan pada setiap fase pertumbuhan. Di bagian akhir dashboard terdapat *Global Priority* Unsur Lingkungan yang memberikan gambaran keseluruhan tentang seberapa besar pengaruh kondisi lingkungan (suhu dan pH) terhadap keputusan waktu pemupukan. Dengan adanya visualisasi ini, lebih mudah untuk melihat hasil akhir dari perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

IV. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

1. Pemahaman Bisnis

Pada tahap ini, fokus utama penelitian adalah memahami kebutuhan dan tujuan bisnis yang akan diselesaikan melalui pendekatan data mining dan pengambilan keputusan. SPK mulai dibangun dari pemahaman bisnis mana dikumpulkan data kriteria seperti unsur hara (N, P, K), unsur lingkungan (pH dan suhu), serta alternatif waktu (pagi, siang, sore). Permasalahan yang diangkat adalah belum optimalnya waktu pemupukan

tanaman melon berdasarkan kondisi tanah, baik dari sisi unsur hara maupun unsur lingkungan. Selama ini, waktu pemupukan di UPT Pengembangan Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura, Puspa Lebo, hanya mengandalkan praktik pemupukan yang hanya pagi dan sore saja sebagai waktu pemupukannya tanpa dasar analisis berbasis data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyusun rekomendasi waktu pemupukan yang optimal melalui perhitungan bobot kepentingan setiap kriteria yang memengaruhi pemupukan menggunakan metode AHP, agar dapat mengetahui apakah siang juga layak sebagai waktu pemupukan.

2. Pemahaman Data

Data diperoleh dari wawancara langsung dan pengisian kuesioner oleh Pak Slamet, S.P., seorang ahli pertanian di bidang hortikultura. Lalu, SPK membantu dalam pengumpulan data yang meliputi dua kelompok utama, yaitu unsur hara (Nitrogen, Fosfor, Kalium) dan unsur lingkungan (pH tanah dan suhu). Setiap pasangan kriteria dibandingkan berdasarkan tingkat kepentingannya dalam mendukung pemupukan melon. Pemahaman terhadap data ini penting untuk memastikan bahwa informasi yang diperoleh dapat digunakan dalam proses analisis dan pengambilan keputusan yang akurat.

3. Persiapan Data

Pada tahap ini, peneliti menyiapkan struktur hierarki dan format matriks perbandingan berpasangan yang akan digunakan dalam metode AHP.

a. Struktur hierarki disusun menjadi empat tingkatan, yaitu:

1. Tingkat 1 (Tujuan): Menentukan waktu pemupukan optimal
2. Tingkat 2 (Kriteria): Unsur Hara dan Unsur Lingkungan
3. Tingkat 3 (Subkriteria):
Unsur Hara → Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K)
Unsur Lingkungan → pH dan Suhu
4. Tingkat 4 (Alternatif): Pagi, Siang, Sore

b. Matriks perbandingan berpasangan.

Pada tahap ini, nilai-nilai dalam matriks perbandingan berpasangan belum diisi, karena masih menunggu hasil dari proses wawancara dan kuesioner. Oleh karena itu, pada tahap persiapan data, peneliti berfokus pada penyusunan struktur hierarki dan matriks perbandingan yang telah disiapkan untuk diisi berdasarkan penilaian narasumber.

	unsur hara	unsur lingkungan
unsur hara	1	?
unsur lingkungan	?	1

jumlah	?	?
--------	---	---

Tabel diatas merupakan matriks perbandingan antara dua kriteria utama, yaitu unsur hara dan unsur lingkungan. Matriks ini berfungsi untuk mengetahui kriteria mana yang dianggap lebih berpengaruh dalam menentukan waktu pemupukan optimal. Karena jumlah kriteria hanya dua, maka perbandingan yang dilakukan cukup sederhana, dengan satu nilai utama yang menggambarkan seberapa besar preferensi terhadap salah satu kriteria dibandingkan yang lain. Nilai diagonal diisi angka 1 karena setiap elemen dibandingkan dengan dirinya sendiri. Kolom “jumlah” nantinya akan digunakan dalam proses normalisasi.

	Nitrogen	Phospor	Kalium
Nitrogen	1	?	?
Phospor	?	1	?
Kalium	?	?	1
jumlah	?	?	?

Tabel diatas menyajikan matriks perbandingan antara tiga subkriteria unsur hara, yaitu Nitrogen, Phospor, dan Kalium. Tujuan dari tabel ini adalah untuk menentukan bobot relatif dari masing-masing unsur hara dalam mendukung pertumbuhan tanaman melon. Perbandingan dilakukan antar semua pasangan, sehingga total terdapat enam kombinasi perbandingan yang harus diisi. Misalnya, jika Nitrogen dianggap lebih penting dibanding Phospor, maka nilai yang lebih besar dari 1 akan dimasukkan pada sel yang sesuai. Sama seperti sebelumnya, nilai pada diagonal adalah 1, dan hasil dari matriks ini akan dinormalisasi dan dihitung bobotnya pada tahap selanjutnya.

	pH	Suhu
pH	1	?
Suhu	?	1
jumlah	?	?

Tabel diatas merupakan matriks perbandingan untuk subkriteria unsur lingkungan, yaitu pH tanah dan suhu. Karena hanya terdiri dari dua elemen, maka perbandingan dilakukan satu kali untuk menentukan elemen mana yang lebih dominan dalam memengaruhi pemupukan. Penilaian ini sangat penting untuk mengetahui apakah pH atau suhu yang lebih menentukan efektivitas penyerapan pupuk oleh tanaman melon di waktu tertentu. Matriks ini juga memiliki nilai diagonal 1 dan akan dilengkapi dengan hasil perbandingan dari narasumber.

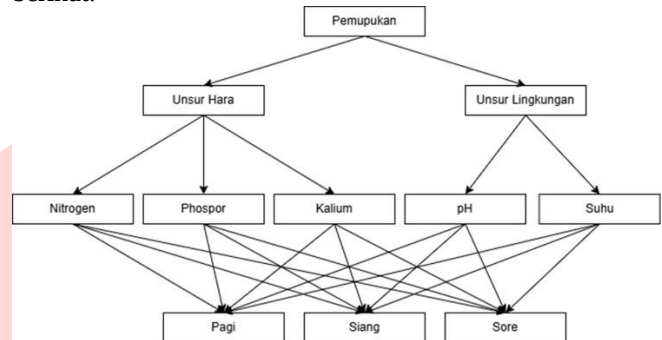
4. Pemodelan

Pada tahap ini SPK membantu dalam metode AHP diterapkan untuk menghitung bobot prioritas dari setiap unsur

terhadap waktu pemupukan. Evaluasi dilakukan dengan menghitung rasio konsistensi (CR) untuk memastikan bahwa hasil bobot valid

a. Struktur Hierarki

Dalam penelitian ini, struktur hierarki pengambilan keputusan untuk penjadwalan pemupukan optimal berdasarkan waktu dan kualitas tanah disusun dengan menggunakan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Struktur ini bertujuan untuk memetakan hubungan antara tujuan utama, kriteria, subkriteria, hingga alternatif yang tersedia. Struktur lengkap hierarki dapat dilihat pada Gambar berikut:



Tujuan utama dalam penelitian ini adalah menentukan waktu pemupukan yang optimal. Kriteria yang digunakan dibagi menjadi dua, yaitu Unsur Hara dan Unsur Lingkungan. Unsur hara terdiri dari tiga jenis nutrisi utama yang dibutuhkan tanaman melon, yaitu Nitrogen, Phospor, dan Kalium. Sedangkan unsur lingkungan mencakup dua parameter penting, yaitu pH tanah dan suhu udara. Masing-masing subkriteria tersebut kemudian dikaitkan dengan alternatif waktu pemupukan, yaitu pagi, siang, dan sore. Salah satu faktor penting dalam budidaya tanaman yang menunjang keberhasilan hidup tanaman adalah masalah pemupukan. Masalah umum dalam pemupukan adalah rendahnya efisiensi penyerapan hara oleh tanaman. Efisiensi pemupukan N dan K rendah, berkisar antara 30-40%. Efisiensi pemupukan P oleh tanaman juga rendah, berkisar antara 15-20%(Wicaksono Hariyadi B, et al., 2020) . Tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang produktif, jumlah daun, indeks luas daun, dan hasil memberikan respon positif terhadap pemberian pupuk N, P, K (15-15-15) dengan dosis 200 kg N/ha + 100 kg P₂O₅ + 75 kg K₂O berbeda nyata dengan kontrol (Wicaksono Hariyadi B, et al., 2020).

b. Matriks pertama (Unsur Hara – Unsur Lingkungan)

Berikut merupakan hasil penyusunan matriks perbandingan berpasangan yang sebelumnya di hasilkan dari wawancara dan kuesioner terhadap narasumber

	unsur hara	unsur lingkungan	normalisasi		Jumlah baris	Bobot	
unsur hara	1	1	0,5	0,5	1	0,5	50 %

unsur lingkungan	1	1	0,5	0,5	1	0,5	50%
jumlah	2	2	-	-	2	-	-

Tabel di atas merupakan hasil olahan dari wawancara yang membandingkan tingkat kepentingan antara dua kriteria utama dalam pemupukan, yaitu unsur hara dan unsur lingkungan. Berdasarkan hasil wawancara, kedua kriteria dinilai sama penting, sehingga pada matriks perbandingan berpasangan nilainya adalah 1 untuk masing-masing (unsur hara vs unsur lingkungan = 1, unsur lingkungan vs unsur hara = 1). Nilai-nilai ini kemudian dimasukkan ke dalam tabel perbandingan AHP (Analytic Hierarchy Process) yang terdiri dari beberapa langkah, yaitu: pertama, pengisian matriks perbandingan (kolom “waktu” dan “unsur hara”); kedua, normalisasi kolom dengan cara membagi setiap elemen pada kolom dengan jumlah total kolom (hasilnya 0,5); ketiga, menjumlahkan nilai pada setiap baris (jumlah baris = 1); dan keempat, menghitung bobot dengan membagi jumlah baris dengan total jumlah baris keseluruhan ($1 \div 2 = 0,5$ atau 50%). Hasil akhir menunjukkan bahwa baik unsur hara maupun unsur lingkungan memiliki bobot yang sama, yaitu masing-masing 50%, yang berarti keduanya dianggap memiliki pengaruh seimbang dalam pengambilan keputusan pemupukan.

c. Matriks kedua unsur hara pada fase vegetatif

Langkah berikutnya yaitu unsur hara dengan penilaian dilakukan berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber yang memiliki keahlian di bidang budidaya melon. Berdasarkan wawancara, Nitrogen dianggap sangat mutlak lebih penting dibandingkan Fosfor dan Kalium, sehingga diberi nilai 9 dalam skala AHP. Sementara itu, Fosfor dan Kalium dinilai sama penting, sehingga diberi nilai 1. Penilaian ini kemudian digunakan untuk membentuk matriks perbandingan berpasangan seperti yang ditampilkan dalam tabel berikut:

	Nitrogen	Fosfor	Kalium	normalisasi			Jumlah baris	Bobot	
Nitrogen	1	9	9	0,818	0,818	0,818	2,455	0,818	82%
Fosfor	0,11	1	1	0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%

Kalium	0,11	1	1	0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%
jumlah	1,22	11	11	-	-	-	3	-	-

Tabel di atas menunjukkan proses perhitungan matriks perbandingan berpasangan untuk unsur hara pada fase vegetatif yaitu Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Langkah pertama adalah membentuk matriks perbandingan berdasarkan hasil wawancara, di mana Nitrogen dinilai jauh lebih penting daripada Fosfor dan Kalium, sehingga diberi nilai 9 pada masing-masing perbandingan. Sebaliknya, Fosfor dan Kalium terhadap Nitrogen diberi nilai kebalikannya, yaitu $1/9$ atau 0,11. Selanjutnya, jumlah pada setiap kolom dijumlahkan (Nitrogen = 1,22; Fosfor = 11; Kalium = 11) sebagai dasar untuk normalisasi. Proses normalisasi dilakukan dengan membagi setiap elemen pada kolom dengan total kolomnya masing-masing. Misalnya, nilai Nitrogen terhadap Nitrogen adalah 1 dibagi 1,22 menghasilkan 0,818; nilai Fosfor terhadap Nitrogen adalah 0,11 dibagi 1,22 menghasilkan 0,091, dan seterusnya. Nilai-nilai hasil normalisasi kemudian dijumlahkan per baris, sehingga didapatkan total baris untuk Nitrogen sebesar 2,455, Fosfor sebesar 0,273, dan Kalium sebesar 0,273. Langkah terakhir adalah menghitung bobot dengan membagi jumlah baris dengan jumlah kriteria ($n = 3$). Hasilnya, bobot Nitrogen adalah 0,818 (82%), sedangkan bobot Fosfor dan Kalium masing-masing sebesar 0,091 (9%). Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa dalam fase vegetatif, Nitrogen dianggap sebagai unsur hara yang paling dominan dan penting dalam proses pemupukan melon.

d. Matriks ketiga unsur hara pada fase generatif

Sama halnya seperti perhitungan pada fase vegetatif di atas, berikut merupakan tabel perhitungan pada fase generatifnya

	Nitrogen	Fosfor	Kalium
Nitrogen	1	0,11	1
Fosfor	9	1	9
Kalium	1	0,11	1
jumlah	11	1,22	11

normalisasi			Jumlah baris	Bobot	
0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%
0,818	0,818	0,818	2,455	0,818	82%
0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%
-	-	-	3	-	-

Pada tabel di atas, setiap nilai pada kolom normalisasi diperoleh dari hasil pembagian antara masing-masing nilai pada matriks perbandingan dengan jumlah kolomnya. Misalnya, nilai Nitrogen terhadap Fosfor sebesar 0,11 dibagi jumlah kolom Fosfor (11) menghasilkan 0,091. Nilai Fosfor terhadap Nitrogen sebesar 9 dibagi 11 juga menghasilkan 0,818. Nilai-nilai ini kemudian dijumlahkan per baris untuk mendapatkan total normalisasi baris, seperti baris Fosfor yang menghasilkan total 2,455. Selanjutnya, untuk menghitung bobot setiap unsur, total normalisasi baris dibagi dengan jumlah kriteria ($n = 3$). Sebagai contoh, bobot untuk Fosfor adalah $2,455 \div 3 = 0,818$ atau 82%. Sedangkan Nitrogen dan Kalium masing-masing memiliki bobot 0,091 atau 9%. Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa pada fase generatif, Fosfor merupakan unsur hara yang paling dominan dan penting, dibandingkan dengan Nitrogen dan Kalium, menurut persepsi narasumber. Hasil bobot ini selanjutnya digunakan dalam penentuan prioritas pemupukan berbasis waktu dan kualitas tanah.

e. Matriks keempat unsur hara pada fase pematangan buah

Berikut merupakan tabel matriks unsur hara pada fase pematangan buah :

Tabel pertama di atas menunjukkan proses perhitungan bobot prioritas unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium pada fase generatif menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Langkah awal dilakukan dengan menyusun matriks perbandingan berpasangan berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber. Dalam hal ini, Kalium dianggap jauh lebih penting dibandingkan dengan Nitrogen dan Fosfor, sehingga diberi nilai 9, sedangkan Nitrogen dan Fosfor terhadap Kalium masing-masing diberi nilai kebalikannya, yaitu $1/9$ atau 0,11. Setelah seluruh nilai perbandingan dimasukkan, masing-masing elemen pada matriks dibagi dengan total jumlah kolomnya untuk melakukan normalisasi. Misalnya, nilai Nitrogen terhadap Nitrogen sebesar 1 dibagi jumlah kolom Nitrogen sebesar 11 menghasilkan nilai 0,091. Proses ini dilakukan untuk seluruh elemen matriks hingga terbentuk matriks normalisasi. Selanjutnya, setiap nilai dalam satu baris normalisasi dijumlahkan untuk memperoleh total normalisasi baris. Sebagai contoh, total nilai baris normalisasi untuk

Kalium adalah $0,818 + 0,818 + 0,818 = 2,455$. Sedangkan untuk Nitrogen dan Fosfor masing-masing sebesar 0,273. Total normalisasi baris ini kemudian dibagi dengan jumlah kriteria ($n = 3$) untuk menghasilkan bobot prioritas masing-masing unsur. Hasilnya, bobot Nitrogen dan Fosfor masing-masing sebesar 0,091 atau 9%, sedangkan bobot Kalium adalah 0,818 atau 82%. Berdasarkan perhitungan ini, dapat disimpulkan bahwa Kalium merupakan unsur hara yang paling dominan dalam fase generatif tanaman melon menurut persepsi narasumber. Nilai-nilai bobot ini kemudian digunakan untuk proses uji konsistensi yang ditampilkan pada tabel berikutnya.

f. Matriks kelima unsur lingkungan pada waktu pagi hari

Sebelumnya membahas tentang unsur hara, untuk tabel berikut menjelaskan tentang unsur lingkungan pada

normalisasi			Jumlah baris	Bobot	
0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%
0,091	0,091	0,091	0,273	0,091	9%
0,818	0,818	0,818	2,455	0,818	82%
-	-	-	3	-	-

pagi hari, berikut merupakan tabel perhitungannya

	Nitrogen		Fosfor		Kalium	
Nitrogen	1		1		0,11	
Fosfor	1		1		0,11	
Kalium	9		9		1	
jumlah	11		11		1,22	
	pH	Suhu	normalisasi	Jumlah baris	Bobot	

pH	1	1	0,5	0,5	1	0,5	50 %
Suhu	1	1	0,5	0,5	1	0,5	50 %
juml ah	2	2	-	-	2	-	-

Tabel diatas menunjukkan proses perbandingan antara pH dan Suhu untuk menentukan seberapa penting masing-masing faktor tersebut, yang kemungkinan besar merupakan bagian dari metode AHP (Analytic Hierarchy Process). Baris dan kolom pertama menunjukkan perbandingan "pH" dengan "pH" sendiri, yang nilainya selalu 1 (karena membandingkan dengan diri sendiri). Begitu juga "Suhu" dengan "Suhu" sendiri. Kemudian, perbandingan "pH" dengan "Suhu" dan "Suhu" dengan "pH" juga bernilai 1. Ini berarti, dalam konteks ini, pH dan Suhu dianggap sama pentingnya satu sama lain. Kolom "Jumlah" di bagian bawah adalah total nilai di setiap kolom (misalnya, untuk kolom pH, $1+1=2$). Selanjutnya, ada proses "normalisasi" untuk setiap nilai dengan membaginya dengan total kolomnya. Contohnya, untuk pH terhadap pH, nilai normalisasinya adalah $1(\text{nilai}) \div 2(\text{jumlah kolom}) = 0,5$. Begitu pula untuk semua sel lainnya. Kemudian, "Jumlah baris" adalah total dari nilai-nilai yang sudah dinormalisasi di setiap baris (misalnya, untuk baris pH, $0,5+0,5=1$). Terakhir, "Bobot" untuk masing-masing faktor dihitung dengan membagi "Jumlah baris" dengan total "Jumlah baris" secara keseluruhan (misalnya, untuk pH, $1(\text{Jumlah baris}) \div 2(\text{total Jumlah baris}) = 0,5$ atau 50%). Ini menunjukkan bahwa pH memiliki bobot 0,5 (50%) dan Suhu juga memiliki bobot 0,5 (50%), yang menegaskan bahwa keduanya dianggap memiliki tingkat kepentingan yang setara dalam analisis ini.

g. Matriks keenam unsur lingkungan pada waktu siang hari

Tabel berikut menjelaskan tentang unsur lingkungan pada siang hari, berikut merupakan tabel perhitungannya :

	pH	Suhu	normalisasi	Jumlah baris	Bobot	
pH	1	0,11	0,1	0,1	0,2	10 %
Suhu	9	1	0,9	0,9	1,8	90 %

juml ah	10	1,11	-	-	2	-	-
------------	----	------	---	---	---	---	---

Tabel diatas menunjukkan hasil perbandingan antara pH dan Suhu, mirip dengan sebelumnya, namun dengan hasil yang berbeda, yang juga merupakan bagian dari metode AHP. Pada tabel ini, saat membandingkan Suhu dengan pH, nilainya adalah 9, sedangkan pH dengan Suhu nilainya 0,11 ($1 \div 9 = 0,11$). Ini menandakan bahwa Suhu dianggap jauh lebih penting atau lebih dominan dibandingkan pH (Skala 9 dalam AHP menunjukkan kepentingan ekstrem). Kolom "Jumlah" di bagian bawah adalah total nilai di setiap kolom (misalnya, untuk kolom pH, $1+9=10$, dan untuk kolom Suhu, $0,11+1=1,11$). Selanjutnya, setiap nilai dinormalisasi dengan membaginya dengan total kolomnya. Contohnya, untuk pH terhadap pH, nilai normalisasinya adalah $1(\text{nilai}) \div 10(\text{jumlah kolom}) = 0,1$. Sementara itu, untuk Suhu terhadap pH, nilai normalisasinya adalah $9(\text{nilai}) \div 10(\text{jumlah kolom}) = 0,9$. Setelah itu, "Jumlah baris" dihitung dari total nilai yang sudah dinormalisasi di setiap baris (misalnya, untuk baris pH, $0,1+0,1=0,2$; untuk baris Suhu, $0,9+0,9=1,8$). Terakhir, "Bobot" untuk masing-masing faktor didapatkan dengan membagi "Jumlah baris" dengan total "Jumlah baris" secara keseluruhan (yang dalam kasus ini adalah $0,2+1,8=2$). Jadi, untuk pH, bobotnya adalah $0,2(\text{Jumlah baris}) \div 2(\text{total Jumlah baris}) = 0,1$ atau 10%, sedangkan untuk Suhu adalah $1,8(\text{Jumlah baris}) \div 2(\text{total Jumlah baris}) = 0,9$ atau 90%. Kesimpulannya, tabel ini dengan jelas menunjukkan bahwa Suhu memiliki prioritas yang jauh lebih tinggi (90%) dibandingkan pH (10%) dalam analisis ini.

h. Matriks ketujuh unsur lingkungan pada waktu sore hari

Tabel berikut menjelaskan tentang unsur lingkungan pada sore hari, berikut merupakan tabel perhitungannya :

	pH	Suhu	normalisasi	Jumlah baris	Bobot	
pH	1	1	0,5	0,5	1	pH 1
Suhu	1	1	0,5	0,5	1	Suhu 1
juml ah	2	2	-	-	2	juml ah 2

Tabel diatas menunjukkan proses perbandingan antara pH dan Suhu untuk menentukan seberapa penting masing-masing faktor tersebut, yang kemungkinan besar merupakan bagian dari metode AHP (Analytic Hierarchy Process). Baris dan kolom pertama menunjukkan perbandingan "pH" dengan "pH" sendiri, yang nilainya selalu 1 (karena membandingkan dengan diri sendiri). Begitu juga "Suhu" dengan "Suhu" sendiri. Kemudian, perbandingan

"pH" dengan "Suhu" dan "Suhu" dengan "pH" juga bernilai 1. Ini berarti, dalam konteks ini, pH dan Suhu dianggap sama pentingnya satu sama lain. Kolom "Jumlah" di bagian bawah adalah total nilai di setiap kolom (misalnya, untuk kolom pH, $1+1=2$). Selanjutnya, ada proses "normalisasi" untuk setiap nilai dengan membaginya dengan total kolomnya. Contohnya, untuk pH terhadap pH, nilai normalisasinya adalah $1(\text{nilai}) \div 2(\text{jumlah kolom}) = 0,5$. Begitu pula untuk semua sel lainnya. Kemudian, "Jumlah baris" adalah total dari nilai-nilai yang sudah dinormalisasi di setiap baris (misalnya, untuk baris pH, $0,5+0,5=1$). Terakhir, "Bobot" untuk masing-masing faktor dihitung dengan membagi "Jumlah baris" dengan total "Jumlah baris" secara keseluruhan (misalnya, untuk pH, $1(\text{Jumlah baris}) \div 2(\text{total Jumlah baris}) = 0,5$ atau 50%). Ini menunjukkan bahwa pH memiliki bobot 0,5 (50%) dan Suhu juga memiliki bobot 0,5 (50%), yang menegaskan bahwa keduanya dianggap memiliki tingkat kepentingan yang setara dalam analisis ini.

V. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan hasil yang diperoleh dari proses pengolahan data menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP), serta interpretasi terhadap bobot prioritas dan hasil akhir global priority. Analisis dilakukan berdasarkan struktur hierarki yang telah dibentuk dan perhitungan yang dilakukan pada Bab IV. Selain itu, dilakukan juga proses verifikasi dan validasi terhadap hasil perhitungan untuk memastikan konsistensi dan akurasi dalam pengambilan keputusan.

A. Verifikasi dan Validasi

Setelah diperoleh bobot prioritas dari masing-masing kriteria pada fase vegetatif, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji konsistensi. Uji konsistensi ini bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan yang dilakukan oleh narasumber bersifat konsisten. Konsistensi diperlukan agar hasil keputusan dari proses AHP dapat dipercaya. Apabila nilai rasio konsistensi (CR) kurang dari 0,1, maka data dianggap konsisten. Jika matriks pada bab 4 hanya memiliki 2 perbandingan kriteria maka tidak perlu uji konsistensi, tetapi jika lebih dari 3 kriteria maka diperlukan uji konsistensi.

1. Uji Konsistensi Matriks kedua unsur hara pada fase vegetatif

Tabel berikut menunjukkan perhitungan uji konsistensi berdasarkan hasil eigen vector, pembagian hasil ekspektasi dengan bobot prioritas, dan penghitungan CI serta CR unsur hara pada fase vegetatif :

ekspektasi	hasil bagi	eigen value	CI	CR	RI
2,455	3,000	3,000	0	0	0,58
0,273	3,000	0,273			
0,273	3,000	0,273			

Tabel di atas menunjukkan hasil uji konsistensi pada matriks perbandingan fase generatif dalam proses Analytic Hierarchy Process (AHP). Uji konsistensi dilakukan untuk memastikan bahwa penilaian perbandingan berpasangan yang diberikan oleh narasumber bersifat logis dan konsisten. Langkah pertama adalah menghitung nilai ekspektasi, yaitu hasil dari perkalian antara nilai pada setiap baris matriks dengan bobot prioritas masing-masing kriteria. Nilai

ekspektasi kemudian dibagi dengan bobot kriteria yang bersangkutan untuk memperoleh hasil bagi. Dari hasil tersebut, dihitung rata-ratanya untuk mendapatkan nilai eigen maksimum (eigen value), yang dalam hal ini bernilai 3,000. Selanjutnya, dilakukan perhitungan Consistency Index (CI) dengan rumus $CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1)$, yang menghasilkan nilai 0 karena $\lambda \text{ maks} = 3$ dan $n = 3$. Nilai CI ini kemudian digunakan untuk menghitung Consistency Ratio (CR) dengan membaginya dengan nilai Random Index (RI) untuk matriks 3×3 , yaitu 0,58. $CR = 0 / 0,58 = 0$. Karena nilai $CR < 0,1$, maka hasil perbandingan dianggap konsisten dan dapat dilanjutkan ke tahap pengambilan keputusan.

2. Uji Konsistensi Matriks ketiga unsur hara pada fase generatif

Tabel berikut menunjukkan tabel perhitungan uji konsistensi berdasarkan hasil eigen vector, pembagian hasil ekspektasi dengan bobot prioritas, dan penghitungan CI serta CR unsur hara pada fase generatif:

ekspektasi	hasil bagi	eigen value	CI	CR	RI
0,273	3,000	3,000	0	0	0,58
2,455	3,000	2,455			
0,273	3,000	0,273			

Tabel di atas menunjukkan hasil perhitungan uji konsistensi untuk matriks perbandingan unsur hara pada fase generatif menggunakan metode AHP. Kolom pertama berisi nilai ekspektasi, yang diperoleh dari hasil perkalian antara masing-masing baris pada matriks awal dengan bobot prioritas tiap unsur. Sebagai contoh, nilai ekspektasi untuk Fosfor adalah 2,455. Selanjutnya, nilai ekspektasi tersebut dibagi dengan bobot masing-masing unsur untuk mendapatkan nilai pada kolom kedua, yaitu hasil bagi. Misalnya, 2,455 dibagi 0,818 (bobot Fosfor) menghasilkan nilai 3,000. Hal ini dilakukan pada semua unsur, dan hasil pembagian secara konsisten menghasilkan nilai 3,000, yang menunjukkan kestabilan logika penilaian. Nilai-nilai hasil bagi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menghitung nilai rata-rata eigen value ($\lambda \text{ maks}$), yang dalam hal ini adalah 3,000. Dengan nilai $\lambda \text{ maks}$ tersebut, dihitung Consistency Index (CI) menggunakan rumus $CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1)$, dengan n adalah jumlah kriteria yaitu 3. Maka, $CI = (3 - 3) / (3 - 1) = 0$. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung Consistency Ratio (CR) dengan rumus $CR = CI / RI$, di mana RI adalah Random Index untuk matriks berukuran 3, yaitu 0,58. Hasilnya, $CR = 0 / 0,58 = 0$. Karena nilai CR lebih kecil dari 0,1, maka matriks perbandingan tersebut dinyatakan konsisten dan dapat digunakan sebagai dasar dalam proses pengambilan keputusan untuk penjadwalan pemupukan optimal.

3. Uji Konsistensi Matriks keempat unsur hara pada fase pematangan buah

Tabel berikut menunjukkan tabel perhitungan uji konsistensi berdasarkan hasil eigen vector, pembagian hasil ekspektasi dengan bobot prioritas, dan penghitungan CI serta CR unsur hara pada fase pematangan buah:

ekspektasi	hasil bagi	eigen value	CI	CR	RI
0,273	3,000	3,000	0	0	0,58
0,273	3,000	0,273			
2,455	3,000	2,455			

Tabel diatas menunjukkan proses uji konsistensi. Nilai ekspektasi dihitung dengan mengalikan masing-masing baris asli pada matriks dengan bobot kriteria. Sebagai contoh, ekspektasi untuk Kalium adalah 2,455. Nilai ekspektasi ini kemudian dibagi dengan bobot kriteria untuk memperoleh nilai eigen, contohnya $2,455 \div 0,818 = 3$. Rata-rata dari ketiga nilai eigen tersebut adalah 3, sehingga diperoleh nilai λ maks = 3. Selanjutnya dihitung Consistency Index (CI) menggunakan rumus $CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1) = (3 - 3) / (3 - 1) = 0$. Karena Random Index (RI) untuk matriks 3x3 adalah 0,58, maka Consistency Ratio (CR) = $CI / RI = 0 / 0,58 = 0$. Nilai CR < 0,1 menandakan bahwa penilaian dari narasumber bersifat konsisten, sehingga dapat dijadikan dasar yang valid dalam pengambilan keputusan penjadwalan pemupukan.

B. Analisis Hasil

1. Global Priority

Global priority adalah hasil akhir dari proses AHP yang menunjukkan tingkat kepentingan total setiap alternatif terhadap tujuan utama. Nilai global priority diperoleh dengan mengalikan bobot lokal dari setiap elemen di dalam hierarki dengan bobot elemen pada tingkat atasnya, secara bertahap hingga ke alternatif.

a. Unsur Hara

Berikut adalah tabel perhitungan prioritas global untuk unsur hara:

Kriteria Utama	Fase	Parameter	Bobot Kriteria	Bobot Fase	Bobot unsur	Global Priority
Unsur Hara	vegetatif	nitrogen	0,5	0,333	0,818	0,136
Unsur Hara	vegetatif	Phospor	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	vegetatif	kalium	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	generatif	nitrogen	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	generatif	Phospor	0,5	0,333	0,818	0,136
Unsur Hara	generatif	kalium	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	pematangan buah	nitrogen	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	pematangan buah	Phospor	0,5	0,333	0,091	0,015
Unsur Hara	pematangan buah	kalium	0,5	0,333	0,818	0,136

Tabel diatas merupakan hasil analisis yang menunjukkan unsur hara (seperti nitrogen, fosfor, atau kalium) yang paling penting di setiap tahap pertumbuhan tanaman (fase tumbuh daun, fase berbunga, dan fase pematangan buah). Secara umum, "Unsur Hara" adalah fokus

utama. Setiap fase pertumbuhan tanaman (tumbuh daun, berbunga, dan pematangan buah) dianggap sama pentingnya, sehingga masing-masing diberi bobot fase sebesar 0,333, yang didapat dari $1 \div 3$. Namun, di setiap fase, ada unsur hara yang jadi prioritas utama ("Bobot Unsur" tinggi, sekitar 0,818), contohnya nitrogen sangat penting saat tanaman tumbuh daun, fosfor saat berbunga, dan kalium saat buahnya matang; sementara unsur hara lainnya kurang prioritas ("Bobot Unsur" rendah, sekitar 0,091). "Prioritas Keseluruhan" atau "Global Priority" adalah angka terakhir yang paling penting, didapat dari mengalikan bobot kriteria utama, bobot fase, dan bobot unsur. Misalnya, untuk nitrogen di fase tumbuh daun, perhitungannya adalah $0,5(\text{Bobot Kriteria}) \times 0,333(\text{Bobot Fase}) \times 0,818(\text{Bobot Unsur}) = 0,136$. Angka prioritas keseluruhan yang tinggi (sekitar 0,136) menunjukkan kombinasi unsur hara dan fase tersebut sangat krusial, sedangkan angka yang rendah (sekitar 0,015) seperti fosfor di fase tumbuh daun yang dihitung $0,5 \times 0,333 \times 0,091 = 0,015$ berarti kurang prioritas. Jadi, tabel ini pada dasarnya adalah panduan jelas tentang kapan dan unsur hara apa yang paling dibutuhkan tanaman agar bisa tumbuh optimal.

b. Unsur Lingkungan

Berikut adalah tabel perhitungan prioritas global untuk unsur lingkungan:

Kriteria Utama	Waktu	Parameter	Bobot Kriteria	Bobot Fase	Bobot unsur	Global Priority
Unsur Lingkungan	Pagi	pH	0,5	0,333	0,5	0,083
Unsur Lingkungan	Pagi	Suhu	0,5	0,333	0,5	0,083
Unsur Lingkungan	Siang	pH	0,5	0,333	0,1	0,017
Unsur Lingkungan	Siang	Suhu	0,5	0,333	0,9	0,15
Unsur Lingkungan	Sore	pH	0,5	0,333	0,5	0,083
Unsur Lingkungan	Sore	Suhu	0,5	0,333	0,5	0,083

Tabel diatas merupakan hasil analisis yang menunjukkan faktor lingkungan apa saja (berupa pH dan suhu) yang paling penting di waktu yang berbeda (pagi, siang, dan sore) untuk "Unsur Lingkungan". Sama seperti sebelumnya, "Unsur Lingkungan" adalah fokus utama kita. Setiap waktu dalam sehari (pagi, siang, dan sore) dianggap sama pentingnya, sehingga masing-masing diberi bobot fase sebesar 0,333, yang didapat dari $1 \div 3$. Namun, di setiap waktu, ada parameter lingkungan yang jadi prioritas utama ("Bobot Unsur" tinggi), atau sebaliknya. Contohnya, saat siang hari, suhu dianggap jauh lebih penting dengan "Bobot Unsur" 0,9, sedangkan pH hanya 0,1. Lalu, "Prioritas Keseluruhan" atau "Global Priority" adalah angka akhir yang paling penting, didapat dari mengalikan bobot kriteria utama,

bobot fase, dan bobot unsur. Misalnya, untuk suhu di siang hari, perhitungannya adalah $0,5(\text{Bobot Kriteria}) \times 0,333(\text{Bobot Fase}) \times 0,9(\text{Bobot Unsur}) = 0,15$. Angka prioritas keseluruhan yang paling tinggi ini (sekitar 0,15) menunjukkan bahwa suhu di siang hari adalah faktor lingkungan yang paling krusial. Sementara itu, untuk pH di siang hari, perhitungannya adalah $0,5 \times 0,333 \times 0,1 = 0,017$, yang menunjukkan prioritasnya jauh lebih rendah. Untuk waktu pagi dan sore, baik pH maupun suhu dianggap sama pentingnya dengan "Bobot Unsur" 0,5, sehingga menghasilkan prioritas global yang sama sekitar $0,5 \times 0,333 \times 0,5 = 0,083$. Jadi, tabel ini memberikan gambaran jelas tentang faktor lingkungan mana yang paling perlu diperhatikan di setiap waktu dalam sehari.

2. Prioritas

Dalam prioritas ini menjelaskan hasil akhir yang ada pada dua unsur yaitu unsur hara dan unsur lingkungan

a. Prioritas Unsur Hara berdasarkan Fase

Berikut adalah tabel yang menunjukkan unsur hara paling penting di setiap fase pertumbuhan tanaman:

Fase Pertumbuhan	Unsur Hara Prioritas	Bobot Tertinggi
Vegetatif	Nitrogen (N)	0.136
Generatif	Fosfor (P)	0.136
Pematangan Buah	Kalium (K)	0.136

Tabel ini meringkas hasil dari analisis sebelumnya yang bertujuan mencari tahu unsur hara mana yang paling dominan atau dibutuhkan di setiap fase pertumbuhan tanaman. "Nitrogen (N)" memiliki bobot tertinggi sebesar 0,136 saat tanaman berada di fase Vegetatif (fase tumbuh daun). Ini menunjukkan bahwa nitrogen adalah kunci utama untuk pertumbuhan daun dan batang. Kemudian, "Fosfor (P)" menjadi unsur hara paling penting di fase Generatif (fase berbunga atau berbuah awal) dengan bobot 0,136, yang menandakan pentingnya fosfor untuk pembentukan bunga dan buah. Terakhir, "Kalium (K)" sangat vital di fase Pematangan Buah, juga dengan bobot 0,136, yang berarti kalium berperan besar dalam kualitas dan ukuran buah. Nilai bobot 0,136 ini sendiri merupakan hasil perhitungan dari pengalian bobot kriteria utama (0,5), bobot fase (0,333), dan bobot unsur hara dominan (0,818), yaitu $0,5 \times 0,333 \times 0,818 = 0,136$. Jadi, tabel ini menyimpulkan unsur hara paling krusial yang harus diperhatikan di setiap tahapan pertumbuhan tanaman.

b. Prioritas Unsur Lingkungan berdasarkan Waktu

Berikut adalah tabel yang menunjukkan unsur lingkungan paling penting berdasarkan waktu:

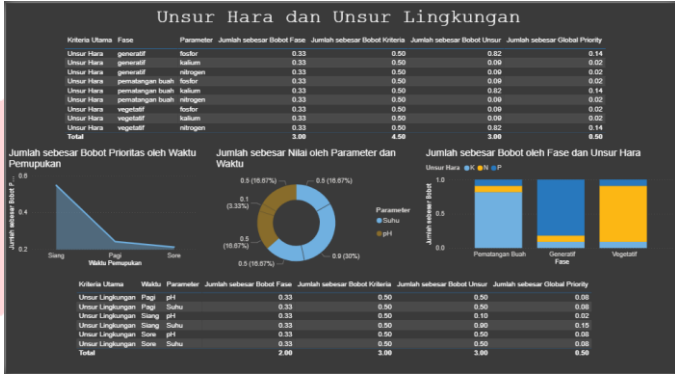
Waktu	Unsur lingkungan Prioritas	Bobot Tertinggi
Pagi	pH-Suhu	0,083
Siang	Suhu	0,15
Sore	pH-Suhu	0,083

Tabel di atas merangkum faktor lingkungan mana yang paling berpengaruh di waktu-waktu tertentu dalam sehari. Pada waktu "Pagi", baik pH maupun Suhu dianggap sama pentingnya (ditulis "pH-Suhu") dengan bobot tertinggi 0,083. Ini menunjukkan bahwa di pagi hari, kedua faktor ini sama-sama perlu diperhatikan. Bobot 0,083 ini didapat dari perhitungan $0,5(\text{Bobot Kriteria}) \times 0,333(\text{Bobot Fase}) \times 0,5(\text{Bobot Unsur}) = 0,083$. Kemudian, di waktu "Siang", "Suhu" menjadi faktor lingkungan yang paling penting

dengan bobot tertinggi 0,15. Ini berarti pada siang hari, suhu memiliki dampak yang sangat signifikan, mungkin karena suhu ekstrem bisa mempengaruhi tanaman. Bobot 0,15 ini berasal dari perhitungan $0,5(\text{Bobot Kriteria}) \times 0,333(\text{Bobot Fase}) \times 0,9(\text{Bobot Unsur}) = 0,15$. Terakhir, di waktu "Sore", kembali "pH-Suhu" menjadi prioritas dengan bobot 0,083, mirip seperti di pagi hari. Jadi, tabel ini memberikan panduan untuk fokus pada faktor lingkungan tertentu sesuai dengan waktu dalam sehari.

C. Penerapan Data

Pada bagian penerapan data, SPK membantu untuk menentukan hasil keputusan yang disajikan dalam bentuk dashboard Power BI



Penerapan data dalam penelitian ini divisualisasikan melalui Power BI sebagai media interaktif untuk menampilkan hasil perhitungan prioritas dari metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Data yang telah diolah, seperti bobot prioritas unsur hara pada setiap fase pertumbuhan tanaman melon serta prioritas waktu pemupukan berdasarkan kondisi lingkungan, disusun dalam bentuk grafik dan tabel visual yang informatif. Dashboard Power BI ini dirancang untuk memudahkan pengguna, khususnya petani atau pengambil keputusan, dalam memahami rekomendasi waktu pemupukan yang paling optimal (pagi, siang, atau sore) serta unsur hara apa yang perlu difokuskan pada masing-masing fase pertumbuhan. Dengan fitur interaktif dan tampilan yang terstruktur, Power BI membantu menyederhanakan informasi kompleks menjadi lebih mudah untuk dianalisis.

VI. KESIMPULAN

Penentuan waktu pemupukan tanaman melon menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dilakukan dengan membangun struktur hierarki berdasarkan dua kriteria utama, yaitu unsur hara dan unsur lingkungan. Unsur hara terdiri dari Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K), sedangkan unsur lingkungan terdiri dari pH tanah dan suhu. Melalui proses perbandingan berpasangan berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner kepada narasumber ahli, diperoleh bobot prioritas dari masing-masing unsur tersebut. Bobot unsur hara disesuaikan berdasarkan fase pertumbuhan (vegetatif, generatif, dan pematangan buah), sedangkan bobot unsur lingkungan dianalisis berdasarkan waktu pemupukan (pagi, siang, sore). Hasil pembobotan inilah yang digunakan untuk mengukur pengaruh masing-masing kriteria terhadap alternatif waktu pemupukan. Dalam konteks ini, peran SPK adalah sebagai alat bantu untuk mengintegrasikan data wawancara dan kuesioner ke dalam proses pengambilan keputusan yang sistematis, sehingga keputusan waktu

pemupukan dapat dilakukan secara objektif dan berbasis data. Waktu pemupukan yang tepat ditentukan berdasarkan bobot global atau global priority yang dihasilkan dari proses perhitungan AHP. Bobot tersebut merupakan gabungan dari bobot kriteria (unsur hara dan lingkungan), subkriteria (N, P, K, pH, suhu), dan alternatif waktu (pagi, siang, sore). Hasil akhir menunjukkan bahwa siang hari merupakan waktu pemupukan paling optimal dengan bobot prioritas tertinggi sebesar 0,15, diikuti oleh pagi hari dan sore hari sebesar 0,083. Hal ini menunjukkan bahwa suhu yang lebih stabil dan ketersediaan unsur hara yang optimal di siang hari menjadikan waktu ini sebagai momen terbaik untuk pemupukan tanaman melon berdasarkan kualitas tanah. SPK berperan dalam menyajikan hasil perhitungan prioritas secara komprehensif, membantu pengguna dalam memahami hasil akhir secara visual dan numerik, sehingga dapat dijadikan dasar rekomendasi dalam praktik pemupukan yang tepat waktu.

Penerapan hasil perhitungan dari sistem pendukung keputusan tanaman melon menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) diwujudkan dengan membuat dasbor interaktif menggunakan Microsoft Power BI. Data yang telah diolah, seperti bobot prioritas unsur hara pada setiap fase pertumbuhan tanaman melon serta prioritas waktu pemupukan berdasarkan kondisi lingkungan, disusun dalam bentuk grafik dan tabel visual yang informatif. Dasbor Power BI ini dirancang untuk memudahkan memahami rekomendasi waktu pemupukan yang paling optimal (pagi, siang, atau sore) serta unsur hara apa yang perlu difokuskan pada masing-masing fase pertumbuhan. Dengan adanya fitur interaktif dan tampilan yang terstruktur, Power BI membantu menyederhanakan informasi yang kompleks dari perhitungan AHP menjadi lebih mudah untuk dianalisis dan dipahami.

REFERENSI

- [1]B. P. S. Indonesia, "Produksi Tanaman Buah-buahan - Tabel Statistik," www.bps.go.id, Jun. 10AD. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/production-of-fruits.html>
- [2]A. H. H. Ahmad Haris Hasanuddin Slamet, D. Wahyudi, and M. R. U. Albaab, "Innovative: Journal Of Social Science Research," j-innovative.org, Oct. 08, 2023. <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>
- [3]A. Mahendra and Saefurrohman Saefurrohman, "PEMILIHAN PUPUK EFEKTIF UNTUK BUDIDAYA TANAMAN BAWANG MERAH DI KABUPATEN DEMAK," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 16, no. 2, pp. 323–323, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.33365/jti.v16i2.1931>.
- [4]I. Hadi and Nurma Nugraha, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DENGAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: PENENTUAN INTERNET SERVICE PROVIDER DI LINGKUNGAN JARINGAN RUMAH)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa (Edisi Elektronik)*, vol. 25, no. 3, pp. 199–212, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.35760/tr.2020.v25i3.3422>.
- [5]Jayaputra Jayaputra, Bambang Budi Santoso, and Komang Damar Jaya, "Pengaruh Pemupukan Dan Pemangkasan Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Melon (Cucumis melo L.) di Lahan Kering," *Jurnal Sains Teknologi dan Lingkungan (JSTL)*, vol. 8, no. 2, pp. 156–163, Dec. 2022, doi: <https://doi.org/10.29303/jstl.v8i2.387>.
- [6]Khoirul Bariyyah et al., "TEKNOLOGI FARM MANAGEMENT SYSTEM UNTUK Mendukung BUDIDAYA PERTANIAN BERKELANJUTAN," *Jurnal pertanian presisi (Journal of precision agriculture)/Jurnal Pertanian Presisi*, vol. 7, no. 1, pp. 44–58, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.35760/jpp.2023.v7i1.8337>.
- [7]C. Muhammad, A. Aminah, and A. Ralle, "PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN MELON (Cucumis melo L.) PADA PEMBERIAN PUPUK NPK DENGAN DOSIS YANG BERBEDA," *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, vol. 5, no. 3, pp. 271–278, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v5i3.638>.
- [8]A. Syaputra, "Analisis Kombinasi Metode Algoritma MFEP dan AHP Pada Pemilihan Bibit Unggul Kopi Robusta," *Komputika : Jurnal Sistem Komputer*, vol. 11, no. 2, pp. 185–192, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.34010/komputika.v11i2.6719>.
- [9]B. G. Ginting and F. A. Sianturi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Bantuan Kepada Keluarga Kurang Mampu Menggunakan Metode AHP," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 4, no. 1, pp. 32–37, Feb. 2021, doi: <https://doi.org/10.32672/jnkti.v4i1.2674>.
- [10]F. N. Dhewayani, D. Amelia, D. N. Alifah, B. N. Sari, and M. Jajuli, "Implementasi K-Means Clustering untuk Pengelompokan Daerah Rawan Bencana Kebakaran Menggunakan Model CRISP-DM," *Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 12, no. 1, pp. 64–77, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.34010/jati.v12i1.6674>.
- [11]J. Sayuti et al., "KONSEP DAN STRATEGI PENGEMBANGAN AGROWISATA TECHNO 44 BERBASIS PEMBERDAYAAN MASYARAKAT," *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 1, no. 3, pp. 201–206, Nov. 2022, doi: <https://doi.org/10.55681/swarna.v1i3.102>.
- [12]Makmur Makmur and Dian Utami Zainuddin, "Pengaruh Berbagai Metode Aplikasi Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (Zea mays L.)," *Agrovital : jurnal ilmu pertanian*, vol. 5, no. 1, pp. 11–11, May 2020, doi: <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i1.631>.
- [13]M. H. As-Siddiqi, K. Auliasari, and R. Primaswara Prasetya, "PEMBANGUNAN SISTEM REKOMENDASI JENIS PUPUK PADA TANAMAN SAWIT MENGGUNAKAN METODE AHP (Analytical Hierarchy Process)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 957–964, Jan. 2023, doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5407>.
- [14]D. Fernando and R. G. Guntara, "Model Klasifikasi Penyebab Turnover Karyawan Menggunakan Kerangka Kerja CRISP-DM," *J-INTECH*, vol. 12, no. 02, pp. 383–392, Dec. 2024, doi: <https://doi.org/10.32664/j-intech.v12i02.1502>.
- [15]A. Rantika and D. Pasha, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN PUPUK PADA TANAMAN SINGKONG MENGGUNAKAN METODE AHP," *JIKA (Jurnal Informatika) Universitas Muhammadiyah Tangerang*, vol. Vol 8, No 4, Oct. 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.31000/jika.v8i4.12170>.

[16]Bambang Wicaksono Hariyadi, Sutiono, N. Huda, Yeni Ika Pratiwi, and Fauziatun Nisak, "The Effect of Giving NPK Fertilizer On Growth and Results Plant Purple (Solanum Melongena L.)," DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), Sep. 2020.

[17]H. Kusuma, Kusnadi Kusnadi, W. Ilham, Petrus Sokibi, and Ridho Taufiq Subagio, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PUPUK PADA TANAMAN BUAH MANGGA MENGGUNAKAN METODE TOPSIS BERBASIS WEB," Jurnal Digit, vol. 12, no. 2, pp. 191–191, Nov. 2022, doi: <https://doi.org/10.51920/jd.v12i2.295>.

[18]Heru Stiawan et al., "MODEL VISUALISASI INFORMASI DASHBOARD PADA PEMETAAN TANAMAN OBAT DAN LANGKA KABUPATEN KEDIRI MENGGUNAKAN MICROSOFT POWER BI," Jurnal Informatika Teknologi dan Sains, vol. 4, no. 4, pp. 366–371, Nov. 2022, doi: <https://doi.org/10.51401/jinteks.v4i4.2056>.

