

## Sistem Pendukung Keputusan untuk Optimasi Pemilihan Tanaman Hortikultura pada Lahan Pertanian

*Decision Support System for Optimizing Selection of Horticultural Plants on Agricultural Land*

**Prakoso Ramadhan Pradana Twenty One<sup>1</sup> dan Setyo Pertiwi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Babakan, Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Jalan Lingkar Akademik, Kampus IPB Dramaga, Babakan, Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16002, Indonesia

\*Email korespondensi: [pertiwi@apps.ipb.ac.id](mailto:pertiwi@apps.ipb.ac.id)

### Info Artikel

*Diajukan: 18 Mei 2023*  
*Diterima: 11 Juli 2023*

**Keyword:**

DSS, Horticultural crops, MOORA

**Kata Kunci:**

MOORA; SPK; Tanaman Hortikultura

### Abstract

*Horticultural crops have different land suitability (agroecological) classifications for each plant, so accuracy is required in selecting plants for the land to be cultivated. This study aims to design a Decision Support System (DSS) to determine horticultural crops that are in accordance with agroecological characteristics and are financially feasible. The method used is the System Development Life Cycle (SDLC) with plant selection analysis using MOORA, BC ratio, NPV, and IRR. The validation process was carried out using land data from Panyingkiran and Cikalongkulon Districts. The results show that the SPK developed can provide recommendations that are in accordance with the agroecological conditions on the actual land for two categories of horticultural crops, namely annual and perennial crops. The recommended horticultural crops also coincide with the plants cultivated by farmers in the respective areas.*

### Abstrak

*Tanaman hortikultura memiliki klasifikasi kesesuaian lahan (agroekologi) yang berbeda untuk setiap tanaman sehingga dibutuhkan ketepatan dalam pemilihan tanaman untuk lahan yang akan ditanami. Penelitian ini bertujuan merancang bangun Sistem Penunjang Keputusan (SPK) untuk menentukan tanaman hortikultura yang sesuai dengan karakteristik agroekologi dan layak secara finansial. Metode yang digunakan adalah System Development Life Cycle (SDLC) dengan analisis pemilihan tanaman menggunakan MOORA, BC ratio, NPV, dan IRR. Proses validasi dilakukan menggunakan data lahan Kecamatan Panyingkiran dan Kecamatan Cikalongkulon. Hasil menunjukkan bahwa SPK yang dikembangkan mampu memberikan rekomendasi yang sesuai dengan keadaan agroekologi pada lahan sebenarnya untuk dua kategori tanaman hortikultura, yaitu tanaman semusim dan tahunan. Tanaman hortikultura yang direkomendasikan kebetulan juga sesuai dengan tanaman yang banyak diusahakan oleh petani setempat.*

Doi: <https://doi.org/10.19028/jtep.011.2.175-192>

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk berimplikasi pada tingkat konsumsi pangan yang semakin tinggi dan luas lahan pertanian yang semakin menurun akibat konversi lahan. Di Indonesia, kuantitas atau jumlah kebutuhan pangan setiap tahun akan meningkat selaras dengan pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi, yaitu 1.35 persen per tahun (Suryana, 2014), 1.17 persen per tahun di tahun 2022 (BPS, 2023). Salah satu bahan pangan penting yang menjadi kebutuhan penduduk adalah komoditas hortikultura, karena fungsinya sebagai salah satu penyedia gizi berupa serat, vitamin, protein dan lain-lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh manusia (Sebayang, 2014). Umumnya tanaman hortikultura yang dikonsumsi masyarakat adalah tanaman semusim yaitu sayur-sayuran seperti cabai, sawi, kubis, tomat, dan sebagainya. Sedangkan untuk tanaman buah yang memiliki manfaat dalam memenuhi gizi keluarga, digunakan tanaman semusim dan tahunan (Tando, 2019).

Tanaman hortikultura terbagi atas beberapa jenis/golongan, yaitu tanaman olerikultura, tanaman florikultura, tanaman frutikultura, dan tanaman biofarmaka. Tanaman hortikultura yang beragam tersebut membuat adanya klasifikasi kesesuaian yang berbeda untuk setiap jenis tanamannya. Agar diperoleh hasil pertanaman terbaik dari tanaman hortikultura, diperlukan adanya ketepatan dalam pemilihan tanaman pada lahan yang akan ditanami tanaman hortikultura. Ada beberapa cara untuk menilai kesesuaian lahan, antara lain dengan perkalian parameter, penjumlahan, atau penggunaan hukum minimum, yaitu mencocokkan (*matching*) antara kualitas lahan dan karakteristik lahan sebagai parameter dengan kriteria kelas kesesuaian lahan yang telah disusun berdasarkan persyaratan penggunaan, atau persyaratan tumbuh tanaman, atau komoditas lainnya yang dievaluasi (Djaenudin et al., 2011).

Kajian untuk menilai kesesuaian lahan untuk tanaman hortikultura dan/atau memilih tanaman hortikultura yang tepat pada suatu lahan telah banyak dilakukan, di antaranya dengan menilai (evaluasi) kesesuaian satuan lahan homogen untuk komoditas tertentu (Adelia et al., 2016; Mayanda et al., 2018), atau menentukan komoditas yang sesuai untuk ditanam pada satuan lahan homogen tertentu (Tentua et al., 2017). Penelitian-penelitian tersebut menerapkan metode pencocokan kualitas dan karakteristik lahan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan berdasarkan persyaratan penggunaan atau persyaratan tumbuh tanaman. Selain metode tersebut, peneliti lain menambahkan analisis ekonomi dalam penentuan kesesuaian lahan dan tanaman (Jayanti et al., 2017; Putra et al., 2018). Analisis yang lebih komprehensif dengan metode yang lebih beragam dilakukan oleh Stefanova et al. (2014), Widiatmaka (2016), juga oleh Chozom & Nimasow (2021), di mana penilaian untuk pengembangan sayuran/tanaman hortikultura dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter fisik, lingkungan dan kondisi sosial ekonomi, pencocokan semua kondisi tersebut dengan persyaratan yang ada, serta penentuan prioritas dengan menggunakan metode pengambilan

keputusan multi-kriteria, dalam hal ini *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Namun demikian, luaran penelitian-penelitian yang berbasis analisis tersebut hanya dapat dimanfaatkan untuk penentuan tanaman yang tepat di wilayah di mana kajian dilakukan. Penerapan metode analisis untuk wilayah lain atau untuk komoditas lain dapat dilakukan namun masih tetap membutuhkan usaha yang cukup besar dalam pengumpulan data dan analisis ulang. Hal tersebut dapat diminimalkan dengan bantuan sebuah sistem pendukung keputusan sehingga evaluasi kesesuaian lahan dan tanaman dapat dilakukan secara berulang dengan lebih mudah dan cepat. Sebagai contoh, Meidelfi & Hartati (2013) serta Adila et al (2018) telah mengembangkan aplikasi sistem pendukung keputusan untuk pemilihan tanaman pertanian lahan pertanian. Namun demikian sistem tersebut masih berbasis *stand-alone computer* sehingga penggunaannya juga relatif terbatas. Pemanfaatan teknologi internet untuk pengembangan sistem pendukung keputusan akan dapat melipatgandakan penggunaan sistem.

Sistem pendukung keputusan (*decision support system*) adalah suatu sistem yang bersifat interaktif dan membantu dalam pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah yang bersifat tidak terstruktur dan semi terstruktur (Cohen et al., 2010). Menurut Turban et al (2011), sistem pendukung keputusan terdiri atas empat sub sistem yang saling berhubungan yaitu sub sistem manajemen data, sub sistem manajemen model, sub sistem dialog (*user interface sub system*), dan sub sistem manajemen berbasis pengetahuan. Sub sistem terakhir bersifat opsional, bisa ada atau tidak, merupakan sub sistem yang dapat mendukung sub sistem lain atau berlaku sebagai komponen yang berdiri sendiri (*independen*).

Penggunaan sistem pendukung keputusan yang tepat yaitu ketika berhubungan dengan suatu permasalahan yang terstruktur dan/atau semi-terstruktur, di mana pada kondisi tersebut seseorang tidak mengetahui secara pasti keputusan terbaik yang akan diambil. Penggunaan sistem pendukung keputusan dalam pemilihan tanaman pada lahan pertanian menjadi suatu solusi dalam mengoptimalkan hasil tanaman hortikultura karena dapat membantu pemilihan tanaman dan memberikan analisis ekonomi terhadap tanaman yang akan ditanam.

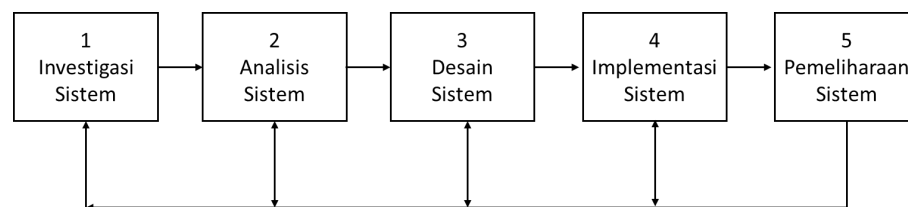
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan rancang-bangun sistem pendukung keputusan untuk penentuan tanaman hortikultura yang sesuai dengan karakteristik agroekologi dan layak secara finansial. Sistem pendukung keputusan yang dibangun akan memberikan rekomendasi pada pengguna sistem dalam bentuk daftar tanaman yang direkomendasikan sesuai dengan karakteristik agroekologi lahan, diurut sesuai urutan prioritas, dan analisis finansial untuk setiap tanaman terkait. Sistem pendukung keputusan dibuat fleksibel, yaitu berbasis *website*, sehingga semua elemen masyarakat yang membutuhkan dapat menggunakan sistem pendukung keputusan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan alat berupa laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak Visual Studio Code, MySQL, XAMPP, dan Laravel. Bahan yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari studi literatur, antara lain data kesesuaian lahan terhadap tanaman hortikultura, data kebutuhan pertumbuhan tanaman, dan data iklim wilayah Jawa Barat.

### 2.1 Metode Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan

Pengembangan sistem pendukung keputusan dilaksanakan dengan menggunakan metode *System Development Life Cycle* (SDLC) (O'Brien dan Marakas, 2011). Secara umum SDLC terbagi menjadi lima (5) tahap sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram alir tahapan pembuatan sistem dengan metode SDLC

Tahap investigasi sistem merupakan tahap mempelajari kebutuhan informasi calon pengguna dan kebutuhan sumber daya, biaya, manfaat, serta analisis kelayakan pengembangan sistem. Tahap analisis sistem merupakan tahapan analisis mendalam tentang kebutuhan informasi pengguna. Tahapan ini menghasilkan persyaratan fungsional, model konseptual dan model logis dari sistem yang akan dikembangkan. Model konseptual dari sistem merupakan representasi abstrak dari struktur, fungsionalitas, dan hubungan antara konsep-konsep utama dalam sistem, sedang model logis dari sistem menggambarkan struktur, perilaku, dan hubungan antar komponen utama dalam sistem secara lebih rinci. Tahap desain sistem terdiri dari aktivitas penerjemahan model logis ke dalam spesifikasi sistem fisik yang sesuai dengan persyaratan fungsional dan menghasilkan spesifikasi untuk antarmuka pengguna dan produk, struktur basis data, serta prosedur pemrosesan dan kontrol. Pada tahap inilah masalah yang berkaitan dengan perangkat keras, perangkat lunak, jaringan, penyimpanan data, keamanan, dan sebagainya dibahas dan ditentukan. Tahap implementasi sistem melibatkan perangkat keras dan akuisisi perangkat lunak, pengembangan perangkat lunak, pengujian program dan prosedur, konversi sumber daya data, dan berbagai alternatif konversi. Jika diperlukan, tahap ini juga melibatkan pelatihan pengguna akhir yang akan mengoperasikan sistem. Setelah tahap implementasi sistem selesai, tahap berikutnya adalah tahap pemeliharaan pasca implementasi. Tujuan utama tahap pemeliharaan sistem adalah untuk memperbaiki kesalahan dalam

sistem, melakukan perubahan untuk peningkatan kinerja, atau mengadaptasi sistem terhadap perubahan dalam operasi atau lingkungan bisnis.

## 2.2 Metode Penentuan Tanaman Hortikultura yang Optimal

Penentuan tanaman hortikultura yang optimal dilakukan dengan analisis kuantitatif menggunakan metode *Multi-Objective Optimization on the basis of Ratio Analysis* (MOORA) (Brauers & Zavadskas, 2006). MOORA adalah metode analisis multi-kriteria yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari sejumlah alternatif yang diberikan. Metode ini menggabungkan metode penilaian, pemeringkatan, dan pemilihan alternatif terbaik yang efektif dalam satu kerangka kerja analisis berdasarkan sejumlah kriteria. Kriteria dalam metode MOORA dapat bernilai *benefit*, dapat pulai bernilai *cost*. Dalam MOORA, setiap kriteria diberi bobot sesuai dengan tingkat kepentingannya dalam pengambilan keputusan, dan setiap alternatif dinilai berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditentukan. Nilai relatif setiap alternatif ditentukan berdasarkan nilai alternatif pada setiap kriteria dan bobot kriteria. Urutan nilai relatif, dari yang tertinggi hingga yang terendah, menunjukkan urutan/prioritas alternatif yang direkomendasikan untuk ditanam, masing-masing disertai informasi hasil analisis finansial.

Kerangka pikir tersebut di atas dituangkan ke dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) yang memiliki 3 komponen utama, yaitu basis data, basis model, dan *user interface*. Pemrograman dilakukan dengan bahasa pemrograman PHP di mana untuk sistem manajemen basis data digunakan Mysql.

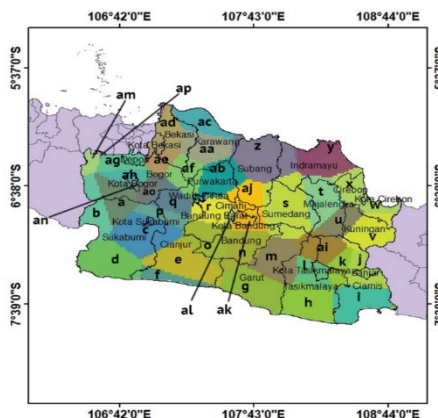
## 2.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan harus tepat dan akurat sehingga dapat melengkapi kebutuhan sistem yang akan dibuat. Dalam penelitian ini digunakan data sekunder yang dikumpulkan melalui studi literatur, yaitu dengan membaca dan mempelajari buku-buku dan artikel ilmiah yang sesuai dengan topik yang dipilih, hasilnya digunakan sebagai referensi, landasan teori, dan input dalam analisis. Pada tahap awal data dan informasi dibatasi pada 25 jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, banyak ditanam, dan hasilnya banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Data iklim diambil dari berbagai sumber, antara lain *Era5 daily reanalysis* untuk suhu dan *Chripstory daily* untuk curah hujan (<https://app.climateengine.com/climateEngine>), sedang untuk data kelembaban udara didapatkan dari BPS dan BMKG. Data iklim yang akan disediakan untuk pengguna, sementara dibatasi untuk wilayah Jawa Barat, untuk penggunaan SPK yang lebih luas cakupan penyediaan data perlu diperluas.

Syarat tumbuh tanaman hortikultura dan kondisi agroekologi, khususnya data suhu, curah hujan dan kelembaban disediakan sebagai basis data dalam SPK yang akan dibangun. Penentuan wilayah

iklim untuk dasar input kondisi agroekologi tersebut dilakukan dengan metode polygon *Thiessen*. Ada 36 titik di Jawa Barat dan 13 titik di sekitar Jawa Barat yang digunakan dalam penelitian.

Penggunaan 13 titik di luar Jawa Barat dilakukan agar daerah perbatasan di Jawa Barat mendapatkan nilai yang representatif. Gambar 2 menunjukkan peta pembagian wilayah agroekologi Jawa Barat yang merupakan hasil *overlay* peta curah hujan, suhu, dan kelembaban. Data agroekologi lain secara spesifik diminta sebagai input oleh pengguna SPK.



**Gambar 2.** Sebaran wilayah Iklim

#### 2.4 Analisis Data Kesesuaian Lahan

Analisis penentuan tanaman dilakukan berdasarkan sembilan kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman hortikultura (Djaenudin et.al, 2011), yaitu suhu, curah hujan, kelembaban (RH), tekstur tanah, drainase, pH tanah, kedalaman efektif, kelerengan, dan karakteristik genangan (bahaya banjir). Penilaian kesesuaian lahan dan syarat tumbuh dianalisis dengan metode MOORA.

Kesesuaian lahan dengan syarat tumbuh tanaman dikelompokkan ke dalam empat kelas yaitu kelas S1, S2, S3, dan N. Kelas kesesuaian lahan S1 merupakan kelas lahan yang memiliki kategori sangat sesuai pada kriteria/parameter yang telah ditentukan karena kriteria/parameter tersebut dapat membantu pertumbuhan tanaman secara optimal. Kelas kesesuaian lahan S2 merupakan kelas lahan yang memiliki kategori cukup sesuai pada kriteria/parameter yang sudah ditentukan karena pada kelas ini tanaman dapat tumbuh dengan baik meski mempunyai pembatas yang sedikit berat dalam pertumbuhan tanaman. Kelas kesesuaian lahan S3 merupakan kelas lahan yang memiliki kategori sesuai marginal pada kriteria/parameter yang telah ditentukan karena pada kelas ini nilai parameter yang ada kurang sesuai dan lahan memiliki pembatas yang sangat berat untuk mempertahankan tingkat pengelolaan lahan sehingga berpengaruh pada produktivitas lahan. Kelas kesesuaian lahan N merupakan kelas lahan yang memiliki batasan untuk pertumbuhan tanaman yang sangat berat sehingga sangat tidak sesuai untuk pertumbuhan suatu tanaman.

Nilai tingkat kesesuaian lahan dengan syarat tumbuh yang diberikan untuk masing-masing kelas adalah 3 (sangat sesuai), 2 (cukup sesuai), 1 (sesuai marginal), dan nilai 0 yang berarti tidak sesuai. Hasil penilaian untuk seluruh alternatif pada setiap kriteria menghasilkan matriks keputusan MOORA dengan n kriteria dan m alternatif seperti disajikan pada persamaan (1).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Nilai-nilai pada matriks keputusan selanjutnya dinormalisasi dengan persamaan (2) menghasilkan nilai-nilai rasio  $X_{ij}$  yang membentuk matrik normalisasi MOORA.

$$X^*_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (2)$$

Faktor pembobot diberikan pada setiap kriteria, menunjukkan tingkat kepentingan kriteria tersebut dalam pengambilan keputusan. Nilai faktor pembobot pada setiap kriteria dilihat dari tingkat kesulitan pada saat akan melakukan perbaikan pada lahan pertanian, baik dari kondisi sifat fisik, kimia atau kondisi lingkungan pendukung lainnya. Menurut Ritung *et al.* (2011) asumsi tingkat perbaikan lahan terbagi menjadi rendah, sedang, tinggi, dan tidak dapat diperbaiki lagi. Pemberian faktor bobot pada kriteria dimulai dengan memberikan nilai pada setiap kriteria berdasarkan tingkat kesulitan perbaikan lahan tersebut. Nilai untuk asumsi tingkat kesulitan perbaikan lahan rendah yaitu 4, tingkat kesulitan perbaikan lahan sedang 3, tingkat kesulitan perbaikan lahan tinggi 2, dan untuk lahan yang tidak dapat diperbaiki yaitu 1. Nilai tertinggi diberikan untuk asumsi tingkat kesulitan perbaikan lahan rendah karena perbaikan dapat dilakukan oleh pemilik lahan dengan mudah tanpa memerlukan bantuan dari pihak lainnya. Setelah setiap kriteria memperoleh nilai, dilakukan pemeringkatan kriteria dengan mencari peringkat (ranking) rata-rata setiap kriteria (RANK.AVG). Nilai bobot dari setiap kriteria selanjutnya dihitung dari peringkat setiap kriteria yang telah didapatkan dengan persamaan (3). Tabel 1 menunjukkan hasil penilaian, peringkat dan pembobotan setiap kriteria.

$$w_j = (n - r_j + 1) / \sum (n - r_p + 1) \quad (3)$$

Keterangan:  $w_j$  = bobot normal dari setiap kriteria,  $n$  = banyaknya kriteria yang digunakan,  $r_j$  = ranking dari setiap kriteria,  $r_p$  = nomor parameter

**Tabel 1.** Penilaian, peringkat dan pembobotan kriteria

Kriteria	Nilai	Peringkat	Bobot
Suhu	1	2	0.177778
Curah Hujan	3	7.5	0.055556
RH	1	2	0.177778
Tekstur	1	2	0.177778
Drainase	3	7.5	0.055556
PH	3	7.5	0.055556
Kedalaman Efektif	2	4.5	0.122222
Lereng	3	7.5	0.055556
Genangan	2	4.5	0.122222

Nilai relatif masing-masing alternatif ( $Y_i$ ) diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian nilai-nilai rasio setiap alternatif pada matriks normalisasi MOORA dengan nilai bobot masing-masing kriteria sebagaimana ditunjukkan dengan persamaan (4). Pengali 100 diberikan agar keterbacaan hasil perhitungan lebih jelas. Nilai  $Y_i$  tertinggi merupakan alternatif yang direkomendasikan pada prioritas pertama, dan seterusnya.

$$Y_i = \left( \sum_{j=1}^m W_j X_{ij} \right) * 100 \text{ untuk } j=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

## 2.5 Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial terbagi menjadi dua, pertama menggunakan metode *benefit cost ratio* (BCR), *net present value* (NPV) dan *internal rate of return* (IRR) untuk tanaman tahunan serta pengurangan nilai pendapatan dan pengeluaran untuk tanaman semusim (Pramudya, 2014). Metode *benefit cost ratio* terbagi menjadi *net benefit cost ratio* (Net B/C) dan *gross benefit cost ratio* (Gross B/C). Metode Net B/C merupakan perbandingan antara jumlah NPV (*net present value*) positif dengan NPV negatif. Gross B/C merupakan perbandingan antara PV benefit dengan PV cost. Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode Gross B/C. IRR menjelaskan kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modal, terutama dikaitkan dengan berapa besaran kewajiban yang harus dipenuhi (MARR). Suatu investasi dikatakan layak jika memiliki nilai  $IRR \geq MARR$  (Giatman 2011). Penentuan nilai MARR umumnya ditetapkan secara subjektif dengan pertimbangan-pertimbangan seperti suku bunga investasi ( $i$ ), biaya lain yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan investasi ( $C_c$ ) dan faktor risiko investasi. Namun jika biaya lain yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan investasi ( $C_c$ ) dan faktor risiko investasi tidak ada atau nol, maka nilai MARR akan sama dengan nilai suku bunga ( $i$ ).



## 2.6 Rancang Bangun dan Pengujian Sistem Pendukung Keputusan

Sesuai dengan pendekatan SDLC, perancangan SPK dilakukan melalui tahap investigasi sistem dan analisis sistem, masing-masing untuk mengetahui kebutuhan sistem dan menentukan alur kerja SPK. Kebutuhan sistem dan alur kerja yang dirancang dengan baik akan memberikan informasi yang sangat baik mengenai sistem yang akan dibuat. Hasil dua tahapan tersebut dituangkan dalam bentuk *Usecase* diagram sebagai representasi model konseptual sistem, dilanjutkan dengan tahap desain sistem yang mencakup perancangan antara muka, basis data dan program aplikasi. Tahap implementasi SPK, mencakup pembuatan basis data, basis model, dan antara muka pengguna, dilakukan dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan sistem manajemen basis data Mysql. Pada tahap implementasi juga dilakukan testing/pengujian sistem, di mana SPK yang dibangun diuji coba dengan dua set data yang telah dipakai dalam analisis serupa oleh peneliti lain dan juga diketahui pertanaman riil yang ada di lapangan. Selain itu juga dilakukan evaluasi oleh pengguna dengan menggunakan metode SUS (*System Usability Scale*) (Brooke, 1995). SUS telah digunakan secara luas dalam penelitian *usability* dan pengembangan produk, dan telah terbukti sebagai alat pengukuran yang efektif dan dapat diandalkan.

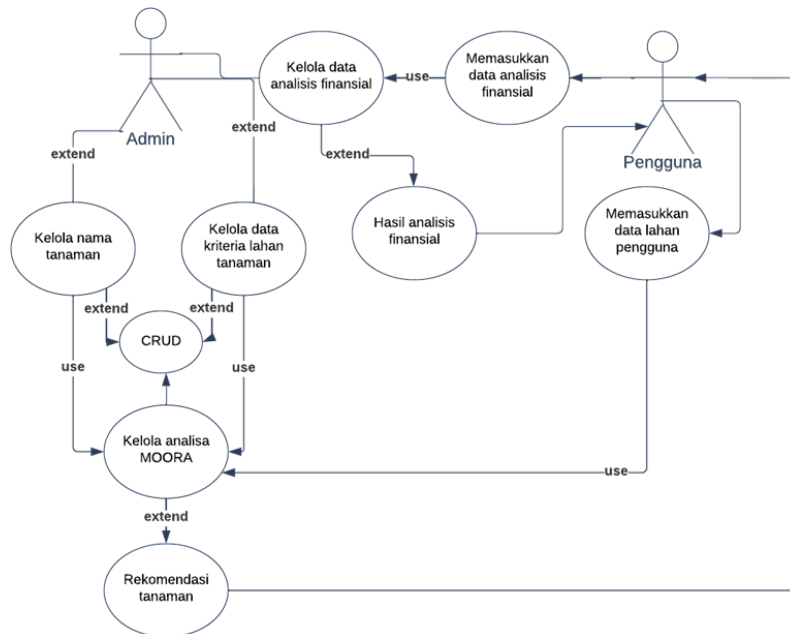
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Rancangan dan Konstruksi Sistem Penunjang Keputusan

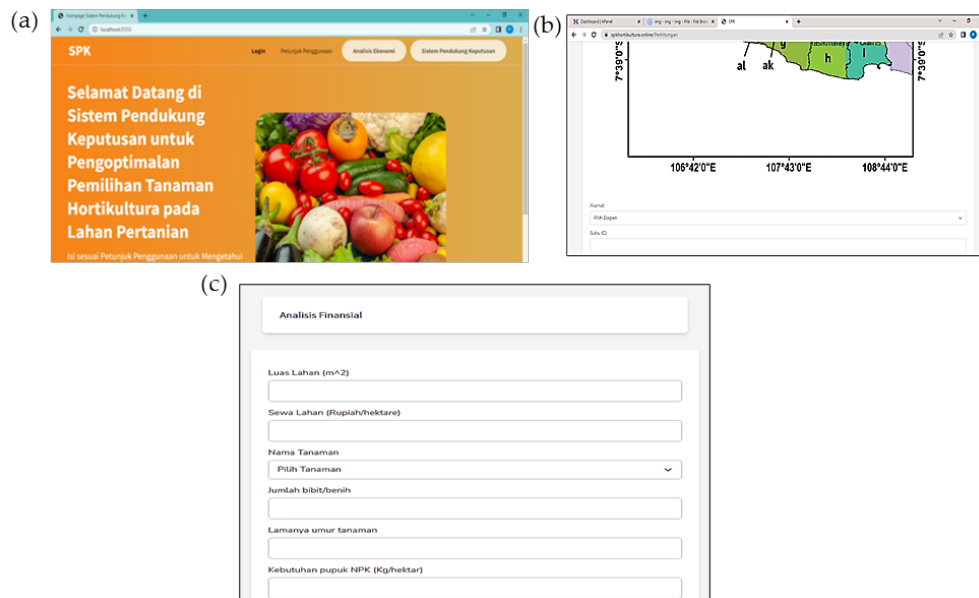
Rancangan sistem penunjang keputusan untuk optimasi pemilihan tanaman hortikultura pada lahan pertanian secara umum digambarkan dengan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dan *Use Case Diagram*. Gambar 3 menyajikan *Use Case Diagram* untuk SPK optimasi pemilihan tanaman hortikultura. Implementasi sistem menghasilkan file-file program total berukuran 39 MB dengan basis data berukuran 10 MB.

Sesuai rancangan sebagaimana digambarkan pada Gambar 3, dalam penggunaan SPK pengguna akan memberikan input lokasi lahan yang akan dikonsultasikan dan kategori rekomendasi tanaman yang diharapkan, yaitu tanaman tahunan, tanaman semusim, atau semua jenis tanaman. Berdasarkan input tersebut sistem akan mengakses basis data yang disediakan dalam SPK, mencakup data tanaman, kriteria dan syarat tumbuh tanaman, iklim (suhu, curah hujan, dan kelembaban) yang berkaitan dengan lokasi lahan, dan data kebutuhan pupuk sesuai dosis anjuran. Kebutuhan data lain seperti luasan lahan, tekstur tanah, dan data-data finansial akan merupakan input yang secara interaktif diminta dari pengguna saat menggunakan SPK. Berdasarkan input data dari pengguna dan basis data yang relevan sistem akan menyusun matriks keputusan yang akan dievaluasi lebih lanjut dengan metode MOORA untuk menghasilkan daftar lima (5) rekomendasi tanaman untuk setiap

kategori tanaman, diurut sesuai prioritas. Untuk setiap tanaman yang direkomendasikan akan diberikan analisis finansial.



**Gambar 3.** Use Case Diagram untuk SPK Pemilihan Tanaman Hortikultura



**Gambar 4.** Tampilan SPK Pemilihan Tanaman Hortikultura; (a) Tampilan awal, (b) Tampilan *input* lokasi lahan, (c) Tampilan formulir *input* data analisis finansial

Dengan rancangan antarmuka berbasis web, SPK terbagi menjadi beberapa halaman sesuai dengan kebutuhan dari penggunaan sistem ini. Gambar 4 menunjukkan contoh halaman awal dan halaman input data oleh pengguna, sedangkan Gambar 5 dan 6 menunjukkan contoh halaman luaran SPK, masing-masing berupa daftar tanaman yang direkomendasikan dan analisis finansial tanaman terkait.

(a)

TANAMAN	NILAI	REKOMENDASI	SUHU	CURAH HUJAN	RH	PH	GENANGAN	DRAINASE	TEKSTUR	LERENG	KEDALAMAN EFEKTIF	PRIORITAS(25)	ACTION
Jeruk	22.38629	Rekomendasi	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	1	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Durian	22.38629	Rekomendasi	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	2	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Rambutan	21.99827	Rekomendasi	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	3	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Pisang	21.79067	Rekomendasi	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	4	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Salak	21.79067	Rekomendasi	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	5	<a href="#">Analisa Finansial</a>

(b)

TANAMAN	NILAI	REKOMENDASI	SUHU	CURAH HUJAN	RH	PH	GENANGAN	DRAINASE	TEKSTUR	LERENG	KEDALAMAN EFEKTIF	PRIORITAS(25)	ACTION
Lengkuas	19.4168	Rekomendasi	S1	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S3	S1	12	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Semangka	19.20919	Rekomendasi	S1	S3	S2	S1	S1	S1	S1	S3	S1	14	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Timun	19.20919	Rekomendasi	S1	S3	S2	S1	S1	S1	S1	S3	S1	15	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Jahe	19.20691	Rekomendasi	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S3	S1	16	<a href="#">Analisa Finansial</a>
Sawi	18.58038	Rekomendasi	S2	S2	S1	S1	S1	S1	S2	S3	S1	18	<a href="#">Analisa Finansial</a>

**Gambar 5.** Tampilan Daftar Rekomendasi Tanaman; (a) Tanaman Tahunan, (b) Tanaman Semusim

NAMA TANAMAN	NILAI B/C RATIO	NPV (RP)	KETERANGAN	IRR (%)	NAMA ALAT	TOTAL PENYUSUTAN (RP)	LAMA REGENERASI (TAHUN)
Pepaya	1.66	95869613.82	Rekomendasi	84.68	Cangkul dan Sprayer	1080000	4.00000

Kebutuhan dalam usahatani									
JPUK SP-36(TSP)(KG)	PUPUK KCL(KG)	UREA(KG)	ZA(KG)	PUPUK KANDANG(KG)	INSEKTISIDA(LITER)	HERBISIDA(LITER)	FUNGISIDA(KG)	TENAGA KERJA (HOK)	BENIH/BIBIT(KG ATAU POHON)
5016	1520	1803	0	80000	2	2	5	636	1600

**Gambar 6.** Tampilan Hasil Analisis Finansial Tanaman Tahunan

### 3.2 Uji Coba Sistem Pendukung Keputusan

SPK yang dibangun diuji coba untuk menentukan komoditas hortikultura yang sesuai pada lahan pertanian di Kecamatan Panyingkiran, Kabupaten Majalengka dan Kecamatan Cicalongkulon, Kabupaten Cianjur, masing-masing dengan memperhatikan data dan analisis yang telah dilaporkan

oleh Reksawibawa et al (2015) dan Yulianto & Purnama (2019). Tabel 2 menyajikan data lahan untuk Kecamatan Panyingkiran dan Cikalongkulon.

**Tabel 2.** Data lahan Kecamatan Panyingkiran dan Kecamatan Cikalongkulon

Kriteria	Kecamatan Panyingkiran	Kecamatan Cikalongkulon
Suhu (°C)	26,22	25,17
Curah Hujan (mm/tahun)	2724	2537
Kelembaban Udara (%)	82,41	76,44
pH	6	5,5
Tekstur	Halus	Halus
Kelas Genangan	Tanpa Genangan	Tanpa Genangan
Kelas Drainase	Baik	Baik
Kemiringan lahan (%)	<16	<25
Kedalaman Efektif(cm)	>100	>100

### 3.3 Validasi Rekomendasi Tanaman

Hasil rekomendasi SPK tanaman hortikultura di Kecamatan Panyingkiran disajikan pada Tabel 3. Untuk tanaman tahunan, peringkat satu hingga lima adalah jeruk, durian, rambutan, pisang dan salak. Sementara itu tanaman yang paling banyak ditanam masyarakat setempat adalah mangga. Dalam analisis SPK, mangga berada pada peringkat 7 karena curah hujan di Kecamatan Panyingkiran melebihi batas untuk tanaman mangga tumbuh dengan baik. Hasil analisis SPK sesuai dengan hasil analisis Reksawibawa et al. (2019) yang menilai kesesuaian lahan untuk tanaman mangga di Kecamatan Panyingkiran berkisar pada kelas sesuai marginal (S3) sampai tidak sesuai (N) dengan faktor pembatas terberat adalah curah hujan. Hal tersebut terkonfirmasi dengan data BPS Kabupaten Majalengka tahun 2021, di mana produktivitas tanaman mangga tertinggi hanya mencapai 1,245 kwintal per pohon, sementara produktivitas mangga di daerah lain, misalnya Kecamatan Kroya, sebesar 2,80 kwintal/pohon. Pisang merupakan tanaman kedua terbanyak yang ditanam di kecamatan Panyingkiran, diikuti dengan rambutan. Hal ini sesuai dengan rekomendasi SPK. Sementara itu hasil rekomendasi untuk kategori tanaman semusim adalah lengkuas, semangka, timun, jahe, dan sawi. Hasil tersebut sesuai dengan tanaman yang banyak ditanam oleh petani setempat. Namun demikian dari nilai relatif dapat diketahui bahwa secara umum tanaman tahunan lebih direkomendasikan dibanding tanaman semusim.

Hasil rekomendasi untuk tanaman tahunan di Kecamatan Cikalongkulon yaitu jeruk, durian, rambutan, alpukat dan pisang, sedang untuk tanaman semusim adalah tanaman semangka, tomat, cabai, timun dan lengkuas (Tabel 4), di mana secara umum prioritas rekomendasi tanaman tahunan juga lebih tinggi dari tanaman semusim. Kelima tanaman tahunan yang direkomendasikan

merupakan komoditas utama tanaman tahunan di Kecamatan Cikalongkulon. Berdasarkan data BPS tahun 2021, tanaman pisang merupakan tanaman terbanyak yang diproduksi di Kecamatan Cikalongkulon dan Kabupaten Cianjur, tanaman durian sebagai tanaman terbanyak kedua, diikuti tanaman jeruk dan rambutan. Untuk tanaman semusim, timun merupakan tanaman yang paling banyak ditanam petani diikuti dengan tanaman lengkuas, cabai dan tomat. Dengan demikian hasil rekomendasi SPK dapat dinilai optimal, sesuai dengan praktik yang dilaksanakan di lapangan.

**Tabel 3.** Peringkat rekomendasi tanaman untuk Kecamatan Panyingkiran

Peringkat	Tanaman Tahunan	Nilai Relatif	Tanaman Semusim	Nilai Relatif
1	Jeruk	22.38629	Lengkuas	19.20919
2	Durian	22.38629	Semangka	19.20919
3	Rambutan	21.99827	Timun	19.20691
4	Pisang	21.79067	Jahe	18.58038
5	Salak	21.79067	Sawi	18.22327
6	Pepaya	21.19504	Kencur	18.22327
7	Mangga	20.59942	Kunyit	17.90375
8	Alpukat	20.48523	Tomat	17.90375
9	Petai	20.48523	Buncis	17.38913
10	Sedap Malam	20.10634	Bawang Merah	19.20919

Hasil rekomendasi untuk tanaman tahunan di Kecamatan Cikalongkulon yaitu jeruk, durian, rambutan, alpukat dan pisang, sedang untuk tanaman semusim adalah tanaman semangka, tomat, cabai, timun dan lengkuas (Tabel 4), di mana secara umum prioritas rekomendasi tanaman tahunan juga lebih tinggi dari tanaman semusim. Kelima tanaman tahunan yang direkomendasikan merupakan komoditas utama tanaman tahunan di Kecamatan Cikalongkulon. Berdasarkan data BPS tahun 2021, tanaman pisang merupakan tanaman terbanyak yang diproduksi di Kecamatan Cikalongkulon dan Kabupaten Cianjur, tanaman durian sebagai tanaman terbanyak kedua, diikuti tanaman jeruk dan rambutan. Untuk tanaman semusim, timun merupakan tanaman yang paling banyak ditanam petani diikuti dengan tanaman lengkuas, cabai dan tomat. Dengan demikian hasil rekomendasi SPK dapat dinilai optimal, sesuai dengan praktik yang dilaksanakan di lapangan.

Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4, sangat mungkin terjadi dua atau lebih komoditas memperoleh nilai relatif yang sama besar. Hal ini berarti menurut agroekologi lahan dan syarat tumbuh, peringkat rekomendasi juga sama. Keputusan akhir komoditas mana yang dipilih dapat ditentukan dengan memperhatikan hasil analisis kelayakan finansial, biasanya dipilih yang secara finansial paling menguntungkan.

**Tabel 4.** Peringkat rekomendasi tanaman untuk Kecamatan Cikalongkulon

Peringkat	Tanaman Tahunan	Nilai Relatif	Tanaman Semusim	Nilai Relatif
1	Jeruk	22.19397	Semangka	19.85356
2	Durian	22.19397	Tomat	19.85356
3	Rambutan	22.19397	Cabai	19.85356
4	Alpukat	21.59835	Timun	19.85356
5	Pisang	21.16051	Lengkuas	19.62995
6	Salak	21.16051	Jahe	18.95248
7	Nenas	21.00273	Kencur	18.35685
8	Mangga	20.40711	Kunyit	18.35685
9	Petai	20.24673	Sawi	17.38663
10	Sedap malam	19.86784	Buncis	17.24486

### 3.4 Analisis Kelayakan Finansial

Analisis kelayakan finansial dilakukan berdasarkan perhitungan biaya tetap dan biaya variabel serta estimasi hasil produksi setiap tanaman sampai memasuki usia akhir produktif. Biaya tetap terdiri dari biaya sewa lahan, biaya sewa alat, investasi awal alat dan biaya penyusutan alat. Biaya variabel terdiri dari biaya kebutuhan bibit, biaya pupuk, biaya obat (insektisida, fungisida, herbisida), biaya upah harian, biaya bahan bakar dan pemeliharaan alat. Dalam analisis ini digunakan 6 jenis pupuk, yaitu pupuk kandang, pupuk SP-36/TSP, pupuk urea, pupuk NPK, pupuk KCL, dan pupuk ZA karena ke-6 pupuk tersebut merupakan pupuk yang digunakan pada setiap tanaman, di mana dosis pupuk sesuai dengan dosis anjuran untuk masing-masing komoditas. Biaya upah dalam satuan HOK didasarkan pada upah minimum kota/kabupaten yang didapatkan dari pembagian HOK per 22 hari. Sebagai contoh UMK di Kabupaten Majalengka sebesar Rp. 2.009.000, dibagi dengan 22 hari sehingga didapatkan upah satu HOK sebesar Rp. 91.318. Perhitungan biaya upah kerja keseluruhan didasarkan pada biaya per HOK dikalikan dengan total hari orang kerja (HOK) pada setiap sesi panen. Besaran biaya lain merupakan input dari pengguna. Dengan demikian, hampir tidak ada hasil yang spesifik untuk analisis kelayakan finansial karena sangat tergantung pada nilai-nilai yang dimasukkan pengguna. Informasi yang diperoleh akan sangat berguna bagi pengguna karena menunjukkan gambaran tentang prospek usaha pertanaman yang akan dipilih.

### 3.5 Evaluasi Sistem oleh Pengguna

Untuk sementara, SPK yang dibuat ditempatkan pada web server lokal. Evaluasi SPK dilakukan oleh tujuh belas (17) responden yang melakukan uji coba pada sistem, terdiri dari pelaku usaha tani hortikultura dan pemilik lahan (53%) serta mahasiswa yang memiliki minat untuk menanam tanaman

hortikultura (47%), dengan metode *System Usability Scale* (SUS). Uji coba yang dilakukan hanya dibatasi untuk *role user* saja, tidak untuk *role admin*, karena admin tidak dikhususkan untuk masyarakat luas tapi dikhususkan untuk pengembang sistem.

SUS adalah sebuah metode pengukuran yang digunakan untuk mengevaluasi *usability* atau kemudahan penggunaan sebuah sistem secara sederhana dan efektif. SUS terdiri atas sepuluh pernyataan yang dirancang untuk mengukur dua dimensi *usability* yaitu efektivitas dan efisiensi. Efektivitas mengacu pada seberapa mudah sistem digunakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan, sedangkan efisiensi mengacu pada seberapa cepat dan mudah sistem dapat digunakan untuk mencapai tujuan tersebut. Pernyataan disusun sedemikian rupa sehingga pernyataan nomor ganjil merupakan pernyataan yang berkaitan dengan hal yang positif/baik dari sistem yang dievaluasi, sedang pernyataan nomor genap merupakan pernyataan yang berkaitan dengan hal negatif/buruk dari sistem. Pada setiap pernyataan SUS, responden diminta untuk memberikan respon (nilai) pada skala 1 - 5 yang masing-masing menunjukkan jawaban sangat tidak setuju hingga sangat setuju. Untuk menghitung skor SUS, setiap nilai pada pernyataan bernomor ganjil (item 1, 3, 5, 7, dan 9) dihitung kontribusi skor dengan posisi skala (nilai) dikurangi 1. Untuk item 2, 4, 6, 8 dan 10, kontribusi skor dihitung dengan 5 dikurangi posisi skala (nilai). Seluruh skor dijumlahkan, lalu dikalikan dengan 2.5 untuk mendapatkan nilai keseluruhan SUS. Skor SUS dapat berada dalam rentang 0 hingga 100, dengan skor yang lebih tinggi menunjukkan bahwa sistem lebih mudah digunakan dan lebih baik dari segi *usability*. Skor 70 dianggap sebagai batas *usability* sistem yang dapat diterima.

Di luar pernyataan SUS ditambahkan tiga pernyataan tambahan yang dianalisis secara terpisah dari evaluasi dengan metode SUS untuk mengetahui ketertarikan pengguna atas tampilan dalam SPK, kesesuaian hasil, dan ada tidaknya kesulitan penggunaan SPK, khususnya dalam *input* data kriteria lahan.

Dari pengujian oleh responden didapatkan skor rata-rata SUS sebesar 72 dengan deviasi standar 10. Skor maksimum dari responden adalah 90 dan skor minimum 55. Hasil rata-rata 72 sudah melewati batas keterterimaan sistem, menunjukkan bahwa *usability* sistem dapat diterima oleh pengguna. Namun demikian mengingat masih ada 7 pengguna yang memberikan skor di bawah 70, 2 di antaranya dengan skor 55, sistem masih tetap memerlukan perbaikan. Pada aspek ketertarikan pengguna atas tampilan dalam SPK, kesesuaian hasil, dan ada tidaknya kesulitan penggunaan SPK, 70% pengguna menyatakan tampilan sistem menarik hingga sangat menarik, 91% menyatakan rekomendasi sistem sesuai hingga sangat sesuai dengan daerah pengguna, 53% menyatakan sama sekali tidak menjumpai kesulitan dalam menggunakan sistem, dan 24% pengguna merasa kesulitan dalam menggunakan sistem. Secara keseluruhan hasil evaluasi oleh pengguna dapat dikategorikan sebagai hasil yang baik.

#### 4. Kesimpulan

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk optimasi pemilihan tanaman hortikultura pada lahan pertanian telah berhasil dikembangkan sebagai sistem aplikasi berbasis web dengan mencocokkan kualitas dan karakteristik lahan dengan kriteria kelas kesesuaian lahan berdasarkan persyaratan penggunaan atau persyaratan tumbuh tanaman. Penilaian tingkat kesesuaian dilakukan dengan metode MOORA. Pada tahap awal basis data dan informasi tanaman dibatasi pada 25 jenis tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, banyak ditanam, dan hasilnya banyak dikonsumsi oleh masyarakat, sementara data agroekologi, khususnya iklim, masih dibatasi untuk wilayah Jawa Barat dan sekitarnya. Luaran dari SPK berupa daftar lima tanaman hortikultura yang direkomendasikan, disusun sesuai peringkat, masing-masing untuk kategori tanaman semusim maupun tanaman tahunan. Analisis kelayakan finansial dibuat untuk setiap tanaman yang masuk dalam daftar tanaman yang direkomendasikan. SPK telah diuji coba secara sistematis dengan dua set data dari Kecamatan Panyingkiran Majalengka dan dari Kecamatan Cikalongkulon Cianjur, memberikan hasil rekomendasi yang tepat sesuai kondisi lapangan. Evaluasi SPK oleh pengguna menggunakan metode pengujian SUS menghasilkan skor rata-rata sebesar 72 di mana 91% pengguna menyatakan rekomendasi sistem sesuai hingga sangat sesuai dengan daerah pengguna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa SPK memiliki usability baik. Untuk penggunaan yang lebih luas, cakupan penyediaan data agroekologi perlu diperluas, begitu pula dengan data tanaman, perlu diperbanyak.

#### 5. Daftar pustaka

- Adelia, R., Dibia, I N., dan Mega, I M. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Beberapa Komoditas Tanaman Hortikultura dan Perkebunan di Kawasan Agrowisata Desa Kerta Kecamatan Payangan Kabupaten Gianyar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Vol. 5, No. 4, Oktober 2016, 405-413.
- Adila, W.N., Regasari, R., dan Nurwasito H. (2018). Sistem Pendukung Keputusan (SPK) Pemilihan Tanaman Pangan Pada Suatu Lahan Berdasarkan Kondisi Tanah Dengan Metode Promethee. *J. Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* Vol. 2, No. 5, Mei 2018, 2118-2126.
- Brauers, W.K.M. and Zavadskas, E.K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics* Vol. 35 No. 2, 445-469.
- Brooke, J. (1995). SUS - a quick and dirty usability scale. Earley (USA) : Redhatch Consulting Ltd. <https://www.researchgate.net/publication/228593520>
- Chozom, K., Nimasow, G. (2021). GIS- and AHP-based land suitability analysis of *Malus domestica* Borkh. (apple) in West Kameng district of Arunachal Pradesh, India. *Appl Geomat* 13, 349-360. <https://doi.org/10.1007/s12518-021-00354-7>



- Djaenudin, D., Marwan, H., Subagio, H., dan A. Hidayat. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Bogor. 36p.
- Giatman, M. (2011). *Ekonomi Teknik*. Jakarta (ID): Rajawali Press. 212p.
- Jayanti, D.S., Goenadi, S., dan Hadi, P. (2013). Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Optimasi Penggunaan Lahan untuk Pengembangan Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) (Studi Kasus di Kecamatan Batee dan Kecamatan Padang Tiji Kabupaten Pidie Propinsi Aceh). *AGRITECH*, Vol. 33, No. 2, Mei 2013, 208-218.
- Mayanda, D.P., Ratna Adi, I G. P., and Kusmiyarti, T.B. (2018). Evaluation of Land Suitability of Horticultural Crops in Sembalun Sub-district, East Lombok Regency, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 313 (2019) – 012018.
- O'Brien, J. A. and Marakas, G. M. (2011). *Management Information Systems*, 10th ed. New York, USA, USA: The McGraw-Hill Companies, Inc. 711p.
- Pramudya, B. (2014). *Ekonomi Teknik*. Bogor (ID): IPB Press. 163p.
- Putra, I M.W.A., Sardiana, I K., dan Adi, I G.P.R. (2018). Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Kelayakan Ekonomi Untuk Pengembangan Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) Sebagai Komoditas Unggulan di Kecamatan Tegallalang Kabupaten Badung. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* Vol. 7, No. 2, April 2018, 275-284.
- Reksawibawa, P. (2016). Evaluasi Kesesuaian Lahan Pertanian untuk Tanaman Mangga Gedong Gincu di Kecamatan Panyingkiran Kabupaten Majalengka. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia. 127p
- Ritung, S. K., Nugroho, A., Mulyani, Suryani, E. (2011). *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sebayang, L. (2014). *Bercocok Tanam Paprika*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Utara. 35p.
- Stefanova, V., Arnaudova, Z., Haytova, dan Bileva, T. (2014). Multi-criteria evaluation for sustainable horticulture. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue: 2*, 2014, 1694-1701.
- Suryana, A. (2014). Menuju Ketahanan Pangan Indonesia Berkelanjutan 2025: Tantangan dan Penanganannya. *Forum Penelitian Agro Ekonomi; Vol 32, No 2* (2014), 123-135.
- Tando, E. (2019). Review: Pemanfaatan Teknologi Greenhouse dan Hidroponik sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim dalam Budidaya Tanaman Hortikultura. *Buana Sains* Vol 19 No 1, 2019, 91-102.
- Tentua, V.V., Salampessy, H., dan Haumahu, J.P. (2017). Kesesuaian Lahan Komoditas Hortikultura di Desa Hative Besar Kecamatan Teluk Ambon. *J. Budidaya Pertanian* Vol. 13(1): 9-16.

Turban, E., Sharda, R., & Delen, D. (2011). *Decision support and business intelligence system*. New Jersey, United State of America: Prentice Hall. 715p.

Widiatmaka. (2016). Integrated use of GIS, AHP and remote sensing in land use planning for tropical high altitude vegetable crops. *J. of Applied Horticulture*, 18(2): 87-99.

Yulianto, Y. & Purnama A.S. (2019). Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Pala (*Myristica fragrans houtt*) di Kecamatan Cikalongkulon, Sukaresmi dam Mande, Kabupaten Cianjur. *Media Pertanian*, Volume 4, Nomor 1 tahun 2019, 13-20.