

Analisis Implementasi Fuzzy Mamdani dalam Pengambilan Keputusan Jenis Tanaman Pertanian Bagi Petani

Analysis of Fuzzy Mamdani Implementation in Decision Making of Agricultural Plant Types for Farmers

¹ Wulandari, ² Haerunnisya Makmur, ³ Dewi Fatmarani Surianto*
^{1,2,3} Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar,
Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
*e-mail: dewifatmaranis@unm.ac.id

(received: ?, revised: ?, accepted: ? diisi oleh editor)

Abstrak

Pertanian merupakan salah satu sektor yang memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi nasional di Indonesia. Pertumbuhan sektor pertanian sangat dipengaruhi oleh hasil produksi pertanian itu sendiri, dimana salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil produksi pertanian adalah perubahan iklim karena setiap tanaman membutuhkan kondisi iklim dan cuaca yang berbeda untuk tumbuh. Pemilihan jenis tanaman yang tepat berdasarkan kondisi iklim dan cuaca penting untuk dilakukan agar tanaman dapat tumbuh dengan maksimal sehingga membantu petani agar terhindar dari kerugian seperti gagal panen. Pemilihan jenis tanaman pertanian ini dilakukan menggunakan metode *fuzzy Mamdani*. Jenis-jenis tanaman yang akan direkomendasikan dibagi ke dalam tiga kelompok menggunakan metode *fuzzy C-Means*. Dari salah satu perhitungan, diperoleh hasil jika suhu 20 °C, curah hujan 300 mm, dan lama penyinaran matahari 6 jam, maka hasil rekomendasi yaitu kelompok tanaman 1 yang terdiri dari kacang hijau, bayam, sawi, cabai, jagung, dan labu.

Kata kunci: Tanaman, iklim, *fuzzy*, mamdani, pertanian.

Abstract

Agriculture is one of the sectors that plays an important role in the national economic development of Indonesia. The growth of the agricultural sector is heavily influenced by the results of the agricultural production itself, where one of the factors that significantly impacts agricultural production results is climate change because each plant requires different climate and weather conditions to grow. Choosing the right type of plant based on climate and weather conditions is essential to ensure that the plants can grow optimally, thereby helping farmers in avoiding losses, such as crop failure. The selection of agricultural plant types was carried out using fuzzy Mamdani method. The recommended types of plants are categorized into three groups using fuzzy C-Means method. From one of the calculations, the result showed that if the temperature is 20 °C, rainfall is 300 mm, and the duration of sunlight is 6 hours, then the recommended result is plant group 1 which consists of green beans, spinach, mustard greens, chili, corn, and pumpkin.

Keywords: Plant, climate, *fuzzy*, mamdani, agriculture.

1 Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki lahan pertanian yang luas, sehingga pertanian menjadi salah satu sektor yang mendapatkan perhatian besar dari pemerintah karena memegang peranan yang sangat penting dalam pembangunan ekonomi nasional dan pemulihan ekonomi negara [1]. Berdasarkan data dari Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan I-2023 oleh Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pertanian, kehutanan, dan perikanan memberikan distribusi yang cukup besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) yaitu sebesar 11,77% [2].

Sektor pertanian memiliki beberapa peran penting yang lain, yaitu sebagai penyedia pangan dalam negeri, perolehan devisa untuk negara melalui ekspor-impor, penekan inflasi, dan penyedia lapangan kerja bagi penduduk [3]. Berdasarkan data Indikator Pekerjaan Layak di Indonesia Badan Pusat Statistik tahun 2022 menunjukkan bahwa lapangan usaha pertanian memiliki persentase tertinggi pada distribusi pekerja informal menurut lapangan usaha, yaitu sebesar 42,87% [4]. Persentase ini meningkat jika dibandingkan dengan persentase pada tahun 2021 yaitu sebesar 42,14%.

Pertumbuhan sektor pertanian sangat dipengaruhi oleh hasil produksi pertanian itu sendiri, dimana salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil produksi pertanian adalah perubahan iklim. Pada tahun 2022 dalam rapat Komisi IV DPR RI, Menteri Pertanian Syahrul Yasin Limpo mengungkapkan sektor pertanian masih akan menemui tantangan berat terhadap perubahan iklim [5]. Perubahan iklim menjadi salah satu tantangan dan ancaman terbesar pada sektor pertanian karena dapat berpengaruh pada pola tanam, waktu tanam, dan kualitas tanaman yang dihasilkan [6].

Tidak hanya itu, perubahan iklim menyebabkan perubahan pada kondisi lingkungan yang berdampak terhadap kurang optimalnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini disebabkan karena setiap tanaman membutuhkan kondisi iklim dan cuaca yang berbeda untuk tumbuh [7]. Pada kondisi yang kurang optimum, pertumbuhan tanaman akan terganggu dan hal ini terbukti dapat menurunkan kuantitas dan kualitas produksi, seperti meningkatnya serangan hama dan penyakit, tidak optimalnya pembentukan buah, penurunan kapasitas air untuk keperluan irigasi, hingga kerusakan pada tanaman itu sendiri [8].

Penurunan produksi tanaman pertanian dapat berdampak pada petani seperti mengalami kerugian yang besar karena tidak dapat memanen hasil tanaman mereka secara optimal atau bahkan tidak memiliki hasil panen sama sekali [9]. Hal ini dapat mengganggu mata pencaharian petani secara keseluruhan. Selain itu, hal ini juga dapat berdampak pada ketersediaan pangan dan berpengaruh pada hasil sektor pertanian.

Dari permasalahan di atas, pemilihan jenis tanaman yang tepat berdasarkan kondisi iklim dan cuaca menjadi hal yang sangat penting. Hal ini dilakukan agar tanaman dapat tumbuh dengan maksimal sehingga membantu petani untuk menghindari kerugian yang mungkin terjadi, seperti gagal panen. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membantu para petani dalam mengambil keputusan terkait jenis tanaman yang dapat ditanam berdasarkan variabel input yang digunakan.

2 Tinjauan Literatur

Pada penelitian sebelumnya Puspitasari dkk (2018) membuat sistem pendukung keputusan dalam pemilihan tanaman hortikultura dari 14 jenis tanaman untuk meningkatkan ketahanan pangan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dengan variabel berupa pH, suhu, curah hujan, dan ketinggian tanah [10]. Arnie dan Septiyani (2018) juga membuat sistem rekomendasi pemilihan tanaman sayur hortikultura dari 10 jenis tanaman semusim pada lahan yang ada menggunakan metode *fuzzy* Tahani dengan variabel suhu, curah hujan, ketinggian tanah, kapasitas tukar kation tanah, kejenuhan basa, dan pH [11]. Kedua penelitian tersebut memberikan hasil rekomendasi tanaman hortikultura yang cocok untuk ditanam berdasarkan variabel inputnya, sedangkan pada penelitian ini jenis tanaman pertanian yang akan direkomendasikan terlebih dahulu dikelompokkan ke dalam tiga kelompok melalui proses *clustering* menggunakan metode *fuzzy C-Means*.

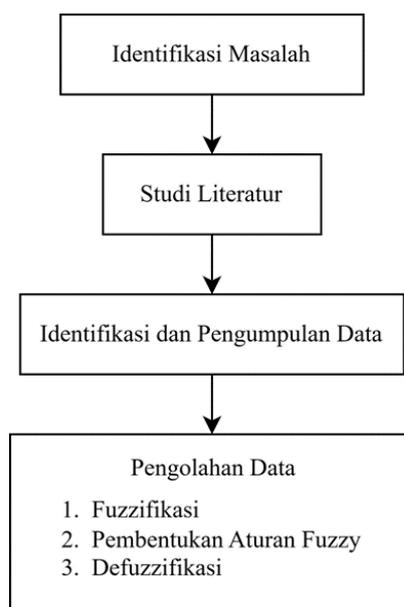
Selain itu, penelitian oleh Hasugian dan Simanjorang (2019) berupa penentuan jenis tanaman untuk mendukung ketahanan pangan berdasarkan kandungan unsur tanah, meliputi oksigen, warna, suhu, dan bau menggunakan metode *fuzzy* Mamdani [12]. Penelitian yang sama juga dilakukan oleh Rahman dkk (2022) berupa rekomendasi pemilihan jenis tanaman berdasarkan keasaman, suhu, kelembaban, dan warna pada tanah menggunakan metode *fuzzy* Mamdani [7]. Kedua penelitian tersebut memberikan rekomendasi tanaman berdasarkan kondisi dan kriteria tanah tertentu, sedangkan pada penelitian ini berdasar pada kondisi iklim.

Penelitian lain bertujuan untuk membuat sistem pendukung keputusan dalam menentukan waktu bercocok tanam padi di lahan pertanian waduk Cengklik menggunakan metode *fuzzy* Mamdani dengan variabel suhu, kelembaban, dan kecepatan angin rata-rata [6]. Perbedaan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu terletak pada hasil output, tetapi menggunakan data input yang sama yaitu data iklim dan juga metode yang sama yaitu metode *fuzzy* Mamdani.

Berdasarkan studi literatur di atas, maka diperlukan rekomendasi pemilihan jenis tanaman pertanian yang dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi para petani dengan menggunakan metode *fuzzy inference system* Mamdani. Jenis-jenis tanaman yang akan direkomendasikan terlebih dahulu dibagi ke dalam tiga kelompok menggunakan metode *fuzzy C-Means* berdasarkan data ketahanan atau kebutuhan tanaman berupa suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari. Hasil *clustering* ini akan digunakan sebagai dasar pembentukan *rules* dari metode *fuzzy* Mamdani yang akan digunakan.

3 Metode Penelitian

Pada tahap metode penelitian, tahapan-tahapan penelitian dirancang untuk mendapatkan pemahaman yang terstruktur dan digunakan sebagai panduan dalam menyelesaikan penelitian. Adapun tahapan-tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi masalah untuk memperoleh informasi mengenai tantangan yang terjadi pada sektor pertanian, terutama masalah yang dihadapi oleh para petani. Permasalahan yang berhasil diidentifikasi adalah perubahan iklim yang dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak optimal, sehingga berdampak pada hasil panen para petani yang kurang maksimal. Permasalahan ini telah dibahas lebih rinci pada bagian pendahuluan.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan membaca dan menelaah artikel-artikel penelitian terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur ini dilakukan untuk memperoleh pemahaman terkait dengan topik penelitian yang sedang diteliti. Adapun yang perlu dipahami pada artikel penelitian yang ditelaah adalah penelitian apa yang telah dilakukan sebelumnya, mengidentifikasi kelemahan dari penelitian tersebut, dan menyajikan dasar pengetahuan yang kuat untuk melanjutkan penelitian lebih lanjut.

3.3 Identifikasi dan Pengumpulan Data

Dalam mengidentifikasi jenis tanaman yang akan direkomendasikan, digunakan data yang berkaitan dengan faktor-faktor iklim yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pada penelitian ini, digunakan 2 jenis variabel, diantaranya variabel input sebagai masukan dan variabel output sebagai hasil atau keluaran yang dihasilkan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari sebagai variabel input dan variabel hasil rekomendasi jenis tanaman sebagai variabel output. *Range* atau jangkauan nilai yang digunakan dalam setiap variabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut [13].

Tabel 1 Range Variabel Input dan Output

Variabel	Nilai Linguistik	Range
Suhu	Rendah	< 20 [0,20]
	Sedang	25 [25,30]
	Tinggi	> 30 [25,50]
Curah Hujan	Rendah	< 100 [1,100]
	Sedang	200 [100,300]
	Tinggi	> 300 [200,500]
Lama Penyinaran Matahari	Sebentar	< 6 [1,8]
	Lama	> 8 [6,12]
Rekomendasi Tanaman	Kelompok Tanaman 1	< 30 [1, 30]
	Kelompok Tanaman 2	40-60 [40, 60]
	Kelompok Tanaman 3	> 70 [70, 100]

Adapun data yang dikumpulkan adalah data ketahanan tanaman terhadap kondisi suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari yang akan digunakan dalam pembentukan *rules*. Berikut adalah data-data yang telah dikumpulkan seperti yang dipresentasikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Data Ketahanan Tanaman Pertanian

No	Nama Tanaman	Suhu (°C)	Curah Hujan (mm)	Lama Penyinaran Matahari (jam)
1.	Kedelai	23-27	100-200	12
2.	Kentang	15-20	500-800	6
3.	Kacang Tanah	25-30	500-1000	6-8
4.	Kacang Hijau	25-30	800-1200	6-8
5.	Bayam	20-25	1000-1500	4-5
6.	Sawi	15-20	1000-1500	4
7.	Cabai	24	900	8
8.	Tomat	21	450	8
9.	Bawang Merah	23	475	4-5
10.	Kacang Panjang	18	475	6
11.	Jagung	20-30	600-1.200	6
12.	Mentimun	26	450	6-8
13.	Terong	22	450	8
14.	Selada	15-20	600-800	4-6
15.	Wortel	17	325	6
16.	Kangkung	20-35	200-250	4-6
17.	Kubis	19	500-800	6
18.	Daun Bawang	15-20	600-800	6
19.	Lobak	10-20	500-700	6
20.	Labu	20-30	800-1200	6

3.4 Pengolahan Data

Metode *Fuzzy Mamdani* atau sering dikenal sebagai metode *Max-Min*, merupakan salah satu jenis *Fuzzy Inference System* (FIS) yang digunakan dalam logika *fuzzy* untuk pengambilan keputusan. Metode ini dikembangkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975 [14]. Untuk memperoleh hasil atau keluaran, diperlukan tiga tahap sebagai berikut:

3.4.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan proses mengubah variabel yang bernilai *non-fuzzy* (variabel numerik) menjadi variabel yang *fuzzy* (variabel bahasa) [15]. Dalam proses *fuzzifikasi*, dilakukan penentuan derajat keanggotaan variabel input dan output [16]. Berdasarkan penentuan derajat keanggotaan dari setiap variabel tersebut, maka akan dibentuk fungsi keanggotaan dari variabel input dan variabel

output. Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan derajat keanggotaan bergantung dengan jenis fungsi keanggotaan yang digunakan.

3.4.2 Pembentukan Aturan Fuzzy

Sebelum memulai perhitungan dalam FIS, langkah pertama yang diperlukan adalah menentukan dasar aturan atau basis aturan yang akan digunakan [17]. Proses pembelajaran pada logika *fuzzy* melibatkan penentuan aturan yang diterapkan saat memproses data ke dalam sistem logika *fuzzy* [18]. Pembentukan aturan *fuzzy* merupakan proses perubahan variabel input menjadi output yang akan menjadi rekomendasi dalam pengambilan keputusan. Variabel output dikelompokkan dengan menggunakan metode *fuzzy C-Means* (FCM) berdasarkan data ketahanan tanaman terhadap suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari. Dalam metode FCM, data yang memiliki karakteristik yang sama akan dikelompokkan dalam satu *cluster*, sedangkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda akan dikelompokkan pada *cluster* yang lain [19]. Penentuan output dari aturan, ditentukan berdasarkan karakteristik *clustering* yang telah dilakukan pada tanaman terhadap kondisi yang digunakan pada aturan. Persamaan aturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$\text{IF kondisi1 AND kondisi2 AND kondisi3 THEN kesimpulan} \quad (1)$$

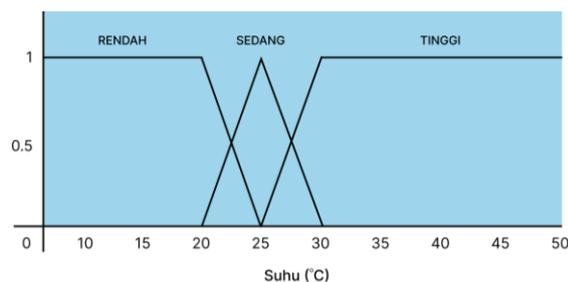
Pada persamaan di atas, operator *AND* digunakan untuk menghubungkan kondisi dari setiap variabel input, sedangkan *THEN* digunakan untuk menunjukkan hasil dari variabel output yang dihasilkan dari aturan yang diterapkan.

3.4.3 Defuzzifikasi

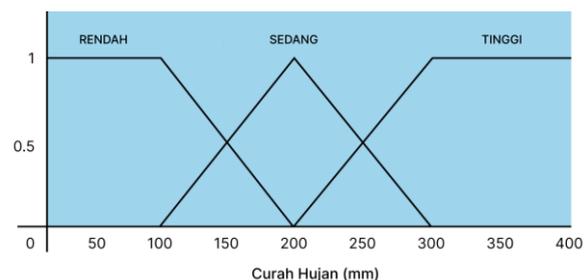
Langkah terakhir dari tahap metode *fuzzy* Mamdani adalah melakukan *defuzzifikasi* yang juga dikenal sebagai tahap penegasan. *Defuzzifikasi* dilakukan untuk memperoleh nilai output *crisp* atau hasil yang tegas [20]. Pada proses ini, input yang diberikan berupa himpunan *fuzzy* dan output yang dihasilkan adalah suatu nilai *crisp* tertentu [13]. Dalam penelitian ini, metode *defuzzifikasi* yang digunakan adalah metode *centroid*.

4 Hasil dan Pembahasan

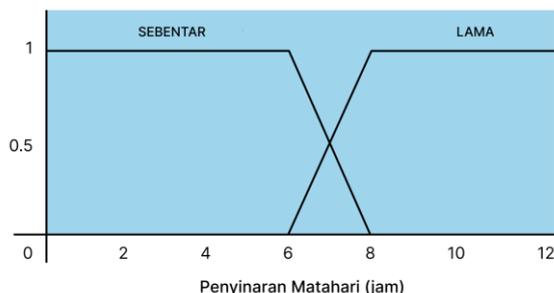
Pengambilan keputusan petani dalam pemilihan jenis tanaman pertanian ini dihitung menggunakan bantuan *software* MATLAB. Terdapat tiga variabel input yaitu suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari. Sedangkan, variabel output yaitu jenis tanaman pertanian. Untuk memperoleh nilai derajat keanggotaan dalam himpunan *fuzzy* menggunakan fungsi keanggotaan trapesium dan segitiga. **Dapat dilihat bahwa variabel suhu pada Gambar 2 dan variabel curah hujan pada Gambar 3**, masing-masing memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Himpunan rendah dan tinggi menggunakan fungsi keanggotaan trapesium, sedangkan himpunan *fuzzy* sedang menggunakan fungsi keanggotaan segitiga. **Sementara itu, variabel lama penyinaran matahari pada Gambar 4** memiliki dua himpunan *fuzzy* yaitu sebentar dan lama, dimana kedua himpunan ini menggunakan fungsi keanggotaan trapesium. **Selanjutnya, variabel output yaitu jenis tanaman pada Gambar 5** memiliki tiga himpunan *fuzzy* yaitu kelompok tanaman 1, kelompok tanaman 2, dan kelompok tanaman 3. Ketiga himpunan pada variabel jenis tanaman ini menggunakan fungsi keanggotaan trapesium.



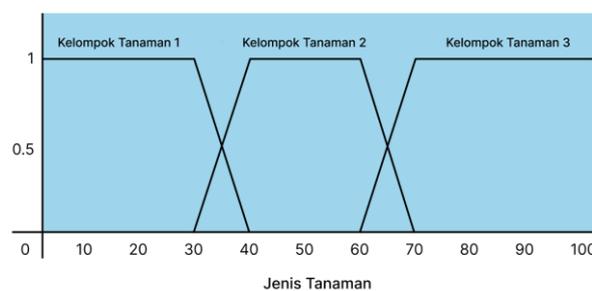
Gambar 2 Himpunan Fuzzy Variabel Input Suhu (°C)



Gambar 3 Himpunan Fuzzy Variabel Input Curah Hujan (mm)



Gambar 4 Himpunan Fuzzy Variabel Input Lama Penyinaran Matahari (jam)



Gambar 5 Himpunan Fuzzy Variabel Output Jenis Tanaman

Rekomendasi jenis tanaman pertanian yang merupakan variabel output dikelompokkan dengan menggunakan metode FCM berdasarkan data ketahanan atau kebutuhan tanaman yaitu suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari yang telah dinormalisasi. Proses pengelompokan (*clustering*) tanaman dengan FCM juga dilakukan dengan bantuan *software* MATLAB, dimana pangkat diinisialisasikan 2, *maxiter* diinisialisasikan 100, *error* terkecil diinisialisasikan 0,01 dan fungsi objektif awal diinisialisasikan 1. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa iterasi dihentikan pada iterasi ke-24 sehingga diperoleh perubahan matriks U terakhir yang berisi derajat keanggotaan setiap tanaman terhadap setiap *cluster*. Berdasarkan perubahan matriks U ini, maka diperoleh hasil pengelompokan dari setiap tanaman pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3 Hasil Clustering Tanaman

No	Nama Tanaman	Derajat Keanggotaan Cluster 1(*)	Derajat Keanggotaan Cluster 2(**)	Derajat Keanggotaan Cluster 3(***)	Cluster
1.	Kedelai	0.0472	0.8075	0.1453	**
2.	Kentang	0.0068	0.0180	0.9752	***
3.	Kacang Tanah	0.0325	0.0275	0.9400	***
4.	Kacang Hijau	0.9018	0.0198	0.0784	*
5.	Bayam	0.8999	0.0295	0.0707	*
6.	Sawi	0.8997	0.0295	0.0708	*
7.	Cabai	0.5132	0.0695	0.4174	*
8.	Tomat	0.0115	0.9043	0.0842	**
9.	Bawang Merah	0.0201	0.8092	0.1707	**
10.	Kacang Panjang	0.0201	0.8090	0.1709	**
11.	Jagung	0.5132	0.0695	0.4173	*
12.	Mentimun	0.0115	0.9042	0.0843	**
13.	Terong	0.0115	0.9043	0.0842	**
14.	Selada	0.0011	0.0017	0.9972	***
15.	Wortel	0.0046	0.9745	0.0209	**
16.	Kangkung	0.0272	0.8769	0.0959	**
17.	Kubis	0.0068	0.0180	0.9752	***
18.	Daun Bawang	0.0011	0.0017	0.9972	***
19.	Lobak	0.0264	0.1293	0.8443	***
20.	Labu	0.9020	0.0198	0.0782	*

Dari hasil pengelompokan tanaman, maka diperoleh karakteristik tanaman dari setiap *cluster*. Adapun karakteristik yang berhasil diidentifikasi adalah:

1. *Cluster 1* (kelompok tanaman 1) terdiri dari kacang hijau, bayam, sawi, cabai, jagung, dan labu. *Cluster* ini memiliki karakteristik tanaman yang diperkirakan cocok atau dapat tumbuh pada suhu sedang-tinggi, curah hujan yang relatif tinggi, dan penyinaran matahari yang sebentar atau lama.

2. *Cluster 2* (kelompok tanaman 2) yang terdiri dari kedelai, tomat, bawang merah, kacang panjang, mentimun, terong, wortel, dan kangkung. *Cluster* ini memiliki karakteristik tanaman yang diperkirakan cocok atau dapat tumbuh pada suhu rendah-sedang, curah hujan yang rendah-sedang, dan penyinaran matahari yang lama.
3. *Cluster 3* (kelompok tanaman 3) yang terdiri dari kacang tanah, kentang, selada, kubis, daun bawang, dan lobak. *Cluster* ini memiliki karakteristik tanaman yang diperkirakan cocok atau dapat tumbuh pada suhu rendah-sedang, curah hujan yang sedang, dan penyinaran matahari yang sebentar.

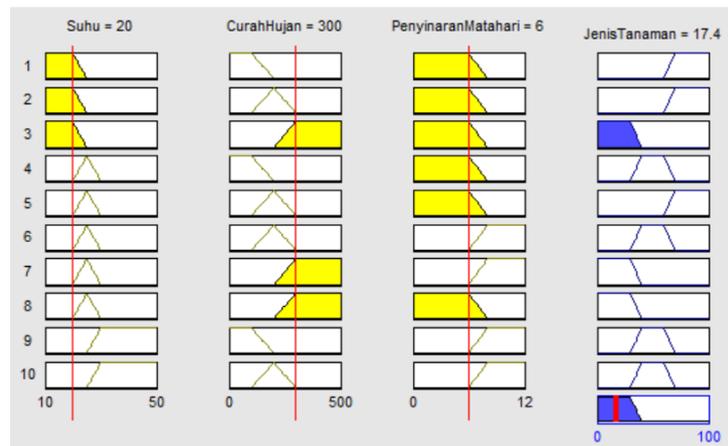
Dari karakteristik setiap *cluster* tanaman di atas, maka terbentuklah aturan *fuzzy* pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4 Aturan Fuzzy

No	Aturan Fuzzy
1.	IF Suhu Rendah AND Curah Hujan Rendah AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 3
2.	IF Suhu Rendah AND Curah Hujan Sedang AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 3
3.	IF Suhu Rendah AND Curah Hujan Tinggi AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 1
4.	IF Suhu Sedang AND Curah Hujan Rendah AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 2
5.	IF Suhu Sedang AND Curah Hujan Sedang AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 3
6.	IF Suhu Sedang AND Curah Hujan Sedang AND Penyinaran Matahari Lama , THEN Jenis Kelompok Tanaman 2
7.	IF Suhu Sedang AND Curah Hujan Tinggi AND Penyinaran Matahari Lama , THEN Jenis Kelompok Tanaman 1
8.	IF Suhu Sedang AND Curah Hujan Tinggi AND Penyinaran Matahari Sebentar , THEN Jenis Kelompok Tanaman 1
9.	IF Suhu Tinggi AND Curah Hujan Rendah AND Penyinaran Matahari Lama , THEN Jenis Kelompok Tanaman 2
10.	IF Suhu Tinggi AND Curah Hujan Sedang AND Penyinaran Matahari Lama , THEN Jenis Kelompok Tanaman 2

Selanjutnya, dilakukan pengujian metode *fuzzy* Mamdani untuk memberikan rekomendasi dalam pemilihan jenis tanaman dengan menggunakan program MATLAB. Tahap ini merupakan tahap *defuzzifikasi* yang merupakan langkah terakhir dalam implementasi metode ini dengan mendapatkan nilai input berdasarkan variabel input yang diuji cobakan dan nilai output yang dihasilkan berupa nilai *crisp* yang terbentuk dari komposisi aturan-aturan *fuzzy* yang digunakan. Pada penelitian ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil nilai inputan secara acak hingga diperoleh 3 output rekomendasi yang berbeda.

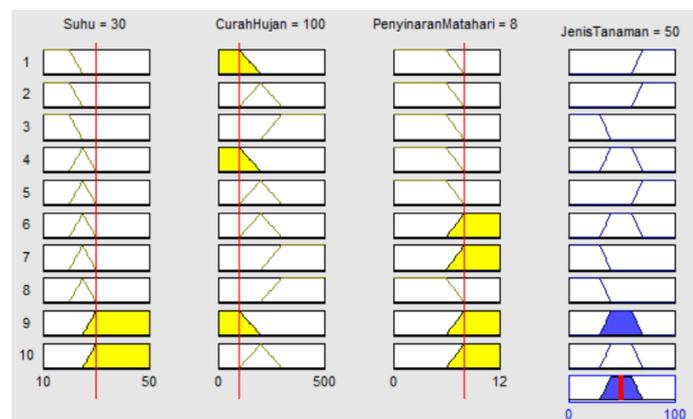
Pada pengujian pertama, nilai inputan yang diambil untuk variabel suhu adalah 20, variabel curah hujan 300, dan variabel penyinaran matahari 6 menghasilkan output jenis tanaman 17,4 dengan hasil rekomendasi yang diperoleh adalah tanaman kelompok 1 seperti terlihat pada **Gambar 6** berikut.



Gambar 6 Hasil Data Uji Pertama

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, didapatkan rekomendasi untuk pengambilan keputusan apabila perkiraan suhu bulanan adalah 20 °C, rata-rata curah hujan bulanan 300 mm, dan rata-rata lama penyinaran matahari selama 6 jam, maka petani direkomendasikan menanam tanaman yang ada pada tanaman kelompok 1 diantaranya kacang hijau, bayam, sawi, cabai, jagung, dan labu.

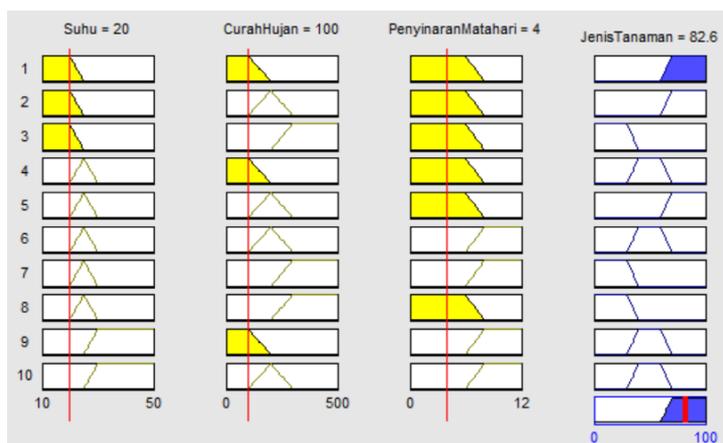
Pada data uji kedua, nilai inputan yang diambil untuk variabel suhu adalah 20, variabel curah hujan 100, dan variabel penyinaran matahari 8 menghasilkan output jenis tanaman 50 dengan hasil rekomendasi yang diperoleh adalah tanaman kelompok 2 seperti terlihat pada **Gambar 7** berikut.



Gambar 7 Hasil Data Uji Kedua

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diperoleh pengambilan keputusan apabila perkiraan suhu bulanan adalah 30 °C, rata-rata curah hujan bulanan 100 mm, dan rata-rata lama penyinaran matahari selama 8 jam, maka petani direkomendasikan menanam tanaman yang ada pada tanaman kelompok 2 diantaranya kedelai, tomat, bawang merah, kacang panjang, mentimun, terong, wortel, dan kangkung.

Pada data uji ketiga, nilai inputan yang diambil untuk variabel suhu adalah 20, variabel curah hujan 100, dan variabel penyinaran matahari 4 menghasilkan output jenis tanaman 82,6 dengan hasil rekomendasi yang diperoleh adalah tanaman kelompok 3 seperti terlihat pada **Gambar 8** berikut.



Gambar 8 Hasil Data Uji Ketiga

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, diperoleh pengambilan keputusan apabila perkiraan suhu bulanan adalah 20 °C, rata-rata curah hujan bulanan 100 mm, dan rata-rata lama penyinaran matahari selama 4 jam, maka petani direkomendasikan menanam tanaman yang ada pada tanaman kelompok 3 diantaranya kacang tanah, kentang, selada, kubis, daun bawang, dan lobak.

5 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil rekomendasi jenis tanaman pertanian bagi para petani berdasarkan nilai suhu, curah hujan, dan lama penyinaran matahari menggunakan metode *fuzzy* Mamdani. Dari salah satu hasil percobaan, jika suhu bernilai 20 °C, rata-rata curah hujan 300 mm, dan rata-rata lama penyinaran matahari selama 6 jam, maka petani direkomendasikan menanam tanaman yang ada pada tanaman kelompok 1 diantaranya kacang hijau, bayam, sawi, cabai, jagung, dan labu. Selain itu, teknik pembentukan *rules* pada penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam pembentukan kelompok-kelompok tanaman yang dapat diberikan sebagai rekomendasi untuk para petani.

Referensi

- [1] A. Mursalat, *Buku Ajar: Pembangunan Pertanian*. Bandung: Media Sains Indonesia, 2022.
- [2] Badan Pusat Statistik, *Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan I-2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2023.
- [3] W. Boediningsih and S. B. Cahyono, "Alih Fungsi Lahan Pertanian Berpengaruh pada Lingkungan Hidup dan Ketahanan Pangan di Indonesia," *J. Huk.*, vol. 12, no. 3, pp. 1002–1018, 2023.
- [4] Badan Pusat Statistik, *Indikator Pekerjaan Layak di Indonesia 2022*. Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2022.
- [5] F. Sandi, "Bukan Covid, Ini Tantangan Terberat Pertanian di 2022," CNBC Indonesia. Accessed: Apr. 28, 2023. [Online]. Available: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20220124172054-4-310002/bukan-covid-ini-tantangan-terberat-pertanian-di-2022>
- [6] Y. S. Nugroho and A. B. Granada, "Android-Based Decision Support System to Determine Appropriate Time For Rice Cultivation in Agricultural Land of Cengklik Reservoir," *J. Tek. Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 123–132, 2022, doi: <https://doi.org/10.20884/1.jutif.2022.3.1.149>.
- [7] M. Rahman, A. U. Ms, and H. Sukri, "Desain Alat Portable untuk Merekomendasikan Pemilihan Jenis Tanaman Berdasarkan Keasaman, Suhu, Kelembapan dan Warna pada Tanah dengan Fuzzy Inference System (FIS) Tipe Mamdani," *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 8, no. 2, pp. 38–46, Aug. 2022, doi: 10.19184/jaei.v8i2.30295.
- [8] Y. Sarvina, "Dampak Perubahan Iklim dan Strategi Adaptasi Tanaman Buah dan Sayuran di Daerah Tropis," *J. Penelit. Dan Pengemb. Pertan.*, vol. 38, no. 2, pp. 65–76, Dec. 2019, doi: 10.21082/jp3.v38n2.2019.p65-76.

- [9] J. Vintarno, Y. S. Sugandi, and J. Adiwisastra, "Perkembangan Penyuluhan Pertanian dalam Mendukung Pertumbuhan Pertanian di Indonesia," *Responsive*, vol. 1, no. 3, pp. 90–96, Feb. 2019, doi: 10.24198/responsive.v1i3.20744.
- [10] T. D. Puspitasari, M. F. N. Jadid, and A. Trihariprasetya, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Tanaman Holtikultura dengan Metode Fuzzy Sebagai Upaya Meningkatkan Ketahanan Pangan," *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 950–955, 2018.
- [11] R. Arnie and W. Septiyani, "Sistem Rekomendasi Jenis Lahan untuk Tanaman Hortikultura Menggunakan Metode Fuzzy Tahani," *Progresif*, vol. 14, no. 2, pp. 115–126, 2018.
- [12] P. S. Hasugian and R. M. Simanjorang, "Rancang Bangun Perangkat Cerdas untuk Deteksi Kandungan Unsur Tanah dalam Menentukan Jenis Tanaman untuk Mendukung Ketahanan Pangan," *J. Mantik Penusa*, vol. 3, no. 2, pp. 16–21, 2019.
- [13] A. Sukmawati, L. Iryana, P. Adriansyah, and L. Indra Kesuma, "Identification of Floods in Palembang Area Using Fuzzy Logic Method of Mamdani and Sugeno," *J. Inform. Telecommun. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 434–444, Jan. 2023, doi: 10.31289/jite.v6i2.8146.
- [14] D. Vinsensia and Y. Utami, "Penerapan Fuzzy Inference System (FIS) Metode Mamdani dalam Pemilihan Jurusan Perguruan Tinggi," *J. Dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 28–36, Apr. 2018.
- [15] F. Satria and A. J. P. Sibarani, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Pemilihan Karyawan Terbaik Berbasis Java Desktop," *Digit. Zone J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 130–149, May 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3944.
- [16] Alwendi and K. Samosir, "Penggunaan Aplikasi Fuzzy Mamdani Untuk Menilai Kinerja Dosen Dalam Bidang Penelitian," *Semin. Nas. LPPM UMMAT*, vol. 2, pp. 42–49, 2023.
- [17] V. A. Lestari and E. L. Amalia, "Implementasi Fuzzy Inference System untuk Menentukan Alat Kontrasepsi Program Keluarga Berencana," *SISTEMASI*, vol. 10, no. 1, pp. 239–249, Jan. 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i1.1198.
- [18] L. Costaner, G. Guntoro, and L. Lisawita, "Analisis Minat Peserta Didik Mengikuti Kegiatan Ektrakurikuler Komputer dengan Metode Logika Fuzzy," *SISTEMASI*, vol. 12, no. 1, pp. 244–256, Jan. 2023, doi: 10.32520/stmsi.v12i1.2211.
- [19] M. A. Ghofar and Y. I. Kurniawan, "Aplikasi Pengelompokan Pelanggan pada UMS Store Menggunakan Algoritma K-Means," *J. Teknol. Dan Manaj. Inform.*, vol. 4, no. 1, pp. 192–203, Jan. 2018, doi: 10.26905/jtmi.v4i1.1772.
- [20] M. I. Gozali, "Sistem Pengambil Keputusan Menggunakan Fuzzy Sugeno untuk Menentukan Penyakit Obesitas Anak Usia 0 sampai 16 Tahun," *J. Teknol. Dan Manaj. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 90–96, Dec. 2020, doi: 10.26905/jtmi.v6i2.4782.