



ANALISIS RISIKO PRODUKSI DAN KEPUTUSAN TANAM MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY MAMDANI DI KABUPATEN KULON PROGO

ANALYSIS OF PRODUCTION RISK AND PLANTING DECISION DETERMINATION USING MAMDANI FUZZY LOGIC IN KULON PROGO REGENCY

Bhekti Solihah*, Prodi Matematika FMIPA UNY

Sri Andayani, Prodi Matematika FMIPA UNY

*e-mail korespondensi:bhektisolihah.2022@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko produksi bawang merah serta menghasilkan rekomendasi keputusan tanam menggunakan metode logika *fuzzy* Mamdani berdasarkan faktor curah hujan, kelembaban udara, dan harga jual di Kabupaten Kulon Progo. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data sekunder dari BMKG Kota Yogyakarta dan SikepoKu periode 2021–2025. Analisis dilakukan melalui tahapan *fuzzifikasi*, pembentukan aturan *fuzzy*, inferensi MIN–MAX, dan *defuzzifikasi* metode *centroid*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *fuzzy* Mamdani mampu mengklasifikasikan risiko produksi ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi serta menghasilkan keputusan tanam berupa tanam, tunda, dan tidak tanam. Pada pengujian data Agustus 2025 diperoleh nilai *defuzzifikasi* sebesar 0,53 yang menunjukkan risiko produksi sedang dengan rekomendasi tunda tanam. Dengan demikian, metode *fuzzy* Mamdani dapat digunakan sebagai sistem pendukung keputusan dalam menentukan waktu tanam bawang merah.

Kata kunci: bawang merah, keputusan tanam, logika *fuzzy* Mamdani, risiko produksi, sistem pendukung keputusan.

Abstract

Shallot production plays an important role in the development of Indonesia's horticultural sector; however, its cultivation activities still face various production risks caused by uncertainty in rainfall, air humidity, and selling price fluctuations. These conditions make farmers face difficulties in determining appropriate planting decisions. This study aims to analyze shallot production risks and generate planting decision recommendations using the Mamdani fuzzy logic method in Kulon Progo Regency. The data used consist of secondary data on rainfall and air humidity obtained from the Yogyakarta Meteorological Agency and shallot price data from the Basic Commodity Price Information System of Kulon Progo Regency (SikepoKu) for the 2021–2025 period. The research stages include determining fuzzy sets, fuzzification, fuzzy rule formation, inference using the Mamdani method, and defuzzification using the centroid method. The results indicate that the Mamdani fuzzy method is capable of analyzing production risk levels and generating adaptive planting decisions based on environmental conditions and selling prices. The defuzzification value of 0.53 indicates a moderate production risk category with a recommendation to postpone planting. Therefore, the Mamdani fuzzy method can be used as a decision support system for determining shallot planting time adaptively under uncertain conditions.

Keywords: decision support system, Mamdani fuzzy logic, planting decision, production risk, shallots

PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan sektor strategis yang berperan dalam ketahanan pangan dan perekonomian nasional. Kontribusinya terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) mencapai 13,19% (Kemenko Perekonomian RI, 2025). Salah satu sub sektor penting adalah hortikultura yang mencakup komoditas bernilai ekonomi tinggi seperti bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Produksi bawang merah nasional pada tahun 2024 mencapai 2,14 juta ton atau meningkat 7,77% dibanding tahun sebelumnya (Kementerian Pertanian, 2024).

Meskipun mengalami peningkatan produksi, sektor ini masih menghadapi risiko tinggi akibat ketidakpastian iklim dan fluktuasi harga. Variabilitas curah hujan dan kelembaban udara berpengaruh signifikan terhadap produktivitas tanaman hortikultura (Afifah dkk., 2024). Selain itu, harga bawang merah juga mengalami fluktuasi yang cukup tinggi sehingga menyulitkan petani dalam menentukan keputusan tanam.

Kabupaten Kulon Progo, khususnya Kecamatan Sentolo, merupakan salah satu sentra produksi bawang merah di DIY. Namun demikian, wilayah ini juga menghadapi risiko produksi akibat perubahan iklim, hama, dan ketidakstabilan harga (Harian Jogja, 2024). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya sistem pendukung keputusan yang mampu menangani ketidakpastian.

Risiko produksi merupakan kemungkinan variasi hasil akibat faktor ketidakpastian seperti iklim dan organisme pengganggu tanaman (Komarek dkk., 2020). Sementara itu, keputusan tanam merupakan proses penentuan waktu budidaya berdasarkan kondisi yang tersedia (Born dkk., 2021). Dalam praktiknya, kedua aspek tersebut saling berkaitan karena tingkat risiko yang dihadapi petani akan memengaruhi keputusan yang diambil dalam kegiatan budidaya.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam pengambilan keputusan adalah logika *fuzzy* yang diperkenalkan oleh Zadeh (1965). *Fuzzy Mamdani* banyak digunakan dalam sistem pendukung keputusan karena mampu merepresentasikan data linguistik seperti rendah, sedang, dan tinggi (Kusumadewi & Purnomo, 2010; Ross, 2010). Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan logika *fuzzy* dalam bidang pertanian untuk menganalisis tingkat risiko dan mendukung pengambilan keputusan. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi tingkat risiko atau penentuan kelayakan budidaya secara terpisah. Penelitian yang mengintegrasikan analisis risiko produksi dengan rekomendasi keputusan tanam, berdasarkan kombinasi faktor iklim dan faktor ekonomi masih relatif terbatas, khususnya pada komoditas bawang merah di Kabupaten Kulon Progo.

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan model sistem pendukung keputusan berbasis logika *fuzzy Mamdani* yang tidak hanya menghasilkan klasifikasi tingkat risiko produksi, tetapi juga memberikan rekomendasi keputusan tanam berdasarkan kondisi curah hujan, kelembaban udara, dan harga jual bawang merah. Integrasi kedua keluaran tersebut diharapkan dapat membantu petani dalam menentukan waktu tanam yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian kondisi lingkungan dan pasar.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko produksi dan menentukan keputusan tanam bawang merah berbasis *fuzzy Mamdani* di Kabupaten Kulon Progo.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan

data sekunder yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan sistem informasi SikepoKu. Data mencakup curah hujan (mm), kelembaban udara (%), dan harga jual bawang merah (Rp/kg). Data penelitian adalah periode 2021-2025 digunakan untuk menentukan domain dan fungsi keanggotaan *fuzzy*, sedangkan pengujian model dilakukan hanya mengambil satu data sebagai studi kasus. Variabel penelitian terdiri atas tiga variabel *input* dan dua variabel *output*.

Variabel *input* terdiri dari curah hujan, kelembaban udara, dan harga jual. Variabel *output* adalah risiko produksi dan keputusan tanam. Seluruh variabel *input* dikonversi ke dalam himpunan *fuzzy* dengan kategori linguistik.

Tahapan analisis data dimulai dengan pembentukan himpunan *fuzzy* dan fungsi keanggotaan untuk setiap variabel. Selanjutnya dilakukan proses *fuzzifikasi* untuk mengubah data *crisp* menjadi derajat keanggotaan *fuzzy*. Tahap berikutnya adalah pembentukan aturan *fuzzy* (*fuzzy rules*) berdasarkan hubungan antar variabel *input* dan *output*. Proses inferensi dilakukan menggunakan metode Mamdani dengan fungsi implikasi MIN dan komposisi aturan MAX. Tahap akhir berupa *defuzzifikasi* menggunakan metode *centroid* untuk memperoleh nilai *crisp output* berupa tingkat risiko produksi dan rekomendasi keputusan tanam bawang merah.

HASIL

Tabel 1. Data Penelitian

No.	Periode masa tanam	Curah Hujan (mm)	Kelembaban Udara (%)	Harga Jual (Rp/ kg)
1	Desember 2021 - Januari 2022	343,5	82,5	35.000
2	Maret 2022 - April 2022	232,5	84,5	45.000
3	Agustus 2022	76	79,74	32.000
4	Desember 2022 - Januari 2023	340,5	84	40.000
5	Maret 2023 - April 2023	81,5	83	45.000
6	Agustus 2023	4	78	24.000
7	Desember 2023 - Januari 2024	216,5	82,5	35.000
8	Maret 2024 - April 2024	66	85	50.000
9	Agustus 2024	3	78	25.000
10	Desember 2024-Januari 2025	432,95	85	30.000
11	Maret 2025 - April 2025	347,25	84	40.000
12	Agustus 2025	154	83	42.000

Data pada Tabel 1 menunjukkan variasi curah hujan, kelembaban udara dan harga jual bawang merah pada 12 musim tanam yang digunakan dalam penelitian. Variasi data tersebut menunjukkan adanya perbedaan kondisi lingkungan dan ekonomi pada setiap periode pengamatan. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan domain dan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk masing-masing variabel penelitian.

A. Analisis Risiko Produksi

Penelitian ini menggunakan data curah hujan, kelembaban udara dan harga jual bawang merah periode Agustus 2025 sebagai data pengujian model *fuzzy* Mamdani. Nilai *input* yang digunakan terdiri atas curah hujan sebesar 154 mm/bulan, kelembaban udara sebesar 83%, dan harga jual bawang merah sebesar Rp. 42.000/kg.

Berdasarkan hasil *fuzzifikasi* menunjukkan bahwa curah hujan memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada kategori sedang sebesar 0,432, sedangkan kelembaban udara memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada kategori basah sebesar 0,867. Sementara itu, harga jual memiliki derajat keanggotaan tertinggi pada kategori sedang sebesar 0,800. Adapun tabel hasil *fuzzifikasi* disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil *Fuzzifikasi* Data Input

No.	Variabel	Himpunan <i>fuzzy</i>	Derajat keanggotaan
-----	----------	-----------------------	---------------------

1.	Curah hujan	Rendah	0,325
		Sedang	0,432
		Tinggi	0
		Kering	0
2.	Kelembaban udara	Lembab	0,133
		Basah	0,867
		Rendah	0
3.	Harga jual	Sedang	0,800
		Tinggi	0,200

Berdasarkan proses inferensi *fuzzy*, diperoleh nilai agregasi untuk kategori risiko produksi sebagaimana disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Agregasi Risiko Produksi

No.	Kategori Risiko	Nilai
1.	Rendah	0,133
2.	Sedang	0,432
3.	Tinggi	0

Kategori risiko sedang memiliki keanggotaan tertinggi sebesar 0,432. Selanjutnya, proses *defuzzifikasi* menghasilkan nilai *crisp* sebesar 0,53. Berdasarkan klasifikasi yang telah ditetapkan, nilai tersebut termasuk dalam kategori risiko produksi sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan pada periode pengamatan masih memiliki potensi risiko terhadap budidaya bawang merah. Tingginya kelembaban udara menjadi faktor dominan yang memengaruhi tingkat risiko produksi meskipun harga jual berada pada kondisi yang relatif menguntungkan.

B. Keputusan Tanam

Berdasarkan hasil analisis risiko produksi, sistem *fuzzy* Mamdani digunakan untuk menghasilkan rekomendasi keputusan tanam. Hasil agregasi keputusan tanam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Keputusan Tanam

No.	Kategori Keputusan	Nilai
1.	Tidak tanam	0
2.	Tunda	0,432
3.	Tanam	0,200

Kategori tunda memiliki nilai keanggotaan tertinggi sebesar 0,432. Oleh karena itu, sistem merekomendasikan penundaan waktu tanam hingga kondisi lingkungan menjadi lebih mendukung untuk kegiatan budidaya.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode logika *fuzzy* Mamdani mampu mengakomodasi ketidakpastian yang muncul dalam kegiatan budidaya bawang merah.

Ketidakpastian tersebut berasal dari faktor iklim dan faktor ekonomi yang saling memengaruhi dalam menentukan keberhasilan produksi.

Curah hujan sebesar 154 mm/bulan dan kelembaban udara sebesar 83% menunjukkan kondisi lingkungan yang berpotensi meningkatkan risiko produksi. Kelembaban udara yang tinggi dapat memicu perkembangan penyakit tanaman, terutama penyakit yang disebabkan oleh cendawan, serta menurunkan kualitas hasil panen (Afifah dkk., 2024). Kondisi tersebut menyebabkan tingkat risiko produksi meningkat meskipun curah hujan masih berada pada kategori sedang.

Di sisi lain, harga bawang merah sebesar Rp42.000/kg menunjukkan kondisi pasar yang relatif menguntungkan bagi petani. Namun demikian, hasil penelitian memperlihatkan bahwa tingginya harga jual belum mampu mengimbangi risiko yang ditimbulkan oleh kondisi lingkungan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *defuzzifikasi* sebesar 0,53 yang masih berada pada kategori risiko sedang. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa keberhasilan budidaya bawang merah tidak hanya ditentukan oleh faktor ekonomi, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kondisi agroklimat pada saat penanaman dilakukan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan faktor ekonomi dalam menentukan tingkat risiko produksi. Tingginya kelembaban udara menyebabkan risiko produksi tetap berada pada kategori sedang meskipun harga jual berada pada tingkat yang menguntungkan. Oleh karena itu, informasi mengenai kondisi iklim perlu menjadi pertimbangan utama dalam perencanaan budidaya bawang merah agar potensi kerugian akibat kegagalan produksi dapat diminimalkan.

Penggunaan logika *fuzzy* Mamdani memungkinkan setiap variabel direpresentasikan dalam bentuk linguistik, seperti rendah, sedang, dan tinggi. Pendekatan ini lebih fleksibel dibandingkan metode konvensional karena mampu menggambarkan kondisi nyata yang tidak selalu bersifat pasti. Hasil penelitian ini mendukung teori yang dikemukakan oleh Zadeh dkk., (1965) bahwa logika *fuzzy* efektif digunakan untuk memodelkan sistem yang mengandung ketidakpastian.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada identifikasi risiko, model yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya menghasilkan tingkat risiko tetapi juga rekomendasi keputusan tanam. Dengan demikian, model *fuzzy* Mamdani dapat berfungsi sebagai sistem pendukung keputusan yang membantu petani menentukan waktu tanam secara lebih adaptif terhadap perubahan kondisi iklim dan harga pasar.

SIMPULAN

Metode *fuzzy* Mamdani mampu mengintegrasikan faktor curah hujan, kelembaban udara, dan harga jual dalam analisis risiko produksi bawang merah. Model yang dikembangkan menghasilkan klasifikasi tingkat risiko produksi sekaligus rekomendasi keputusan tanam berdasarkan kondisi yang dihadapi petani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor lingkungan, khususnya curah hujan dan kelembaban udara, memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan faktor ekonomi dalam menentukan tingkat risiko produksi bawang merah. Berdasarkan data pengujian, sistem mengklasifikasikan risiko produksi pada kategori sedang dan menghasilkan rekomendasi berupa penundaan waktu tanam sebagai upaya mitigasi risiko.

Dengan demikian, metode *fuzzy* Mamdani berpotensi digunakan sebagai sistem pendukung keputusan dalam menentukan waktu tanam bawang merah secara lebih adaptif terhadap perubahan kondisi iklim dan pasar. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menambahkan variabel lain, seperti serangan hama, kondisi tanah, dan ketersediaan irigasi, untuk meningkatkan akurasi model dan memperluas penerapannya pada berbagai kondisi budidaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, A. A. N., Fajar, R., & Trisnawan, A. (2024). *Application of Climate Smart Agriculture in the Implementation of the Primadona Program (Sustainable Innovative Independent Mango Farming)*. *Progress In Social Development*, 5(2), 128–139.
- Born, L., Prager, S., Ramirez-Villegas, J., & Imbach, P. (2021). *A global meta-analysis of climate services and decision-making in agriculture*. *Climate Services*, 22, 100231.
- Harian Jogja. (2024, Oktober 15). *Diserang Hama, Petani Bawang Merah Kulonprogo Rugi Miliaran Rupiah - Harianjogja.com*.
- Komarek, A. M., De Pinto, A., & Smith, V. H. (2020). A review of types of risks in agriculture: What we know and what we need to know. *Agricultural systems*, 178, 102738.
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2010). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk pendukung keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2.
- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy logic with engineering applications* (3 ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119994374>
- Zadeh, L. A., Introduction, I., & Navy, U. S. (1965). *Fuzzy Sets* * -. 353, 338–353.