

Fuzzy Inferensi System Pada Produksi Arang Kayu dengan Algoritma Tsukamoto

Rafiah Aini Samosir, Eka Cici Saputri, Tri Nadia Anggriani, Agus Perdana Windarto

Sistem Informasi, STIKOM Tunas Bangsa, Pematangsiantar, Indonesia

Email: ¹rafiahsamosir1@gmail.com, ²ekacicisaputri272000@gmail.com, ³trinadiaanggriani@gmail.com,

Abstrak—Meningkatnya jumlah produksi arang kayu di Pabrik Arang Mijan Nagori Talun Rejo, Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun membuat pengusaha arang kayu harus terus meningkatkan produksi yang efektif sesuai dengan permintaan pelanggan. Kebutuhan arang kayu juga terus mengalami peningkatan, membuat pengelolah arang kayu mengalami kesulitan dalam hal memproduksi. Penelitian ini bertujuan untuk merekomendasikan pengelolaan serta produksi didalam pengembangan usaha produksi arang kayu di Nagori Talun Rejo, Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun. Metode yang digunakan pada penelitian adalah dengan sistem inferensi *fuzzy* metode *fuzzy tsukamoto*. Sumber data penelitian ini diperoleh dengan cara wawancara dan observasi langsung ke Bagian Produksi Arang kayu yang berada di Nagori Talun Rejo Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun. Pada pengelolahan serta produksi arang kayu, penelitian ini menggunakan 3 (tiga) Variabel diantaranya : permintaan, persediaan, produksi. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu para pengusaha arang kayu dalam memproduksi arang kayu khususnya bagi pengusaha arang kayu yang berada di Nagori Talun Rejo, Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun.

Kata Kunci: Inferensi *Fuzzy*, Tsukamoto, Arang Kayu.

1. PENDAHULUAN

Arang merupakan hasil proses karbonasi kayu dengan menghilangkan kandungan air yang terdapat di dalamnya. Arang kayu banyak digunakan di antara lain untuk menghilangkan bau, warna, rasa dan pengotor organik dan anorganik lain yang tidak diinginkan dari air limbah domestik dan industri, pemurnian udara, pengolahan makanan dan industri kimia[1]. Penelitian ini dilakukan pada Pabrik Arang Mijan Nagori Talun Rejo Kec. Pematang Bandar Kab. Simalungun. Setiap minggunya pabrik arang mijan mampu memproduksi arang kayu sebanyak 180-300 karung. Dengan meningkatnya jumlah permintaan arang kayu membuat pihak pengelolah harus tanggap terhadap permintaan pelanggan, hal ini dilakukan supaya pengelolah tidak kekurangan atau pun kelebihan terhadap produksi arang kayu. Tersedia banyak cabang ilmu komputer yang dapat kita gunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sifatnya kompleks. Cabang ilmu komputer tersebut adalah Artificial Intelligence seperti datamining [2]–[8], Sistem Pendukung Keputusan [9]–[22], sistem pakar [23], Jaringan Saraf Tiruan [24]–[27][28], [29], logika fuzzy [30] dan lain-lain

Berdasarkan permasalahan di atas dibutuhkan sebuah system yang mampu memprediksi jumlah produksi arang kayu. Pada penelitian ini peneliti menggunakan *fuzzy* dengan metode tsukamoto dalam memprediksi produksi arang kayu karena metode tersebut mampu menyelesaikan sebuah kasus yang hampir sama dengan penelitian ini[31]. Misalnya saja pada penelitian pengelolaan dan pengembangan usaha produksi tahu pada perusahaan keluarga UD.pabrik tahu saudara di surabaya. Metode tsukamoto merupakan perluasan dari penalaran monoton dimana setiap konsekuensi aturan yang membentuk IF-THEN dan harus dipresentasikan dengan himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan yang monoton sebagai hasil output hasil inferensi berupa nilai tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*)[32]. Selain itu beberapa penelitian terdahulu yang dapat menyelesaikan permasalahan dengan metode tsukamoto. Salah satunya penelitian yang menyebutkan bahwa metode tsukamoto dapat diimplementasikan dalam menentukan jumlah pembelian bahan bakar pertamax pada SPBU di Kota Pematangsiantar dengan menggunakan 3 variabel yaitu penjualan, persediaan, dan pembelian untuk menentukan jumlah pembelian bahan bakar pertamax. Berdasarkan dari penelitian tersebut diharapkan dapat memberi masukan terhadap produksi arang kayu terutama pada Pabrik Arang Mijan di Nagori Talun Rejo, Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Nagori Talun Rejo, Kec. Pematang Bandar, Kab. Simalungun. Metode yang digunakan adalah *fuzzy* tsukamoto. Data diambil dengan melakukan observasi dan wawancara secara langsung ke Pabrik Arang Mijan Nagori Talun Rejo Kec. Pematang Bandar. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu permintaan, persediaan, dan produksi.

2.1 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan generalisasi dari logika klasik yang hanya memiliki dua nilai keanggotaan, yaitu 0 dan 1[33].

2.1.1 Fuzzifikasi

Fuzzifikasi merupakan bentuk input *fuzzy* yang telah di ubah dari masukkan nilai yang memiliki kebenaran bersifat pasti (Crisp Input)[31].

2.1.2 Inferensi

Inferensi merupakan sebuah penalaran dengan menggunakan *fuzzy* input dan *fuzzy* rules yang sudah dibuat. Berikut proses a. Menghitung nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$) dengan fungsi implikasi MIN.

$$\alpha\text{-predikat}_n = \min[\mu_A(x); \mu_B(y)] \tag{1}$$

b. Menghitung hasil inferensi secara tegas (crisp) masing-masing *rule* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$) dari masing-masing nilai α -predikat yang telah diketahui

2.1.3 Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan sebuah crisp value sesuai dengan fungsi keanggotaan yang sudah ditentukan dengan mengubah nilai *fuzzy* output [31].

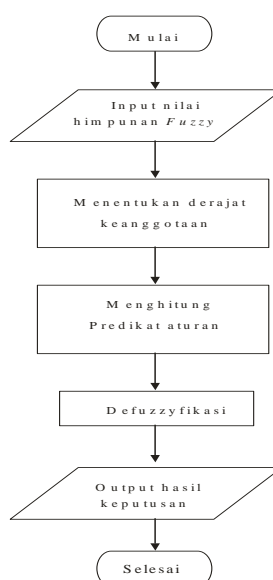
$$Z = \frac{(\alpha\text{-predikat1} \cdot Z_1) + (\alpha\text{-predikat2} \cdot Z_2) + \dots + (\alpha\text{-predikatn} \cdot Z_n)}{\alpha\text{-predikat1} + \alpha\text{-predikat2} + \dots + \alpha\text{-predikatn}} \tag{2}$$

2.2 Metode Tsukamoto

Metode tsukamoto merupakan hasil *output* dari hasil inferensi berupa nilai tegas (*crisp*) dengan perluasan penalaran yang monoton dimana setiap konsekuen aturan yang membentuk IF-THEN dan harus dipresentasikan dengan suatu himpunan *fuzzy* [32].

2.3 Flowchart Sistem

Berikut merupakan *Flowchat Sistem* penelitian ini, yaitu :



Gambar 1. Flowchat Sistem

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Sebagai contoh pemmasalahan adalah pakan benih ikan di UD.TIA Kec.Pematang Bandar. Berapa prediksi penyaluran pakan benih ikan yang harus dilakukan jika permintaan = 900 sak dan persediaan = 300 sak. Hal pertama yang harus dilakukan adalah :

3.1 Menentukan Variabel *Fuzzy*

Pada penentuan variable *fuzzy*, penulis menggunakan 3 variabel yang ditunjukkan pada Tabel.1

Tabel 1. Variabel *Fuzzy*

Variabel	Keterangan
Permintaan	X
Persediaan	Y
Produksi	Z

3.2 Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada penentuan himpunan *fuzzy*, penulis menggunakan 2 himpunan *fuzzy* yang ditunjukkan Tabel.2

Tabel 2. Himpunan *Fuzzy*

Variabel	Himpunan <i>Fuzzy</i>	Domain
Permintaan	Naik; Turun	[120 ; 200]
Persediaan	Sedikit; Banyak	[56; 135]
Produksi	Berkurang; Bertambah	[180 ; 300]

3.3 Fuzzifikasi

Ada 3 variabel yang akan dimodelkan dengan menggunakan fungsi keanggotaan representasi linier, yaitu:

a. Permintaan

Fungsi keanggotaan himpunan turun dan naik dari variabel permintaan : $x = 150$

$$\mu_x [\text{Naik}] = \frac{x - a}{b - a} = \frac{150 - 120}{200 - 120} = \frac{30}{80} = 0,375$$

$$\mu_x [\text{Turun}] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{200 - 150}{200 - 120} = \frac{50}{80} = 0,625$$

b. Persediaan

Fungsi keanggotaan himpunan sedikit dan banyak dari variabel persediaan : $y = 112$

$$\mu_x \text{ Sedikit} = \frac{x - a}{b - a} = \frac{112 - 56}{135 - 56} = \frac{360}{500} = 0,72$$

$$\mu_x [\text{Banyak}] = \frac{b - x}{b - a} = \frac{135 - 112}{135 - 56} = \frac{23}{79} = 0,29$$

3.4 Pembentukan Aturan Fuzzy (fuzzy Rule)

Pada penentuan aturan fuzzy, penulis menggunakan 4 aturan fuzzy yang ditunjukkan pada Tabel.3

Tabel 3. Aturan Fuzzy

Rule	Permintaan	Persediaan	Produksi
1	Rendah	Banyak	Berkurang
2	Rendah	Sedikit	Berkurang
3	Tinggi	Banyak	Bertambah
4	Tinggi	Sedikit	Bertambah

Berikut proses inferensi dengan menggunakan metode Tsukamoto.

Perhitungan untuk mencari α -predikat

a. Rule 1 = MIN (0,625 ; 0, 7)

$$\alpha_1 = 0,625$$

Permintaan Berkurang

$$z_1 = \frac{b - x}{b - a}$$

$$0,625 = \frac{300 - x}{300 - 180}$$

$$300 - x = 0,625 * 120$$

$$300 - x = 75$$

$$x = 300 - 75$$

$$x = 225$$

b. Rule 2 = MIN (0,625 ; 0,29)

$$\alpha_2 = 0,29$$

Permintaan Berkurang

$$z_2 = \frac{b - x}{b - a}$$

$$0,29 = \frac{300 - x}{300 - 180}$$

$$300 - x = 0,29 * 120$$

$$300 - x = 34,8$$

$$x = 300 - 34,8$$

$$x = 265,2$$

c. Rule 3 = MIN (0,375 ; 0, 7)

$$\alpha_3 = 0,375$$

Permintaan Bertambah

$$z_3 = \frac{x - a}{b - a}$$

$$0,375 = \frac{x - 180}{300 - 180}$$

$$x - 180 = 0,375 * 120$$

$$x - 180 = 45$$

$$x = 180 + 45$$

$$x = 225$$

d. Rule 4 = MIN (0,375 ; 0,29)

$$\alpha_4 = 0,29$$

Permintaan Bertambah

$$z_4 = \frac{x - a}{b - a}$$

$$0,29 = \frac{x - 180}{300 - 180}$$

$$x - 180 = 0,29 * 120$$

$$x - 180 = 34,8$$

$$x = 180 + 34,8$$

$$x = 214,8$$

3.5 Defuzzifikasi

$$Z = \frac{\text{Predikat 1} \times Z_1 + \text{Predikat 2} \times Z_2 + \text{Predikat 3} \times Z_3 + \text{Predikat 4} \times Z_4}{\text{Predikat 1} + \text{Predikat 2} + \text{Predikat 3} + \text{Predikat 4}}$$

$$Z = \frac{225 \times 0,625 + 265,2 \times 0,29 + 225 \times 0,375 + 214,8 \times 0,29}{0,625 + 0,29 + 0,375 + 0,29}$$

$$Z = \frac{140.625 + 76.908 + 84.375 + 62.292}{1.58}$$

$$Z = \frac{1998.51}{1.47}$$

$$Z = 230$$

Jadi menurut perhitungan Pabrik Arang Mijan dapat menerima produksi arang kayu sebanyak 230 karung perminggu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa metode *fuzzy* Tsukamoto dapat menyelesaikan permasalahan dalam memprediksi produksi arang kayu. Dengan menggunakan variabel: permintaan (X), persediaan (Y), dan produksi (Z). Dimana permintaan (X) memiliki *fuzzy set* Naik dan Turun., persediaan (Y) memiliki *fuzzy set* Banyak dan Sedikit, Produksi (Z) memiliki *fuzzy set* Bertambah dan Berkurang. Hasil dari perhitungan prediksi jumlah produksi arang kayu dengan permintaan 150 dan persediaan 112 adalah 230 karung. Dengan hasil tersebut diharapkan dapat memudahkan pihak pengelolah Pabrik Arang Mijan dalam memprediksi jumlah produksi arang kayu.

REFERENCES

- [1] K. Udyani, D. Y. Purwaningsih, R. Setiawan, and K. Yahya, "Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Bakau Menggunakan Gabungan Aktivasi Kimia dan Fisika Dengan Microwave," *J. IPTEK*, vol. 23, no. 1, pp. 39–46, 2019, doi: 10.31284/j.ipitek.2019.v23i1.
- [2] W. Katrina, H. J. Damanik, F. Parhusip, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "C.45 Classification Rules Model for Determining Students Level of Understanding of the Subject," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12005, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012005.
- [3] M. Widyastuti, A. G. Fepdiani Simanjuntak, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Classification Model C.45 on Determining the Quality of Customer Service in Bank BTN Pematangsiantar Branch," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12002, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012002.
- [4] Sudirman, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Data mining tools | rapidminer: K-means method on clustering of rice crops by province as efforts to stabilize food crops in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 420, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/420/1/012089.
- [5] R. W. Sari, A. Wanto, and A. P. Windarto, "Implementasi Rapidminer Dengan Metode K-Means (Study Kasus: Imunisasi Campak Pada Balita Berdasarkan Provinsi)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 224–230, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.930.
- [6] N. Rofiqo, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Penerapan Clustering Pada Penduduk Yang Mempunyai Keluhan Kesehatan Dengan Datamining K-Means," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 216–223, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.929.
- [7] M. G. Sadewo, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Penerapan Algoritma Clustering Dalam Mengelompokkan Banyaknya Desa/Kelurahan Menurut Upaya Antisipasi/ Mitigasi Bencana Alam Menurut Provinsi Dengan K-Means," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 311–319, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.943.
- [8] D. Hartama, A. Perdana Windarto, and A. Wanto, "The Application of Data Mining in Determining Patterns of Interest of High School Graduates," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1339, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1339/1/012042.
- [9] D. R. Sari, N. Rofiqo, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the Factors Causing Lazy Students to Study Using the ELECTRE II Algorithm," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012007.
- [10] R. W. Sari, A. P. Windarto, S. P. Keputusan, P. Kreatifitas, M. Pkm, and A. D. A. N. Pembahasan, "Penerapan Electree Pada Seleksi Proposal Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) di STIKOM Tunas Bangsa," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) SAINTEKS 2019*, 2019, pp. 800–806.
- [11] F. Syahputra, M. Mesran, I. Lubis, and A. P. Windarto, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Berprestasi Kota Medan Menerapkan Metode Preferences Selection Index (Studi Kasus : Dinas Pendidikan Kota Medan)," *KOMIK (Konferensi Nas. Teknol. Inf. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 147–155, 2018, doi: 10.30865/komik.v2i1.921.
- [12] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, Masitha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Analysis of the ELECTRE Method on the Selection of Student Creativity Program Proposals," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012011.
- [13] P. P. P. A. N. W. F. I. R. H. Zer, D. Hartama, and A. P. Windarto, "Analisis Komparasi Metode AHP dan TOPSIS dalam Pemilihan Asuransi Kategori Kesehatan Terbaik PT . Prudential," in *Seminar Nasional Sains & Teknologi Informasi (SENSASI) SENSASI 2019*, 2018, pp. 427–432.
- [14] M. Widyastuti, F. R. S. Samosir, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Implementasi Metode Promethee Dalam Pemilihan Kenaikan Jabatan Sous Chef Menjadi Chef," *Teknol. Komput. Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 807–812, 2019.
- [15] S. Sundari, Karmila, M. N. Fadli, D. Hartama, A. P. Windarto, and A. Wanto, "Decision Support System on Selection of Lecturer Research Grant Proposals using Preferences Selection Index," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012006.
- [16] P. Alkhairi, L. P. Purba, A. Eryzha, A. P. Windarto, and A. Wanto, "The Analysis of the ELECTREE II Algorithm in Determining the Doubts of the Community Doing Business Online," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012010.
- [17] D. N. Batubara, D. R. Sitorus P, and A. P. Windarto, "Penerapan Metode PROMETHEE II Pada Pemilihan Situs Travel Berdasarkan Konsumen," *J. Sisfokom (Sistem Inf. dan Komputer)*, vol. 8, no. 1, pp. 46–52, 2019, doi: 10.32736/sisfokom.v8i1.598.
- [18] K. Fatmawati et al., "Analysis of Promethee II Method in the Selection of the Best Formula for Infants under Three Years," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012009.
- [19] T. Imandasari, A. P. Windarto, and D. Hartama, "Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) Analisis Metode MAUT Pada Pemilihan Deodorant," in *Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (SAINTEKS) SAINTEKS 2019*,

- 2019, pp. 736–739.
- [20] K. F. Irnanda, F. N. Arifah, M. R. Raharjo, A. Arifin, and A. P. Windarto, “The selection of Calcium Milk Products that are appropriate for advanced age using PROMETHEE II Algorithm,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1381, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1381/1/012070.
- [21] T. Imandasari, M. G. Sadewo, A. P. Windarto, A. Wanto, H. O. Lingga Wijaya, and R. Kurniawan, “Analysis of the Selection Factor of Online Transportation in the VIKOR Method in Pematangsiantar City,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1255, no. 12008, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012008.
- [22] T. Imandasari and A. P. Windarto, “Penerapan Metode VIKOR Pada Pemilihan Popok Bayi Berdasarkan Jenis Kulit,” *Semin. Nas. Sains Teknol. Inf.*, pp. 215–220, 2018.
- [23] Hamdani, “Sistem Pakar Untuk Diagnosa Penyakit Mata Pada Manusia,” vol. 5, no. 2, pp. 13–21, 2010.
- [24] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, “Implementasi JST Pada Prediksi Total Laba Rugi Komprehensif Bank Umum Konvensional Dengan Backpropagation,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, pp. 411–418, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854767.
- [25] A. P. Windarto, M. R. Lubis, and Solikhun, “MODEL ARSITEKTUR NEURAL NETWORK DENGAN BACKPROPOGATION PADA PREDIKSI TOTAL LABA RUGI KOMPREHENSIF BANK UMUM KONVENSIONAL,” *Kumpul. J. Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 2, pp. 147–158, 2018.
- [26] A. P. Windarto, L. S. Dewi, and D. Hartama, “Implementation of Artificial Intelligence in Predicting the Value of Indonesian Oil and Gas Exports With BP Algorithm,” *Int. J. Recent Trends Eng. Res.*, vol. 3, no. 10, pp. 1–12, 2017, doi: 10.23883/IJRTER.2017.3482.J5BBS.
- [27] Sumijan, A. P. Windarto, A. Muhammad, and Budiharjo, “Implementation of Neural Networks in Predicting the Understanding Level of Students Subject,” *Int. J. Softw. Eng. Its Appl.*, vol. 10, no. 10, pp. 189–204, 2016.
- [28] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, “Predicting tuition fee payment problem using backpropagation neural network model,” *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 120, pp. 85–96, 2018, doi: 10.14257/ijast.2018.120.07.
- [29] Budiharjo, T. Soemartono, A. P. Windarto, and T. Herawan, “Predicting School Participation in Indonesia using Back-Propagation Algorithm Model,” *Int. J. Control Autom.*, vol. 11, no. 11, pp. 57–68, 2018.
- [30] C. C. Lee, “Fuzzy Logic in Control Systems : Fuzzy,” no. 2, 1990.
- [31] D. A. Silitonga, M. Anjelita, and A. P. Windarto, “Fuzzy Inference System Untuk Prediksi Pembelian Bahan Bakar Pertamina Pada Spbu Di Kota Pematangsiantar,” *Syntax J. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 75–83, 2019.
- [32] A. Mulyanto and Abdul Haris, “Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Menentukan Jumlah Jam Overtime Pada Produksi Barang di PT Asahi Best Base Indonesia (ABBI) Bekasi,” *J. Inform. SIMANTIK Vol.1*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [33] E. Hermawan, R. Hariyanto, and Sultoni, “Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pupuk Untuk Tanaman Padi Menggunakan Metode Fuzzy,” *J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–3, 2017.