



Analisis Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Mengatasi Ketidakpastian Penentuan Volume Produksi Roasting Biji Kopi

Fuzzy Tsukamoto Logic Analysis To Address Uncertainty In Determining Coffee Bean Roasting Production Volume

M Yoggi Saputra¹, Sultan Nico Nur'Arsy², Khairul Saleh³

Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Asahan

Email: yogisaputra875@gmail.com¹, sultannicoo@gmail.com², hutasuhutkhairul@gmail.com³

Article Info

Article history :

Received : 27-01-2026

Revised : 29-01-2026

Accepted : 01-02-2026

Published : 03-02-2026

Abstract

The coffee roastery industry in Indonesia is experiencing rapid growth, demanding operational efficiency and consistent product quality. Mutual Roastery faces challenges in determining the optimal daily roasting production volume due to its reliance on subjective estimations, which poses risks of stock imbalances and the deterioration of the coffee beans' aromatic profile caused by improper storage. This study aims to implement the Fuzzy Tsukamoto method as a decision support system to determine production volumes accurately and measurably. The research follows a descriptive quantitative approach, utilizing demand and inventory as input variables and production volume as the output variable. The analysis results demonstrate that the Fuzzy Tsukamoto method effectively processes operational data uncertainty into crisp production recommendations. Through the formulated fuzzy rules, this system provides an optimal solution that minimizes the risk of overstocking while ensuring market demand is met. The implementation of this method is expected to enhance Mutual Roastery's business resilience in facing market fluctuations while maintaining the sensory quality and freshness of the produced coffee.

Keywords : Fuzzy Tsukamoto, Coffee Roasting, Decision Support System

Abstrak

Industri *coffee roastery* di Indonesia mengalami pertumbuhan pesat yang menuntut efisiensi operasional dan konsistensi kualitas produk. Mutual Roastery menghadapi tantangan dalam menentukan jumlah produksi *roasting* biji kopi harian yang optimal karena masih mengandalkan estimasi subjektif, yang berisiko pada ketidakseimbangan stok dan penurunan profil aromatik biji kopi akibat penyimpanan yang tidak tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai sistem pendukung keputusan dalam menentukan volume produksi secara akurat dan terukur. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan variabel input berupa permintaan dan persediaan, serta variabel output berupa jumlah produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto mampu mengolah ketidakpastian data operasional menjadi rekomendasi produksi yang tegas (*crisp*). Melalui aturan fuzzy yang disusun, sistem ini memberikan solusi optimal yang meminimalkan risiko penumpukan stok berlebih sekaligus memastikan permintaan pasar terpenuhi. Implementasi metode ini diharapkan dapat meningkatkan resiliensi bisnis Mutual Roastery dalam menghadapi fluktuasi pasar serta menjaga kesegaran kualitas sensoris kopi yang dihasilkan.

Kata Kunci : Fuzzy Tsukamoto, Roasting Biji Kopi, Sistem Pendukung Keputusan

PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang terkemuka dalam produksi kopi di jagat ini dengan pengalaman budidaya yang sangat panjang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Zuhrotus Solihah, 2021), kemajuan dalam budidaya kopi di kawasan seperti Jawa Tengah telah memberikan



pengaruh besar terhadap kehidupan sosial dan ekonomi para petani, di mana mereka mulai menciptakan merek kopi mereka sendiri serta mendirikan usaha rumah tangga berupa tempat untuk memproses dan menjual kopi. Pertumbuhan ini sejalan dengan permintaan global yang meningkat untuk kopi, yang mengharuskan adanya produk berkualitas yang selalu konsisten. Tahap yang paling penting dalam rantai pasokan kopi adalah proses pemanggangan atau roasting. (Pangestu, 2025) menekankan bahwa roasting merupakan proses krusial yang sangat mempengaruhi cita rasa kopi, di mana suhu dan durasi pemanggangan menjadi faktor-faktor utama yang menentukan kualitas rasa yang dihasilkan.

Namun, di balik potensi besar yang ada di pasar, sektor roaster mengalami berbagai kendala operasional yang rumit. (Santoso, 2021) dalam penjelasan mengenai risikonya mengungkapkan bahwa analisa konsistensi kematangan dalam proses roasting yang kurang baik bisa mengurangi daya saing produk di pasar. Disamping permasalahan kualitas teknis, manajemen operasional juga menjadi isu yang signifikan. (Maspul, 2021) menekankan pentingnya ketahanan sektor roastery ketika berhadapan dengan perubahan di pasar dan peraturan, di mana pencatatan data produksi yang tepat menjadi dasar untuk keberlangsungan bisnis. Di sisi lain, penyempurnaan kegiatan di roastery sering kali terhambat oleh ketergantungan pada tenaga kerja manual dan kurangnya penerapan teknologi yang dapat mendukung pengambilan keputusan dalam mengintegrasikan standar kualitas secara menyeluruh (Muhammad Farhan Nasyt, 2025).

Mutual Roastery, sebagai salah satu aktor di industri ini, tidak terhindar dari berbagai tantangan, terutama dalam menentukan jumlah produksi roasting harian. Sejauh ini, penentuan jumlah produksi masih bergantung pada perkiraan yang didasarkan pada pengalaman, yang sering menghasilkan ketidaksesuaian antara jumlah persediaan dan kebutuhan pasar. Menurut (Gancarz et al., 2022), perubahan senyawa organik selama proses roasting bersifat sangat fluktuatif, sehingga pengelolaan persediaan biji kopi yang kurang tepat baik karena waktu penyimpanan yang terlalu lama atau kelebihan produksi dapat berdampak pada karakteristik aroma produk akhir. Ketidakpastian dalam permintaan dan persediaan ini menciptakan urgensi untuk memiliki sistem yang dapat mengubah data yang ambigu menjadi keputusan yang jelas.

Untuk menangani ketidakpastian itu, penerapan logika fuzzy dapat dianggap sebagai solusi yang sangat tepat. Seperti yang diuraikan oleh (Prasetya et al., 1997) dan (Rhoesdyatama et al., 2023), pendekatan Fuzzy Tsukamoto memiliki kelebihan dalam mengolah variabel-variabel yang tidak bisa dipastikan menjadi hasil yang jelas melalui aturan-aturan yang didasarkan pada logika manusia. Dengan menggunakan metode ini, Mutual Roastery mampu menyelaraskan variabel permintaan dan stok untuk menghasilkan angka produksi yang optimal secara terstruktur.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini memiliki tujuan untuk menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai alat bantu keputusan dalam menetapkan jumlah produksi biji kopi yang dipanggang di Mutual Roastery. Dengan pendekatan ini, diharapkan perusahaan mampu mengurangi kemungkinan kerugian operasional, mempertahankan kualitas kesegaran produk, serta meningkatkan efisiensi usaha dalam menghadapi persaingan di industri kopi yang kian ketat.



METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini melibatkan pengolahan data numerik, seperti data penjualan, jumlah persediaan, serta volume pemesanan. Sementara itu, metode deskriptif digunakan untuk menjelaskan dan menganalisis proses penentuan jumlah produksi *roasting* berdasarkan kondisi aktual yang terjadi di lapangan.

Metode ini dipilih karena mampu menangani permasalahan yang mengandung unsur ketidakpastian serta menghasilkan keluaran yang bersifat tegas. Penerapan metode Fuzzy Tsukamoto diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih objektif, terstruktur, dan sistematis dibandingkan dengan metode konvensional yang selama ini diterapkan di Mutual Roastery.

Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif yang berkaitan dengan proses penyediaan stock obat di Mutual Roastery. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua variabel input dan satu variabel output.

Tabel 1. Data dan Variabel Penelitian

Permintaan (X_1)	Persediaan (X_2)	Produksi (Y)
Variabel permintaan menunjukkan rata-rata jumlah permintaan biji kopi pada pembeli dalam satu bulan. Variabel ini dibagi ke dalam dua himpunan fuzzy, yaitu permintaan turun dan permintaan naik, dengan nilai batas minimum sebesar 150 kg dan maksimum sebesar 300 kg.	Variabel persediaan menunjukkan jumlah biji kopi yang ada di gudang. Variabel ini terdiri dari dua himpunan fuzzy, yaitu persediaan sedikit dan persediaan banyak, dengan nilai batas minimum sebesar 50 kg dan maksimum sebesar 120 kg.	Variabel produksi merupakan variabel output yang menunjukkan jumlah biji kopi yang harus dipesan atau disediakan. Variabel ini terdiri dari dua himpunan fuzzy, yaitu produksi berkurang dan produksi bertambah, dengan nilai batas minimum sebesar 250 kg dan maksimum sebesar 400 kg.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu:

1. Observasi: Observasi dilakukan secara langsung di lokasi untuk mengamati proses *roasting* biji kopi, kondisi persediaan, serta pola permintaan konsumen. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai permasalahan yang terjadi dalam penentuan jumlah pemesanan.
2. Wawancara: Wawancara dilakukan dengan pemilik atau pengelola untuk memperoleh informasi mengenai kebiasaan dalam menentukan jumlah produksi, data permintaan harian, serta kendala yang sering dihadapi dalam proses produksi.



3. Studi Dokumentasi: Studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data pendukung berupa catatan produksi, data penjualan, dan data persediaan biji kopi yang dimiliki. Data ini digunakan sebagai dasar dalam penentuan nilai variabel pada metode Fuzzy Tsukamoto.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penentuan Variabel dan Himpunan Fuzzy : Menentukan variabel input dan output beserta himpunan fuzzy yang digunakan dalam variabel, yaitu variabel permintaan, persediaan, dan produksi.
2. Pembentukan Fungsi Keanggotaan : Menetapkan fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy pada variabel input berdasarkan nilai minimum dan maksimum yang telah ditentukan.
3. Penyusunan Aturan Fuzzy (Rule Base) : Menyusun aturan-aturan fuzzy dalam bentuk IF–THEN yang menghubungkan variabel permintaan dan persediaan dengan variabel produksi. Pada metode Sugeno, bagian THEN berupa konstanta atau persamaan linear.
4. Perhitungan Nilai α -Predikat : Menghitung nilai α -predikat untuk setiap aturan menggunakan operator logika fuzzy, umumnya operator minimum (MIN), sebagai derajat kebenaran dari setiap aturan.
5. Perhitungan Nilai Keluaran Setiap Aturan : Menentukan nilai keluaran (z) pada setiap aturan berdasarkan konstanta atau fungsi linear yang telah ditetapkan pada bagian konsekuen (THEN)
6. Defuzzifikasi : Menghitung nilai akhir produksi menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*), yaitu dengan mengalikan setiap nilai α -predikat dengan nilai keluaran masing-masing aturan, kemudian dibagi dengan total nilai α -predikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah produksi *roasting* biji kopi yang optimal di Mutual Roastery dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Variabel input yang digunakan adalah permintaan dan persediaan, sedangkan variabel output adalah jumlah produksi *roasting* biji kopi. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai permintaan yang dianalisis adalah sebesar 250 unit, sedangkan nilai persediaan adalah 100 unit. Tahapan perhitungan dilakukan melalui proses fuzzifikasi, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi.

a. Hasil Fuzzifikasi

Permintaan Turun (menurun):

$$Turun(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{300 - x}{300 - 150}, & 150 < x < 300 \\ 0, & x \geq 300 \end{cases}$$

Permintaan Naik (meningkat):

$$Naik(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \\ \frac{x - 150}{300 - 150}, & 150 < x < 300 \\ 1, & x \geq 300 \end{cases}$$



Untuk Permintaan = 250

- μ_{Turun} :

$$\frac{300 - 250}{300 - 150} = \frac{50}{150} = 0,33$$

- μ_{Naik} :

$$\frac{250 - 150}{300 - 150} = \frac{100}{150} = 0,67$$

Tabel 2. Derajat Keanggotaan Variabel Permintaan (x = 300)

Himpunan Fuzzy	Nilai Keanggotaan
Permintaan Turun	0,33
Permintaan Naik	0,67

Persediaan Sedikit (menurun):

$$\mu_{\text{Sedikit}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 50 \\ \frac{120-x}{120-50}, & 50 < x < 120 \\ 0, & x \geq 120 \end{cases}$$

Persediaan Banyak (meningkat):

$$\mu_{\text{Banyak}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 50 \\ \frac{x-50}{120-50}, & 50 < x < 120 \\ 1, & x \geq 120 \end{cases}$$

Untuk Persediaan = 100

- μ_{Sedikit} :

$$\frac{120 - 100}{120 - 50} = \frac{20}{70} = 0,28$$

- μ_{Banyak} :

$$\frac{100 - 50}{120 - 50} = \frac{50}{70} = 0,71$$

Tabel 3. Derajat Keanggotaan Variabel Persediaan (y = 50)

Himpunan Fuzzy	Nilai Keanggotaan
Persediaan Sedikit	0,28
Persediaan Banyak	0,71

**b. Aturan Fuzzy****Tabel 4. Aturan Fuzzy (Rule Base)**

Rule	Permintaan	Persediaan	Produksi
R1	Turun	Banyak	Berkurang
R2	Turun	Sedikit	Berkurang
R3	Naik	Banyak	Bertambah
R4	Naik	Sedikit	Bertambah

c. Perhitungan α -Predikat

Rule 1:

Permintaan Turun (0,33) $\wedge$ Persediaan Banyak (0,71)

$$\alpha_1 = \min(0,33, 0,71) = 0,33$$

$$\text{Produksi Berkurang: } \mu(z) = 250 - z/400 \Rightarrow z_1 = 150 - (0,33 \times 250) = 67,5$$

Rule 2:

Permintaan Turun (0,33) $\wedge$ Persediaan Sedikit (0,28)

$$\alpha_2 = 0,28$$

$$\text{Produksi Berkurang: } z_2 = 150 - (0,28 \times 250) = 80$$

Rule 3:

Permintaan Naik (0,67) $\wedge$ Persediaan Banyak (0,71)

$$\alpha_3 = 0,67$$

$$\text{Produksi Bertambah: } z_3 = 250 + (0,67 \times 150) = 350,5$$

Rule 4:

Permintaan Naik (0,67) $\wedge$ Persediaan Sedikit (0,28)

$$\alpha_4 = 0,28$$

$$\text{Produksi Bertambah: } z_4 = 250 + (0,28 \times 150) = 292$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan α -Predikat dan Nilai z

Rule	α -Predikat	Nilai z
R1	0,40	67,5
R2	0,60	80
R3	0,33	350,5
R4	0,33	292

d. Defuzzifikasi

$$z = \frac{(\alpha_1 \cdot z_1) + (\alpha_2 \cdot z_2) + (\alpha_3 \cdot z_3) + (\alpha_4 \cdot z_4)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$



$$z = \frac{(0,33 \cdot 67,5) + (0,28 \cdot 80) + (0,67 \cdot 350,5) + (0,28 \cdot 292)}{0,33 + 0,28 + 0,67 + 0,28}$$

$$z = \frac{(22,275) + (22,4) + (234,835) + (81,76)}{1,56}$$

$$z = \frac{(22,275) + (22,4) + (234,835) + (81,76)}{1,56}$$

$$Z = 361,27$$

Proses defuzzifikasi dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata terbobot (weighted average). Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai akhir produksi sebagai berikut:

$$Z = 361,27$$

Dengan demikian, jumlah produksi *roasting* biji kopi yang direkomendasikan oleh metode Fuzzy Tsukamoto adalah sebesar ± 361 kg..

Pembahasan

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan metode Fuzzy Tsukamoto mampu menghasilkan rekomendasi jumlah produksi *roasting* biji kopi yang lebih terstruktur dan terukur jika dibandingkan dengan metode estimasi konvensional. Pada kondisi permintaan sebesar 250 unit dan persediaan 100 unit, sistem fuzzy menghasilkan jumlah produksi optimal sekitar ± 361 kg..

Nilai tersebut diperoleh dari aktivasi beberapa aturan fuzzy secara bersamaan. Hal ini menandakan bahwa kondisi permintaan dan persediaan tidak berada pada titik ekstrem tertentu, melainkan pada kondisi menengah, sehingga keputusan produksi ditentukan oleh kontribusi dari lebih dari satu aturan fuzzy. Metode Fuzzy Tsukamoto mampu merepresentasikan kondisi tersebut dengan menghasilkan nilai keluaran yang bersifat tegas dan mencerminkan situasi nyata di lapangan.

Jumlah produksi sekitar ± 361 kg dinilai cukup realistis karena berada di antara batas minimum dan maksimum produksi yang telah ditetapkan. Tingkat produksi ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan konsumen tanpa menimbulkan kelebihan stok yang berpotensi menyebabkan pemborosan. Oleh karena itu, penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dapat membantu Mutual Roastery dalam meminimalkan risiko kerugian akibat kesalahan dalam penentuan jumlah produksi.

Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto layak digunakan sebagai sistem pendukung keputusan dalam pengelolaan produksi *roasting* biji kopi. Metode ini bersifat fleksibel dan masih dapat dikembangkan dengan menambahkan variabel lain, seperti tingkat penjualan, biaya produksi, maupun waktu produksi, sehingga keputusan yang dihasilkan menjadi lebih tepat dan akurat.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto dapat diimplementasikan secara efektif dalam menentukan jumlah produksi roasting biji kopi di Mutual Roastery. Metode ini mampu mengolah data permintaan dan persediaan yang mengandung unsur ketidakpastian menjadi keputusan produksi yang lebih sistematis dan terukur.

Perhitungan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan tingkat permintaan sebesar 250 unit dan persediaan 100 unit menghasilkan rekomendasi jumlah produksi roasting biji kopi sekitar ± 361 kg. Nilai tersebut berada dalam rentang batas minimum dan maksimum produksi yang telah ditetapkan, sehingga dapat dinilai sebagai jumlah produksi yang optimal untuk memenuhi kebutuhan konsumen tanpa menimbulkan kelebihan stok.

Penerapan metode Fuzzy Tsukamoto memiliki keunggulan dibandingkan metode penentuan produksi secara konvensional karena mampu mempertimbangkan berbagai kondisi secara simultan melalui aturan-aturan fuzzy. Oleh karena itu, metode ini layak digunakan sebagai sistem pendukung keputusan bagi Mutual Roastery dalam menentukan jumlah produksi roasting biji kopi secara lebih tepat dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Gancarz, M., Dobrza, B., & Rusinek, R. (2022). Impact of Coffee Bean Roasting on the Content of Pyridines. *Molecules*, 1–12.
- Gancarz, M., Dobrza, B., & Rusinek, R. (2022). Impact of Coffee Bean Roasting on the Content of Pyridines. *Molecules*, 1–12.
- Maspul, K. A. (2021). THE RESILIENCE OF COFFEE ROASTERY IN THE DOWNTOWN AREA; CASE STUDY OF THE COFFEE LAB DUBAI. *JURNAL PURNAMA BERAZAM*, 3(1), 60–70.
- Muhammad Farhan Nasyt, L. I. (2025). OPTIMIZATION OF “PAS COFFEE ROASTERY” WORK ACTIVITIES USING THE TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) CONCEPT AT CLASS IIA METRO PRISON 1* Muhammad Farhan Nasyt, 2 Lauditta 1,2. *JOURNAL OF MANAGEMENT*, 18(1), 33–44.
- Pangestu, A. (2025). PENGARUH WAKTU ROASTING TERHADAP KUALITAS SENSORI KOPI ROBUSTA KECAMATAN PULOSARI KABUPATEN. *CENTRAL PUBLISHER*, 3(1).
- Prasetya, B. D., Syaputri, R. W., Annisa, F., & Wardana, A. B. (1997). *Sistem Prediksi Jumlah Produksi Tahu Takwa Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Berbasis Web*. 7(3), 48–55.
- Rhoesdyatama, F., Atmojo, B., & Sutanto, F. A. (2023). *Sistem Prediksi Jumlah Produksi Olahan Ternak Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto*. 17, 188–195.
- Santoso, I. (2021). Methods for quality coffee roasting degree evaluation : a literature review on risk perspective Methods for quality coffee roasting degree evaluation : a literature review on risk perspective. *IOP Publishing*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/924/1/012058>
- Zuhrotus Solihah, E. S. D. (2021). Perkembangan Budidaya Kopi Arabika dan Pengaruhnya terhadap. *Historiograf*, 4(1), 1–11.