

Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Tahu dan Tempe

Dewi Anjani^{1*}, Desi Novianti², Yogi Bachtiar³

^{1,3} Universitas Indraprasta PGRI

Jl. Nangka Raya No. 58C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta, Indonesia

² Universitas Muhammadiyah Cirebon

Jl. Tuparev No.70, Kedungjaya, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat, Indonesia

¹dewiunindra@gmail.com, ²desi.novi4nti@gmail.com, ³yogi.bachtiar@gmail.com

*Penulis Korespondensi

ABSTRAK

Penentuan jumlah produksi yang optimal merupakan aspek penting dalam pengelolaan usaha agar dapat menyeimbangkan antara permintaan pasar dan kapasitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah produksi tahu dan tempe yang optimal pada Usaha Mandiri dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic Tsukamoto*. Metode ini dipilih karena mampu mengolah data yang bersifat tidak pasti dan memberikan hasil yang lebih fleksibel berdasarkan variabel-variabel linguistik. Data yang digunakan meliputi jumlah permintaan, persediaan, dan kapasitas produksi. Proses analisis dilakukan melalui empat tahapan utama, yaitu *fuzzifikasi*, pembentukan basis aturan, inferensi fuzzy, dan *defuzzifikasi*. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, diperoleh bahwa jumlah produksi tahu yang optimal pada tanggal 1 November 2025 adalah sebanyak 16.064 potong. Hasil ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi Usaha Mandiri dalam pengambilan keputusan produksi yang lebih efisien dan adaptif terhadap perubahan permintaan pasar.

Article Info

Kata Kunci:

Produksi Optimal
Usaha Mandiri
Fuzzy Logic Tsukamoto
Inferensi Fuzzy
Defuzzifikasi

Riwayat artikel:

Submit 24-11-25
Revisi 30-11-25
Diterima 09-12-25

1. PENDAHULUAN

Tahu dan tempe merupakan dua produk olahan kedelai yang menjadi sumber protein nabati utama masyarakat Indonesia. Keduanya tidak hanya memiliki kandungan gizi tinggi tetapi juga menjadi bagian penting dari pola konsumsi sehari-hari masyarakat di berbagai lapisan sosial [1]. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata konsumsi protein per kapita per hari di Indonesia mencapai 62,33 gram pada tahun 2023 [2]. Namun, produksi kedelai domestik masih jauh dari kebutuhan nasional. Data Kementerian Pertanian menunjukkan bahwa pada tahun 2022 produksi kedelai nasional hanya sekitar 301,52 ribu ton biji kering, sementara defisit neraca perdagangan kedelai mencapai 7,99 juta ton [3]. Ketergantungan terhadap impor kedelai ini berdampak pada fluktuasi harga dan keterbatasan pasokan bahan baku yang pada akhirnya memengaruhi stabilitas produksi tahu dan tempe [4]. Kondisi tersebut menjadi tantangan besar bagi para pelaku usaha kecil dan menengah (UKM) yang bergantung pada ketersediaan dan harga kedelai. Selain itu, permasalahan efisiensi produksi sering kali muncul akibat proses pengambilan keputusan yang masih bersifat manual dan berdasarkan intuisi pelaku usaha, tanpa dukungan sistem prediksi yang terukur [5]. Usaha Mandiri (UM) Tahu dan Tempe yang dikelola oleh bapak Wahyu Ilahi merupakan salah satu produsen tahu dan tempe yang memasok kebutuhan beberapa pasar. Produk tahu dan tempe yang dihasilkan memiliki masa simpan yang relatif singkat, sekitar dua hingga tiga hari, karena proses produksinya tidak menggunakan bahan pengawet maupun bahan penggumpal tambahan. Kondisi tersebut menuntut pihak pengelola untuk dapat memperkirakan jumlah produksi harian secara tepat agar tidak terjadi kelebihan maupun kekurangan produksi.

Apabila jumlah produksi melebihi permintaan pasar, maka sebagian produk berisiko mengalami kerusakan akibat pembusukan sehingga tidak layak dikonsumsi dan menimbulkan kerugian bagi usaha. Sebaliknya, apabila jumlah produksi terlalu sedikit, maka kebutuhan pasar tidak dapat terpenuhi dan mengakibatkan potensi kehilangan keuntungan[6]. Optimalisasi proses produksi menjadi kebutuhan mendesak bagi pelaku usaha mandiri untuk menjaga keberlanjutan usaha. Sistem pengambilan keputusan berbasis kecerdasan buatan, seperti Fuzzy Logic, dapat menjadi solusi yang efektif [7][8]. Logika fuzzy mampu mengakomodasi ketidakpastian dan penilaian subjektif yang sering muncul dalam proses produksi, seperti menentukan jumlah produksi berdasarkan prediksi permintaan, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas tenaga kerja [9]. Beberapa studi di Indonesia telah menunjukkan bahwa penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dapat membantu dalam menentukan jumlah produksi yang optimal pada berbagai bidang, termasuk industri pangan, penjadwalan kerja, dan pengendalian kualitas[10][11]. Dalam menentukan jumlah produksi yang optimal, terdapat sejumlah faktor yang perlu dipertimbangkan, antara lain tingkat permintaan minimum dan maksimum, ketersediaan bahan baku, kapasitas produksi, serta jumlah persediaan produk akhir. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan berbasis sistem cerdas yang mampu membantu pengambilan keputusan dalam memperkirakan jumlah produksi yang optimal secara adaptif dan akurat. Beberapa penelitian sebelumnya oleh Rahayu[12] menunjukkan bahwa penerapan metode fuzzy mampu membantu memberikan pendukung keputusan yang sesuai dibandingkan metode konvensional. Penelitian lain oleh Nurgaha [13] dan Setiyawan[14] juga memperlihatkan bahwa model ini dapat diterapkan dengan baik pada sistem produksi kecil tanpa memerlukan data besar maupun perhitungan kompleks. Metode Fuzzy Tsukamoto memiliki keunggulan dibandingkan model fuzzy lainnya karena menghasilkan keluaran yang bersifat crisp untuk setiap aturan fuzzy dengan fungsi keanggotaan monoton [15]. Pendekatan ini memudahkan interpretasi hasil dan meminimalkan kesalahan dalam perhitungan produksi. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian yang ada masih terbatas pada simulasi atau studi kasus berskala kecil. Implementasi nyata pada usaha mandiri di sektor pengolahan pangan, khususnya tahu dan tempe, masih jarang dilakukan [16]. Padahal, karakteristik usaha tersebut memiliki kompleksitas tersendiri, seperti fluktuasi permintaan musiman, keterbatasan tenaga kerja, dan variasi kualitas bahan baku [17]. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang lebih aplikatif untuk merancang sistem berbasis Fuzzy Tsukamoto yang dapat diadaptasi secara langsung oleh pelaku usaha mandiri guna meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi potensi kerugian. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan sistem pengambilan keputusan pada sektor UMKM pengolahan pangan. Secara praktis, penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dapat membantu pelaku usaha dalam menentukan jumlah produksi optimal dengan mempertimbangkan variabel permintaan, persediaan bahan baku, dan kapasitas produksi

2. METODE PENELITIAN

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Metode Fuzzy Logic Tsukamoto diterapkan untuk menentukan jumlah produksi optimal berdasarkan data permintaan, persediaan, dan bahan baku. Pendekatan ini dipilih karena mampu menangani ketidakpastian dan tidak memerlukan data dalam jumlah besar.

2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada sebuah usaha produksi tahu skala kecil. Pengumpulan data dan proses analisis dilakukan selama tiga bulan, meliputi observasi, pengolahan data, dan validasi hasil perhitungan

2.3. Sumber dan Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian dikumpulkan secara langsung melalui observasi proses produksi harian serta wawancara dengan pelaku usaha, berasal dari catatan historis produksi selama bulan Oktober 2025, yang berisi informasi permintaan, persediaan, dan jumlah bahan baku.

2.4. Metode Fuzzy Logic Tsukamoto

Terdapat empat tahap dalam menganalisis produksi barang menggunakan metode Tsukamoto, yaitu:

1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah nilai masukan tegas menjadi nilai masukan fuzzy. Nilai masukan tegas pada tahap ini dimasukkan ke dalam fungsi pengaburan yang telah dibentuk sehingga menghasilkan nilai masukan fuzzy.

2. Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan fuzzy dibentuk untuk memperoleh hasil keluaran tegas. Aturan fuzzy yang digunakan adalah aturan “jika-maka” dengan operator antar variabel masukan adalah operator “dan”. Pernyataan yang mengikuti “jika” disebut sebagai antiseden dan pernyataan yang mengikuti “maka” disebut sebagai konsekuen.

3. Inferensi Fuzzy

Menentukan nilai firing strength untuk setiap aturan.

4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai keluaran fuzzy menjadi nilai keluaran tegas. Rumus yang digunakan pada tahap ini adalah rata-rata terbobot.

$$z = \frac{\sum x_i . a_i}{\sum a_i}, i = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

3. HASIL DAN DISKUSI

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya , maka pada hasil dan diskusi ini akan dipaparkan perhitungan optimasi tahu dan tempe pada usaha mandiri menggunakan metode fuzy tsukamoto.

3.1. Perhitungan Optimalisasi Produksi Tahu dengan Metode Fuzzy Logic Tsukamoto

Data produksi selama bulan Oktober 2025 menunjukkan adanya variasi permintaan dan jumlah produksi. Nilai minimum dan maksimum telah ditentukan untuk membangun fungsi keanggotaan fuzzy.

Tabel 1. Data Produksi Tahu Selama Bulan Oktober 2025

No	Tanggal	Permintaan	Persediaan	Bahan Baku	Jumlah Produksi
1	01/10/2025	16040	500	200	16000
2	02/10/2025	16000	460	200	15600
3	03/10/2025	15800	60	200	16000
4	04/10/2025	16500	260	200	16500
5	05/10/2025	17000	260	200	17000
6	06/10/2025	16900	260	200	17000
7	07/10/2025	15000	360	200	15500
8	08/10/2025	15200	860	200	15000
9	09/10/2025	14000	660	150	13500
10	10/10/2025	14500	160	200	14000
11	11/10/2025	15000	0	200	15500
12	12/10/2025	15500	450	200	15500
13	13/10/2025	16000	450	200	15800
14	14/10/2025	15900	250	200	16000
15	15/10/2025	16800	350	200	17500
16	16/10/2025	15000	1050	150	13500
17	17/10/2025	14000	0	200	15000
18	18/10/2025	13500	800	150	13500
19	19/10/2025	14700	800	150	13500
20	20/10/2025	13000	0	150	13500
21	21/10/2025	13500	500	100	13000
22	22/10/2025	14000	0	200	15000
23	23/10/2025	14600	1000	200	13500
24	24/10/2025	15300	0	200	15500
25	25/10/2025	16000	200	250	16000
26	26/10/2025	16400	200	200	16500
27	27/10/2025	16700	300	200	16500
28	28/10/2025	17000	100	200	17800
29	29/10/2025	16600	900	200	15500
30	30/10/2025	16750	0	200	17000
31	31/10/2025	16900	100	200	17500

Dari data produksi di atas, penulis menentukan data maksimum dan minimum selama 31 hari yang sajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Data Maksimum Dan Data Minimum

Data		Jumlah
Permintaan	Maksimum	17000

	Minimum	13000
Persediaan	Maksimum	1050
	Minimum	0
Bahan Baku	Maksimum	250
	Minimum	100
Jumlah Produksi	Maksimum	17800
	Minimum	13000

Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menggunakan metode *tsukamoto*, penulis telah menetapkan 8 aturan *fuzzy* sebagai berikut :

- [R1] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R2] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R3] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R4] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R5] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R6] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERTAMBAH
- [R7] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG
- [R8] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERTAMBAH

3.2. Fuzzifikasi (Memodelkan variabel fuzzy)

Fungsi keanggotaan variabel telah ditetapkan berdasarkan batas minimum dan maksimum. Setiap variabel memiliki dua himpunan fuzzy: "Sedikit" dan "Banyak". Terdapat 4 variabel *fuzzy* yang akan dimodelkan, yaitu: Permintaan, Persediaan, Bahan Baku dan Jumlah Produksi.

1. Permintaan; terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu SEDIKIT DAN BANYAK.

Fungsi keanggotaan variabel permintaan;

$$\mu_{pmtSEDIKIT}[w] = \left\{ 1, \quad w \leq 13000 \frac{17000-w}{17000-13000}, \quad 13000 \leq w \leq 17000 \quad 0, \quad w \geq 17000 \right\}$$

$$\mu_{pmtBANYAK}[w] = \left\{ 0, \quad w \leq 13000 \frac{w-13000}{17000-13000}, \quad 13000 \leq w \leq 17000 \quad 1, \quad w \geq 17000 \right\}$$

Selanjutnya, kita akan mencari nilai keanggotaan :

$$\mu_{pmtSEDIKIT}[16500] = \frac{17000-16500}{17000-13000} = 0,125$$

$$\mu_{pmtBANYAK}[16500] = \frac{16500-13000}{17000-13000} = 0,875$$

2. Persediaan; terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu SEDIKIT dan BANYAK.

Fungsi keanggotaan variabel persediaan;

$$\mu_{psdSEDIKIT}[x] = \left\{ 1, \quad x \leq 0 \frac{1050-x}{1050-0}, \quad 0 \leq x \leq 1050 \quad 0, \quad x \geq 1050 \right\}$$

$$\mu_{psdBANYAK}[x] = \left\{ 0, \quad x \leq 0 \frac{x-0}{1050-0}, \quad 0 \leq x \leq 1050 \quad 1, \quad x \geq 1050 \right\}$$

Selanjutnya, kita akan mencari nilai keanggotaan :

$$\mu_{psdSEDIKIT}[500] = \frac{1050-500}{1050-0} = 0,523809524$$

$$\mu_{psdBANYAK}[500] = \frac{500-0}{1050-0} = 0,476190476$$

3. Bahan baku; terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu SEDIKIT dan BANYAK.

Fungsi keanggotaan variabel bahan baku:

$$\begin{aligned}\mu_{bhnkbuSEDIKIT}[y] &= \begin{cases} 1, & y \leq 100 \\ \frac{250-y}{250-100}, & 100 \leq y \leq 250 \\ 0, & y \geq 250 \end{cases} \\ \mu_{bhnkbuBANYAK}[y] &= \begin{cases} 0, & y \leq 100 \\ \frac{y-100}{250-100}, & 100 \leq y \leq 250 \\ 1, & y \geq 250 \end{cases}\end{aligned}$$

Selanjutnya, kita akan mencari nilai keanggotaan :

$$\mu_{bhnkbuSEDIKIT}[200] = \frac{250-200}{250-100} = 0,333333333$$

$$\mu_{bhnkbuBANYAK}[200] = \frac{200-100}{250-100} = 0,666666667$$

4. Jumlah Produksi; terdiri atas 2 himpunan *fuzzy*, yaitu BERKURANG dan BERTAMBAH.
Fungsi keanggotaan variabel jumlah produksi:

$$\begin{aligned}\mu_{jumlahproduksiSEDIKIT}[z] &= \begin{cases} 1, & z \leq 13000 \\ \frac{17800-z}{17800-13000}, & 13000 \leq z \leq 17800 \\ 0, & z \geq 17800 \end{cases} \\ \mu_{jumlahproduksiBANYAK}[z] &= \begin{cases} 0, & z \leq 13000 \\ \frac{z-13000}{17800-13000}, & 13000 \leq z \leq 17800 \\ 1, & z \geq 17800 \end{cases}\end{aligned}$$

3.3. Inferensi

Serelah menentukan fuzzyfikasi selanjutnya melakukan inferensi terhadap aturan – aturan yang sudah dibuat

[R1] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R1] yang dinotasikan dengan α_1 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$$\alpha_1 = \mu_{pmtSEDIKIT} \cap \mu_{psdSEDIKIT} \cap \mu_{bhnkbuSEDIKIT}$$

$$\alpha_1 = \min (\mu_{pmtSEDIKIT}[16500]; \mu_{psdSEDIKIT}[500];$$

$$\mu_{bhnkbuSEDIKIT}[200])$$

$$\alpha_1 = \min(0,125; 0,523809524; 0,333333333)$$

$$\alpha_1 = 0,125$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R1] pada persamaan di atas maka nilai z_1 adalah :

$$Z_1 = 17800 - 0,125 (17800 - 13000)$$

$$Z_1 = 17800 - 0,125 (4800)$$

$$Z_1 = 17800 - 600$$

$$Z_1 = 17200$$

[R2] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R2] yang dinotasikan dengan α_2 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$$\alpha_2 = \mu_{pmtSEDIKIT} \cap \mu_{psdSEDIKIT} \cap \mu_{bhnkbuBANYAK}$$

$$\alpha_2 = \min (\mu_{pmtSEDIKIT}[16500]; \mu_{psdSEDIKIT}[500];$$

$$\mu_{bhnkbuBANYAK}[200])$$

$$\alpha_2 = \min (0,125; 0,523809524; 0,666666667)$$

$$\alpha_2 = 0,125$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R2] pada persamaan di atas maka nilai z_2 adalah :

$$Z_2 = 17800 - 0,125 (17800 - 13000)$$

$$Z_2 = 17800 - 0,125 (4800)$$

$$Z_2 = 17800 - 600$$

$$Z_2 = 17200$$

[R3] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R3] yang dinotasikan dengan α_3 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$\alpha_3 = \mu_{\text{pmt}}\text{SEDIKIT} \cap \mu_{\text{psd}}\text{BANYAK} \cap \mu_{\text{bhn}}\text{bkuSEDIKIT}$
 $\alpha_3 = \min(\mu_{\text{pmt}}\text{SEDIKIT}[16500]; \mu_{\text{psd}}\text{BANYAK}[500]; \mu_{\text{bhn}}\text{bkuSEDIKIT}[200])$
 $\alpha_3 = \min(0,125; 0,476190476; 0,333333333)$
 $\alpha_3 = 0,125$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R3] pada persamaan di atas maka nilai z_3 adalah :

$Z_3 = 17800 - 0,125 (17800 - 13000)$
 $Z_3 = 17800 - 0,125 (4800)$
 $Z_3 = 17800 - 600$
 $Z_3 = 17200$

[R4] IF Permintaan SEDIKIT AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R4] yang dinotasikan dengan α_4 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$\alpha_4 = \mu_{\text{pmt}}\text{SEDIKIT} \cap \mu_{\text{psd}}\text{BANYAK} \cap \mu_{\text{bhn}}\text{bkuBANYAK}$
 $\alpha_4 = \min(\mu_{\text{pmt}}\text{SEDIKIT}[16500]; \mu_{\text{psd}}\text{BANYAK}[500]; \mu_{\text{bhn}}\text{bkuBANYAK}[200])$
 $\alpha_4 = \min(0,125; 0,476190476; 0,666666667)$
 $\alpha_4 = 0,125$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R4] pada persamaan di atas maka nilai z_4 adalah :

$Z_4 = 17800 - 0,125 (17800 - 13000)$
 $Z_4 = 17800 - 0,125 (4800)$
 $Z_4 = 17800 - 600$
 $Z_4 = 17200$

[R5] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R5] yang dinotasikan dengan α_5 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$\alpha_5 = \mu_{\text{pmt}}\text{BANYAK} \cap \mu_{\text{psd}}\text{SEDIKIT} \cap \mu_{\text{bhn}}\text{bkuSEDIKIT}$
 $\alpha_5 = \min(\mu_{\text{pmt}}\text{BANYAK}[16500]; \mu_{\text{psd}}\text{SEDIKIT}[500]; \mu_{\text{bhn}}\text{bkuSEDIKIT}[200])$
 $\alpha_5 = \min(0,875; 0,523809524; 0,333333333)$
 $\alpha_5 = 0,333333333$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R5] pada persamaan di atas maka nilai z_5 adalah :

$Z_5 = 17800 - 0,333333333 (17800 - 13000)$
 $Z_5 = 17800 - 0,333333333 (4800)$
 $Z_5 = 17800 - 1600$
 $Z_5 = 16200$

[R6] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan SEDIKIT AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R6] yang dinotasikan dengan α_6 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$\alpha_6 = \mu_{\text{pmt}}\text{BANYAK} \cap \mu_{\text{psd}}\text{SEDIKIT} \cap \mu_{\text{bhn}}\text{bkuBANYAK}$
 $\alpha_6 = \min(\mu_{\text{pmt}}\text{BANYAK}[16500]; \mu_{\text{psd}}\text{SEDIKIT}[500]; \mu_{\text{bhn}}\text{bkuBANYAK}[200])$
 $\alpha_6 = \min(0,875; 0,523809524; 0,666666667)$
 $\alpha_6 = 0,523809524$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERTAMBAH dalam aturan fuzzy [R6] pada persamaan di atas maka nilai z_6 adalah :

$Z_6 = 13000 + 0,523809524 (17800 - 13000)$

$$Z6 = 13000 + 0,523809524 (4800)$$

$$Z6 = 13000 + 2514,285714$$

$$Z6 = 15514,285714$$

[R7] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku SEDIKIT THEN Jumlah Produksi BERKURANG

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R7] yang dinotasikan dengan α_7 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$$\alpha_7 = \mu_{\text{pmtBANYAK}} \cap \mu_{\text{psdBANYAK}} \cap \mu_{\text{bhnkkuSEDIKIT}}$$

$$\alpha_7 = \min (\mu_{\text{pmtBANYAK}}[16500]; \mu_{\text{psdBANYAK}}[500];$$

$$\mu_{\text{bhnkkuSEDIKIT}}[200])$$

$$\alpha_7 = \min (0,875; 0,476190476; 0,333333333)$$

$$\alpha_7 = 0,333333333$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERKURANG dalam aturan fuzzy [R7] pada persamaan di atas maka nilai z_7 adalah :

$$Z7 = 17800 - 0,333333333 (17800 - 13000)$$

$$Z7 = 17800 - 0,333333333 (4800)$$

$$Z7 = 17800 - 1600$$

$$Z7 = 16200$$

[R8] IF Permintaan BANYAK AND Persediaan BANYAK AND Bahan Baku BANYAK THEN Jumlah Produksi BERTAMBAH

Nilai keanggotaan anteseden untuk aturan fuzzy [R8] yang dinotasikan dengan α_8 diperoleh dengan rumusan sebagai berikut :

$$\alpha_8 = \mu_{\text{pmtBANYAK}} \cap \mu_{\text{psdBANYAK}} \cap \mu_{\text{bhnkkuBANYAK}}$$

$$\alpha_8 = \min (\mu_{\text{pmtBANYAK}}[16500]; \mu_{\text{psdBANYAK}}[500];$$

$$\mu_{\text{bhnkkuBANYAK}}[200])$$

$$\alpha_8 = \min (0,875; 0,476190476; 0,666666667)$$

$$\alpha_8 = 0,476190476$$

Menurut fungsi keanggotaan himpunan produksi barang BERTAMBAH dalam aturan fuzzy [R8] pada persamaan di atas maka nilai z_8 adalah :

$$Z8 = 13000 + 0,476190476 (17800 - 13000)$$

$$Z8 = 13000 + 0,476190476 (4800)$$

$$Z8 = 13000 + 2285,714286$$

$$Z8 = 15285,714286$$

3.4. Defuzzifikasi

Pada metode *tsukamoto*, untuk menentukan *output crisp* rata-rata terpusat atau defuzzifikasi, yaitu :

$$Z = \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + (\alpha_3 * z_3) + (\alpha_4 * z_4) + (\alpha_5 * z_5) + (\alpha_6 * z_6) + (\alpha_7 * z_7) + (\alpha_8 * z_8)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 + \alpha_7 + \alpha_8}$$

$$Z = \frac{2150 + 2150 + 2150 + 2150 + 5400 + 8126,530612 + 5400 + 7278,911565}{0,125 + 0,125 + 0,125 + 0,125 + 0,333333333 + 0,523809524 + 0,333333333 + 0,476190476}$$

$$Z = \frac{34805,44218}{2,166666667}$$

$$Z = 16064,05024$$

Hasil defuzzifikasi menghasilkan nilai $Z = 16.064$, sehingga jumlah produksi optimal pada tanggal 1 November 2025 adalah 16.064 potong.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Logic Tsukamoto dapat digunakan secara efektif untuk menentukan jumlah produksi optimal pada usaha tahu berskala kecil. Berdasarkan data produksi bulan Oktober

2025, diperoleh rekomendasi jumlah produksi optimal sebesar 16.064 potong. Metode ini dapat membantu pelaku usaha dalam mengurangi risiko kelebihan atau kekurangan produksi. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan sistem berbasis aplikasi, menambah variabel baru seperti jam kerja dan kapasitas tenaga kerja, serta membandingkan metode Tsukamoto dengan metode fuzzy lainnya

REFERENSI

- [1] P. K. P. T. T. I. (PRIMKOPTI), "Laporan Tahunan Produksi dan Konsumsi Kedelai Nasional," *Lap. Tah. PRIMKOPTI*, 2022.
- [2] B. P. S. (BPS), "Ringkasan Eksekutif Pengeluaran dan Konsumsi Penduduk Indonesia Maret 2024." 2024. [Online]. Available: <https://assets.dataindonesia.id/2025/01/24/1737706370848-90-24.-ringkasan-eksekutif-pengeluaran-dan-konsumsi-penduduk-indonesia--maret-2024.pdf>
- [3] K. P. R. Indonesia, "Statistik Neraca Perdagangan Komoditas Kedelai 2022." 2023. [Online]. Available: <https://satudata.pertanian.go.id/details/publikasi/519>
- [4] B. S. N. (BSN), "Standar Nasional Indonesia: Produk Olahan Kedelai," *SNI 01-3144-2021*, 2021.
- [5] A. Supriyadi and T. Rahayu, "Analisis Efisiensi Produksi Tempe pada Industri Kecil Menengah di Jawa Tengah," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 21, no. 3, pp. 45–52, 2020, doi: 10.25077/jtp.21.3.45-52.2020.
- [6] M. Handayani and D. Nugroho, "Keterkaitan Fluktuasi Harga Kedelai dan Daya Saing Usaha Tahu Tempe," *J. Agribisnis Indones.*, vol. 9, no. 2, pp. 123–133, 2021, doi: 10.29244/jai.9.2.123-133.
- [7] F. Rahman and S. Wulandari, "Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto untuk Pengendalian Produksi pada Industri Pangan," *J. Sist. Cerdas*, vol. 5, no. 1, pp. 22–31, 2023, doi: 10.32764/jsc.5.1.22.
- [8] R. Andika and A. Nur, "Penerapan Metode Fuzzy dalam Penjadwalan Produksi Tahu," *J. Sains Komput.*, vol. 8, no. 1, pp. 33–40, 2020, doi: 10.33330/jsk.v8i1.777.
- [9] P. Sari and R. Hidayat, "Optimasi Proses Produksi Menggunakan Metode Logika Fuzzy di UMKM Pangan," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 4, pp. 200–208, 2022, doi: 10.25047/jtsi.v11i4.200.
- [10] I. Saputra and Z. Arifin, "Perancangan Sistem Otomasi Produksi Tempe Berbasis Logika Fuzzy," *J. Elektro dan Inform.*, vol. 10, no. 3, pp. 77–86, 2022, doi: 10.22146/jei.v10i3.908.
- [11] D. Fitria and R. Kusuma, "Implementasi Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Tingkat Produksi Optimal," *J. Teknol. Komput. dan Sist. Inf.*, vol. 11, no. 2, pp. 115–123, 2023, doi: 10.30865/jtksi.v11i2.4319.
- [12] S. Rahayu and D. Utami, "Pengembangan Sistem Pengambilan Keputusan Fuzzy untuk Industri Rumah Tangga," *J. Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 1, pp. 50–58, 2021, doi: 10.32764/jik.v6i1.2089.
- [13] Y. Nugraha and P. Siregar, "Penerapan Logika Fuzzy Tsukamoto pada Penjadwalan Produksi Pangan," *J. Rekayasa Sist.*, vol. 5, no. 2, pp. 70–78, 2023, doi: 10.31294/jrs.v5i2.3122.
- [14] R. Setiawan and T. Hidayah, "Pemodelan Sistem Produksi Cerdas Menggunakan Fuzzy Tsukamoto," *J. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 9, no. 3, pp. 99–107, 2022, doi: 10.28932/jtr.v9i3.3009.
- [15] B. Santoso and E. Dewanto, "Penerapan Fuzzy Tsukamoto untuk Peningkatan Efisiensi Produksi di Sektor Pangan," *J. Sains dan Teknol. Terap.*, vol. 12, no. 1, pp. 11–20, 2024, doi: 10.31980/jstt.v12i1.5012.
- [16] K. Wijaya and F. Anggraini, "Studi Efisiensi Energi pada Produksi Tahu Skala Kecil," *J. Energi dan Lingkung.*, vol. 14, no. 2, pp. 120–129, 2022, doi: 10.30595/jel.v14i2.4255.
- [17] H. Arif and W. Susanti, "Sistem Cerdas untuk Efisiensi Produksi Menggunakan Logika Fuzzy," *J. Sist. Inf.*, vol. 18, no. 1, pp. 13–21, 2022, doi: 10.20961/jsi.v18i1.420.