

Optimization Of Onion Crackers Production Using Fuzzy Logic Mamdani Method

[Optimasi Produksi Krupuk Bawang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani]

Mochamad Amirul Afi¹⁾, Hindarto Hindarto^{*,2)}, Ade Eviyanti³⁾

¹⁾Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

^{2),3)}Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: hindarto@umsida.ac.id

Abstract. *By using minimal cost in the maximum product sales will generate optimal profits. The factor of using cost greatly affects the optimal result. Therefore, it is necessary to plan the number of products in a medium and above business in order to continue to produce products to meet market demand. The demand and inventory of goods are factors that need to be considered. Inventory is very difficult to find out when using manual calculations. Therefore, a method is needed to ensure the availability of production goods. In this study, the method used was Mamdani's fuzzy logic. The results of this study are to predict the amount of onion cracker products in the calculation of fuzzy mamdani logic. It is hoped that the results of this study can help medium and upper businesses to determine the number of products that are in accordance with consumer demand. From the calculation results, by entering an input variable of 810 packs and an inventory of 150 packs, the output is 700 packs.*

Keywords - optimal; fuzzy; mamdani

Abstrak. *Dengan menggunakan biaya minimal dalam penjualan produk yang maksimal akan menghasilkan keuntungan optimal. Faktor penggunaan biaya sangat mempengaruhi hasil optimal. Maka dari itu, diperlukan perencanaan jumlah produk dalam suatu usaha menengah keatas agar terus menghasilkan produk untuk memenuhi permintaan pasar. Permintaan dan persediaan barang adalah factor-faktor yang perlu diperhatikan. Persediaan barang sangat sulit diketahui apabila menggunakan perhitungan manual. Maka dari itu diperlukannya metode untuk menjamin ketersediaan barang produksi. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah logika fuzzy Mamdani. Hasil penelitian ini untuk memprediksi jumlah produk krupuk bawang dalam perhitungan logika fuzzy mamdani. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membantu usaha menengah keatas untuk menentukan jumlah produk yang sesuai dengan permintaan konsumen. Dari hasil perhitungan dengan memasukkan variabel input sebanyak 810 bungkus dan persediaan sebanyak 150 bungkus maka keluarannya adalah 700 kemasan,*

Kata Kunci – optimal; fuzzy; mamdani;

I. PENDAHULUAN

Resesi adalah kondisi di mana melambatnya kegiatan ekonomi dalam situasi sekarang banyak para pekerja yang diberhentikan secara paksa sehingga membuat mereka harus mengeluarkan inovasi baru untuk melanjutkan kegiatan ekonomi. Salah satunya membuat bisnis dibidang industri, baik barang atau jasa adalah salah satu opsi untuk mencapai kehidupan yang layak. Di sisi lain, kreativitas ekonomi meningkat. Setiap orang berlomba-lomba menjadi pengusaha, menjadi produsen, menjadi pemasar dan masih banyak lagi pekerjaan-pekerjaan lain yang sebelumnya tidak ingin mereka lakukan. Perekonomian melemah sehingga menyisakan pertanyaan kapan akan pulih [1].

Menciptakan bisnis baru dibidang industri, baik barang atau jasa adalah salah satu opsi untuk mencapai kehidupan yang layak. Perencanaan yang matang dapat mendapatkan penjualan yang maksimal dengan pengeluaran minimal akan memperoleh hasil yang optimal. Perencanaan produksi adalah proses organisasi sumber daya seperti tenaga kerja, bahan baku, mesin, dan peralatan dalam periode waktu tertentu sesuai dengan jadwal yang diantisipasi. Ini juga mencakup estimasi permintaan produk atau layanan yang akan disediakan oleh perusahaan di masa yang akan datang [2].

Salah satu bisnis sekarang yang banyak ditekuni oleh masyarakat adalah bisnis makanan ringan. Salah satunya makanan ringan yaitu Kerupuk Bawang. Kerupuk bawang merupakan salah satu makanan ringan yang populer di masyarakat. Permintaan yang tinggi terhadap kerupuk bawang membuat produsen perlu meningkatkan efisiensi produksi untuk memenuhi kebutuhan pasar yang terus berkembang [3].

Kerupuk bawang menjadi jajanan favorit banyak orang. Tingginya permintaan kerupuk bawang menuntut produsen untuk meningkatkan efisiensi produksinya untuk memenuhi permintaan pasar yang terus meningkat. Masyarakat sangat menyukai kerupuk bawang karena dianggap sebagai makanan pendamping yang populer. Sehingga permintaan pasar sangat meningkat [4].

Logika fuzzy adalah teknik yang membantu mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan. Dalam konteks optimalisasi produksi kerupuk bawang, logika fuzzy membantu dalam pengaturan dan optimalisasi nilai parameter produksi dengan mempertimbangkan kondisi yang berbeda. Ide dasar dari konsep fuzzy adalah cara sederhana untuk menghubungkan ruang input dengan ruang output. Pada intinya, himpunan fuzzy adalah ekstensi dari himpunan tegas, yang memisahkan kelompok individu ke dalam dua kategori, yaitu yang menjadi anggota dan yang bukan anggota[5].

Metode Mamdani merupakan salah satu teknik yang umum digunakan dalam logika fuzzy. Metode ini menggunakan aturan fuzzy dan fungsi keanggotaan untuk menghubungkan input dengan output. Dalam mengoptimalkan produksi kerupuk bawang, metode Mamdani dapat digunakan untuk menentukan nilai optimal dari variabel input yang mempengaruhi kualitas dan ketegasan kerupuk. Demikian pula sebuah penelitian (Priyo, 2017) menyimpulkan bahwa, "Metode Mamdani lebih relevan dan tidak terlalu rumit untuk diterapkan pada permasalahan optimasi barang"[6].

Salah satu tujuan optimalisasi produksi kerupuk bawang adalah untuk meningkatkan efisiensi. Dengan mengelola parameter produksi secara optimal, produsen dapat meminimalkan pemborosan bahan baku, energi, dan waktu, sehingga meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya produksi. Hasil optimal dicapai dengan penjualan maksimum dan biaya minimum. Penjualan yang maksimal berarti terpenuhinya segala keinginan yang ada[7].

Konsistensi kualitas dan kekerasan kerupuk bawang sangat penting dalam mempertahankan kepuasan konsumen. Dengan menerapkan metode Mamdani logika fuzzy dalam proses produksi, produsen dapat mencapai tingkat kualitas dan kekerasan kerupuk yang tetap sama pada setiap kesempatan produksi. Pada penelitian ini perkiraan jumlah produksi produk ditentukan dengan metode logika fuzzy Mamdan. Penggunaan metode Mamdan didasarkan pada tingkat fleksibilitas dan memiliki toleransi data yang baik[7].

Dengan pemikiran ini, berharap bahwa dengan menggunakan logika fuzzy dalam metode Mamdani untuk mengoptimalkan produksi kerupuk bawang yang akan membantu produsen meningkatkan efisiensi, konsistensi dan kualitas produksi kerupuk bawang mereka. Selain itu, penerapan metode ini juga dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan pemanfaatan sumber daya secara optimal, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, studi tentang optimalisasi produksi kerupuk bawang dengan menggunakan metode logika fuzzy Mamdani berpotensi memberikan manfaat besar bagi industri pangan dan memajukan bidang ilmu pengambilan keputusan berbasis logika fuzzy.

II. METODE

Dalam penelitian ini, mengusulkan penggunaan logika fuzzy dengan metode Mamdani untuk mengoptimalkan proses produksi kerupuk bawang. Optimalisasi produksi kerupuk bawang harian termasuk masalah yang menantang karena adanya ketidakpastian dalam jumlah permintaan dan persediaan. Pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan logika fuzzy[8]. Hal ini dikarenakan metode ini memungkinkan peneliti untuk menentukan kualitas dengan lebih akurat. Selain itu, metode ini juga dapat mengukur tingkat saturasi lebih baik dibandingkan metode lainnya[9]. Metode ini memungkinkan penyesuaian produksi berdasarkan pada kondisi yang tidak pasti dan kompleks dalam lingkungan produksi.

Variabel input yang digunakan meliputi jumlah bahan baku, suhu penggorengan, dan lama penggorengan, sementara variabel outputnya adalah kualitas produk. Langkah-langkah metode Mamdani digunakan untuk merumuskan aturan-aturan fuzzy berdasarkan pengetahuan ahli dalam industri kerupuk bawang. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penggunaan logika fuzzy dengan metode Mamdani dapat meningkatkan kualitas produk kerupuk bawang dan mengoptimalkan proses produksinya.

Metode Mamdani dalam logika fuzzy memungkinkan untuk mengubah pengetahuan eksplisit dari para ahli industri menjadi aturan-aturan fuzzy. Aturan-aturan ini kemudian digunakan dalam proses inferensi untuk menentukan kualitas produk yang optimal berdasarkan kondisi input yang diberikan. Dengan demikian, dapat mengoptimalkan proses produksi kerupuk bawang dengan mempertimbangkan kondisi-kondisi yang tidak pasti atau kabur dengan menggunakan logika fuzzy. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi kerupuk bawang serta menjadi landasan untuk penelitian lebih lanjut dalam penerapan teknologi fuzzy dalam industri makanan. Untuk menentukan output diperlukan 4 langkah berikut:

1. Pembentukan Himpunan Fuzzy
Menentukan semua variabel yang ikut terlibat dalam proses atau perhitungan yang akan ditentukan. Pada metode mamdani variabel input ataupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan.
2. Penerapan Fungsi Implikasi

komponen kunci dalam sistem logika fuzzy yang menghubungkan aturan-aturan linguistik (if-then) dengan variabel input dan output yang didefinisikan dalam himpunan fuzzy. Fungsi ini menentukan bagaimana nilai keanggotaan dari variabel input berkontribusi terhadap nilai keanggotaan dari variabel output.

3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan dalam logika fuzzy metode Mamdani melibatkan evaluasi dan pengaktifan aturan berdasarkan nilai input, diikuti dengan penggabungan hasil dari aturan-aturan yang aktif menggunakan operasi agregasi seperti maksimum atau rata-rata. Setiap aturan fuzzy dievaluasi untuk setiap kombinasi nilai input x dan y , di mana x dan y adalah variabel input yang memiliki fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ dan $\mu_B(y)$ masing-masing. Hasil dari semua aturan yang aktif digabungkan menggunakan fungsi agregasi, seperti maksimum (MAX), untuk menghasilkan nilai output fuzzy yang terintegrasi. Ini dinyatakan dalam bentuk:

$$\mu_C(z) = \max(\mu_{C1}(z), \mu_{C2}(z), \dots, \mu_{Cn}(z))$$

4. Penegasan/Defuzzykasi

Defuzzyfikasi adalah tahapan terakhir atau penegasan, pada metode mamdani menggunakan perhitungan centroid. Defuzzykasi biasanya disebut dengan perubahan kembali data – data fuzzy kedalam bentuk numerik yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian [10]. Rumusnya adalah :

$$Z_{\text{centroid}} = \frac{\sum \mu_C(z) \cdot z}{\sum \mu_C(z)}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Informasi ini diambil dari proses produksi untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Informasi permintaan, persediaan, dan hasil produksi bulan Juni-Juli disajikan pada Tabel 1. Data permintaan dan persediaan diperlukan untuk menentukan hasil produksi minggu ke-2 bulan Juli. Data permintaan diperoleh setelah menerima permintaan pasar sebanyak 810 bungkus dan persediaan sebanyak 150 bungkus.

Tabel 1. Data permintaan, persediaan dan hasil produksi

Bulan (minggu)	Persediaan (Kemasan)	Perimntaan (Kemasan)	Hasil Produksi (Kemasan)
Juni (1)	20	700	800
Juni (2)	150	850	700
Juni (3)	180	600	750
Juni (4)	200	650	600
Juli (1)	150	750	800
Juli (2)	150	810	?

B. Pembentukan Himpunan Fuzzy

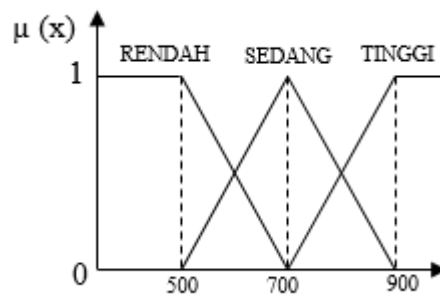
Berdasarkan Tabel 1 dapat dibentuk nilai variable dan himpunan fuzzy seperti Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Nilai Variabel dan Himpunan Fuzzy

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Himpunan Semesta
Input	Permintaan	Tinggi, Sedang dan Rendah	(1 – 900)
	Persediaan	Banyak, Sedang dan Sedikit	(0 – 200)
Output	Hasil Produksi	Bertambah, Sedang dan Berkurang	(1 – 900)

1) Variable Fuzzy Permintaan

Variabel Fuzzy Permintaan memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu : Tinggi, Sedang dan Rendah. Grafik Variabel Permintaan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik Variabel Permintaan

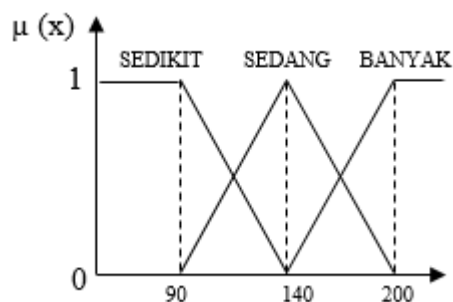
$$\mu_{\text{pmtrendah}}(x) \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x \geq 500 \\ \frac{700-x}{700-500} & 500 \leq x \leq 700 \\ 1 & x \leq 500 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{\text{pmtsedang}}(x) \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x \leq 500 \cup x \geq 700 \\ \frac{x-500}{700-500} & 500 \leq x \leq 700 \\ \frac{900-x}{900-700} & 700 \leq x \leq 900 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{\text{pmttinggi}}(x) \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x \leq 700 \\ \frac{x-700}{900-700} & 700 \leq x \leq 900 \\ 1 & x \geq 900 \end{array} \right\}$$

2) Variabel Fuzzy Persediaan

Variabel Fuzzy Persediaan memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu: Banyak, Sedang dan Sedikit. Grafik Variabel Persediaan ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Variabel Persediaan

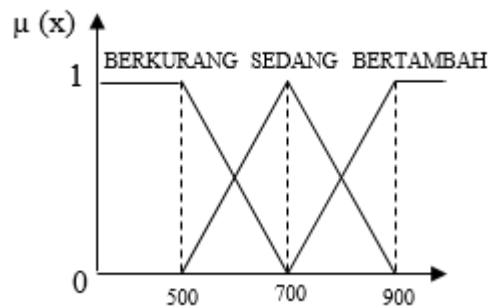
$$\mu_{\text{psdsedikit}}(x) \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x \geq 140 \\ \frac{140-x}{140-90} & 90 \leq x \leq 140 \\ 1 & x \leq 90 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{\text{psdsedang}}(x) \left\{ \begin{array}{ll} 0 & x \leq 90 \cup x \geq 200 \\ \frac{x-90}{140-90} & 90 \leq x \leq 140 \\ \frac{200-x}{200-140} & 140 \leq x \leq 200 \end{array} \right\}$$

$$\mu_{psdbanyak}(x) \left[\begin{array}{ll} 0 & x \leq 140 \\ \frac{x-140}{200-140} & 140 \leq x \leq 200 \\ 1 & x \geq 200 \end{array} \right]$$

3) Variabel Fuzzy Hasil Produksi

Variabel Fuzzy Hasil Produksi memiliki 3 himpunan fuzzy yaitu : Bertambah, Sedang dan Berkurang. Grafik Variabel Hasil Produksi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Variabel Hasil Produksi

$$\mu_{hspberkurang}(x) \left[\begin{array}{ll} 0 & x \geq 500 \\ \frac{700-x}{700-500} & 500 \leq x \leq 700 \\ 1 & x \leq 500 \end{array} \right]$$

$$\mu_{hspsedang}(x) \left[\begin{array}{ll} 0 & x \leq 500 \cup x \geq 700 \\ \frac{x-500}{700-500} & 500 \leq x \leq 700 \\ \frac{900-x}{900-700} & 700 \leq x \leq 900 \end{array} \right]$$

$$\mu_{hspbertainambah}(x) \left[\begin{array}{ll} 0 & x \leq 700 \\ \frac{x-700}{900-700} & 700 \leq x \leq 900 \\ 1 & x \geq 900 \end{array} \right]$$

C. Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah menentukan fungsi keanggotaan variable, maka terbentuklah aturan logika *fuzzy*. Berdasarkan data yang ditentukan, dapat dibentuk aturan-aturan sebagai berikut :

- 1) Rule 1 : IF permintaan rendah AND persediaan banyak THEN hasil produksi berkurang
- 2) Rule 2 : IF permintaan rendah AND persediaan sedikit THEN hasil produksi berkurang
- 3) Rule 3 : IF permintaan rendah AND persediaan sedang THEN hasil produksi berkurang
- 4) Rule 4 : IF permintaan sedang AND persediaan banyak THEN hasil produksi berkurang
- 5) Rule 5 : IF permintaan sedang AND persediaan sedikit THEN hasil produksi bertambah
- 6) Rule 6 : IF permintaan sedang AND persediaan sedang THEN hasil produksi sedang
- 7) Rule 7 : IF permintaan tinggi AND persediaan banyak THEN hasil produksi bertambah
- 8) Rule 8 : IF permintaan tinggi AND persediaan sedikit THEN hasil produksi bertambah
- 9) Rule 9 : IF permintaan tinggi AND persediaan sedang THEN hasil produksi tinggi

Selanjutnya menentukan nilai keanggotaan berdasarkan aturan fuzzy yang telah dibentuk seperti berikut :

- 1) Aturan R1, $\alpha\text{-R1} = \mu_{pmtrendah} \cap \mu_{psdbanyak}$
 $= \min((810),(150))$

- $$= \min(0;0,5)$$
- $$= 0$$
- 2) Aturan R2, α -R2 = $\mu_{\text{pmtrendah}} \cap \text{psdsedikit}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0;0)$$
- $$= 0$$
- 3) Aturan R3, α -R3 = $\mu_{\text{pmtrendah}} \cap \text{psdsedang}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0;0,25)$$
- $$= 0$$
- 4) Aturan R4, α -R4 = $\mu_{\text{pmtsedang}} \cap \text{psdbanyak}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,16;0,45)$$
- $$= 0,16$$
- 5) Aturan R5, α -R5 = $\mu_{\text{pmtsedang}} \cap \text{psdsedikit}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,2;0)$$
- $$= 0$$
- 6) Aturan R6, α -R6 = $\mu_{\text{pmtsedang}} \cap \text{psdsedang}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,45;0,83)$$
- $$= 0,45$$
- 7) Aturan R7, α -R7 = $\mu_{\text{pmttinggi}} \cap \text{psdbanyak}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,55;0,16)$$
- $$= 0,16$$
- 8) Aturan R8, α -R8 = $\mu_{\text{pmttinggi}} \cap \text{psdsedikit}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,8;0)$$
- $$= 0$$
- 9) Aturan R9, α -R9 = $\mu_{\text{pmttinggi}} \cap \text{psdsedang}$
- $$= \min((810),(150))$$
- $$= \min(0,55;0,83)$$
- $$= 0,55$$

D. Komposisi Aturan

Setelah perhitungan yang telah dilakukan dapat ditentukan nilai dari masing-masing aturan sebagai berikut :

$$A1 = \frac{a1-500}{700-500} = 0,45$$

$$a1 = 590$$

$$A2 = \frac{a2-500}{700-500} = 0,16$$

$$a2 = 532$$

$$A3 = \frac{900-a3}{900-700} = 0,55$$

$$a3 = 790$$

$$A4 = \frac{900-a4}{900-700} = 0,16$$

$$a4 = 868$$

Dengan demikian fungsi keanggotaan untuk komposisi yaitu :

$$\mu(z)\text{Produksi} : \left\{ \begin{array}{ll} 0,16 ; & z \leq 532 \\ \frac{a2-500}{700-500} & 590 \leq z \leq 790 \\ 0,55 ; & z \geq 868 \end{array} \right\}$$

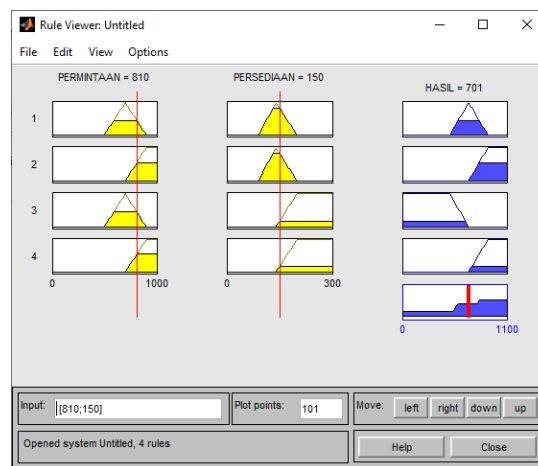
E. Defuzzykasi

Defuzzyfikasi adalah tahapan terakhir atau penegasan, pada metode mamdani menggunakan perhitungan centroid. Defuzzykasi biasanya disebut dengan perubahan kembali data – data fuzzy kedalam bentuk numerik yang dapat dikirimkan ke peralatan pengendalian [10].

Titik pusat dapat diperoleh sebagai berikut :

$$Z = \frac{0,45.590+0,55.790+0,16.532+0,16.868}{0,45+0,55+0,16+0,16} = \frac{924}{1,32} = 700$$

Jadi, hasil produksi pada bulan juli minggu 2 adalah 700 kemasan.



Gambar 4. FIS Editor

Setelah melakukan perhitungan manual sistem inferensi fuzzy metode mamdani, kemudian mencoba menggunakan aplikasi FIS Editor yang terdapat di Matlab seperti Gambar 4.

Hasil menggunakan FIS Editor pada aplikasi matlab dengan memasukkan data bulan juli minggu 2 yaitu 701 kemasan.

VII. SIMPULAN

Perhitungan optimasi produksi kerupuk bawang dapat dilakukan menggunakan logika fuzzy metode mamdani. Hasil dari perhitungan manual dan menggunakan FIS editor pada aplikasi matlab tidak memiliki perbedaan yang jauh. Memiliki hasil yang relatif sama yaitu sebesar 700 kemasan pada bulan Juli minggu ke-2. Dalam penelitian ini hanya menggunakan metode mamdani, sehingga dalam penelitian berikutnya bisa menggunakan metode yang lain agar menambah referensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Allah SWT. Atas segala rahmat dan hidayahnya sehingga jurnal ini dapat diselesaikan. Terima kasih kepada bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat. Terimakasih kepada kedua orang tua yang terus mendoakan agar mendapatkan ilmu yang bermanfaat. Terima kasih kepada teman-teman dan sahabat yang memberikan support dan semangat pada saat pembuatan jurnal ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] N. Nama Penulis Judul Artikel, “DAFTAR PENULIS DAN JUDUL ARTIKEL BUKU ‘BERUBAH SEIRING WAKTU.’”
- [2] W. Toto Priyo, “PENERAPAN LOGIKA FUZZY DALAM OPTIMASI PRODUKSI BARANG MENGGUNAKAN METODE MAMDANI,” 2017.
- [3] L. Kegiatan and W. Mb-Km, “BISNIS MAKANAN RINGAN ‘AWAN SNACK’: BISNIS MENGETUK LANGIT.”
- [4] M. Dio Indranata and D. Andesta, “Pengendalian Kualitas Produk Kerupuk Bawang Menggunakan Metode Seven Tools (Studi Kasus: UMKM Kerupuk Dinda),” *Serambi Engineering*, vol. VII, no. 2, 2022.
- [5] M. Metode, T. Dan, M. Mamdani, and J. E. Candra, “”APLIKASI LOGIKA FUZZY DALAM OPTIMISASI PRODUKSI BARANG.”
- [6] O. Pengadaan Jumlah Produksi, M. Badrul, A. Asari Sofia Romadona STMIK Nusa Mandiri Jl Damai No, and W. Jati Barat Jakarta Selatan, “Optimalisasi Pengadaan Jumlah Produksi Barang Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani,” *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. 4, pp. 128–141, 2020, [Online]. Available: <http://tunasbangsa.ac.id/ejurnal/index.php/jsakti>
- [7] B. Muflikhudin, “OPTIMASI PRODUKSI KERIPIK PANGSIT MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY METODE MAMDANI.”
- [8] Ansar, R. Karim, Salim, and E. Khudriah, “Implementasi Fuzzy Inference System Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani Untuk Optimalisasi Produksi Tahu,” *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, vol. 8, no. 1, pp. 276–285, 2023, doi: 10.33379/gtech.v8i1.3650.
- [9] M. Iqbhal, P. Slamet, and H. Hindarto, “Determining Tilapia Quality Using the Fuzzy Logic [Penentuan Kualitas Ikan Nila Menggunakan Metode Logika Fuzzy],” pp. 1–8.
- [10] M. Surohadi, H. Hindarto, and H. Setiawan, “Prediksi Produksi Dompok Kulit Sintetis Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani,” *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 9, no. 2, pp. 207–214, 2023, doi: 10.33795/jip.v9i2.1239.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.