



**PERENCANAAN JUMLAH PRODUKSI MENGGUNAKAN
FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI
(Studi Kasus pada UMKM Afa Cokelat)**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
Sarjana pada program studi Matematika*

SKRIPSI

Oleh

**Putri Susilowati
NIM 191810101072**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN MATEMATIKA
JEMBER
2023**



**PERENCANAAN JUMLAH PRODUKSI MENGGUNAKAN
FUZZY INFERENCE SYSTEM MAMDANI
(Studi Kasus pada UMKM Afa Cokelat)**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar
Sarjana pada program studi Matematika*

SKRIPSI

Oleh

**Putri Susilowati
NIM 191810101072**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN MATEMATIKA
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Ibu dan Ayah penulis yang tersayang;
2. Guru-guru penulis sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



MOTTO

Pakai tenagamu untuk hal-hal baik, apapun bentuknya.

(Putri Susilowati)



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Susilowati

NIM : 191810101072

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Perencanaan Jumlah Produksi menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani (Studi Kasus pada UMKM Afa Cokelat)*

adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2023

Yang menyatakan,

Putri Susilowati
NIM 191810101072

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul *Perencanaan Jumlah Produksi menggunakan Fuzzy Inference System Mamdani (Studi Kasus pada UMKM Afa Cokelat)* telah diuji dan disetujui pada

Hari :
Tanggal :
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Ketua,

Anggota I,

Abduh Riski, S.Si., M.Si.
NIP 199004062015041001

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.
NIP 197211291998021001

Anggota II,

Anggota III,

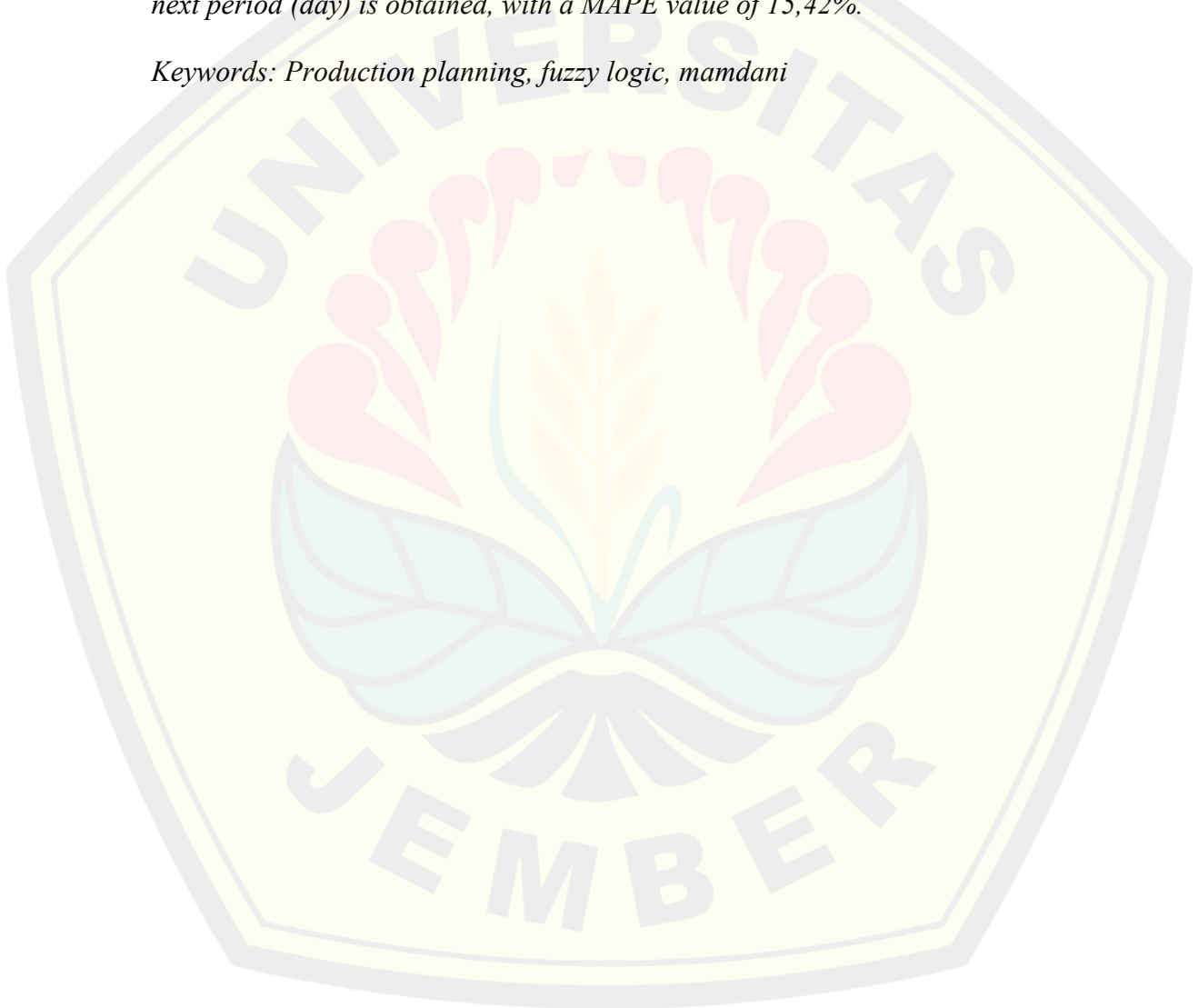
Dr. Kiswara Agung Santoso., S.Si., M.Kom. NIP 197209071998031003

Dian Anggraeni, S.Si., M.Si.
NIP 198202162006042002

ABSTRACT

Problems regarding uncertainty are often faced in everyday life, so a method is needed to solve the uncertainty, namely with fuzzy logic. In this study, measurements were made to handle the uncertainty of production planning using the fuzzy logic of the Mamdani method. The stages of the process carried out in this study are (a) fuzzyfication (b) application of implication functions (c) rule composition (d) defuzzyfication. This research uses the centroid method at the defuzzyfication stage. The determination of the amount of chocolate lollipop production is carried out by entering input variables in the form of the amount of demand, supply, and labor so that the output of the amount of production for the next period (day) is obtained, with a MAPE value of 15,42%.

Keywords: Production planning, fuzzy logic, mamdani



RINGKASAN

Perencanaan produksi sangat diperlukan untuk menjaga keuntungan perusahaan tetap maksimal. Persaingan antar perusahaan yang semakin kompetitif merupakan permasalahan pada hampir semua perusahaan industri. Permasalahan tersebut mengharuskan produsen memiliki rencana produksi agar mampu bersaing dengan perusahaan yang sejenis. Salah satu metode yang bisa diterapkan dalam perencanaan produksi yaitu *Fuzzy Mamdani*.

Penelitian ini menggunakan data harian UMKM Afa Cokelat periode Januari sampai dengan Desember 2022. Pengambilan data diperoleh langsung dari arsip UMKM Afa Cokelat, variabel *input* yang digunakan adalah jumlah permintaan, persediaan, dan jumlah tenaga kerja. Tahapan proses yang dilakukan untuk mendapatkan *output* (a) *fuzzyfikasi* (b) aplikasi fungsi implikasi (c) komposisi aturan (d) *defuzzyfikasi*. Penelitian ini menggunakan metode *centroid* pada tahap *defuzzyfikasinya*.

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *fuzzy Mamdani* untuk mendapatkan *output* berupa prediksi jumlah produksi pada hari berikutnya. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data faktual UMKM pada hari yang sama untuk mendapatkan nilai *MAPE*, diperoleh nilai sebesar 15,42%. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil prediksi baik, sehingga *fuzzy Mamdani* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi coklat lolipop di UMKM Afa Cokelat.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini, yang tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Abduh Riski, S.Si., M.Si. dan Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran, serta memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini;
2. Dr. Kiswara Agung Santoso, S.Si., M.Kom. dan Dian Anggraeni, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dari awal masa perkuliahan;
4. Seluruh guru sejak taman kanak-kanak hingga sekarang, dosen dan staff Fakultas MIPA Universitas Jember yang telah memberikan ilmunya selama masa sekolah hingga perkuliahan;
5. Pihak UMKM Afa Cokelat yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melakukan penelitian;
6. Ibu dan Ayah yang senantiasa memberikan doa dan kasih sayang tanpa batas;
7. Adik dan kerabat dekat penulis yang telah memberikan hiburan;
8. Sahabat sekaligus saudara penulis, Fila, Meta, Eytata, Zakiya, Tasya, Laila yang selalu memberikan semangat dan menemani dalam penulisan skripsi ini;
9. Teman-teman Calculus 2019, UKMS Titik, kakak tingkat dan adik tingkat yang telah memberikan pengalamannya selama masa perkuliahan;
10. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini dan tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

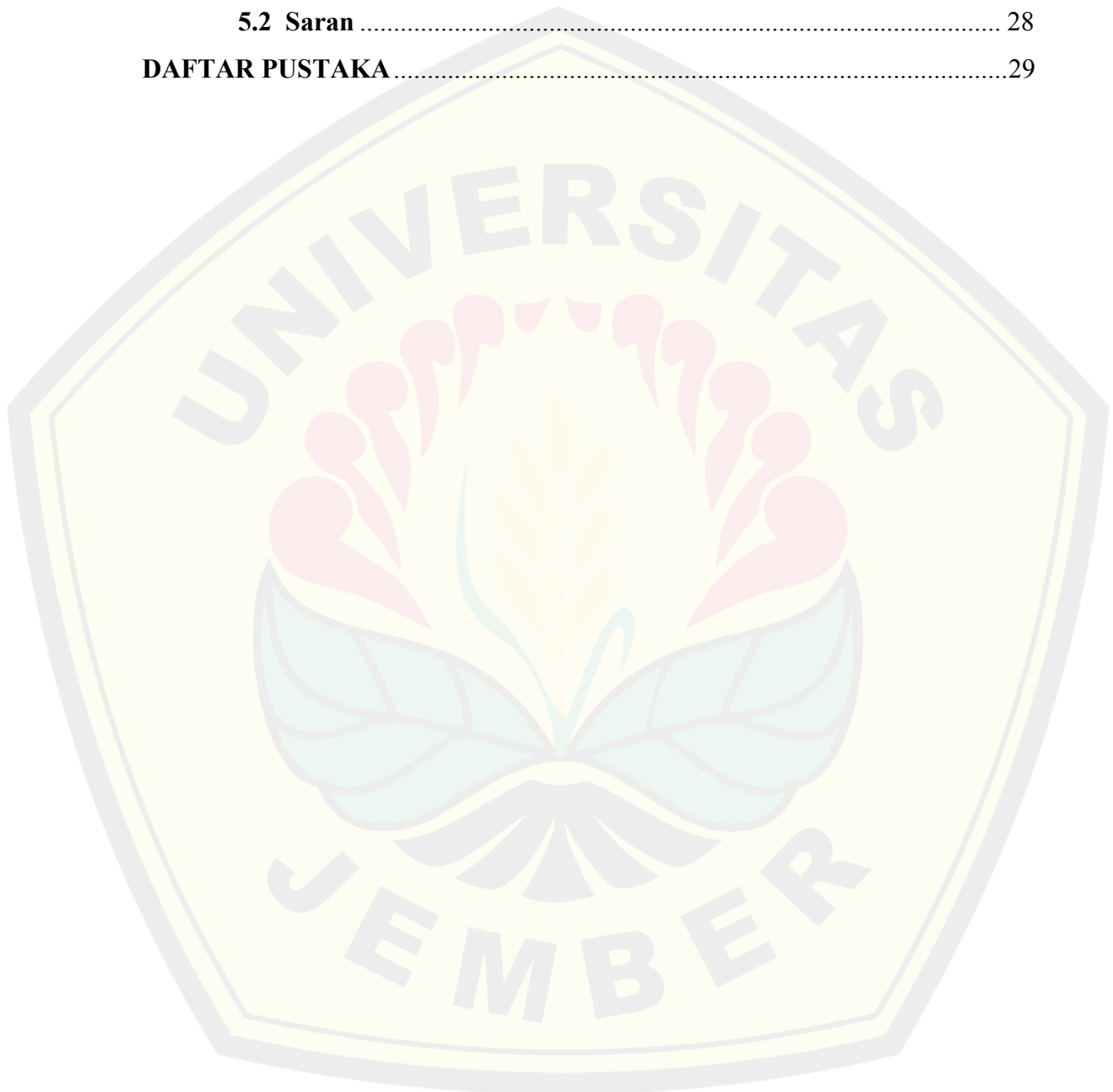
Jember, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

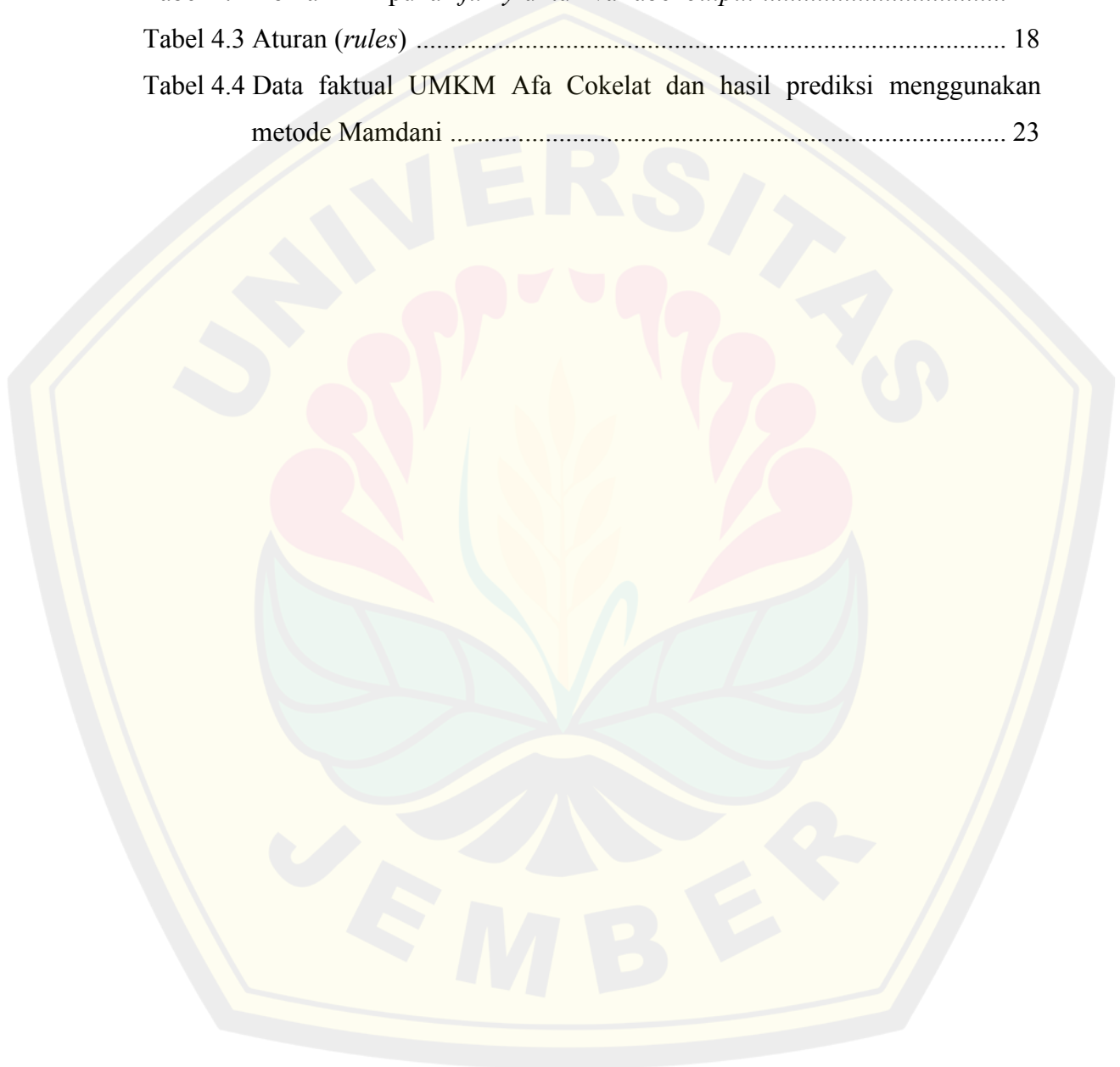
HALAMAN JUDUL	i
PERSEMBAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
ABSTRACT.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Perencanaan Produksi.....	4
2.2 Logika <i>Fuzzy</i>.....	4
2.2.1 Definisi Logika <i>Fuzzy</i>	4
2.2.2 Himpunan <i>Fuzzy</i>	4
2.2.3 Operator – operator <i>Fuzzy</i>	6
2.2.4 Fungsi Keanggotaan.....	6
2.2.5 Metode <i>Fuzzy</i> Mamdani.....	8
2.3 <i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>.....	10
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Pengumpulan Data Penelitian	11
3.2 Mengimplementasikan FIS Mamdani pada Data.....	12
3.3 Menghitung <i>MAPE</i>	13

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani	14
4.2 Uji MAPE	22
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Range</i> perhitungan <i>MAPE</i>	10
Tabel 3.1 Pembentukan himpunan <i>fuzzy</i>	12
Tabel 4.1 Domain himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>input</i>	14
Tabel 4.2 Domain himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel <i>output</i>	14
Tabel 4.3 Aturan (<i>rules</i>)	18
Tabel 4.4 Data faktual UMKM Afa Cokelat dan hasil prediksi menggunakan metode Mamdani	23



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi kurva segitiga.....	7
Gambar 2.2 Representasi kurva bahu kanan	7
Gambar 2.3 Representasi kurva bahu kiri.....	8
Gambar 3.1 Skema penelitian	11
Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan variabel permintaan.....	15
Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan variabel persediaan.....	16
Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan variabel tenaga kerja	17
Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan variabel produksi.....	18
Gambar 4.5 Daerah Hasil.....	20
Gambar 4.6 <i>Rule view toolbox</i> Matlab.....	22

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan gambaran umum tentang penelitian yang dilakukan yakni latar belakang termasuk hasil penelitian sebelumnya, rumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

1.1 Latar Belakang

Kakao dengan nama latin *Theobroma cacao* merupakan hasil perkebunan terbanyak ke-enam di tanah air setelah kelapa sawit, karet, kelapa, tebu dan kopi dengan hasil produksi sebesar 706,5 ribu ton pada tahun 2021 (BPS, 2022). Kakao adalah salah satu hasil perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional (Goenadi dkk., 2007). Kakao dapat diolah menjadi coklat. Cokelat merupakan salah satu produk olahan biji kakao dengan manfaat yang cukup banyak dalam bidang pangan. Salah satu pemanfaatan coklat dalam bidang pangan yaitu dengan mengolahnya menjadi coklat permen/lolipop (Fahrurrozi dkk., 2020).

UMKM Afa Cokelat merupakan industri pada pengolahan coklat di Kota Jember yang didirikan sejak 2012 dan merupakan salah satu produsen coklat lolipop. UMKM Afa Cokelat melakukan pengolahan coklat balok menjadi coklat lolipop dengan variasi bentuk. Cokelat lolipop beredar luas di pasar dengan banyak variasi dan menjadi salah satu jenis produk yang disukai oleh masyarakat. Saat ini Afa Cokelat telah mendistribusikan produknya ke berbagai daerah hingga ke luar kota.

Perencanaan produksi sangat diperlukan untuk menjaga keuntungan perusahaan tetap maksimal (Purwandito, 2017). Persaingan antar perusahaan yang semakin kompetitif merupakan permasalahan pada hampir semua perusahaan industri. Permasalahan tersebut mengharuskan produsen memiliki rencana produksi agar mampu bersaing dengan perusahaan yang sejenis (Sufarnap, 2019).

Salah satu metode yang bisa diterapkan dalam perencanaan produksi yaitu *Fuzzy Mamdani*. Sistem inferensi *fuzzy* metode Mamdani dapat disebut dengan metode *max-min* yaitu metode dalam mencari nilai keanggotaan minimum dari

setiap aturan dan nilai maksimum dari konsekuensi gabungan (Kusumadewi, 2006). Metode mamdani lebih banyak digunakan karena memiliki keunggulan yaitu bersifat intuitif, banyak diterapkan pada berbagai bidang keilmuan dan dapat diterima oleh banyak pihak (Nayak dkk., 2013). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kamsyakawuni, dkk., (2012) menunjukkan bahwa FIS Mamdani dapat digunakan untuk diagnosa penyakit hipertiroid dengan pengaplikasian sistem pakar. Input yang digunakan berupa skor gejala dan hasil tes darah (kadar TSHs dan FT4). Output yang dihasilkan berupa hasil diagnosa dengan persentase akurasi sebesar 95,45%. Penelitian lain yang dilakukan oleh Marbun dkk., (2016) tentang penerapan metode *fuzzy* Mamdani untuk merencanakan jumlah produksi roti, dan Priyo (2017) menerapkan metode *fuzzy* Mamdani untuk optimasi produksi barang menunjukkan hasil bahwa metode Mamdani efektif dan mendekati optimal dalam penerapan perencanaan jumlah produksi. Perbandingan metode *fuzzy* Mamdani dan Sugeno yang dilakukan Batubara (2017) untuk penentuan kualitas cor beton instan menunjukkan bahwa metode Mamdani lebih direkomendasikan karena hasil perhitungannya lebih mendekati hasil sebenarnya. Berdasarkan penelitian Purwandito (2017) tentang penerapan *fuzzy* Mamdani untuk perencanaan produksi, serta penelitian Sufarnap dan Sudarto (2019) mengatakan bahwa FIS Mamdani dapat diimplementasikan dalam penentuan jumlah produksi pada Eggroll Papang serta PT KN Sejahtera. Nasution (2020) mengatakan bahwa *fuzzy* Mamdani dapat menentukan jumlah produksi sesuai dengan permintaan konsumen di Salman Collection. Perhitungan dengan Mamdani lebih optimal dibandingkan dengan sistem lama, karena hasil Mamdani lebih akurat dan tidak memakan waktu lama dalam mengambil keputusan jumlah produksi. Penelitian Suprianto dan Agustin (2022) menunjukkan bahwa perencanaan jumlah produksi air mineral dapat ditentukan dengan metode *fuzzy* Mamdani untuk menghindari kekurangan atau kelebihan produksi.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa suatu perusahaan memerlukan adanya perencanaan produksi untuk meminimalkan resiko yang mungkin terjadi. Permintaan yang tidak stabil terkadang tinggi dan rendah adalah salah satu resiko yang dapat mempengaruhi aktivitas produksi.

Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti penerapan metode *fuzzy* Mamdani dalam perencanaan produksi cokelat lolipop pada UMKM Afa Cokelat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menentukan jumlah produksi cokelat lolipop berdasarkan data permintaan, persediaan, dan tenaga kerja di Afa Cokelat dengan menerapkan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk perencanaan jumlah produksi cokelat lolipop di Afa Cokelat dengan menerapkan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Bagi mahasiswa yang melakukan penelitian tentang *fuzzy* Mamdani
Memberikan informasi dan referensi mengenai penerapan *Fuzzy Inference System* metode Mamdani dalam perencanaan produksi.
- b. Bagi UMKM Afa Cokelat
Memberikan informasi tentang estimasi yang dapat dijadikan acuan pada perencanaan jumlah produksi cokelat.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan yakni perencanaan produksi, logika *fuzzy*, dan *MAPE*. Subbab logika *fuzzy* dijelaskan mengenai definisi logika *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, operator-operator *fuzzy*, fungsi keanggotaan dan metode *fuzzy* Mamdani.

2.1 Perencanaan Produksi

Produksi merupakan proses untuk mendapatkan keluaran berupa produk dari suatu bahan baku. Perencanaan produksi adalah rencana untuk menentukan jenis produk dan berapa banyak yang akan diproduksi dalam suatu periode. Perencanaan produksi dapat didefinisikan sebagai proses produksi barang dalam jangka waktu tertentu menurut perkiraan atau rencana melalui pengalokasian sumber daya. Sumber daya dapat berupa bahan baku, tenaga kerja, mesin dan kebutuhan lainnya (Sinulingga, 2009).

2.2 Logika *Fuzzy*

2.2.1 Definisi Logika *Fuzzy*

Logika *fuzzy* (logika samar) merupakan suatu cara untuk memetakan suatu ruang *input* kedalam suatu ruang *output*. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran. Suatu nilai logika *fuzzy* bisa bernilai '*true*' dan '*false*' secara bersamaan tergantung pada derajat keanggotaannya (Kusumadewi & Hartati, 2006).

2.2.2 Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* dikembangkan pada tahun 1965 oleh Lotfi A. Zadeh. Dua macam himpunan dalam logika, yaitu himpunan *crisp* (tegas) dan himpunan *fuzzy* (samar). Himpunan *crisp* adalah himpunan yang menyatakan suatu objek x merupakan anggota suatu himpunan A ketika memiliki nilai keanggotaan $\mu(x) = 1$ dan x bukan anggota himpunan A ketika $\mu(x) = 0$. Sedangkan himpunan *fuzzy* adalah himpunan yang menyatakan suatu objek dapat menjadi anggota dari

beberapa himpunan dengan nilai keanggotaan terletak antara rentang 0 sampai 1. Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut yaitu linguistik dan numeris.

Secara matematis suatu himpunan *fuzzy* A pada semesta X dapat dinyatakan sebagai himpunan pasangan terurut menggunakan Persamaan (2.1) :

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (2.1)$$

dengan $\mu_A(x)$ merupakan nilai keanggotaan x di A yang memetakan X ke ruang keanggotaan pada selang tertutup $[0,1]$.

Berikut beberapa istilah yang digunakan pada himpunan *fuzzy* (Setiadji, 2009) :

a. Variabel *fuzzy*

Variabel *fuzzy* merupakan suatu variabel yang akan dibahas pada sistem *fuzzy* contohnya permintaan, persediaan, tenaga kerja, produksi dan lain sebagainya. Variabel yang dikaitkan dengan himpunan misalnya variabel permintaan terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: himpunan *fuzzy* sedikit, himpunan *fuzzy* sedang, dan himpunan *fuzzy* banyak.

b. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah himpunan bilangan riil yang senantiasa bertambah secara monoton dari kiri ke kanan dan keseluruhan nilainya diperbolehkan untuk digunakan dalam suatu variabel *fuzzy*. Contoh semesta pembicaraan untuk variabel permintaan: $X = [0, 1400]$.

c. Domain

Domain suatu himpunan *fuzzy* adalah nilai yang diperbolehkan dalam seluruh semesta pembicaraan dan dapat digunakan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Contoh domain himpunan *fuzzy* untuk semesta $X = [0, 1400]$.

- 1) Himpunan *fuzzy* sedikit = $[0, 700]$, artinya suatu permintaan dapat dikatakan sedikit jika permintaan pelanggan antara 0 hingga 700 barang.
- 2) Himpunan *fuzzy* sedang = $[467, 934]$, artinya suatu permintaan dapat dikatakan sedang jika permintaan pelanggan antara 467 hingga 934 barang.
- 3) Himpunan *fuzzy* banyak = $[700, 1400]$, artinya suatu permintaan dikatakan banyak jika permintaan pelanggan antara 700 hingga 1400 barang.

2.2.3 Operator-operator *Fuzzy*

a. Operator *AND*

Operator ini berhubungan dengan operasi interseksi pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *AND* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dirumuskan oleh Persamaan (2.2).

$$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.2)$$

b. Operator *OR*

Operator ini berhubungan dengan operasi union pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *OR* diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan-himpunan yang bersangkutan dirumuskan oleh Persamaan (2.3).

$$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (2.3)$$

c. Operator *NOT*

Operator ini berhubungan dengan operasi komplemen pada himpunan. α -predikat sebagai hasil operasi dengan operator *NOT* diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1, tertera pada Persamaan (2.4) (Kusumadewi dan Hartati, 2006).

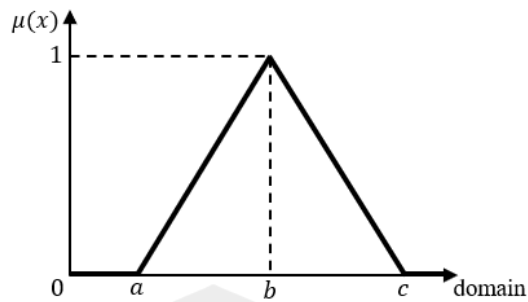
$$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A(x) \quad (2.4)$$

2.2.4 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah sebuah kurva yang menyatakan pemetaan nilai dari *input* data ke dalam derajat keanggotaannya dengan interval antara 0 sampai 1. Salah satu cara untuk memperoleh nilai/derajat keanggotaan yaitu dengan melalui pendekatan fungsi. Beberapa fungsi yang biasa digunakan yaitu representasi kurva segitiga, dan representasi kurva bentuk bahu.

a. Representasi Kurva Segitiga

Representasi kurva segitiga adalah gabungan antara representasi linear naik dan turun (seperti gambar 2.1). Persamaan fungsi keanggotaan representasi kurva segitiga dinyatakan menggunakan Persamaan (2.5).

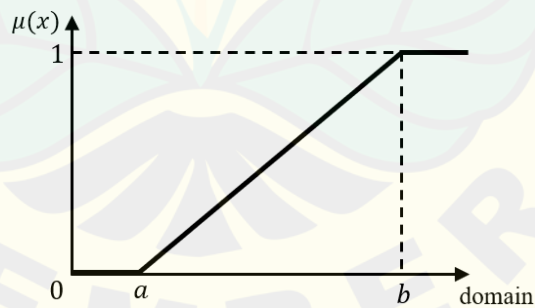


Gambar 2.1 Representasi kurva segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ dan } x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b < x < c \\ 1; & x = b \end{cases} \quad (2.5)$$

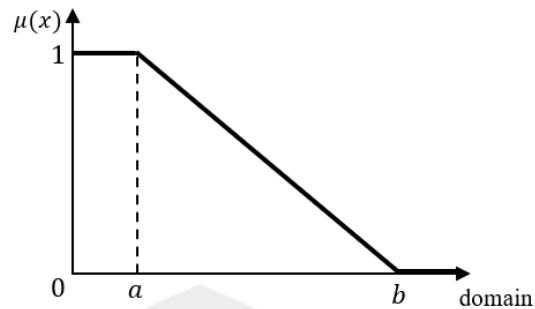
b. Representasi Kurva Bentuk Bahu

Representasi kurva bentuk bahu terdiri dari kurva bahu kanan dan kurva bahu kiri. Kurva bahu kanan adalah gabungan antara garis linier naik dan garis lurus dengan nilai keanggotaan satu, kurva bahu kiri adalah gabungan antara garis lurus yang memiliki nilai keanggotaan satu dan garis linier turun (Gambar 2.2 dan 2.3). Persamaan fungsi keanggotaan representasi kurva bahu kanan dan bahu kiri dinyatakan menggunakan Persamaan (2.6) dan (2.7).



Gambar 2.2 Representasi kurva bahu kanan

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a < x < b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.6)$$



Gambar 2.3 Representasi kurva bahu kiri

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a < x < b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.7)$$

2.2.5 Metode Fuzzy Mamdani

Metode Fuzzy Mamdani atau metode *max-min* diperkenalkan pada tahun 1975 oleh Ebrahim Mamdani. Metode Mamdani merupakan salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System* yang dapat digunakan untuk penarikan kesimpulan dalam permasalahan yang tidak pasti. Proses penarikan kesimpulan dilakukan melalui empat tahapan yaitu *fuzzyfikasi*, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan *defuzzyfikasi*.

a. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses mentransformasi himpunan tegas (*crisp*) menjadi himpunan *fuzzy*. Tahap awal *fuzzifikasi* yakni menentukan variabel *fuzzy* dan himpunan *fuzzynya*. Domain dan fungsi keanggotaan dari setiap himpunan *fuzzy* tersebut ditentukan untuk mencari nilai keanggotaan setiap himpunan *fuzzy* berdasarkan variabel inputnya. Variabel *input* maupun *output* pada metode Mamdani dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi adalah struktur logika yang terdiri dari sekumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi implikasi digunakan untuk melihat hubungan antara premis dan konklusi. Bentuk fungsi implikasi berupa aturan relasi “jika-maka” atau “*if-then*” seperti berikut ini: jika x adalah A maka y adalah B , dengan A dan B didefinisikan sebagai *linguistic values* pada rentang variabel x dan y .

Pernyataan “ x adalah A ” disebut premis atau *antecedent*. Pernyataan “ y adalah B ” disebut konklusi atau *consequent*. Nilai keanggotaan yang dihasilkan dari operasi dua himpunan atau lebih pada fungsi implikasi *min* didefinisikan sebagai Persamaan (2.8)

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_i &= \mu_{A_1}(x_1) \cap \dots \cap \mu_{A_n}(x_n) \\ &= \min\{\mu_{A_1}(x_1), \dots, \mu_{A_n}(x_n)\} \end{aligned} \quad (2.8)$$

dengan, i merupakan aturan *fuzzy* ke- i .

c. Komposisi Aturan

Komposisi aturan merupakan tahap menentukan kesimpulan dan korelasi antar aturan dengan menggunakan metode *max*, atau dapat juga disebut sebagai proses penggabungan fungsi keanggotaan dari aturan aplikasi implikasi *fuzzy*. Solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dari nilai aturan maksimum, yang kemudian digunakan untuk mentransformasi daerah *fuzzy* serta menerapkannya pada *output* dengan menggunakan operator *OR*. Komposisi aturan didefinisikan sebagai Persamaan (2.9)

$$\mu_{sf}(x_i) = \max\{\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i)\} \quad (2.9)$$

dengan,

$\mu_{sf}(x_i)$: nilai keanggotaan solusi sampai aturan ke- i ,

$\mu_{kf}(x_i)$: nilai keanggotaan konsekuensi aturan ke- i .

d. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi merupakan cara untuk mengembalikan nilai *fuzzy* menjadi nilai *crisp*. Himpunan *fuzzy* yang didapatkan dari komposisi aturan *fuzzy* merupakan *input* dari *defuzzifikasi*, sedangkan angka pada domain *fuzzy* merupakan *output*nya. Metode yang digunakan adalah metode *centroid* (titik pusat) yakni metode dimana hasil komposisi aturan dalam domain *fuzzy* digabungkan untuk mendapatkan hasil yang optimal, dan diambil titik pusat dari domain *fuzzy*. Tahapan *defuzzifikasi* menggunakan metode *centroid* yaitu penentuan momen, penentuan luas, dan penentuan titik pusat. Proses *defuzzifikasi* dihitung menggunakan Persamaan (2.10)

$$Z = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z) dz} \quad (2.10)$$

dengan,

Z : nilai hasil *defuzzifikasi*/titik pusat daerah *fuzzy*

$\mu(z)$: nilai keanggotaan

$\int_z \mu(z)z dz$: momen daerah hasil komposisi aturan

$\int_z \mu(z) dz$: luas daerah hasil komposisi aturan.

2.3 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Perhitungan akurasi adalah salah satu hal penting dalam evaluasi hasil penelitian. Tingkat akurasi dapat diukur menggunakan berbagai cara, salah satunya *MAPE*. Persamaan *MAPE* direpresentasikan dalam (2.11) (Khowarizmi, dkk., 2021)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{a_t - b_t}{a_t} \right|}{n} \times 100\% \quad (2.11)$$

dengan,

a_t : data faktual

b_t : data hasil prediksi

n : banyaknya data

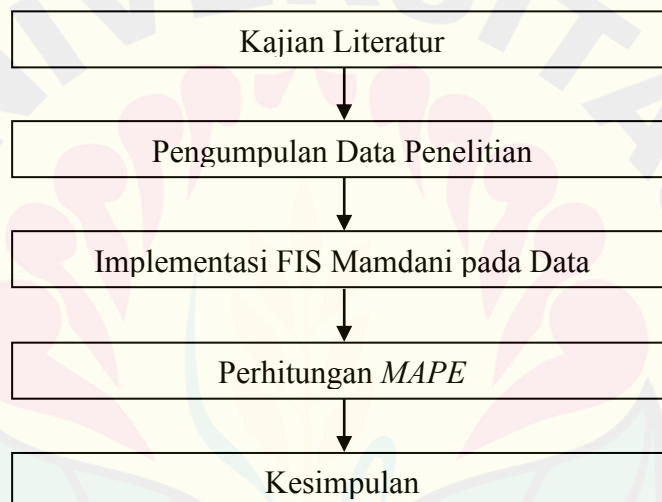
MAPE menunjukkan seberapa besar (dalam persentase) hasil prediksi berbeda dengan data aktualnya, semakin rendah nilai *MAPE* yang dihasilkan dalam suatu metode penelitian, maka metode penelitian tersebut akan semakin baik. Nilai *MAPE* yang diperoleh dapat ditentukan berdasarkan Tabel 2.2 (Wardhani dkk., 2022).

Tabel 2.1 Range perhitungan *MAPE*

Range <i>MAPE</i>	Keterangan
<10%	Sangat baik
10% - 20%	Baik
>20% - 50%	Cukup
>50%	Buruk

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang prosedur yang dilakukan dalam penelitian. Kajian literatur tentang metode dan objek penelitian yang akan diaplikasikan pada permasalahan telah dijelaskan pada bagian latar belakang dan tinjauan pustaka. Selanjutnya adalah pengumpulan data produksi cokelat lolipop pada UMKM yang bersangkutan. Data yang telah diperoleh tersebut kemudian diproses dengan metode FIS Mamdani dan dihitung nilai *MAPE*nya untuk memperoleh kesimpulan. Prosedur yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema penelitian

3.1 Pengumpulan Data Penelitian

Pengumpulan data penelitian dilakukan pada salah satu UMKM yang bergerak di bidang penjualan hasil olahan cokelat di Jember yakni Afa Cokelat. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang telah ada. Pada penelitian ini penulis memperoleh data sekunder berdasarkan arsip data produksi lolipop cokelat pada UMKM Afa Cokelat yang meliputi jumlah permintaan, jumlah persediaan, jumlah tenaga kerja, dan jumlah produksi harian selama Januari-Desember 2022.

3.2 Implementasi FIS Mamdani pada Data

Metode analisis yang penulis gunakan pada penelitian ini yakni *Fuzzy Mamdani*. Implementasi metode pada penelitian ini menggunakan bantuan *toolbox fis* pada *software* Matlab R2009a. Langkah-langkah penentuan jumlah produksi coklat lolipop menggunakan FIS Mamdani sebagai berikut:

a. Fuzzyfikasi

- Langkah pertama adalah membagi data yang telah diperoleh menjadi variabel *input* dan *output*. Variabel *input* berupa jumlah permintaan, jumlah persediaan, dan jumlah tenaga kerja, sedangkan variabel *output*nya adalah jumlah produksi.
- Variabel *input* maupun *output* dibagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak. Himpunan *fuzzy* sedikit dan banyak direpresentasikan dengan kurva bahu kiri dan bahu kanan, sedangkan himpunan *fuzzy* sedang direpresentasikan dengan kurva segitiga. Pembentukan himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pembentukan himpunan *fuzzy*

Variabel	Himpunan Fuzzy	Range
permintaan	sedikit	0-1400
	sedang	
	banyak	
persediaan	sedikit	0-1000
	sedang	
	banyak	
tenaga kerja	sedikit	0-10
	sedang	
	banyak	
produksi	sedikit	0-1500
	sedang	
	banyak	

- Menentukan domain dan fungsi keanggotaan himpunan *fuzzy* dari setiap variabel menggunakan Persamaan (2.5)-(2.7) sesuai dengan fungsi representasi yang digunakan.

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Menentukan aturan berdasarkan himpunan *fuzzy* yang telah terbentuk, kombinasi dari himpunan *fuzzy* akan diperoleh 27 aturan. Kemudian menentukan nilai keanggotaan menggunakan fungsi implikasi *min* dengan operator *AND* berdasarkan Persamaan (2.8).

c. Komposisi Aturan

Menggabungkan fungsi keanggotaan dari hasil fungsi implikasi dengan mengambil nilai maksimum aturan menggunakan Persamaan (2.9).

d. Defuzzyfikasi

Mengembalikan nilai *fuzzy* menjadi nilai *crisp* berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan dengan menghitung momen atau integral dari setiap fungsi keanggotaan komposisi aturan, menghitung luas dan titik pusat menggunakan Persamaan (2.10). Diperoleh *output* berupa prediksi jumlah produksi coklat lolipop untuk periode (hari) selanjutnya.

3.3 Perhitungan *MAPE*

Langkah terakhir yaitu menghitung nilai *MAPE* untuk mengukur akurasi hasil yang diperoleh. Hasil prediksi Mamdani dibandingkan dengan data faktual menggunakan Persamaan (2.11).

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan tentang penerapan FIS Mamdani pada perencanaan jumlah produksi cokelat lolipop di Afa Cokelat. Berikutnya dibahas tentang uji akurasi hasil prediksi menggunakan *MAPE*.

4.1 Penyelesaian Menggunakan Metode Mamdani

Penentuan jumlah produksi menggunakan metode Mamdani dibantu dengan *toolbox* Matlab dengan tiga *input* yaitu permintaan, persediaan, dan tenaga kerja, serta satu *output* yaitu jumlah produksi yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Tahap-tahap penyelesaian perencanaan jumlah produksi pada metode FIS Mamdani adalah sebagai berikut:

a. Fuzzyfikasi

Tahap ini mengubah *input* yang digunakan berupa bilangan tegas (*real*) dari himpunan *crisp* ke dalam himpunan *fuzzy*. Setiap variabel *input* dan *output* dibagi menjadi beberapa himpunan *fuzzy* beserta domainnya. Variabel *input* berupa permintaan, persediaan, dan tenaga kerja masing-masing terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy* yaitu sedikit, sedang, dan banyak, begitu juga dengan variabel *output* berupa produksi. Penentuan domain himpunan *fuzzy* dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

Tabel 4.1 Domain himpunan *fuzzy* untuk variabel *input*

Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
permintaan	sedikit	0-700
	sedang	467-934
	banyak	700-1400
persediaan	sedikit	0-500
	sedang	333-666
	banyak	500-1000
tenaga kerja	sedikit	0-5
	sedang	3-7
	banyak	5-10

Tabel 4.2 Domain himpunan *fuzzy* untuk variabel *output*

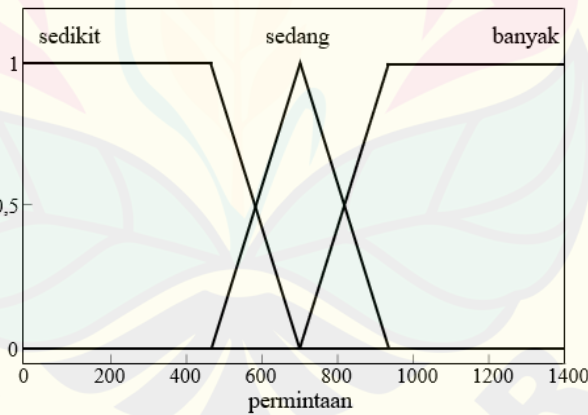
Variabel	Himpunan Fuzzy	Domain
produksi	sedikit	0-757,5
	sedang	505-1010
	banyak	757,5-1500

Tahap selanjutnya penentuan fungsi dan derajat keanggotaan dari masing-masing variabel. Himpunan *fuzzy* sedikit dan banyak direpresentasikan dengan kurva bahu kiri dan bahu kanan, sedangkan himpunan *fuzzy* sedang direpresentasikan dengan kurva segitiga. Berdasarkan Persamaan (2.5)-(2.7) didapatkan fungsi keanggotaan untuk variabel permintaan seperti Persamaan (4.1), (4.2) dan (4.3) serta dapat dilihat pada Gambar 4.1

$$\mu_{pmtsdt}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 467 \\ \frac{700 - x}{700 - 467}; 467 < x < 700 \\ 0; x \geq 700 \end{cases} \quad (4.1)$$

$$\mu_{pmtsdg}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 467 \text{ dan } x \geq 934 \\ \frac{x - 467}{700 - 467}; 467 < x < 700 \\ \frac{934 - x}{934 - 700}; 700 < x < 934 \\ 1; x = 700 \end{cases} \quad (4.2)$$

$$\mu_{pmtbnyk}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 700 \\ \frac{x - 700}{934 - 700}; 700 < x < 934 \\ 1; x \geq 934 \end{cases} \quad (4.3)$$



Gambar 4.1 Fungsi keanggotaan variabel permintaan

Berdasarkan Persamaan (4.1), (4.2), (4.3) dan ketika jumlah permintaan sebesar 700 lolipop, diperoleh derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{pmtsdt}(700) = 0$$

$$\mu_{pmtsdg}(700) = 1$$

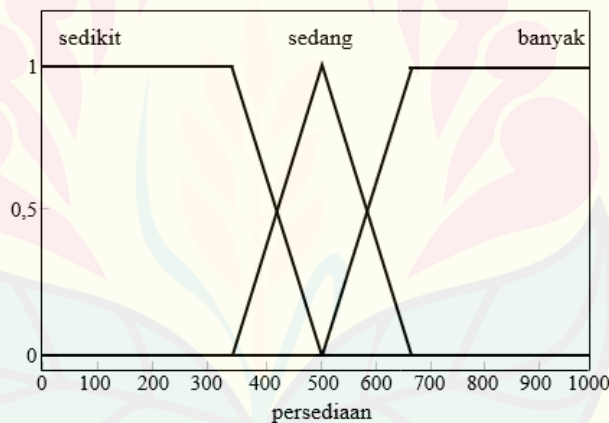
$$\mu_{pmtbnyk}(700) = 0$$

Berdasarkan Persamaan (2.5)-(2.7) didapatkan fungsi keanggotaan untuk variabel persediaan seperti Persamaan (4.4), (4.5) dan (4.6) serta dapat dilihat pada Gambar 4.2

$$\mu_{psdsdkt}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 333 \\ \frac{500 - x}{500 - 333}; 333 < x < 500 \\ 0; x \geq 500 \end{cases} \quad (4.4)$$

$$\mu_{psdsdg}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 333 \text{ dan } x \geq 666 \\ \frac{x - 333}{500 - 333}; 333 < x < 500 \\ \frac{666 - x}{666 - 500}; 500 < x < 666 \\ 1; x = 500 \end{cases} \quad (4.5)$$

$$\mu_{psdbnyk}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 500 \\ \frac{x - 500}{666 - 500}; 500 < x < 666 \\ 1; x \geq 666 \end{cases} \quad (4.6)$$



Gambar 4.2 Fungsi keanggotaan variabel persediaan

Berdasarkan Persamaan (4.4), (4.5), (4.6) dan ketika jumlah persediaan sebesar 500 lolipop, diperoleh derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{psdsdkt}(500) = 0$$

$$\mu_{psdsdg}(500) = 1$$

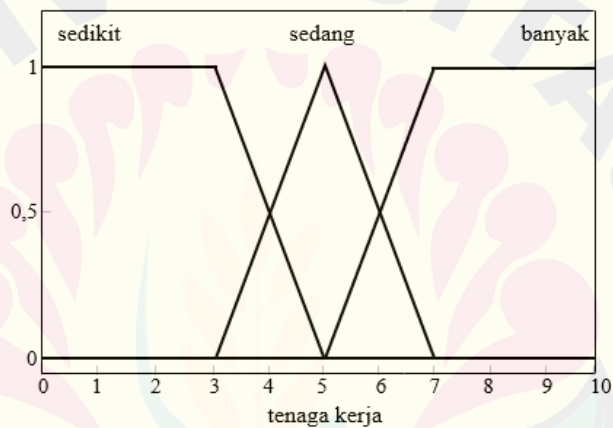
$$\mu_{psdbnyk}(500) = 0$$

Berdasarkan Persamaan (2.5)-(2.7) didapatkan fungsi keanggotaan untuk variabel tenaga kerja seperti Persamaan (4.7), (4.8) dan (4.9) serta dapat dilihat pada Gambar 4.3

$$\mu_{TKsdkt}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 3 \\ \frac{5-x}{5-3}; 3 < x < 5 \\ 0; x \geq 5 \end{cases} \quad (4.7)$$

$$\mu_{TKsdg}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 3 \text{ dan } x \geq 7 \\ \frac{x-3}{5-3}; 3 < x < 5 \\ \frac{7-x}{7-5}; 5 < x < 7 \\ 1; x = 5 \end{cases} \quad (4.8)$$

$$\mu_{TKbnyk}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 5 \\ \frac{x-5}{7-5}; 5 < x < 7 \\ 1; x \geq 7 \end{cases} \quad (4.9)$$



Gambar 4.3 Fungsi keanggotaan variabel tenaga kerja

Berdasarkan Persamaan (4.7), (4.8), (4.9) dan ketika jumlah tenaga kerja sebanyak 5 orang, diperoleh derajat keanggotaannya sebagai berikut:

$$\mu_{TKsdkt}(5) = 0$$

$$\mu_{TKsdg}(5) = 1$$

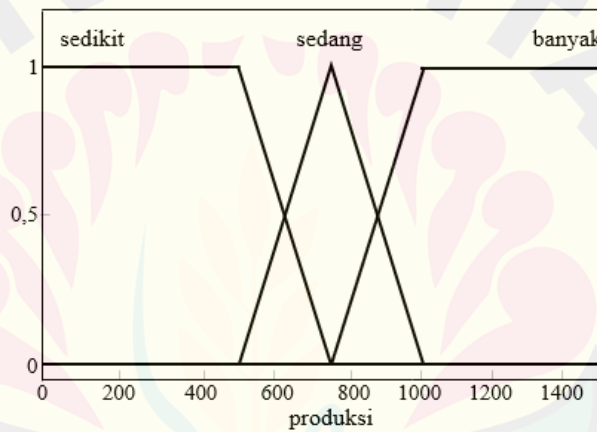
$$\mu_{TKbnyk}(5) = 0$$

Berdasarkan Persamaan (2.5)-(2.7) didapatkan fungsi keanggotaan untuk variabel produksi seperti Persamaan (4.10), (4.11) dan (4.12) serta dapat dilihat pada Gambar 4.4

$$\mu_{prosdkt}(x) = \begin{cases} 1; x \leq 505 \\ \frac{757,5 - x}{757,5 - 505}; 505 < x < 757,5 \\ 0; x \geq 757,5 \end{cases} \quad (4.10)$$

$$\mu_{prosdg}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 505 \text{ dan } x \geq 1010 \\ \frac{x - 505}{757,5 - 505}; 505 < x < 757,5 \\ \frac{1010 - x}{1010 - 757,5}; 757,5 < x < 1010 \\ 1; x = 757,5 \end{cases} \quad (4.11)$$

$$\mu_{probnyk}(x) = \begin{cases} 0; x \leq 757,5 \\ \frac{x - 757,5}{1010 - 757,5}; 757,5 < x < 1010 \\ 1; x \geq 1010 \end{cases} \quad (4.12)$$



Gambar 4.4 Fungsi keanggotaan variabel produksi

b. Aplikasi Fungsi Implikasi

Tahap ini membuat aturan dari himpunan *fuzzy* yang telah terbentuk menggunakan operasi *MIN* dengan operator *AND*. Penentuan α -predikat dipilih berdasarkan nilai minimal dari derajat keanggotaan masing-masing variabel *input*. Kombinasi *input* membentuk sebanyak 27 aturan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Aturan (*rules*)

Rules	IF			THEN
	permintaan	persediaan	tenaga kerja	produksi
[R1]	sedikit	sedikit	sedikit	sedikit
[R2]	sedikit	sedikit	sedang	sedikit
[R3]	sedikit	sedikit	banyak	sedikit
[R4]	sedikit	sedang	sedikit	sedikit

Rules	IF			THEN
	permintaan	persediaan	tenaga kerja	produksi
[R5]	sedikit	sedang	sedang	sedikit
[R6]	sedikit	sedang	banyak	sedikit
[R7]	sedikit	banyak	sedikit	sedikit
[R8]	sedikit	banyak	sedang	sedikit
[R9]	sedikit	banyak	banyak	sedikit
[R10]	sedang	sedikit	sedikit	sedang
[R11]	sedang	sedikit	sedang	sedang
[R12]	sedang	sedikit	banyak	sedang
[R13]	sedang	sedang	sedikit	sedang
[R14]	sedang	sedang	sedang	sedang
[R15]	sedang	sedang	banyak	sedang
[R16]	sedang	banyak	sedikit	sedang
[R17]	sedang	banyak	sedang	sedang
[R18]	sedang	banyak	banyak	sedang
[R19]	banyak	sedikit	sedikit	sedang
[R20]	banyak	sedikit	sedang	banyak
[R21]	banyak	sedikit	banyak	banyak
[R22]	banyak	sedang	sedikit	sedang
[R23]	banyak	sedang	sedang	sedang
[R24]	banyak	sedang	banyak	banyak
[R25]	banyak	banyak	sedikit	sedang
[R26]	banyak	banyak	sedang	banyak
[R27]	banyak	banyak	banyak	banyak

Kemudian 27 aturan tersebut ditentukan derajat keanggotaannya dengan Persamaan (2.8). Aturan yang memiliki nilai nol (0) tidak dimasukkan dalam perhitungan. Aturan yang tidak bernilai nol (0) adalah aturan ke-14.

[R14] IF permintaan sedang AND persediaan sedang AND tenaga kerja sedang THEN produksi sedang

$$\begin{aligned}
 \alpha - \text{predikat}_{14} &= \mu_{\text{pmtsdg}} \cap \mu_{\text{psdsdg}} \cap \mu_{\text{TKsdg}} \\
 &= \min\{\mu_{\text{pmtsdg}}(700), \mu_{\text{psdsdg}}(500), \mu_{\text{TKsdg}}(5)\} \\
 &= \min\{1; 1; 1\} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

c. Komposisi Aturan

Menggabungkan semua aturan hasil aplikasi implikasi fuzzy dengan Persamaan (2.9).

$$\begin{aligned}
 \mu_{sf}(x) &= \max\{\mu_{\text{prosdkt}}(x), \mu_{\text{prosdg}}(x), \mu_{\text{probnyk}}(x)\} \\
 &= \max\{0; 1; 0\} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Karena hasil aplikasi implikasi *fuzzy* yang memiliki nilai hanya satu aturan yaitu aturan ke-14, maka saat $\mu_{prosdg}(z) = 1$ nilai z dapat ditentukan sebagai berikut :

$$1 = \mu_{prosdg}(z)$$

$$1 = \frac{z - 505}{252,5}$$

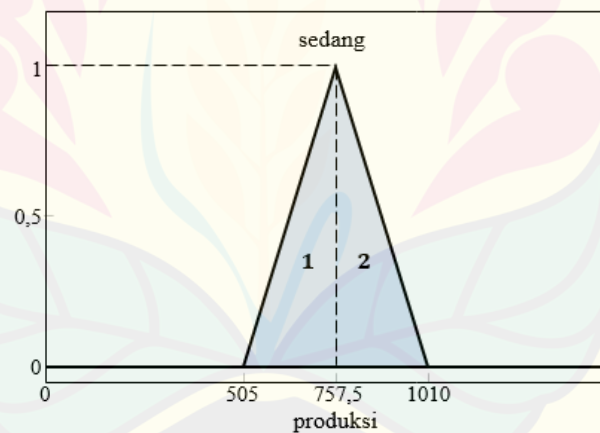
$$252,5 = z - 505$$

$$z = 757,5$$

Sehingga fungsi keanggotaan dari hasil komposisi sebagai berikut :

$$\mu_{pro}(z) = \begin{cases} 0; z \leq 505 \text{ dan } z \geq 1010 \\ \frac{z - 505}{757,5 - 505}; 505 < z < 757,5 \\ \frac{1010 - z}{1010 - 757,5}; 757,5 < z < 1010 \\ 1; z = 757,5 \end{cases}$$

daerah hasil dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Daerah hasil

d. Defuzzifikasi

Tahap awal dalam *defuzzifikasi* adalah menghitung momen setiap daerah, kemudian dilanjutkan dengan menghitung luas daerahnya untuk mendapatkan nilai akhir. Metode yang digunakan adalah *centroid*, berdasarkan Persamaan (2.11) diperoleh:

1. Perhitungan momen

$$\begin{aligned}
 M1 &= \int_{505}^{757,5} \left(\frac{z - 505}{252,5} \right) z dz = \int_{505}^{757,5} \left(\frac{z^2}{252,5} - \frac{505z}{252,5} \right) dz \\
 &= \left(\frac{z^3}{757,5} - \frac{505z^2}{505} \right) \Big|_{505}^{757,5} \\
 &= 85008,3333
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M2 &= \int_{757,5}^{1010} \left(\frac{1010 - z}{252,5} \right) z dz = \int_{522,7}^{757,5} \left(\frac{1010z}{252,5} - \frac{z^2}{252,5} \right) dz \\
 &= \left(\frac{1010z^2}{505} - \frac{z^3}{757,5} \right) \Big|_{757,5}^{1010} \\
 &= 106260,417
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan luas daerah

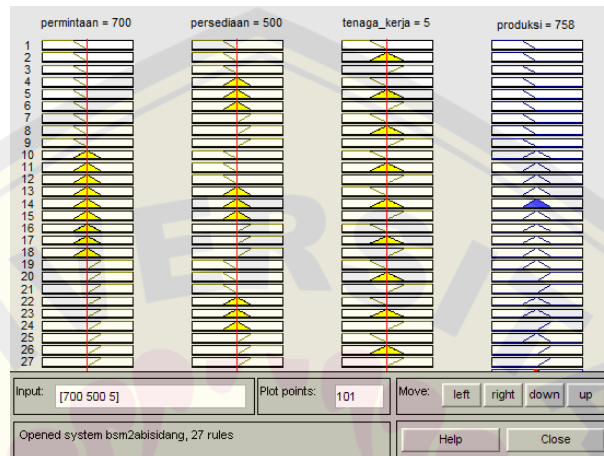
$$\begin{aligned}
 A1 &= \int_{505}^{757,5} \left(\frac{z - 505}{252,5} \right) dz \\
 &= \left(\frac{z^2}{505} - \frac{505z}{252,5} \right) \Big|_{505}^{757,5} \\
 &= 126,25
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A2 &= \int_{757,5}^{1010} \left(\frac{1010 - z}{252,5} \right) z dz \\
 &= \left(\frac{1010z}{252,5} - \frac{z^2}{505} \right) \Big|_{757,5}^{1010} \\
 &= 126,25
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh titik pusat daerah *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{85008,3333 + 106260,417}{126,25 + 126,25} \\
 &= \frac{191268,75}{252,5} \\
 &= 757,5 \approx 758
 \end{aligned}$$

Sehingga, jumlah cokelat lolipop yang harus diproduksi pada periode (hari) berikutnya sebanyak 758 lolipop. Hasil tersebut sesuai dengan perhitungan pada *toolbox* Matlab. Hasil perhitungan *toolbox* Matlab dapat dilihat pada *rule view* seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Rule view toolbox* Matlab

4.2 Perhitungan *MAPE*

Perhitungan *MAPE* dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan apakah logika *fuzzy* metode Mamdani dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi pada UMKM Afa Cokelat. Data perusahaan berupa permintaan, persediaan, dan tenaga kerja hari ini digunakan sebagai *input* untuk memprediksi jumlah produksi hari berikutnya, kemudian data jumlah produksi hasil prediksi dibandingkan dengan data jumlah produksi faktual UMKM untuk memperoleh nilai *MAPE* nya.

$$\begin{aligned}
 MAPE &= \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{a-b}{a} \right|}{n} \times 100\% \\
 &= \frac{47,4972}{308} \times 100\% \\
 &= 15,42\%
 \end{aligned}$$

Diperoleh nilai *MAPE* sebesar 15,42%, berdasarkan Tabel 2.2 *range* tersebut baik, sehingga dapat dikatakan bahwa logika *fuzzy* metode Mamdani dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi cokelat lolipop pada UMKM Afa Cokelat. Hasil prediksi dan uji *MAPE* dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Data faktual UMKM Afa Cokelat dan hasil prediksi menggunakan metode Mamdani

Tanggal	Permintaan	Persediaan	TK	Produksi	Prediksi	At -ft /At
1 Januari	0	663	5	217		
3 Januari	273	880	5	334	325	0,026946108
4 Januari	569	941	5	281	324	0,153024911
5 Januari	118	653	5	277	456	0,646209386
7 Januari	634	812	4	313	328	0,047923323
8 Januari	423	491	5	297	543	0,828282828
9 Januari	443	313	5	298	327	0,097315436
10 Januari	92	168	5	348	324	0,068965517
11 Januari	30	424	3	326	324	0,006134969
12 Januari	32	720	5	180	349	0,938888889
13 Januari	586	868	5	315	324	0,028571429
14 Januari	557	597	5	290	482	0,662068966
15 Januari	490	330	5	375	444	0,184000000
17 Januari	484	215	5	300	352	0,173333333
18 Januari	340	31	6	380	344	0,094736842
19 Januari	248	71	5	400	352	0,120000000
20 Januari	456	223	5	288	324	0,125000000
21 Januari	347	55	5	356	324	0,089887640
22 Januari	253	64	5	366	324	0,114754098
24 Januari	500	177	5	333	324	0,027027027
25 Januari	500	10	5	490	364	0,257142857
26 Januari	451	0	5	570	364	0,361403509
27 Januari	463	119	5	381	324	0,149606299
28 Januari	250	37	5	344	324	0,058139535
29 Januari	300	131	5	269	324	0,204460967
31 Januari	335	100	5	339	324	0,044247788
1 Februari	362	104	5	325	324	0,003076923
2 Februari	275	67	5	333	324	0,027027027
3 Februari	224	125	5	275	324	0,178181818
4 Februari	385	176	5	224	324	0,446428571
5 Februari	215	15	5	385	324	0,158441558
7 Februari	220	185	5	315	324	0,028571429
8 Februari	276	280	4	220	324	0,472727273
9 Februari	184	224	5	276	352	0,275362319
10 Februari	246	316	6	184	324	0,760869565
11 Februari	459	254	6	296	352	0,189189189
12 Februari	472	91	4	410	352	0,141463415
14 Februari	163	29	5	350	360	0,028571429
15 Februari	208	216	5	285	324	0,136842105
16 Februari	368	293	5	288	324	0,125000000
17 Februari	432	213	5	328	324	0,012195122
18 Februari	150	109	5	342	324	0,052631579
19 Februari	568	301	5	319	324	0,015673981
21 Februari	484	52	5	476	455	0,044117647
22 Februari	268	44	5	400	344	0,140000000
23 Februari	322	176	5	324	324	0
24 Februari	561	178	5	400	324	0,190000000
25 Februari	479	17	5	500	445	0,110000000
26 Februari	326	38	5	400	338	0,155000000
28 Februari	537	374	5	326	324	0,006134969
1 Maret	441	163	5	400	411	0,027500000
2 Maret	400	122	5	350	324	0,074285714
3 Maret	347	72	5	400	324	0,190000000
4 Maret	298	125	5	300	324	0,080000000
5 Maret	268	127	5	300	324	0,080000000
7 Maret	30	159	5	291	324	0,113402062
8 Maret	434	420	5	280	324	0,157142857
9 Maret	378	266	5	334	351	0,050898204
10 Maret	224	222	5	330	324	0,018181818
11 Maret	368	328	5	272	324	0,191176471
12 Maret	115	232	5	318	324	0,018867925
14 Maret	146	335	5	265	324	0,222641509
15 Maret	210	454	5	200	324	0,620000000
16 Maret	248	444	5	260	339	0,303846154

Tanggal	Permintaan	Persediaan	TK	Produksi	Prediksi	At -ft /At
17 Maret	386	456	5	150	342	1,280000000
18 Maret	377	220	5	280	338	0,207142857
19 Maret	445	123	5	327	324	0,009174312
21 Maret	250	5	5	305	324	0,062295082
22 Maret	535	60	5	500	324	0,352000000
23 Maret	386	25	5	425	409	0,037647059
24 Maret	496	64	5	450	324	0,280000000
25 Maret	110	18	5	350	359	0,025714286
26 Maret	347	258	4	323	324	0,003095975
28 Maret	365	234	5	366	352	0,038251366
29 Maret	323	235	5	315	324	0,028571429
30 Maret	496	227	5	303	324	0,069306931
31 Maret	530	34	5	500	359	0,282000000
1 April	59	4	5	400	402	0,005000000
2 April	384	345	4	355	324	0,087323944
4 April	50	316	3	284	352	0,239436620
5 April	496	550	5	300	324	0,080000000
6 April	591	354	5	330	374	0,133333333
7 April	463	93	5	500	490	0,020000000
8 April	100	130	5	300	324	0,080000000
9 April	91	330	5	294	324	0,102040816
10 April	175	533	5	100	324	2,240000000
11 April	425	458	5	350	335	0,042857143
12 April	683	383	5	330	338	0,024242424
13 April	427	30	5	550	689	0,252727273
14 April	419	153	5	350	324	0,074285714
15 April	462	84	5	400	324	0,190000000
16 April	301	22	5	310	324	0,045161290
18 April	55	31	5	280	324	0,157142857
19 April	88	256	5	300	324	0,080000000
20 April	185	468	5	300	324	0,080000000
21 April	372	583	5	350	334	0,045714286
22 April	247	561	5	350	352	0,005714286
23 April	92	664	5	300	344	0,146666667
24 April	388	836	5	300	324	0,080000000
25 April	1000	748	5	350	324	0,074285714
26 April	438	98	5	700	1190	0,700000000
27 April	88	360	5	332	324	0,024096386
28 April	482	604	5	300	332	0,106666667
29 April	557	422	5	332	364	0,096385542
30 April	590	197	5	450	452	0,004444444
9 Mei	434	57	5	500	488	0,024000000
10 Mei	440	123	5	400	324	0,190000000
11 Mei	603	83	5	550	324	0,410909091
12 Mei	680	30	6	650	509	0,216923077
13 Mei	17	0	5	700	684	0,022857143
14 Mei	433	683	5	300	324	0,080000000
16 Mei	521	550	5	350	324	0,074285714
17 Mei	34	379	5	350	398	0,137142857
18 Mei	271	695	5	350	339	0,031428571
19 Mei	361	774	5	307	324	0,055374593
20 Mei	813	720	5	334	324	0,029940120
21 Mei	712	241	5	500	1030	1,060000000
23 Mei	375	29	5	500	804	0,608000000
24 Mei	423	154	5	350	324	0,074285714
25 Mei	321	81	5	300	324	0,080000000
26 Mei	10	60	5	334	324	0,029940120
27 Mei	328	384	6	350	324	0,074285714
28 Mei	40	406	5	350	352	0,005714286
30 Mei	463	716	5	325	348	0,070769231
31 Mei	433	578	5	326	324	0,006134969
1 Juni	402	471	5	350	350	0
2 Juni	426	419	5	350	333	0,048571429
3 Juni	90	343	5	350	351	0,002857143
4 Juni	896	603	5	350	327	0,065714286
6 Juni	419	57	5	600	1080	0,800000000
7 Juni	418	238	5	350	324	0,074285714
8 Juni	214	170	5	330	324	0,018181818

Tanggal	Permintaan	Persediaan	TK	Produksi	Prediksi	At -ft /At
9 Juni	301	286	5	330	324	0,018181818
10 Juni	53	315	5	300	324	0,080000000
11 Juni	640	562	5	350	324	0,074285714
13 Juni	300	272	5	348	570	0,637931034
14 Juni	402	320	5	330	324	0,018181818
15 Juni	79	248	5	350	324	0,074285714
16 Juni	115	519	5	298	324	0,087248322
17 Juni	47	702	5	330	330	0
18 Juni	359	985	5	274	324	0,182481752
20 Juni	432	900	5	288	324	0,125000000
21 Juni	462	756	5	311	324	0,041800643
22 Juni	497	605	5	305	324	0,062295082
23 Juni	504	413	5	350	381	0,088571429
24 Juni	620	259	5	400	402	0,005000000
25 Juni	568	39	5	550	540	0,018181818
27 Juni	429	21	5	450	455	0,011111111
28 Juni	357	42	5	350	324	0,074285714
29 Juni	310	35	5	350	324	0,074285714
30 Juni	161	75	5	325	324	0,003076923
1 Juli	99	239	5	321	324	0,009345794
2 Juli	1043	461	5	700	324	0,537142857
4 Juli	473	118	5	600	923	0,538333333
5 Juli	466	245	5	330	331	0,003030303
6 Juli	450	109	5	350	324	0,074285714
7 Juli	268	9	5	400	324	0,190000000
8 Juli	375	141	5	350	324	0,074285714
9 Juli	389	116	5	315	324	0,028571429
11 Juli	236	42	5	357	324	0,092436975
12 Juli	414	163	5	370	324	0,124324324
13 Juli	439	119	5	347	324	0,066282421
14 Juli	271	27	5	341	324	0,049853372
15 Juli	428	97	5	334	324	0,029940120
16 Juli	79	3	5	351	324	0,076923077
18 Juli	512	461	5	283	324	0,144876325
19 Juli	232	232	5	380	383	0,007894737
20 Juli	437	380	5	320	324	0,012500000
21 Juli	286	263	5	335	339	0,011940299
22 Juli	445	312	5	323	324	0,003095975
23 Juli	489	190	5	310	324	0,045161290
25 Juli	89	11	5	350	350	0
26 Juli	855	272	5	600	324	0,460000000
27 Juli	199	17	5	500	1090	1,180000000
28 Juli	301	318	5	315	324	0,028571429
29 Juli	217	332	5	297	324	0,090909091
30 Juli	120	412	5	320	324	0,012500000
1 Agustus	220	612	5	200	350	0,750000000
2 Agustus	326	592	5	350	342	0,022857143
3 Agustus	197	616	5	354	349	0,014124294
4 Agustus	627	773	5	327	340	0,039755352
5 Agustus	320	473	5	309	553	0,789644013
6 Agustus	114	462	5	320	332	0,037500000
8 Agustus	589	404	5	350	336	0,040000000
9 Agustus	419	165	5	500	487	0,026000000
10 Agustus	289	246	5	330	324	0,018181818
11 Agustus	148	287	5	325	324	0,003076923
12 Agustus	197	464	5	323	324	0,003095975
13 Agustus	83	590	5	310	335	0,080645161
15 Agustus	372	817	5	341	349	0,023460411
16 Agustus	878	786	5	314	324	0,031847134
17 Agustus	328	222	5	600	1120	0,866666667
18 Agustus	117	494	5	306	324	0,058823529
19 Agustus	325	683	5	324	326	0,006172840
20 Agustus	147	682	5	325	324	0,003076923
22 Agustus	199	860	5	300	324	0,080000000
23 Agustus	738	961	5	299	324	0,083612040
24 Agustus	273	522	5	350	883	1,522857143
25 Agustus	347	599	5	315	331	0,050793651
26 Agustus	361	567	5	345	346	0,002898551

Tanggal	Permintaan	Persediaan	TK	Produksi	Prediksi	At -ft /At
27 Agustus	526	551	5	345	346	0,002898551
29 Agustus	215	370	5	330	403	0,221212121
30 Agustus	288	485	5	335	336	0,002985075
31 Agustus	236	532	5	330	328	0,006060606
1 September	412	626	5	335	334	0,002985075
2 September	717	549	5	340	337	0,008823529
3 September	572	172	5	350	826	1,360000000
5 September	153	158	5	450	460	0,022222222
6 September	290	455	5	345	324	0,060869565
7 September	92	510	5	340	339	0,002941176
8 September	293	758	5	330	327	0,009090909
9 September	307	795	5	330	324	0,018181818
10 September	451	818	5	322	324	0,006211180
12 September	277	804	5	296	324	0,094594595
13 September	505	823	5	377	324	0,140583554
14 September	379	695	5	305	370	0,213114754
15 September	874	621	5	379	324	0,145118734
16 September	91	126	5	574	1110	0,933797909
17 September	936	609	5	330	324	0,018181818
19 September	550	3	5	750	1090	0,453333333
20 September	484	203	5	450	429	0,046666667
21 September	314	169	5	350	344	0,017142857
22 September	372	205	5	300	324	0,080000000
23 September	214	133	5	367	324	0,117166213
24 September	199	286	5	350	324	0,074285714
26 September	419	437	5	285	324	0,136842105
27 September	520	303	5	294	345	0,173469388
28 September	322	77	5	375	389	0,037333333
29 September	202	130	5	322	324	0,006211180
30 September	163	250	5	310	324	0,045161290
1 Oktober	356	397	5	343	324	0,055393586
3 Oktober	222	384	5	356	345	0,030898876
4 Oktober	190	518	5	326	341	0,046012270
5 Oktober	314	654	5	296	330	0,114864865
6 Oktober	608	636	5	334	328	0,017964072
7 Oktober	493	362	5	340	518	0,523529412
8 Oktober	411	209	5	350	360	0,028571429
10 Oktober	88	148	5	342	324	0,052631579
11 Oktober	100	402	5	300	324	0,080000000
12 Oktober	147	602	5	279	347	0,243727599
13 Oktober	244	734	5	300	345	0,150000000
14 Oktober	411	790	5	370	324	0,124324324
15 Oktober	358	749	5	297	324	0,090909091
17 Oktober	259	688	5	216	324	0,500000000
18 Oktober	510	645	5	260	324	0,246153846
19 Oktober	305	395	5	298	376	0,261744966
20 Oktober	187	388	5	322	344	0,068322981
21 Oktober	297	523	5	319	342	0,072100313
22 Oktober	204	545	5	335	331	0,011940299
24 Oktober	418	676	5	200	339	0,695000000
25 Oktober	229	458	5	325	324	0,003076923
26 Oktober	214	554	5	340	338	0,005882353
27 Oktober	185	680	5	340	342	0,005882353
28 Oktober	309	835	5	270	324	0,200000000
29 Oktober	273	796	5	324	324	0
31 Oktober	403	847	4	298	324	0,087248322
1 November	327	742	5	358	352	0,016759777
2 November	314	773	5	330	324	0,018181818
3 November	258	789	5	330	324	0,018181818
4 November	1006	861	5	350	324	0,074285714
5 November	461	205	5	750	1190	0,586666667
7 November	392	494	5	350	324	0,074285714
8 November	157	452	5	348	326	0,063218391
9 November	432	643	5	358	340	0,050279330
10 November	274	569	5	331	331	0
11 November	65	626	5	294	347	0,180272109
12 November	389	855	5	285	337	0,182456140
14 November	531	751	5	300	324	0,080000000

Tanggal	Permintaan	Persediaan	TK	Produksi	Prediksi	At -ft /At
15 November	467	520	5	380	403	0,060526316
16 November	347	433	5	350	330	0,057142857
17 November	341	436	5	344	346	0,005813953
18 November	446	439	5	345	345	0
19 November	408	338	5	360	344	0,044444444
21 November	161	290	5	310	325	0,048387097
22 November	134	439	5	300	324	0,080000000
23 November	73	605	4	295	344	0,166101695
24 November	290	827	5	343	352	0,026239067
25 November	362	880	5	294	324	0,102040816
26 November	558	812	5	314	324	0,031847134
28 November	476	568	5	345	440	0,275362319
29 November	301	437	5	400	359	0,102500000
30 November	191	536	5	294	345	0,173469388
1 Desember	281	639	5	310	336	0,083870968
2 Desember	333	668	5	333	333	0
3 Desember	221	668	5	337	324	0,038575668
5 Desember	608	784	5	282	324	0,148936170
6 Desember	792	458	5	345	518	0,501449275
7 Desember	500	11	5	600	944	0,573333333
8 Desember	405	111	5	400	364	0,090000000
9 Desember	297	106	5	334	324	0,029940120
10 Desember	514	143	5	375	324	0,136000000
12 Desember	358	4	5	446	382	0,143497758
13 Desember	153	92	5	350	324	0,074285714
14 Desember	258	289	5	311	324	0,041800643
15 Desember	327	342	5	327	324	0,009174312
16 Desember	209	342	5	330	327	0,009090909
17 Desember	142	463	5	299	327	0,093645485
19 Desember	303	620	5	330	336	0,018181818
20 Desember	410	647	5	350	339	0,031428571
21 Desember	206	587	5	320	330	0,031250000
22 Desember	439	701	5	310	350	0,129032258
23 Desember	342	572	5	298	324	0,087248322
24 Desember	546	528	5	372	348	0,064516129
26 Desember	133	354	4	256	424	0,656250000
27 Desember	270	477	5	353	330	0,065155807
28 Desember	340	560	5	318	331	0,040880503
29 Desember	331	538	5	342	344	0,005847953
30 Desember	401	549	5	340	336	0,011764706
31 Desember	283	488	5	350	340	0,028571429
Jumlah Data	308				MAPE	15,421168990

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**5.1 Kesimpulan**

Fuzzy metode Mamdani dapat digunakan untuk perencanaan jumlah produksi coklat lolipop di UMKM Afa Cokelat. Berdasarkan permintaan sebanyak 700 lolipop, persediaan sebanyak 500 lolipop, dan tenaga kerja sebanyak 5 orang diperoleh jumlah produksi sebesar 758 lolipop. Nilai *MAPE* diperoleh sebesar 15,42% yang artinya hasil prediksi menggunakan *fuzzy* Mamdani mendekati data faktual.

5.2 Saran

Pada penelitian ini perhitungan masih dilakukan menggunakan *toolbox* Matlab dan digunakan tiga *input* yaitu permintaan, persediaan, dan tenaga kerja serta satu *output* yaitu jumlah produksi. Penelitian selanjutnya dapat digunakan program lain dan ditambahkan jumlah variabel *input* maupun *output* agar dapat memecahkan masalah yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Indonesia 2022*. BPS.
- Batubara, S. (2017). Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dan Fuzzy Sugeno Untuk Penentuan Kualitas Cor Beton Instan. *IT Journal Research and Development*, 2(1), 1–11.
- Fahrurrozi, Lisdiyanti, P., Ratnakomala, S., Fauziyyah, S., & Sari, M. N. (2020). *Teknologi Fermentasi dan Pengolahan Biji Kakao*. LIPI Press.
- Goenadi, D. H., Baon, J. B., Abdullah, S., Herman, & Purwoto, A. (2007). *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kakao* (Edisi Kedua). Badan Litbang Pertanian.
- Kamsyakawuni, A., Gernowo, R., & Sarwoko, E. A. (2012). Aplikasi Sistem Pakar untuk Diagnosa Penyakit Hipertiroid dengan Metode Inferensi Fuzzy Mamdani. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 2(2), 58–66. <https://doi.org/10.21456/vol2iss2pp058-066>
- Khowarizmi, A., Syah, R., Nasution, M. K. M., & Elveny, M. (2021). Sensitivity of MAPE using detection rate for big data forecasting crude palm oil on k-nearest neighbor. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 11(3), 2696–2703. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i3.pp2696-2703>
- Kusumadewi, S., & Hartati, S. (2006). *Neuro Fuzzy: Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Marbun, M., Sihotang, H. T., & Marbun, N. V. (2016). Perancangan Sistem Perencanaan Jumlah Produksi Roti Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Mantik Penusa*, 20(1), 48–54.
- Nasution, V. M., & Prakarsa, G. (2020). Optimasi Produksi Barang Menggunakan Logika Fuzzy Metode Mamdani. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(1), 129–135. <https://doi.org/10.30865/mib.v4i1.1719>
- Nayak, G. K., Narayanan, S. J., & Paramasivam, I. (2013). Development and Comparative Analysis Of Fuzzy Inference Systems for Predicting Customer Buying Behavior. *International Journal of Engineering and Technology*, 5(5), 4093–4108.
- Priyo, W. T. (2017). Penerapan Logika Fuzzy Dalam Optimasi Produksi Barang Menggunakan Metode Mamdani. *SoulMath*, 5(1), 14–21.
- Purwandito, R. (2017). *Penerapan Sistem Inferensi Fuzzy Metode Mamdani Untuk Penentuan Jumlah Produksi Barang*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Setiadji. (2009). *Himpunan dan Logika Samar serta Aplikasinya* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Sinulingga, S. F. (2009). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi* (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Sufarnap, E., & Sudarto. (2019). Penerapan Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Jumlah Produksi. *Sensasi*, 379–382. <http://prosiding.seminar-id.com/index.php/sensasi/issue/archivePage|379>

- Suprianto, S., & Agustin, W. (2022). Implementasi Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Untuk Perencanaan Produksi Air Mineral. *Sebatik*, 26(1), 115–120. <https://doi.org/10.46984/sebatik.v26i1.1583>
- Wardhani, A. K., Isawan, LM. F., Hardiansyah, A., Setiawan, J., Wahyuddin, S., Khikmah, L., Ilham, A., & Nurmuslimah, S. (2022). *Teknik Peramalan pada Teknologi Informasi*. PT Global Eksekutif Teknologi.

