

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN KUALITAS
CRUDE PALM OIL SEBAGAI BAHAN BAKU
MINYAK GORENG MENGGUNAKAN MATLAB DENGAN METODE
FUZZY LOGIC TSUKAMOTO****¹⁾Nirwan Sinuhaji**

Institut Teknologi Dan Bisnis Indonesia, Tandem, Sumatera Utara, Indonesia
Email: nirwansinuhaji@yahoo.co.id

²⁾Raheliya Br Ginting

Institut Teknologi Dan Bisnis Indonesia, Tandem, Sumatera Utara, Indonesia
Email: Raheliyabrginting@gmail.com

³⁾Benar

Politeknik Negeri Medan, Sumatera Utara, Indonesia
Email: benar@polmed.ac.id

⁴⁾Cindy Lestiana

Institut Teknologi Dan Bisnis Indonesia, Tandem, Sumatera Utara, Indonesia
Email: cindylestiana1307@gmail.com

ABSTRACT

The best decision is the main goal in a problem solving. The decision in determining the stock of Crude Palm Oil (CPO) in Palm Oil Mills (PMKS) is very important because it is directly related to the survival of the company. Solutions in solving problems in determining the best quality of CPO as raw material for cooking oil with the desired quality. By using Fuzzy Tsukamoto, it is easier for the processing department to determine the best quality of CPO. To determine the best quality of CPO, data on free fatty acids, water content, impurities and temperature are needed. Based on the tests that have been carried out, the quality of CPO with the input of free fatty acids = 0.7 FFA, water content = 0.23 Moisture, dirt content = 0.25 Dirty and temperature = 98oC in a decent condition, which is 39.48%. The results of the application system for determining the quality of oil palm seeds using the GUI Matlab are 23%, with a difference of 16.48%. In the Matlab application system that has been tested, if the free fatty acid is higher between 0.6-1 and the impurities content is high between 0.24-0.30 then the quality of the CPO produced is rancid. Meanwhile, if the free fatty acid is low between 0-0.3 and normal levels of impurities are between 0.18-0.26, then the quality of CPO is not feasible. More about this source textSource text required for additional translation information Send feedback Side panels

Keywords : sistem pendukung keputusan, crude palm oil, fuzzy tsukamoto, matlab

PENDAHULUAN

Kelapa sawit, atau yang dalam bahasa latin dikenal dengan nama *Elaeis* merupakan salah satu jenis komoditi yang paling banyak diminati oleh usaha perkebunan, tidak hanya di Indonesia, namun juga di dunia.. Di Indonesia merupakan salah satu negara penghasil komoditas kelapa sawit yang besar, banyak tumbuh pada daerah Sumatra, Jawa, Kalimantan dan juga Sulawesi. Buah kelapa sawit dapat diolah menjadi *Crude Palm Oil* atau

sering disebut sebagai minyak mentah yang dijadikan sebagai bahan baku minyak goreng yang sekarang telah menjadi bahan pokok dalam masakan. Selain itu, sisa pengolahan minyak kelapa sawit dapat diolah sebagai bahan kosmetik yang banyak digunakan kaum wanita saat ini dan dapat juga dijadikan sebagai bahan campuran makanan serta dapat dijadikan sebagai sabun yang dapat digunakan untuk mandi, mencuci dan lain-lain. Buah kelapa sawit yang diolah sebagai *Crude Palm Oil* dapat menyisakan biji. Biji tersebut terdiri dari dua

yaitu cangkang dan inti atau sering disebut sebagai kernel, cangkang tersebut akan digunakan sebagai bahan bakar boiler dan inti tersebut yang akan diolah menjadi minyak inti. Kelapa sawit saat ini menjadi hasil perkebunan yang paling besar di Indonesia, oleh karena itu Indonesia salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di dunia. Terkait dengan penelitian Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan kualitas Crude Palm Oil Sebagai Bahan Baku Minyak Goreng sudah diteliti sebelumnya, antara lain:

Situmorang, Afi Muftihul (2016). *Pemodelan Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Kualitas Crude Palm Oil (CPO) sebagai Bahan Baku Minyak Goreng dengan Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto* Universitas Brawijaya. Dalam penelitian ini digunakan Fuzzy Tsukamoto metode ini fleksibel dan memiliki toleransi pada data yang ada. Sistem yang dibangun diuji dengan dua metode yaitu pengujian fungsionalitas dan pengujian akurasi pakar. Pengujian fungsionalitas sistem ini menghasilkan nilai validasi 100% yang menandakan sesuai dengan rancangan yang diharapkan. Sedangkan pada pengujian akurasi aturan sistem ini menghasilkan nilai akurasi 85% yang menandakan hampir mendekati aturan yang sebenarnya [1].

Estimasi Jumlah Produksi CPO Kelapa Sawit Menggunakan Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus PT Tapian Nadenggan) Universitas Teknologi Yogyakarta, Metode Tsukamoto efektif diterapkan dalam sistem estimasi jumlah produksi untuk membantu pihak perusahaan dalam memestimasi jumlah produksi minyak sawit berdasarkan variabel input buah kelapa sawit, permintaan dan persediaan serta variabel output jumlah produksi. Aturan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan aturan seleksi ciri [2].

Fuzzy Logic Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Produksi Crude Palm Oil dengan Permintaan Bersifat Stokastik Pada PT. TOR GANDA, pada penelitian dengan implementasi fuzzy logic pada penentuan produksi *Crude Palm Oil*, maka dapat menghasilkan nilai produksi dan persediaan yang akurat karena fungsi keanggotaan dapat dihitung secara sistem [3]. Dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, oleh sebab itu dilakukan penelitian dengan menggunakan 4 variabel, yaitu asam lemak bebas, kadar air, kadar kotoran dan suhu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian terdahulu yang mendukung dalam bahan penulisan penelitian ini adalah

penelitian dengan judul Sistem Pendukung Keputusan untuk menentukan Kualitas *Crude Palm Oil* dengan Metode Fuzzy Tsukamoto Universitas Brawijaya. Universitas Teknologi Yogyakarta (2019), F.I. Ikromina, (2019) dengan judul Estimasi Jumlah Produksi Crude Palm Oil Kelapa Sawit Menggunakan Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus PT Tapian Nadenggan) Universitas Teknologi Yogyakarta Metode Tsukamoto [3] dan Frainskoy Rio Naibaho, (2019). Fuzzy Logic Metode Tsukamoto untuk Prediksi Produksi Crude Palm Oil Dengan Permintaan Bersifat Stokastik Pada PT. TOR GANDA

Pengertian Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Sistem Pendukung Keputusan pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970-an oleh Michael S. Scoot Marton dengan istilah *Management Decision System* (Sprague, 1982). Konsep Sistem Pendukung Keputusan ditandai dengan sistem interaktif berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan memanfaatkan data dan model untuk menyelesaikan masalah-masalah yang tidak terstruktur.

Sistem Pendukung Keputusan adalah sistem informasi interaktif yang mendukung proses pembuatan keputusan melalui presentasi informasi yang dirancang secara spesifik untuk pendekatan penyelesaian masalah dan kebutuhan aplikasi para pembuat keputusan, serta tidak membuat keputusan untuk pengguna. SPK dapat digambarkan sebagai sistem yang berkemampuan mendukung analisis data, dan pemodelan keputusan, berorientasi keputusan, orientasi perancangan masa depan, dan digunakan pada saat-saat yang tidak biasa [4].

Pengertian Crude Palm Oil

Crude Palm Oil (CPO) merupakan salah satu andalan produk pertanian Indonesia baik sebagai bahan baku minyak goreng maupun komoditas ekspor. Untuk mencapai keuntungan maksimum maka perusahaan penghasil CPO perlu memproduksi secara efisien. Indonesia merupakan produsen CPO terbesar di dunia dengan produksi mencapai 30,9 juta ton pada tahun 2015, nilai ini mengalami peningkatan sebesar 5,47% dibandingkan tahun 2014 (BPS, 2015).

Fungsi minyak sawit mentah sebagai bahan baku bagi industri lainnya tentu memberikan konsekuensi perhatian yang lebih terhadap kualitas. Dalam agroindustri CPO, manajemen rantai pasok akan menunjang praktik usaha tani, produksi dan pendistribusian (Basiron *et al.*, 2005). Menurut Pahan (2006) keragaman kualitas minyak kelapa sawit

ditentukan oleh kegiatan panen, transportasi, pengolahan dan penimbunan

Logika Fuzzy

Himpunan Fuzzy Pada tahun 1965 Profesor Lotfi Asker Zadeh mempublikasikan karya ilmiahnya berjudul "fuzzy sets". Terobosan baru tersebut merupakan konsep perluasan "himpunan" klasik menjadi himpunan kabur (fuzzy sets), dalam arti bahwa himpunan klasik (crisp set) merupakan kejadian khusus dari himpunan yang kabur. Menurut George Cantor (1845-1918), himpunan didefinisikan sebagai suatu koleksi obyek-obyek yang terdefinisi secara tegas. Dengan demikian, suatu himpunan A dalam semesta X dapat didefinisikan dengan menggunakan suatu fungsi $(x) : X \{0,1\}$, yang disebut fungsi karakteristik dari himpunan A, dimana untuk setiap X Dengan memperluas konsep fungsi karakteristik itu, Zadeh mendefinisikan himpunan fuzzy dengan menggunakan apa yang disebutnya Fungsi Keanggotaan (membership function), yang nilainya berada dalam selang tertutup $[0,1]$. Jadi keanggotaan dalam himpunan fuzzy tidak lagi merupakan sesuatu yang tegas (yaitu anggota atau bukan anggota), melainkan sesuatu yang berderajat atau bergradasi secara kontinu [10].

$$XA = \{1, \text{untuk } x \in A, \text{ untuk } x \notin A$$

Dengan memperluas konsep fungsi karakteristik itu, Zadeh mendefinisikan himpunan fuzzy dengan menggunakan apa yang disebutnya Fungsi Keanggotaan (membership function), yang nilainya berada dalam selang tertutup $[0,1]$.

Himpunan fuzzy

Logika fuzzy (logika samar) adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lofti A. Zadeh pada tahun 1965 (Kusumadewi, 2002). Ada beberapa definisi tentang logika fuzzy, diantaranya :

1. Logika fuzzy memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dalam bentuk linguistik, konsep tidak pasti seperti "sedikit", "lumayan" dan "sangat".
2. Logika fuzzy adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input ke dalam suatu ruang output, mempunyai nilai kontinu dan logika fuzzy dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.
3. Logika fuzzy adalah logika yang digunakan untuk menjelaskan keambiguan, dimana logika fuzzy adalah cabang teori dari himpunan fuzzy, himpunan

yang menyelesaikan keambiguan.

4. Logika fuzzy menyediakan suatu cara untuk merubah pernyataan linguistik menjadi suatu numerik.

Logika Fuzzy Metode

Tsukamoto. Pada metode Tsukamoto, setiap aturan direpresentasikan menggunakan himpunan himpunan fuzzy, dengan fungsi keanggotaan yang monoton. Untuk menentukan nilai output crisp/hasil yang tegas (Z) dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Cara ini disebut dengan metode defuzzifikasi (penegasan). Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzifier).

Defuzzifikasi

Untuk memperoleh nilai output nilai tegas Z (crisp), dicari dengan cara mengubah input menjadi suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Metode defuzzifikasi yang digunakan dalam metode Tsukamoto adalah metode defuzzifikasi rata-rata terpusat (Center Average Defuzzifier) yang dirumuskan pada persamaan berikut ini (Muzayyanah, I., Mahmudy, W.F., Cholissodin, I., 2014) [11].

$$Z = \frac{\sum_i^n a_i \alpha_i}{\sum_i^n \alpha_i}$$

Keanggotaan Fuzzy

Fungsi keanggotaan (membership function) adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya atau derajat keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1. Karakteristik himpunan fuzzy menggunakan nilai 0 sampai 1 yang menunjukkan nilai derajat keanggotaan suatu elemen dalam himpunan. Misalkan x adalah kumpulan objek dengan keanggotaan elemen x merupakan semesta pembicaraan sehingga himpunan fuzzy dalam x dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$A = \{(X, \mu_x(x)) | x \in X\}$$

$$A = \text{Himpunan fuzzy}$$

$$X = \text{anggota himpunan}$$

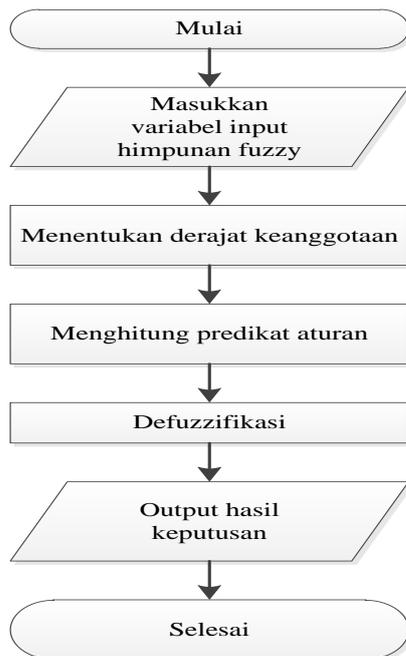
$$\mu(x) = \text{tingkat/derajat keanggota}$$

Jika x nilai kontinu, maka himpunan fuzzy A dapat didefinisikan $A = \int x \sum \mu(A)(x) / X$

Dimana \int dan \sum merupakan tanda gabungan dari pasangan $(X, \mu_x(x))$ [10].

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode fuzzy tsukamoto. Data yang digunakan dalam penelitian ini BERASAL DARI PTPN IV kebun sawit langkat yaitu (1) variabel asam lemak bebas (2) kadar air, (3) kotoran (4) suhu. digunakan adalah nilai yang paling minimum (MIN) dari kedua ke empat output.



Gambar 1. Flowchart metode Fuzzy

Pada metode Tsukamoto ini terdapat variabel input maupun output yang memiliki beberapa himpunan fuzzy dalam menentukan kualitas CPO pada produksi CPO, masing-masing variabel input dan output saling berhubungan agar dapat menghasilkan output yang diinginkan. Penentuan variabel yang digunakan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Variabel Himpunan Fuzzy

No	Nama Himpunan	Domain	
1	Asam lemak bebas	Rendah	0-0,4
		Sedang	0,3-0,7
		Tinggi	0,6-0,1
2	Kadar air	Rendah	0-0,14
		Sedang	0,130,18
		Tinggi	0,17-0,25
3	Kadar kotoran	Rendah	0-0,20
		Sedang	0,18-0,26
		Tinggi	0,24-0,30
4	Suhu	Rendah	0-92
		Sedang	90-97
		Tinggi	95-100

5	Kualitas CPO	Tdk layak	0-20
		Layak	21-40
		Tengik	41-55

Untuk mendapatkan output pada metode Tsukamoto terdapat empat tahapan tahapan pertama Fuzzyfikasi, sebagai contoh Fuzzyfikasi fungsi keanggotaan Asam lemak Bebas:

$$\mu_{ALBrendah} [x] = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ (x-a)/(b-a) & 0 \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

$$\mu_{ALBnormal} [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

$$\mu_{ALBtinggi} [x] = \begin{cases} 0; & a \leq x \leq b \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ 1; & x \leq a \end{cases}$$

Tahapan kedua adalah Fuzzy Basis pengetahuan fuzzy merupakan kumpulan rule-rule dalam bentuk *IF-THEN*.

Tahapan ketiga Mesin Inferensi. Mesin Inferensi merupakan proses pengubahan input ke output fuzzy dengan mengikuti aturan yang telah di tentukan dalam basisi pengetahuan fuzzy.

Tahapan keempat Defuzzifikasi Defuzzifikasi adalah proses pengubahan besaran fuzzy yang disajikan dalam bentuk himpunan-himpunan fuzzy keluaran dengan fungsi keanggotaannya untuk mendapatkan kembali bentuk tegasnya (crisp).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil rancangan dari analisa sistem sampai pengujian sistem serta sistem kerja aplikasi secara keseluruhan baik teori maupun matlab sudah diuji cobakan dan dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hasil Akhir Rancangan Output Kualitas Crude Palm Oil dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 2 Tampilan Sistem Aplikasi Fuzzy Logic di Matlab



Gambar 3 Hasil Perancangan Sistem Dengan Matlab

Pada tahap hasil perancangan sistem penyelesaian masalah menggunakan fuzzy tsukamoto dan pengujian data dengan menggunakan 4 variabel input dan 1 variabel output yang menghasilkan 81 rule di gunakan untuk melakukan kalkulasi perhitungan dan simulasi. Sebagai hasil keluaran agar dapat memudahkan pengguna, berikut hasil teori dan uji coba dalam sistem logika fuzzy pada matlab

Studi kasus : Jika asam lemak bebas 0,7 FFA, kadar air 0,23 Moisture, kadar kotoran 0,25 Dirty, dan suhu 97°C. Berapa % kah kualitas CPO?

Tahap 1: Fuzzyfikasi

- Asam Lemak Bebas
Asam lemak bebas 0,7 FFA terletak pada variabel normal dan tinggi

$$\text{Normal} = (c - x) / (c - b)$$

$$= (0,7 - 0,7) / (0,7 - 0,5)$$

$$= 0$$

$$\text{Tinggi} = (x - a) / (b - a)$$

$$= (0,7 - 0,6) / (0,10 - 0,6)$$

$$= (0,1) / (0,4)$$

$$= 0,25$$
- Kadar air
Kadar air 0,23 moisture terletak pada variabel tinggi

$$\text{Tinggi} = (x - a) / (b - a)$$

$$= (0,23 - 0,17) / (0,25 - 0,17)$$

$$= 0,6 / 0,8$$

$$= 0,75$$

- Kadar kotoran
Kadar kotoran 0,25 Dirty terletak pada variabel normal dan tinggi

$$\text{Normal} = (c - x) / (c - b)$$

$$= (0,26 - 0,25) / (0,26 - 0,22)$$

$$= 1 / 4$$

$$= 0,25$$

$$\text{Tinggi} = (x - a) / (b - a)$$

$$= (0,25 - 0,24) / (0,30 - 0,24)$$

$$= 0,4 / 0,6$$

$$= 0,66$$
- Suhu 90°C terletak pada variabel tinggi

$$\text{Tinggi} = (x - a) / (b - a)$$

$$= (100 - 98) / (100 - 95)$$

$$= 2 / 5$$

$$= 0,25$$

Tahap 2 : pembentukan rule

- If (asam lemak bebas normal) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO layak).
- If (asam lemak bebas normal) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO layak).
- If (asam lemak bebas tinggi) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran normal) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO tinggi).
- If (asam lemak bebas tinggi) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO tinggi).

Tahap 3: Mesin inferensi

- If (asam lemak bebas normal) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO layak).
- If (asam lemak bebas normal) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO layak).
- If (asam lemak bebas tinggi) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran normal) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO tinggi).
- If (asam lemak bebas tinggi) and (kadar air tinggi) and (kadar kotoran tinggi) and (suhu tinggi) then (kualitas CPO tinggi)

Tahap 4: Defuzzyfikasi

$$Z = \frac{a_1z_1 + a_2z_2 + \dots + a_mz_m}{a_1 + a_2 + \dots + a_m}$$

$$Z = 39,48$$

Jadi kualitas CPO dengan kandungan asam lemak bebas 0,7 FFA kadar air 0,23 Moisture kadar kotoran 0,25 Dirty dan suhu 98°C adalah **39,48** % dengan kualitas **layak**. Setelah melakukan pengujian perhitungan secara manual dan pengujian secara sistem Matlab dengan Asam Lemak Bebas 0,7 FFA, Kadar Air 23 Moisture, Kadar Kotoran 0,25 Dirty dan suhu

98°C maka hasil yang diperoleh dengan perhitungan manual adalah **16,48** dengan kualitas **layak**, sedangkan perhitungan secara Matlab yang dihasilkan adalah **23** dengan kualitas **layak**. Maka perbedaan hasil antara perhitungan manual dan perhitungan secara matlab adalah **16,48** dengan kualitas yang sama yaitu **layak**. Dapat dilihat pada gambar dibawah hasil perhitungan dengan matlab.



Gambar 4. Hasil Perhitungan Dengan Matlab

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini perancangan menggunakan metode *Fuzzy* Tsukamoto dan aplikasi Matlab untuk menentukan kualitas Crude Palm Oil Sebagai bahan baku minyak goreng, maka dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Diperlukan suatu metode terhadap proses dalam menentukan kualitas Crude Palm Oil sebagai bahan baku minyak goreng untuk mempermudah dalam pengambilan keputusan serta dapat mengurangi terjadinya kesalahan pada penentuan kualitas Crude Palm Oil.
2. Asam lemak bebas, kadar air, kadar kotoran, suhu sangat mempengaruhi kualitas crude palm oil untuk layak digunakan.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka kualitas CPO dengan inputan asam lemak bebas = 0,7FFA, kadar air = 0,23 Moisture, kadar kotoran = 0,25 Dirty dan suhu = 98°C dalam keadaan layak, yaitu 39,48 yaitu 23%, jadi selisih antara logika Fuzzy dengan nilai sebenarnya = 16.48%.
4. Penentuan kualitas crude palm oil menggunakan aplikasi logika *fuzzy* ini lebih cepat, efektif dan juga lebih efisien dari pada menggunakan cara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Situmorang, Afimuftihu (2016) *Pemoeln Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Kualitas Crude Palm Oil (CPO) sebagai bahan baku minyak goreng dengan menggunakan metodeFuzzy Tsukamoto* Universitas Brawijaya
- [2] F.I.Ikromina,(2019). Estimasi Jumlah Produksi CPO Kelapa Sawi Menggunakan Fuzzy Tsukamoto (Studi Kasus PT Tapian Nadenggan) Universitas Teknologi Yogyakarta
- [3] Frainskyo Rio Naibaho ,(2019). Fuzzy Logic Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Produksi Crude Palm Oil Dengan Permintaan Bersifat Stokastik Pada PT. TOR GANDA.[4] T.Limbong and J.Simarmata Menentukan Matakuliah yang Efektif Belajar Daring (Belajar dan Ujian) dengan Metode Multi-Attribute UtilityTheory (MAUT),” J. Resti, vol. 4, no. 2, pp. 370–376, 2020.
- [4] Ginting Meiliyani dkk (2020), Aplikasi Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Jumlah Persediaan Beras Pada Perum Bulog Divre Sumut.Jurnal Ilmiah Simantek, Jilid 4
- [5] Sinaga H,Andi,(2018). Pengendalian Kualitas Crude Palm Oil Dengan Menggunakan Metode DMAIC Dan Fuzzy FMEA PT. Has. Fakultas Teknik Industri,Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [6] Pelawi, 2019.Sistem pendukung Keputusan Pemilihan Buah CPO terbaik di PKS Salapian Menggunakan Metode Topsis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panci Budi Medan.
- [7] Rika Ampuh Hadiguna, [(2008) ModelPerancangan Produksi pada Rantai Pasok Crude Palm Oil Dengan Refrensi Pengambilan Keputusan
- [8] Amzul Rifin (2015). Efisiensi Perusahaan Crude Palm Oil (CPO) di Indonesia
- [9] Agung Setiawan dkk, (2018) Logika fuzzy dengan Matlab, Penerbit Jayapangus Press
- [10] Agus Prayogi, (2018) Sistem Pendu Keputusan Untuk Penentuan Jumlah Produksi Nanas Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto (Studi kasus PT.Great Giant Pineapple)
- [11] A. Surapati, A. Zyaputra, RS Rinald (2021), Perancangan Alat Pendeteksi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas dan Densitas Menggunakan Metode Fuzzy Logic.