

IMPLEMENTASI FUZZY TSUKAMOTO DALAM PENENTUAN KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN KARET DAN KELAPA SAWIT

Maya Yusida¹, Dwi Kartini², Andi Farmadi³, Radityo Adi Nugroho⁴, Muliadi⁵

¹²³Prodi Ilmu Komputer FMIPA ULM

Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru, Kalimantan selatan

Email : mayayusida@gmail.com

Abstract

Land suitability is the suitability of a plot of land for a particular use. In the determination of appropriate plant recommendations on land, the Banjarbaru Swamp Land Food Crops Research Institute sets out 8 criteria in its assessment. These criteria include Soil Depth (cm), CEC Soil (cmol), Saturation Bases (%), pH (H₂O), C-Organic (%), N Total (%), P₂O₅ (mg / 100g), K₂O (mg / 100g). Making this expert system using Fuzzy Tsukamoto method. The results obtained from this expert system in the form of data on land suitability for rubber and palm oil plantations that are prioritized to be planted in a field based on the growing requirements of a plant.

Keywords: Expert System, Land Suitability, Fuzzy Tsukamoto

Abstrak

Kesesuaian lahan adalah kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Dalam penentuan rekomendasi tanaman yang sesuai terhadap lahan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Lahan Rawa Banjarbaru menetapkan 8 kriteria dalam penilaiannya. Kriteria tersebut meliputi Kedalaman Tanah (cm), KTK Tanah (cmol), Kejenuhan Basa (%), pH (H₂O), C-Organik (%), N Total (%), P₂O₅ (mg/100g), K₂O (mg/100g). Pembuatan sistem pakar ini menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Hasil yang didapat dari sistem pakar ini berupa data tingkat kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit yang lebih diprioritaskan untuk ditanam disuatu lahan berdasarkan syarat tumbuh suatu tanaman.

Kata Kunci : Sistem Pakar, Kesesuaian Lahan, Fuzzy Tsukamoto

1. PENDAHULUAN

Adanya persaingan penggunaan lahan antara sektor pertanian dan non pertanian, serta kebutuhan lahan yang semakin meningkat dan langkanya lahan pertanian yang subur potensial memerlukan teknologi tepat guna dalam upaya mengoptimalkan penggunaan lahan secara berkelanjutan[1]. Untuk dapat memanfaatkan sumber daya lahan secara terarah, efisien dan optimal maka diperlukan data dari hasil penelitian suatu lahan dimana nantinya data tersebut akan menghasilkan suatu keputusan yang tepat untuk menanam suatu tanaman yang berpotensi tumbuh pada lahan tersebut[2].

Usaha pembudidayaan tanaman karet dan kelapa sawit sering mengalami hambatan salah satunya dalam menentukan kesesuaian lahan, karena produktivitas tanaman karet dan kelapa sawit tergantung pada kualitas lahan yang digunakan. Para peneliti menentukan kesesuaian lahan berdasarkan data hasil penelitian sampel tanah, data tersebut akan dicocokkan dengan data kriteria dari masing-masing tanaman. Untuk saat ini melakukan kesesuaian lahan terhadap tanaman tersebut masih dengan cara manual[3].

Dengan adanya hal tersebut maka diperlukan suatu sistem pakar (*expert system*) yang dimana sistem tersebut adalah sistem yang berusaha mengadopsi pengetahuan seorang pakar[4]. Penelitian ini mencoba untuk menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* dalam penentuan kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit. Dengan menentukan tingkat kesesuaian tanaman berdasarkan syarat tumbuh tanaman dengan data kriteria suatu lahan.

Adapun metode tersebut, setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk IF-THEN harus direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang monoton[5]. Output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Hasil akhirnya diperoleh dengan menggunakan rata-rata terbobot[6].

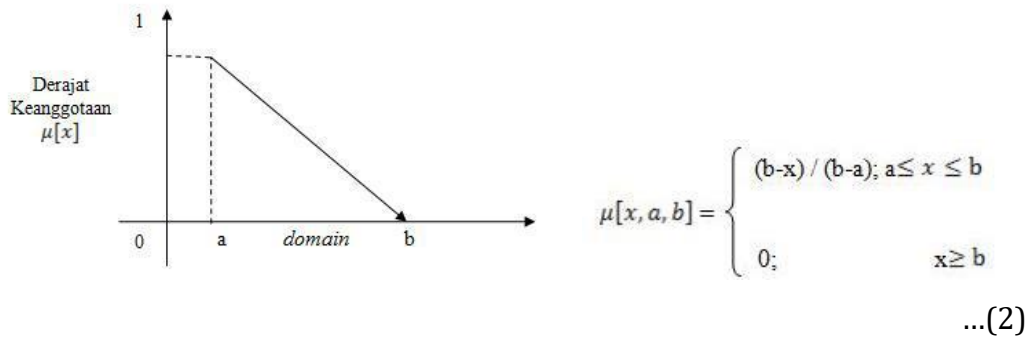
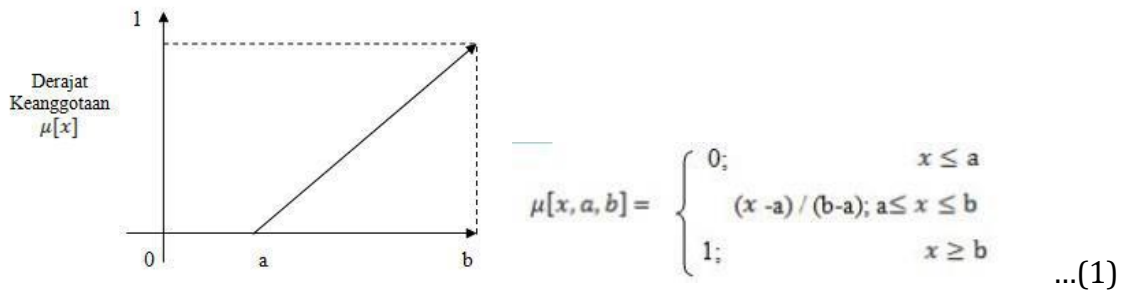
2. METODE PENELITIAN

2.1 Fungsi Keanggotaan Logika *Fuzzy*

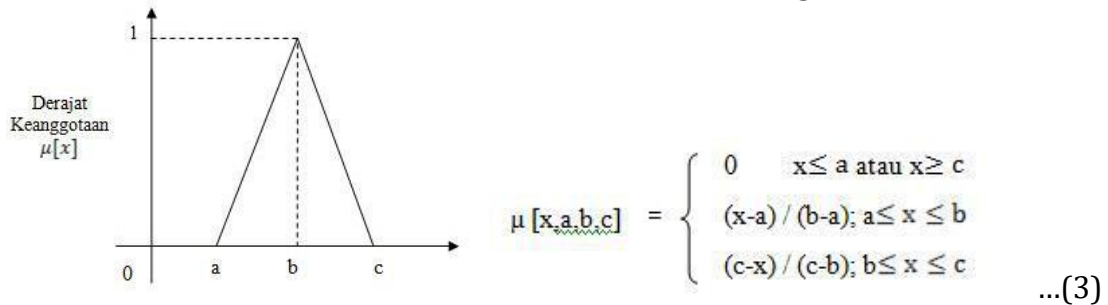
Fungsi Keanggotaan Logika *Fuzzy* merupakan nilai derajat keanggotaan suatu himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan menggunakan kurva yang menunjukkan pemetaan pada nilai input data ke dalam nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan & memiliki interval nilai antara 0 - 1. Dalam mendapatkan nilai keanggotaan dengan menggunakan pendekatan fungsi keanggotaan ada beberapa penalaran logika fuzzy[7], diantaranya:

a. Fungsi Representasi Linier

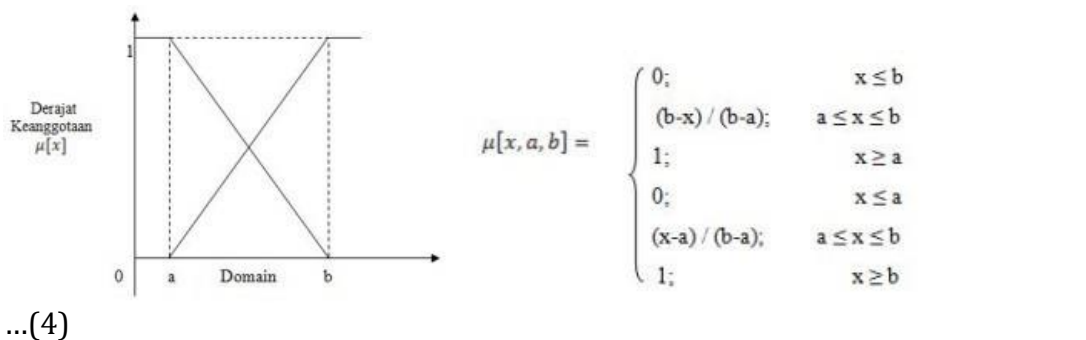
Pada fungsi ini, nilai input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Keadaan linier yang dimaksud terdiri dari dua keadaan, yaitu linier naik dan linier turun.



- b. Fungsi Keanggotaan Segitiga
 Fungsi keanggotaan segitiga mempunyai 3 parameter yang didefinisikan dengan nilai a,b,c untuk menentukan koordinat x dari tiga sudut.



- c. Representasi Kurva Bahu
 Kurva Bahu adalah variabel yang terletak ditengah-tengah daerah kurva yang berbentuk segitiga. Pada sisi kiri dan kanan membentuk garis lurus berupa garis linier naik atau linier turun.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data yang Digunakan

Adapun data pengetahuan yang didapatkan langsung dari pakar adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Data Tanaman

<i>Kode</i>	<i>Nama Tanaman</i>
T1	Tanaman Karet
T2	Tanaman Kelapa Sawit

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

Adapun data kriteria tanaman yang diperoleh adalah sebagai berikut.

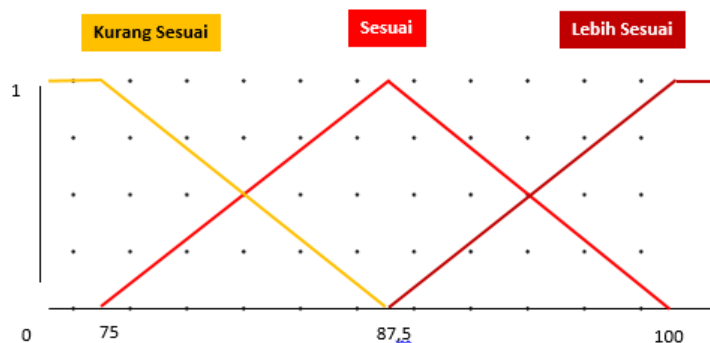
Tabel 2. Data Kriteria Tanaman Karet dan Sawit

<i>Kode</i>	<i>Nama Gejala</i>
K1	Kedalaman Tanah
K2	KTK Tanah
K3	Kejenuhan Basa
K4	pH H ₂ O
K5	C-Organik
K6	N Total
K7	P205
K8	K20

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

3.2. Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto

Proses *fuzzyfikasi* dilakukan dengan mengubah nilai input (x) kedalam bentuk derajat keanggotaan masing masing kriteria. Sebelum dilakukan *fuzzyfikasi*, setiap kriteria haruslah memiliki satu nilai yang merepresentasikan kriteria tersebut. Pada penelitian ini, nilai input didapatkan dari hasil uji lapangan yang dilakukan oleh pakar.



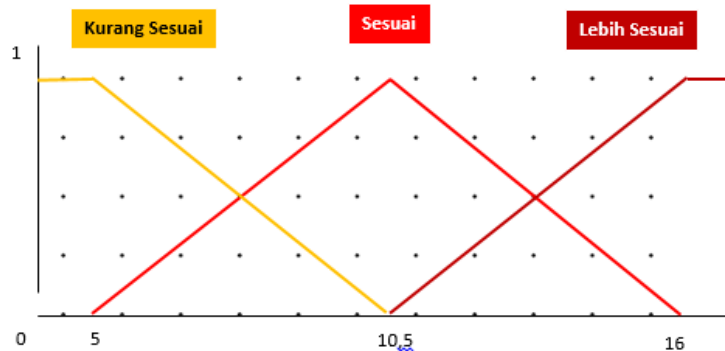
Gambar 1. Grafik representasi kriteria kedalaman tanah

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 75 \\ \frac{75-x}{12,5}, & 75 \leq x \leq 87,5 \\ 0, & x \geq 87,5 \end{cases} \dots(5)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 75 \text{ atau } x \geq 100 \\ \frac{x-75}{12,5}, & 75 \leq x \leq 87,5 \\ \frac{100-x}{12,5}, & 87,5 \leq x \leq 100 \end{cases} \dots(6)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 87,5 \\ \frac{x-87,5}{12,5}, & 87,5 \leq x \leq 100 \\ 1, & x \geq 100 \end{cases} \dots(7)$$



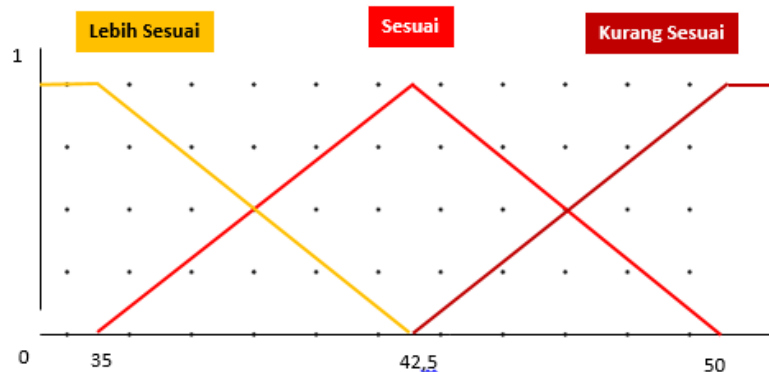
Gambar 2. Grafik representasi kriteria KTK tanah

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{10,5-x}{5,5}, & 5 \leq x \leq 10,5 \\ 0, & x \geq 10,5 \end{cases} \dots(8)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 16 \\ \frac{x-5}{5,5}, & 5 \leq x \leq 10,5 \\ \frac{16-x}{5,5}, & 10,5 \leq x \leq 16 \end{cases} \dots(9)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10,5 \\ \frac{x-10,5}{5,5}, & 10,5 \leq x \leq 16 \\ 1, & x \geq 16 \end{cases} \dots(10)$$

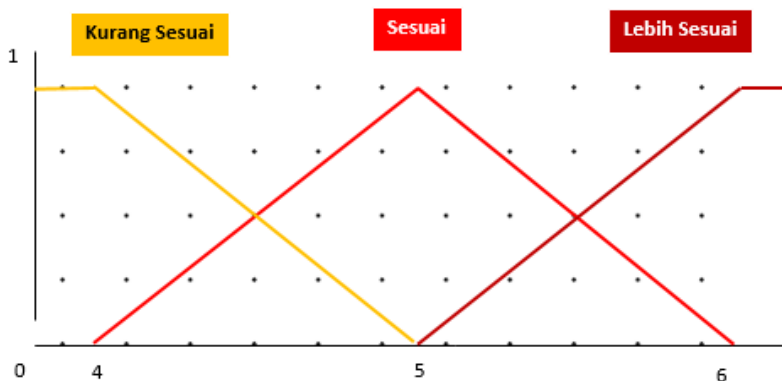


Gambar 3. Grafik representasi kriteria kejuanan basa
 Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy. 2017*

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 35 \\ \frac{42,5-x}{7,5}, & 35 \leq x \leq 42,5 \\ 0, & x \geq 35 \end{cases} \dots(11)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 35 \text{ atau } x \geq 50 \\ \frac{x-35}{7,5}, & 35 \leq x \leq 42,5 \\ \frac{50-x}{7,5}, & 42,5 \leq x \leq 50 \end{cases} \dots(12)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 42,5 \\ \frac{x-42,5}{7,5}, & 42,5 \leq x \leq 50 \\ 1, & x \geq 50 \end{cases} \dots(13)$$

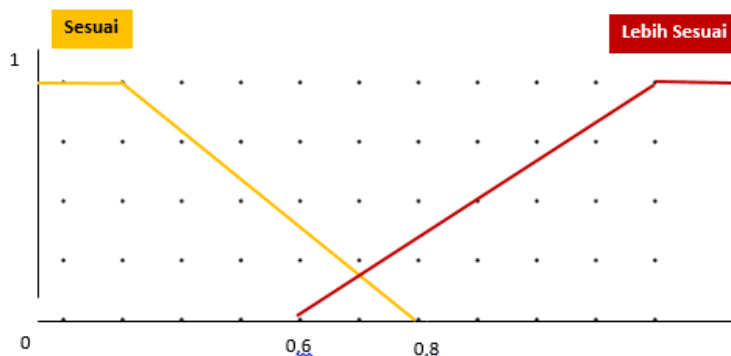


Gambar 4. Grafik representasi kriteria pH H2O
 Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy. 2017*

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 4 \\ \frac{5-x}{7,5}, & 4 \leq x \leq 5 \\ 0, & x \geq 4 \end{cases} \dots(14)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 4 \text{ atau } x \geq 6 \\ \frac{x-4}{1}, & 4 \leq x \leq 5 \\ \frac{6-x}{1}, & 5 \leq x \leq 6 \end{cases} \dots(15)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \\ \frac{x-5}{1}, & 5 \leq x \leq 6 \\ 1, & x \geq 6 \end{cases} \dots(16)$$

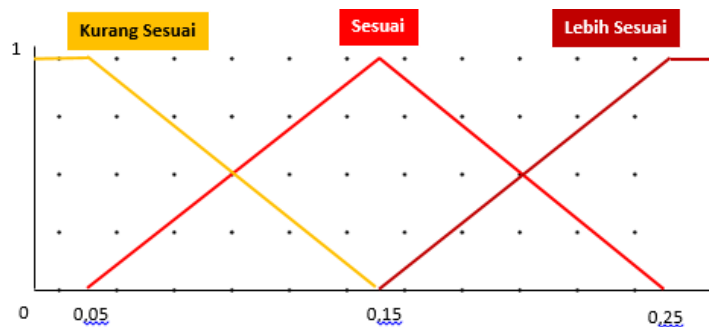


Gambar 5. Grafik representasi kriteria c-organik

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0,6 \\ \frac{0,8-x}{0,2}, & 0,6 \leq x \leq 0,8 \\ 0, & x \leq x \leq 0,8 \end{cases} \dots(17)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,6 \\ \frac{x-0,6}{0,2}, & 0,6 \leq x \leq 0,8 \\ 1, & x \geq 0,8 \end{cases} \dots(18)$$



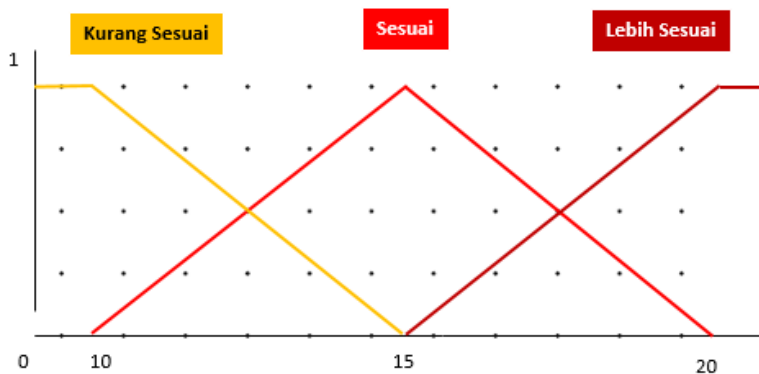
Gambar 6. Grafik representasi kriteria N total

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy. 2017*

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 0,05 \\ \frac{0,15-x}{0,10}, & 0,05 \leq x \leq 0,15 \\ 0, & x \geq 0,15 \end{cases} \dots(19)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,05 \text{ atau } x \geq 0,25 \\ \frac{x-0,05}{0,10}, & 0,05 \leq x \leq 0,15 \\ \frac{0,25-x}{0,10}, & 0,15 \leq x \leq 0,25 \end{cases} \dots(20)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0,15 \\ \frac{x-0,15}{7,5}, & 0,15 \leq x \leq 0,25 \\ 1, & x \geq 0,25 \end{cases} \dots(21)$$



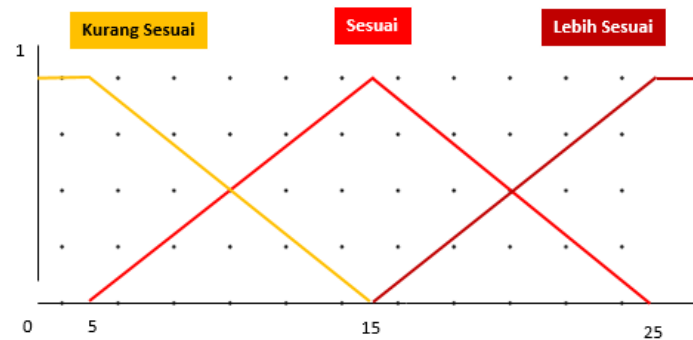
Gambar 7. Grafik representasi kriteria P205

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy. 2017*

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 10 \\ \frac{15-x}{5}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases} \dots(22)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \text{ atau } x \geq 15 \\ \frac{x-10}{5}, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20-x}{5}, & 15 \leq x \leq 20 \end{cases} \dots(23)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{5}, & 15 \leq x \leq 20 \\ 1, & x \geq 20 \end{cases} \dots(24)$$



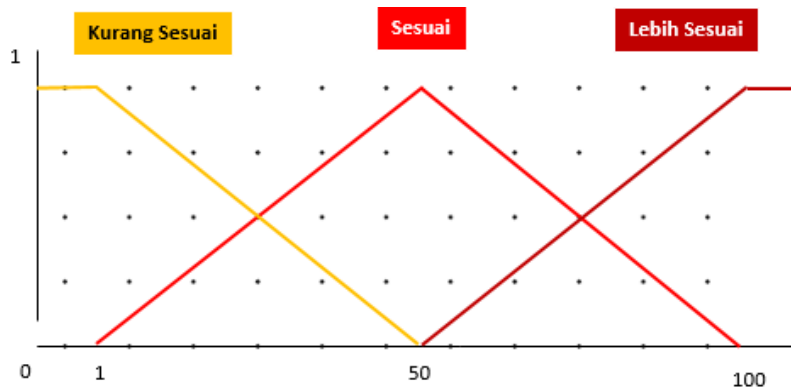
Gambar 8. Grafik representasi kriteria K20

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy. 2017*

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 5 \\ \frac{15-x}{10}, & 5 \leq x \leq 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases} \dots(25)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 5 \text{ atau } x \geq 25 \\ \frac{x-5}{10}, & 5 \leq x \leq 15 \\ \frac{25-x}{10}, & 15 \leq x \leq 25 \end{cases} \dots(26)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 15 \\ \frac{x-15}{10}, & 15 \leq x \leq 25 \\ 1, & x \geq 25 \end{cases} \dots(27)$$



Gambar 9. Grafik representasi tingkat kesesuaian lahan
 Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

$$\mu_{\text{Kurang Sesuai}}(x) = \begin{cases} 1, & z \leq 1 \\ \frac{50-z}{50-1}, & 1 \leq z \leq 50 \\ 0, & x \geq 50 \end{cases} \dots(28)$$

$$\mu_{\text{Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & z \leq 50 \text{ atau } z \geq 100 \\ \frac{z-1}{50-1}, & 1 \leq z \leq 50 \\ \frac{100-z}{100-50}, & 50 \leq z \leq 100 \end{cases} \dots(29)$$

$$\mu_{\text{Lebih Sesuai}}(x) = \begin{cases} 0, & z \leq 50 \\ \frac{z-50}{100-50}, & 50 \leq x \leq 100 \\ 1, & x \geq 100 \end{cases} \dots(30)$$

Adapun data lahan Tanah Laut, Kintap, Pasir Putih yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Lahan Tanah Laut, Kontap, Pasir Putih

No.	Karakteristik Lahan	Nilai Data
K1	Kedalaman Tanah (cm)	95
K2	KTK Tanah (cmol)	19.38
K3	Kejenuhan Basa (%)	93
K4	pH H ₂ O	2.6
K5	C-Organik (%)	7.21
K6	N Total (%)	0.15
K7	P205 (mg/100g)	20
K8	K20 (mg/100g)	25

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy*. 2017

Aturan yang digunakan dalam penentuan kesesuaian lahan tanaman karet dan sawit dengan lahan yang diteliti memiliki 2 rule, dengan masing-masing rule menggunakan metode *Fuzzy Tsukamoto* seperti ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rule base untuk tanaman karet dan sawit

[R10]	If K1 Lebih Sesuai and K2 Lebih Sesuai and K3 Kurang Sesuai and K4 Kurang Sesuai and K5 Lebih Sesuai and K6 Sesuai and K7 Lebih Sesuai and K8 Lebih Sesuai Then T1 Tanaman Karet (Lebih Sesuai)
[R11]	If K1 Sesuai and K2 Lebih Sesuai and K3 Kurang Sesuai and K4 Kurang Sesuai and K5 Lebih Sesuai and K6 Sesuai and K7 Lebih Sesuai and K8 Lebih Sesuai Then T1 Tanaman Karet (Lebih Sesuai)

Sumber: *Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet Dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy.. 2017*

Berdasarkan hasil jawaban tersebut dilakukan penarikan nilai *fuzzyfikasi*

K1 (Kedalaman Tanah) = 95

Kurang Sesuai = 0

$$\begin{aligned} \text{Sesuai} &= (100-95)/(12.5) \\ &= (5)/(12.5) \\ &= 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebih Sesuai} &= (95-87.5)/(12.5) \\ &= (7.5)/(12.5) \\ &= 0.6 \end{aligned}$$

K2 (KTK Tanah) = 19.38

Kurang Sesuai = 0

Sesuai = 0

Lebih Sesuai = 1

K3 (Kejenuhan Basa) = 93

Kurang Sesuai = 1

Sesuai = 0

Lebih Sesuai = 0

K4 (pH H₂O) = 2.6

Kurang Sesuai = 1

Sesuai = 0

Lebih Sesuai = 0

K5 (C-Organik) = 7.21

Sesuai = 1

Lebih Sesuai = 0

K6 (N Total) = 0.15

Kurang Sesuai = 0

Sesuai = 1

Lebih Sesuai = 0

K7 (P205) = 20

Kurang Sesuai = 1

Sesuai = 0

Lebih Sesuai = 0

K8 (K20) = 25

Kurang Sesuai = 1

Sesuai = 0

Lebih Sesuai = 0

Nilai Z yang dicari untuk setiap aturan menggunakan fungsi MIN pada fungsi implikasinya:

[R10] α -predikat 1 = 0.6

$$\frac{Z - 50}{100 - 50} = 0.6$$

$$Z - 50 = (50 * 0.6)$$

$$Z = 50 + 30$$

$$Z_{10} = 80$$

[R11] α -predikat 2 = 0.4

$$\frac{Z - 50}{100 - 50} = 0.4$$

$$Z - 50 = (50 * 0.4)$$

$$Z = 50 + 20$$

$$Z_{11} = 70$$

Tahap defuzzyfikasi mencari nilai tegas Z dapat dicari dengan menggunakan rata-rata terbobot pada cara berikut ini:

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(0.6 * 80) + (0.4 * 70)}{(0.6 + 0.4)} \\ &= \frac{48 + 28}{1} \\ &= \frac{76}{1} \\ &= 76 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa lahan Tanah Laut, Kintap, Pasir Putih dengan tingkat kesesuaian lebih sesuai untuk tanaman karet. Berdasarkan dari gambar 9 dimana nilai 76 termasuk dalam nilai keanggotaan kategori lebih sesuai.

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Metode *Fuzzy Tsukamoto* dapat digunakan dalam penentuan kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit.
- b. Berdasarkan hasil uji perbandingan dari sistem 100% sama dengan hasil manual pakar.
- c. Dari 7 kasus terdapat perbedaan hasil antara sistem dan pakar dimana sistem menentukan tingkat kesesuaian tanaman karet dan kelapa sawit sedangkan pakar menentukan kesesuaian lahan untuk tanaman karet dan kelapa sawit pertanaman, itu dikarenakan pakar masih melakukan kesesuaian data dengan cara manual yang dilakukan pertanaman disetiap lahan yang ingin diuji[8].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Sevani, H. Sukoco, J. T. Informatika, F. T. Informasi, and U. K. Wacana, "**SISTEM PAKAR PENENTUAN KESESUAIAN LAHAN BERDASARKAN FAKTOR PENGHAMBAT TERBESAR (MAXIMUM LIMITATION FACTOR) UNTUK TANAMAN PANGAN,**" *Jurnal Informatika*, vol. 10, no. 1, pp. 23–31, 2009.
- [2] P. Soepomo, "**SISTEM PAKAR PENENTUAN KESESUAIAN LAHAN PERTANIAN UNTUK PEMBUDIDAYAAN TANAMAN BUAH-BUAHAN,**" *Jurnal Sarjana Teknik Informatika*, vol. 1, no. 1, pp. 317–326, 2013.
- [3] B. P. dan P. P. K. Pertanian, "**Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian,**" *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian*, 2011.
- [4] L. S. Setiawati, "**PENERAPAN FUZZY INFERENCE SYSTEM TAKAGI-SUGENO-KANG PADA SISTEM PAKAR,**" *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [5] P. Informatika, B. Darma, M. Program, S. Teknik, and M. Tsukamoto,

- “IMPLEMENTASI METODE FUZZY TSUKAMOTO PADA PENENTUAN HARGA JUAL BARANG DALAM KONSEP FUZZY LOGIC,”** *Pelita Informatika Budi Darma*, vol. 5, no. 2, pp. 104–109, 2013.
- [6] J. M. Infotama, D. Tetap, F. Ilmu, K. Universitas, and D. Bengkulu, **“METODE LOGIKA FUZZY TSUKAMOTO DALAM SISTEM PENGAMBILAN KEPUTUSAN PENERIMAAN BEASISWA,”** *Jurnal Media Infotama*, vol. 9, no. 1, pp. 140–165, 2013.
- [7] S. K. Dewi, **“Logika Fuzzy,”** *Graha Ilmu*, pp. 109–148, 2010.
- [8] M. Yusida, **“Sistem Pakar Penentuan Kesesuaian Lahan Untuk Tanaman Karet dan Kelapa Sawit Dengan Metode Logika Fuzzy,”** 2017.