

Aplikasi Pengukuran Penggunaan Prebiotik untuk Tanaman Jagung di Kabupaten Aceh Utara Menggunakan Metode *Fuzzy Tsukamoto* Berbasis Web

Angga Pratama¹⁾, Maulida Hasbi²⁾, Ananda Faridhatul Ulva³⁾

^{1, 2, 3)} Sistem Informasi, Universitas Malukussaleh

¹⁾ anggapatama@unimal.ac.id, ²⁾ maulida.180180033@mhs.unimal.ac.id, ²⁾ anandafulva19@unimal.ac.id

ABSTRACT

Corn, along with rice and wheat, is one of the world's most significant food crops. Crop failures are a common concern for farmers, and one of the causes is the use of unsuitable fertilizers, which can limit the growth of organs and plant structure as a whole. Because good corn plant growth and high yields require the use of good and appropriate fertilizer for corn plants, this system is designed to recommend fertilization for plants based on the variables required by plants, namely soil pH, air temperature, humidity, rainfall, rainy days, altitude area, solar radiation, and land area, as determined by the agricultural service. Where each value is calculated using a specified set of each criterion, namely little, medium, and high. The outcomes of these computations are the final result of this decision system, namely suggestions for fertilizer usage in liters to assist farmers in analyzing fertilizer use for corn plants in North Aceh District. As in prior works, Tsukamoto's fuzzy technique is applied in this decision-making system to handle data values with a very high level of uncertainty or ambiguity.

Keywords: *Applications, Measurement of Prebiotics, Corn Plants, Fuzzy Tsukamoto*

I. PENDAHULUAN

Selain beras dan gandum, jagung merupakan salah satu tanaman terpenting di dunia. Ketersediaan nutrisi tanaman dan keasaman tanah sangat terkait. Di tanah yang subur, gembur, dan kaya humus, tanaman jagung tumbuh subur. Tinggi biasanya antara 60 dan 250 cm, tergantung jenis dan lokasi penanaman (Paeru dan Dewi, 2017). Penyebab gagal panen pada tanaman jagung umumnya karena kesalahan pada saat melakukan pemupukan terhadap tanaman. Jika melakukan pemupukan dengan jumlah sedikit bisa saja terjadi gejala kekurangan nitrogen yang paling jelas dan umum adalah berkurangnya warna hijau daun. Daun menjadi lebih pucat, lebih kuning, dan pada kekurangan nitrogen yang parah, maka daun akan mati. Selain itu, tanaman jagung yang kekurangan nitrogen ditandai dengan berkurangnya tinggi tanaman (tanaman kerdil), perkembangan tongkol yang tidak lengkap, dan daun berserat. Oleh sebab itu, kehijauan daun berdampak langsung pada perkembangan dan hasil tanaman seperti tanaman jagung.

Pasokan nitrogen (N) yang cukup memerlukan penggunaan pupuk yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah rekomendasi penggunaan pupuk pada tanaman jagung dengan menginput nilai dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan yaitu pH tanah, suhu udara, kelembaban, curah hujan, hari hujan, tinggi wilayah, penyinaran matahari dan luas lahan penanaman tanaman jagung tersebut.

Pada penelitian ini sistem yang diaplikasikan menggunakan metode yang handal dalam kajian sistem yang diterapkan dengan menggunakan metode logika *fuzzy Tsukamoto*, sebagaimana terlihat dari banyak penelitian sebelumnya bahwa metode ini dipilih untuk menangani nilai-nilai data yang terdapat pada data dengan tingkat ketidakpastian yang sangat tinggi atau ambigu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ph Tanah

Keasaman atau kebasaaan suatu tanah biasanya diukur dengan pH-nya. Memiliki tanah yang gembur penting untuk menanam tanaman jagung. Karena itu, kualitas keasaman tanah dan kadar airnya sangat mudah berpengaruh terhadap keberhasilan panen. Penanaman jagung akan efektif jika pH tanah sesuai dengan kualitas tanah, karena setiap daerah memiliki jenis tanah yang berbeda dan setiap jenis tanah memiliki kualitas tingkat keasaman (pH) yang berbeda pula. Kisaran keasaman tanah adalah 0 hingga 14. Agar memberikan hasil yang baik, tanah untuk menanam jagung harus memiliki pH netral, yaitu skala antara 5,0 hingga 7,0. Jika pH lebih rendah dari 5,0, tanah dianggap asam. (Kosanke, 2019).

2.2. Suhu Udara

Persamaan berikut dapat digunakan untuk mendapatkan suhu udara permukaan rata-rata harian untuk keperluan klimatologi operasional di Indonesia, khususnya untuk stasiun-stasiun yang hanya beroperasi paruh waktu.

$$T_{mean} = \frac{2 \cdot T_7 + T_{13} + T_{18}}{4} \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan:

Tmean = suhu udara permukaan rata-rata harian (°),

T7 = suhu udara pengamatan jam 07.00 LT;

T13 = suhu udara pengamatan jam 13.00 LT; T18 = suhu

Unsur-unsur berikut akan mempengaruhi keadaan suhu udara di suatu tempat di permukaan bumi (Rahim et al., 2016):

a. Lamanya Penyinaran Matahari

Suatu tempat semakin panas semakin lama sinar matahari bersinar di sana. Suhu akan lebih tinggi jika cerah sepanjang hari dibandingkan jika cuaca mendung sejak pagi.

b. Sinar Matahari miring

Dibandingkan dengan lokasi yang mataharinya lebih miring, lokasi yang mataharinya tegak lurus akan mendapatkan lebih banyak energi matahari dan memiliki suhu yang lebih tinggi.

b. Kondisi Awan

Jumlah radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi akan berkurang dengan adanya awan di atmosfer. Radiasi yang mengenai awan akan menyebar, memantulkan, dan menyerap uap air di dalam awan.

c. Kondisi bagian luar bumi

Penyerapan dan pemantulan radiasi matahari akan berbeda-beda tergantung dari karakteristik daratan dan lautan. Permukaan daratan akan menyerap dan melepaskan energi panas radiasi matahari dari permukaan bumi lebih cepat dibandingkan permukaan lainnya, yang akan menyebabkan variasi temperatur udara di atasnya.

2.3. Kelembaban

Kelembaban adalah ukuran jumlah uap air di udara yang disebabkan oleh adanya uap air. Suhu memiliki dampak yang signifikan terhadap tingkat kejenuhan. Pemadatan akan berlangsung jika tekanan uap jenuh dan tekanan uap parsial sama. Perbedaan persentase antara tekanan uap air parsial dan tekanan uap air jenuh adalah bagaimana kelembaban relatif (RH) didefinisikan secara matematis. Ada berbagai interpretasi kelembaban. Konsep kelembaban dapat direpresentasikan sebagai kelembaban relatif pada umumnya (Indarwati et al., 2019).

2.4. Tinggi Permukaan

Wilayah adalah unit geografis, bersama dengan semua bagian penyusunnya. Hal ini didasarkan pada kendala ruang lingkup dari beberapa pengamatan, baik dari metode perencanaan maupun pertimbangan batas administrasi. Sedangkan konsep ruang adalah suatu bentuk wilayah terlepas dari bagaimana ia diabstraksikan dalam dimensi geografis

fisik sebagai wadah kegiatan manusia atau yang bersifat alamiah atau dalam dimensi ekonomi yang tercermin dari hubungan unsur-unsur ekonomi, wilayah adalah suatu wilayah. sesuai dengan batas-batas ruang lingkup kewenangan administratif (Hardati, 2016).

2.5. Penyinaran Matahari

Sumber energi terbarukan yang terkait dengan masalah perubahan iklim adalah sinar matahari. Sumber energi matahari sangat bergantung pada perubahan lingkungan yang tidak teratur. LPM adalah salah satu variabel penting untuk menghitung energi matahari. Perubahan LPM mungkin merupakan tanda variasi radiasi matahari. LPM adalah variabel yang cocok untuk pemeriksaan variasi antar tahunan (Muhammad Elifant Yuggotomo et al., 2020).

2.6. Curah Hujan

Di daerah perbukitan kepulauan maritim tropis Indonesia, yang menerima sebagian besar curah hujan tahunan, curah hujan lebih tinggi. Curah hujan yang tinggi di daerah tropis biasanya disebabkan oleh dinamika konveksi dan produksi awan hujan panas. Curah hujan pada dasarnya disebabkan oleh aliran massa udara lembab ke atas. Agar gerakan ke atas terjadi, atmosfer harus tidak stabil. Situasi tidak stabil akan muncul ketika udara naik basah dan kecepatan interval udara di sekitarnya terletak di antara laju interval adiabatik kering dan laju interval adiabatik saturasi.

Akibatnya, stabilitas udara tergantung pada tingkat kelembaban. Volume, intensitas, durasi, frekuensi, dan distribusi curah hujan tahunan sesudahnya sangat bervariasi lintas ruang dan waktu. Akibat mekanisme konveksi, daerah tropis sering mengalami hujan deras dengan intensitas tinggi. Curah hujan rata-rata di Indonesia berkisar antara 22% hingga 37%. Bavaria Jerman, bagaimanapun, memiliki peringkat tertinggi 3,7%. Bogor menerima setidaknya 80% dari presipitasi pada minimal 20 mm. (Mulyono, 2016).

2.7. Fuzzy Inference System Metode Tsukamoto

Himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton digunakan oleh pendekatan *Tsukamoto* untuk menyatakan setiap aturan. Untuk menentukan nilai output *crisp*/hasil yang tegas dicari dengan cara mengubah input (berupa himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*) menjadi suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Pendekatan ini dikenal dengan pendekatan *defuzzifikasi* (penegasan). Metode *defuzzifikasi* rata-rata terpusat adalah teknik *defuzzifikasi* yang digunakan dalam metode *Tsukamoto*..

2.7.1. Fungsi Keanggotaan

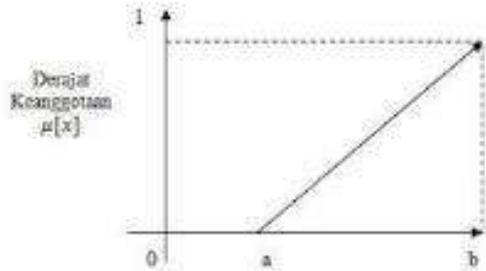
Fungsi keanggotaan, terkadang disebut sebagai derajat keanggotaan, adalah menampilkan kurva bagaimana titik data input diterjemahkan menjadi keanggotaan. Skalanya dari 0 sampai 1. (Eko, 2017). Suatu strategi untuk mendapatkan nilai keanggotaan yaitu teknik fungsi. Beberapa contoh fungsi keanggotaan *fuzzy* adalah sebagai berikut:

a. Representasi *Linear*

Untuk representasi *linier*, input ke derajat keanggotaannya ditampilkan sebagai kurva berbentuk lurus tunggal. Ini adalah opsi yang jauh lebih kuat dan lebih baik untuk mengatasi asumsi yang kurang jelas.

Himpunan *fuzzy linier* hanya memiliki dua kemungkinan keadaan. Sebelum bergeser ke domain nilai dengan derajat kenaikan yang lebih besar, peningkatan himpunan dimulai pada domain nilai dengan derajat penurunan nol [0] dan bergerak ke kanan. (Hidayatullah et al., 2017).

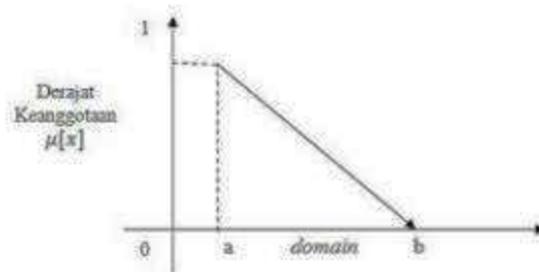
Seperti grafik (fis) gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Representasi linier naik

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & ; x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 1 & ; x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2.2$$

Gambar 2 adalah kebalikan dengan yang pertama. Garis lurus menurun dari nilai domain di sisi kiri dengan derajat keanggotaan tertinggi ke nilai domain dengan derajat keanggotaan terendah. (Ummah et al., n.d.2019)

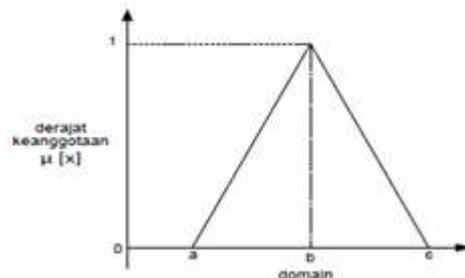


Gambar 2. Representasi linier turun

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & ; x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ 0 & ; x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2.3$$

b. Represen

Seperti yang terlihat pada Gambar 3, kurva segitiga pada dasarnya dibuat dengan menggabungkan dua garis *linier*.



Gambar 3. Representasi kurva segitiga

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & ; x \leq a \text{ atau } \geq c \\ \frac{x-a}{b-a} & ; a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & ; b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots 2.4$$

III. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Tsukamoto

Variasi penalaran monoton, teknik *Tsukamoto* mensyaratkan bahwa setiap hasil aturan *IF-THEN* direpresentasikan sebagai himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Akibatnya, output inferensi setiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) pada α -predikat. Hasil akhirnya diperoleh dengan rata-rata terbobot.

3.2. Tahapan Metode Tsukamoto

1. *Fuzzyfikasi*
2. Pembentukan basis pemahaman *Fuzzy* (*Rule* dalam bentuk *IF..THEN*)
3. Mesin inferensi, menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n$)
4. *Defuzzyfikasi*

Menggunakan metode rata-rata (*average*)

$$Z = \frac{(\alpha_1 * z_1) + (\alpha_2 * z_2) + \dots + (\alpha_n * z_n)}{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n} \dots\dots\dots 3.1$$

Keterangan:

Z = Variabel output

α_1 = Nilai α predikat

z_1 = Nilai variabel output masing-masing dari aturan implikasi

3.3 Jenis Penelitian

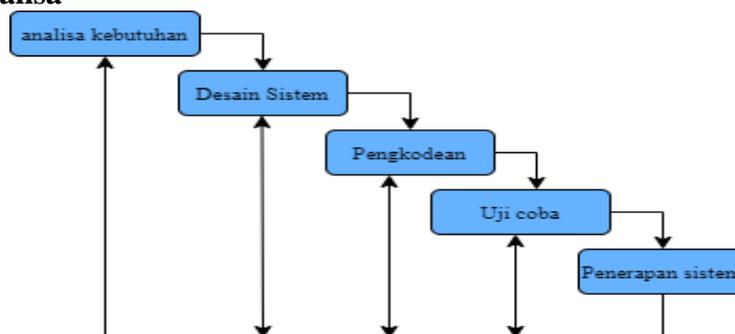
Dalam penelitian ini, pendekatan triangulasi digunakan. Kombinasi metodologi kualitatif dan kuantitatif disebut sebagai metodologi ini. Peneliti mendapatkan data dari sumber yang sama dengan menggunakan berbagai teknik pengumpulan data. Data yang terkumpul akan lebih terpercaya, lengkap, dan konsisten jika digunakan teknik triangulasi dalam proses pengumpulan data. Karena menggabungkan penelitian kualitatif dan kuantitatif dapat meningkatkan kualitas penelitian, terutama ketika penelitian kuantitatif muncul setelah penelitian kualitatif dan memvalidasi hasilnya (Cooper Donald R & Schindler Pamela S, 2017)

3.4 Lokasi penelitian

Tempat penelitian adalah tempat peneliti akan melakukan penelitian, khususnya dalam menangkap fenomena atau kejadian nyata yang terjadi akibat dari objek penelitian yang diteliti guna memperoleh data yang dapat dipercaya. Dalam memutuskan tempat melakukan penelitian (Moleong, 2017) Tentukan tindakan yang tepat dengan hati-hati memeriksa teori, meneliti area, dan mencari kesesuaian dengan kenyataan yang ada di lapangan.

Lokasi penelitian adalah tempat dimana penulis melakukan penelitian untuk membuat suatu sistem pendukung keputusan disana, dalam hal ini penulis memilih Dinas Pertanian dan Pangan Aceh Utara sebagai lokasi penelitian untuk melakukan kajian dan membuat aplikasi perhitungan penggunaan prebiotik untuk tanaman jagung di kabupaten Aceh Utara dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto* berbasis *web*.

3.5 Tahapan Analisa



Gambar 4. Tahapan pengembangan sistem

1. Analisa kebutuhan
Analisa kebutuhan adalah langkah pertama untuk menentukan dan memahami *software* apa yang dibutuhkan dan menu-menu apa yang dibutuhkan oleh sistem yang akan dirancang.
2. Desain Sistem
Desain sistem merupakan langkah penyusunan proses aplikasi, data, alur proses, dan keterkaitan antar informasi agar sesuai dengan kebutuhan pengguna sejalan dengan hasil analisis kebutuhan.
3. Pengkodean
Proses mengubah desain sistem menjadi perintah yang dapat dimengerti komputer disebut menulis kode program.
4. Uji Coba
Pada tahap ini pengujian sistem yang dibuat dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi perangkat lunak (*software*) aplikasi bermasalah atau tidak.
5. Penerapan Sistem
Penerapan sistem dilakukan untuk menentukan apakah perangkat lunak (*software*) yang dikembangkan memenuhi memenuhi pengguna (*user*).

3.6 Skema Sistem

Gambar di bawah ini menggambarkan alur proses keseluruhan sistem pendukung keputusan, dan gambaran alur sistem aplikasinya adalah pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Flowchart Sistem (Informasi & Pasuruan, 2017)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahapan Perancangan *Fuzzy*

Pada penelitian ini penulis memiliki variabel input berupa pH tanah, suhu udara, kelembaban, tinggi wilayah, curah hujan, hari hujan, penyinaran matahari, luas tanah, dan untuk variabel output nya berupa takaran pupuk. Dalam metode *fuzzy tsukamoto* ada beberapa langkah yang harus dilakukan untuk menghasilkan output seperti yang diinginkan.

4.2 Membangun Fuzzy Set

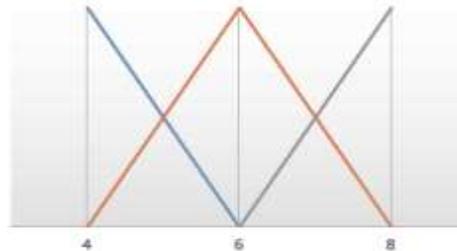
Terdapat 7 variabel input dalam penelitian ini yaitu pH tanah, suhu udara, kelembaban, tinggi wilayah, curah hujan, hari hujan, penyinaran matahari dan luas tanah. Sedangkan variabel output yaitu, hasil takaran pupuk. Himpunan yang dapat dibentuk ditunjukkan di bawah ini. Himpunannya adalah sebagai berikut:

b. Variabel pH Tanah

Ada tiga kelompok variabel pH tanah seperti pada Tabel 1 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 1. Variabel pH Tanah

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	0-4
2.	Sedang	5-7
3.	Tinggi	8-10



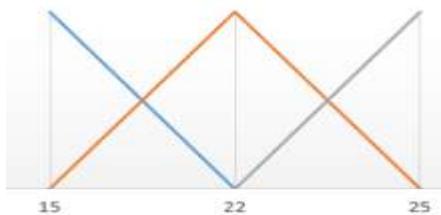
Gambar 6. kurva himpunan pH tanah

c. Variabel Suhu Udara

Ada tiga kelompok variabel Suhu Udara seperti pada Tabel 2 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 2 Variabel Suhu Udara

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	19-20
2.	Sedang	21-25
3.	Tinggi	26-35



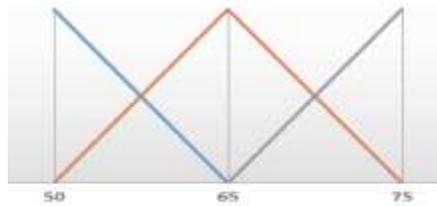
Gambar 7. Kurva himpunan Suhu udara

d. Variabel Kelembaban

Ada tiga kelompok variabel Kelembaban pada Tabel 3 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 3. Variabel Kelembaban

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	44-65
2.	Sedang	65-75
3.	Tinggi	75-99



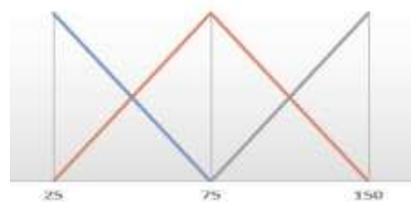
Gambar 8. Kurva himpunan Kelembaban

e. Variabel Tinggi Wilayah

Ada tiga kelompok variabel pH tanah seperti pada Tabel 4 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 4. Variabel Tinggi Wilayah

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	6-75
2.	Sedang	75-150
3.	Tinggi	150-198



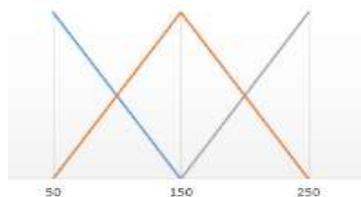
Gambar 9. Kurva Himpunan Tinggi wilayah

f. Variabel Curah Hujan

Ada tiga kelompok variabel curah hujan seperti pada Tabel 5 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH

Tabel 5. Variabel Curah Hujan

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	0-150
2.	Sedang	150-250
3.	Tinggi	250-433



Gambar 10. Kurva himpunan Curah hujan

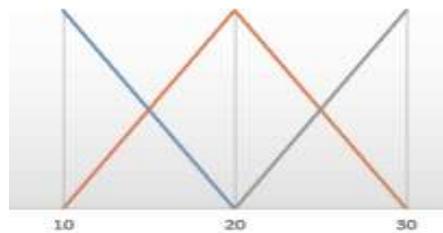
g. Variabel Hari Hujan

Ada tiga kelompok variabel hari hujan seperti pada Tabel 6 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI,

fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH

Tabel 6. Variabel Curah Hujan

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	0-20
2.	Sedang	20-25
3.	Tinggi	25-30



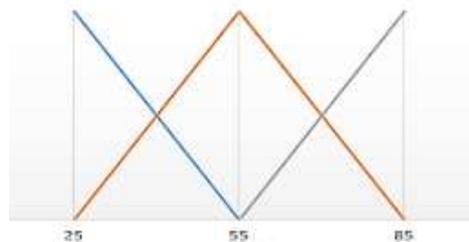
Gambar 11. Kurva himpunan Hari hujan

h. Variabel Penyinaran Matahari

Ada tiga kelompok variabel Penyinaran Matahari seperti pada Tabel 7 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 7. Variabel Penyinaran Matahari

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	0-55
2.	Sedang	55-75
3.	Tinggi	75-100



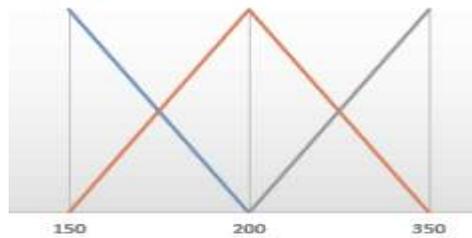
Gambar 12. Kurva himpunan Penyinaran Matahari

i. Variabel Luas Tanah

Ada tiga kelompok variabel luas tanah seperti pada Tabel 8 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 8. Variabel Luas Tanah

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	0-300
2.	Sedang	300-700
3.	Tinggi	700-1000



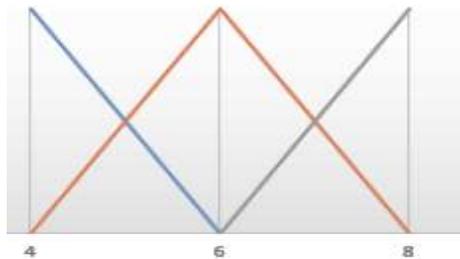
Gambar 13. Kurva himpunan Luas Tanah

j. Variabel Output

Ada tiga kelompok variabel output seperti Tabel 9 : RENDAH, SEDANG, dan TINGGI. Fungsi keanggotaan himpunan menaik digunakan dengan himpunan TINGGI, fungsi keanggotaan himpunan segitiga dengan himpunan SEDANG, dan fungsi keanggotaan linier menurun dengan himpunan RENDAH.

Tabel 9. Variabel Output

No.	Himpunan	Domain
1.	Rendah	3-4
2.	Sedang	6-7
3.	Tinggi	9-10



Gambar 14. Kurva himpunan variabel Output

2. Pembentukan Basis Pengetahuan Fuzzy

Tahap selanjutnya adalah dengan menentukan rules terhadap himpunan yang sudah ditentukan, berikut rules yang digunakan dapat dilihat pada tabel 10 berikut:

Tabel 10. Tabel Rules

k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Hasil
Sedang	Sedang	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
2Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang
3Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
Sedang	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang
Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah
Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Tinggi
Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah	Tinggi
Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Tinggi	Sedang	Tinggi
Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang
Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang
Rendah	Sedang	Sedang	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah
Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Rendah
Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang

k1	k2	k3	k4	k5	k6	k7	k8	Hasil
Rendah	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang
Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Sedang	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Rendah	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Sedang	Rendah
Sedang	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang
Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi
Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi
Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah	Sedang
Rendah	Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang
Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang
Sedang	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang
Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang
Sedang	Tinggi	Rendah	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Keterangan:

- K1 = pH tanah
- K2 = Suhu Udara
- K3 = Kelembaban
- K4 = Tinggi wilayah
- K5 = Curah hujan
- K6 = Hari hujan
- K7 = Penyinaran matahari
- K8 = Luas tanah

Untuk pengujian pada penelitian kali ini, peneliti memiliki input area kecamatan cot girek berupa K1 = 6, K2 = 22, K3 = 50, K4 = 150, K5 = 200, K6 = 20, K7 = 65, K8 = 400. Dengan menggunakan 24 sampel rules dan melakukan fuzzifikasi dengan mencari nilai alfa predikat (α -predikat) serta nilai z dengan menggunakan rumus berikut dapat diperhatikan nilai-nilai fuzzy terhadap inputan uji berupa nilai K1 – K8:

[R1] IF K1 SEDANG, K2 SEDANG, K3 RENDAH, K4 TINGGI, K5 SEDANG, K6 SEDANG, K7 SEDANG AND K8 SEDANG THEN hasil SEDANG

$$\begin{aligned}
 \alpha_1 &= \mu_{K1 \text{ SEDANG}} \cap \mu_{K2 \text{ SEDANG}} \cap \mu_{K3 \text{ RENDAH}} \cap \mu_{K4 \text{ TINGGI}} \cap \mu_{K5 \text{ SEDANG}} \cap \mu_{K6 \text{ SEDANG}} \cap \mu_{K7 \text{ SEDANG}} \cap \mu_{K8 \text{ SEDANG}} \\
 &= \text{MIN} (\mu_{K1 \text{ SEDANG}} (6), \mu_{K2 \text{ SEDANG}} (22), \mu_{K3 \text{ RENDAH}} (50), \mu_{K4 \text{ TINGGI}} (150), \mu_{K5 \text{ SEDANG}} (200), \mu_{K6 \text{ SEDANG}} (20), \mu_{K7 \text{ SEDANG}} (65), \mu_{K8 \text{ SEDANG}} (400)) \\
 &= \text{MIN} (1;1;1;1;0.5;1;0.71;0.33) \\
 &= 0.33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= \alpha(Z_{max} - Z_{min}) + Z_{min} \dots\dots\dots 4.1 \\
 &= 0.33 (7 - 6) + 6 \\
 &= 6.33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha * z_1 &= 0.33 * 6.33 \\
 &= 2.11
 \end{aligned}$$

4. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi sistem adalah tahapan penciptaan perangkat lunak yang telah dirancang, dianalisis, dan dibangun, lalu diuji kelayakannya untuk selanjutnya dioperasikan sebagaimana mestinya sesuai dengan fungsi dan kelayakannya. Sistem disiapkan untuk dijalankan pada tahap implementasi. Ini termasuk deskripsi lingkungan di mana aplikasi diimplementasikan.

5.1 Form Login

Form login seperti Gambar 15 digunakan untuk mengakses program; untuk menggunakannya form login, masukkan *username* dan kata sandi yang diperlukan sebelum mengklik tombol login.



Gambar 15. Form Login

5.2 Form Data Rules

Form data rules pada Gambar 16 merupakan pengolahan data rules yang akan dipakai oleh aplikasi pengukuran penggunaan prebiotik untuk tanaman jagung.



No	K1 (Pn Tanah)	K2 (Batu Tanah)	K3 (Katabasol)	K4 (Tinggi Wilayah)	K5 (Darah Hujan)	K6 (Hari Hujan)	K7 (Pernisida Mitokor)	K8 (Laju Tanah M)	Hasil	Ops
1	Sedang	Tinggi	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	 
2	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	 
3	Sedang	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah	Tinggi	 
4	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang	Rendah	 

Gambar 16. Form Data Rules

5.3 Form ukuran takaran pupuk

Form pada Gambar 17 merupakan tampilan untuk melakukan pengukuran takaran pupuk dengan memasukkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan.

Gambar 177. Form Ukuran Takaran Pupuk

5.4 Form Data Hasil

Form data hasil seperti Gambar 18 merupakan hasil pengolahan data pada aplikasi pengukuran penggunaan prebiotik untuk tanaman jagung untuk mendapatkan hasil takaran pupuk.

	1.00	0.00	1.00	1.00	0.64	1.00	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00
0.25	0.56	1.00	1.00	0.64	0.00	0.07	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
0.43	0.00	1.00	1.00	0.29	1.00	0.07	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.56	0.00	1.00	0.29	0.00	1.13	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.71	0.00	0.00	0.29	1.00	0.07	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.71	0.00	0.00	0.64	1.00	1.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.56	0.00	0.00	0.29	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.43	0.71	0.00	0.00	0.29	1.00	1.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00

Defuzzifikasi		
total μ predikat	Total $\mu + z$	Hasil Akhir Takaran Pupuk (t)
0.43	0.07	0.25

Gambar 188. Form Data Hasil

5.5 Form Info Geografis

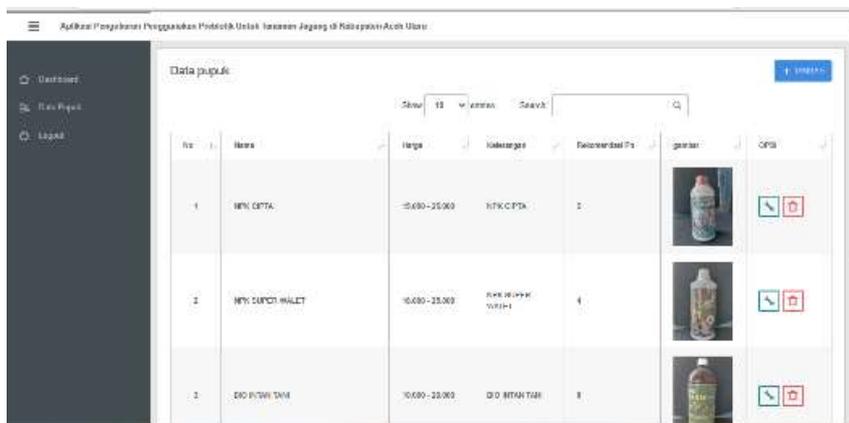
Form data geografis pada Gambar 19 merupakan data geografis yang menyangkut Suhu udara, kelembaban dan lainnya agar memudahkan para pengguna untuk melihat nilai data masing-masing daerah

Bulan	Suhu Udara Temperatur (cC)			Kelembaban Udara		
	Maks	Min	Rata-rata Average	Maks	Min	Rata-rata Average
Januari	32	22	27	97	66	80
Februari	31	23	27	98	57	81
Maret	35	22	28	98	48	83
April	35	21	28	97	56	81
Mei	35	21	28	98	50	81
Juni	34	19	26	97	44	81
Juli	35	19	27	98	48	80
Agustus	34	22	27	98	57	79
September	34	21	27	98	52	79
Oktober	34	21	27	98	57	79

Gambar 199. Form Data Geografis

5.6 Form Data Pupuk

Form data pupuk pada Gambar 20 merupakan hasil pengolahan data pupuk pada aplikasi pengukuran penggunaan prebiotik untuk tanaman jagung untuk mendapatkan data pupuk.



No.	Nama	Harga	Kategori	Rekomendasi P	gambar	QR
1	NYU CEMPA	10.000-25.000	NYU CEMPA	1		
2	NYU CEMPA WALLET	10.000-25.000	NYU CEMPA WALLET	1		
3	DO BOWEN	10.000-20.000	DO BOWEN	1		

Gambar 20. Form Data Pupuk

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari implementasi dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Algoritma Fuzzy Tsukamoto dapat memberikan rekomendasi takaran prebiotik untuk tanaman jagung dengan menggunakan variabel yang dirancang.
2. Hasil rekomendasi penggunaan prebiotik pada tanaman jagung sesuai berdasarkan variabel yang input masing-masing di setiap himpunan
3. Algoritma Fuzzy Tsukamoto bergantung pada penentuan himpunan variabel dan penentuan rules oleh peneliti.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peneliti selanjutnya dapat menambah variabel input untuk mendapatkan hasil rekomendasi yang lebih dominan.
2. Penelitian dapat dilakukan dengan melakukan perbandingan terhadap algoritma fuzzy lainnya, sehingga diperoleh hasil rekomendasi yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cooper Donald R, & Schindler Pamela S. (2017). *Metode penelitian bisnis* (Gina Gania (ed.); 12th ed.).
- Eko, A. (2017). Perancangan Aplikasi Fuzzy Logic Dalam Menentukan Volume Produksi Dengan Menggunakan Metode Mamdani. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*, 10(1), 72–83.
- Hardati, P. (2016). Hierarki Pusat Pelayanan Di Kecamatan Ungaran Barat Dan Ungaran Timur Kabupaten Semarang. *Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 13(2), 204–215.
- Hermawan Rudi & Hidayat. (2016). 603-1288-4-Pb. *Indonesian Journal on Software Engineering Audit*, 2(1), 31–38.
- Hidayatullah, R., Rubiati, N., Kurniawan, R., & Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Dumai Utama Karya Bukit Batrem Kec Dumai Timur Kode, K. J. (2017). I N F O R M a T I K a Implementasi Fuzzy Logic Penentuan Kelayakan Karyawan Mendapat Reward Ditoko Roti Menggunakan Metode Tsukamoto. *Jurnal Informatika*,

- Manajemen Dan Komputer*, 10(2), 56–65.
- Indarwati, S., Respati, S. M. B., & Darmanto, D. (2019). Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembaban. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(1), 91–95. <https://doi.org/10.36499/jim.v15i1.2666>
- Informasi, F. T., & Pasuruan, U. M. (2017). *Sistem Pakar Deteksi Tingkat Kesuburan Tanah Menggunakan Fuzzy Logic*. 2(2), 91–95.
- Kosanke, R. M. (2019).
- Kurniawan, M. A. (2020). *150-Article Text-335-1-10-20200708*. 13(1), 60–67.
- Moleong. (2017). *Metode Penelitian Kualitatif* (36th ed.). PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Muhammad Elifant Yuggotomo, Evi Gusmayanti, & Dadan Kusnandar. (2020). Perubahan Lama Penyinaran Matahari Tahun 1990-2019 di Kalimantan Barat. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 7(3), 58–65.
- Mulyono, D. (2016). Analisis Karakteristik Curah Hujan Di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. *Jurnal Konstruksi*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.12-1.274>
- Rahim, R., Asniawaty, Martosenjoyo, T., Amin, S., & Hiromi, R. (2016). Karakteristik Data Temperatur Udara dan Kenyamanan Termal di Makassar. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI*, 1(1), 75–79.
- Rahmat, I. (2018). Manajemen Sumber Daya Manusia Islam: Sejarah, Nilai Dan Benturan. *Jurnal Ilmiah Syi'ar*, 18(1), 23. <https://doi.org/10.29300/syr.v18i1.1568>
- Rohi Abdulloh. (2018). *Pemrograman Web untuk Pemula*.
- Sedo, R., Mudjirahardjo, P., & Yudaningtyas, E. (2019). Identifikasi Takaran Pupuk Nitrogen Berdasarkan Tingkat Kehijauan Daun Tanaman Padi Menggunakan Metode Histogram of s-RGB dan Fuzzy Logic. *Jurnal EECCIS*, 13(1), 31–37.
- Siswoyo, B., & Zaenal, A. (2018). Model Peramalan Fuzzy Logic. *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, 8(1), 1–14. <https://doi.org/10.34010/jamika.v8i1.897>
- Sonata, F.-. (2019). Pemanfaatan UML (Unified Modeling Language) Dalam Perancangan Sistem Informasi E-Commerce Jenis Customer-To-Customer. *Jurnal Komunika : Jurnal Komunikasi, Media Dan Informatika*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.31504/komunika.v8i1.1832>
- Subrata, K. (2018). Flowchart Jurnal. In *Academia.edu*.
- Suhimarita, J., & Susianto, D. (2019). Aplikasi Akutansi Persediaan Obat pada Klinik Kantor Badan Pemeriksa Keuangan Perwakilan Lampung. *Jurnal Sistem Informasi Akuntansi (JUSINTA)*, 2(1), 24–33.
- Suryatini, F., Pancono, S., Bhaskoro, S. B., & Muljono, P. M. S. (2021). Sistem Kendali Nutrisi Hidroponik berbasis Fuzzy Logic berdasarkan Objek Tanam. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 9(2), 263. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v9i2.263>
- Tedyyana, A., & Kurniati, R. (2016). Membuat Web Server Menggunakan Dinamic Domain Name System Pada IP Dinamis. *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, 7(1), 1–10.
- Ummah, I., Yannuansa, N., Mufarrihah, I., Elektro, T., Hasyim, U., Informatika, T., & Hasyim, U. (n.d.). *Pengaruh Penentuan Domain , Fungsi Keanggotaan Dan Rule Dalam Membangun Sistem Fuzzy diperhatikan adalah mengubah himpunan crips menjadi himpunan fuzzy pengaruh penentuan jumlah fungsi keanggotaan ataupun memilih jenis*.
- Wahyudin, A., Ruminta, R., & Nursaripah, S. A. (2017). Pertumbuhan dan hasil tanaman jagung (*Zea mays L.*) toleran herbisida akibat pemberian berbagai dosis herbisida kalium glifosat. *Kultivasi*, 15(2), 86–91. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v15i2.11867>.