

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY MAMDANI UNTUK MENENTUKAN KOMPOSISI OPTIMAL PUPUK ORGANIK DAN ANORGANIK NPK PADA TANAMAN MENTIMUN

Fajar Ridwan Analistyawan¹, Sutrisno², Solichin Zaki³

^{1,2,3}*Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jalan Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275
Email : ¹fajar.analistyawan@gmail.com*

Abstract. In this article, we have determined the optimal composition of organic fertilizer and NPK inorganic fertilizer for cucumber plants. We have formulated two fuzzy systems which are fuzzy system 1 and fuzzy system 2. The inputs for fuzzy system 1 are plants' height and the number of leaves where the output is the growth rate. Fuzzy system 2 had input of growth rate and NPK concentration and output of organic fertilizer concentration. By processing the data using fuzzy system, we have compared the cucumber plant with organic fertilizer and NPK to cucumber plant that was used only NPK fertilizer. The result had shown that the cucumber plant with organic fertilizer and NPK was produced the better outcome than the cucumber plants with NPK only.

Keywords: Fuzzy Set, Mamdani Fuzzy Logic, Cucumber, NPK Fertilizer, Organic Fertilizer.

Abstrak. Pada artikel ini, telah didapatkan komposisi optimal dari pupuk organik dan pupuk anorganik NPK untuk tumbuhan mentimun. Telah diformulasikan dua sistem fuzzy yang disebut sistem fuzzy 1 dan sistem fuzzy 2. Input untuk sistem fuzzy 1 adalah tinggi tanaman dan banyaknya daun sedangkan outputnya adalah tingkat pertumbuhan. Pada sistem fuzzy 2, inputnya meliputi tingkat pertumbuhan dan konsentrasi NPK sedangkan outputnya adalah konsentrasi pupuk organik. Dengan memproses data pengamatan menggunakan sistem fuzzy tersebut, telah diperoleh hasil perbandingan tanaman mentimun dengan pupuk organik dan NPK yang dibandingkan dengan tanaman mentimun yang hanya dipupuk dengan NPK. Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman mentimun dengan pupuk organik dan NPK memberikan luaran yang lebih baik daripada tanaman mentimun yang hanya dipupuk dengan NPK.

Kata kunci: Himpunan Fuzzy, Logika Fuzzy Mamdani, Mentimun, Pupuk NPK, Pupuk Organik.

I. PENDAHULUAN

Logika fuzzy merupakan perluasan dari logika biner, yang memungkinkan nilai keanggotaan dari anggota himpunan fuzzy berada diantara 0 dan 1 [1]. Logika fuzzy sering digunakan dalam sistem pendukung keputusan pada suatu sistem fuzzy. Nilai derajat keanggotaan menjadi ciri utama dari penalaran menggunakan logika fuzzy. Terdapat beberapa model fuzzy yang umum digunakan untuk memodelkan suatu sistem fuzzy, dimana pada artikel

ini digunakan model fuzzy Mamdani. Pada Model fuzzy Mamdani dalam membentuk sistem fuzzy diperlukan beberapa tahap, yaitu fuzzifikasi, implikasi, inferensi, dan defuzzifikasi [1].

Logika fuzzy dapat digunakan untuk memodelkan situasi di mana orang membuat keputusan dalam masalah yang sangat kompleks sehingga sangat sulit untuk dibuat model matematika [2]. Sistem fuzzy dapat digunakan dalam memecahkan masalah pada kehidupan sehari-hari, misalkan pada lampu lalu lintas, dimana sistem fuzzy digunakan dalam mengontrol lampu lalu lintas agar lebih efektif dengan objek yang dimodelkan adalah jumlah kendaraan pada perempatan jalan [3]. Sistem fuzzy juga dapat digunakan untuk memberikan waktu lebih pada kendaraan darurat seperti ambulans pada persimpangan lalu lintas [4]. Dalam mengatasi lahan parkir, sistem fuzzy dapat digunakan dalam sistem parkir otomatis yang dijadikan algoritma pada sebuah perangkat aplikasi [5]. Sistem fuzzy juga dapat digunakan dalam menentukan lama waktu mencuci pada mesin cuci untuk mengoptimalkan waktu [6].

Mentimun termasuk buah yang bermanfaat dalam kehidupan sehari - hari. Faktor penentu produktivitas tanaman mentimun antara lain faktor iklim, serangan hama, penyakit, dan menurunnya kualitas tanah akibat pemupukan yang kurang tepat [7]. Penggunaan kombinasi POH dan pupuk NPK merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas dari tanaman mentimun. POH memberikan nutrisi pada tanaman lebih lambat dibanding dengan pupuk anorganik, untuk itu perlu dikombinasikan antara POH dan pupuk anorganik [8]. Dalam masalah budidaya tanaman, sistem fuzzy sering digunakan untuk meningkatkan faktor penentu produktivitas, misalkan kelembaban tanah pada budidaya cabai [9]. Sistem fuzzy juga dapat digunakan dalam menentukan suhu optimal agar jamur memiliki kelembaban yang tepat [10].

Sistem fuzzy Mamdani telah diterapkan diberbagai bidang untuk menyelesaikan masalah-masalah praktis. Pada referensi [11], sistem fuzzy Mamdani telah digunakan untuk menyelesaikan masalah prediksi pada *longwall panel roof rock strata* sedangkan pada referensi [12], sistem fuzzy Mamdani telah diterapkan untuk pengukuran modulus elastisitas dari *intact rocks* dan pada artikel [13] telah diselesaikan masalah keamanan ekologi di delta sungai Pearl menggunakan sistem fuzzy Mamdani. Dalam artikel ini mentimun digunakan sebagai objek yang dimodelkan kedalam sistem fuzzy dengan menggunakan metode fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi Centroid. Sistem fuzzy pada artikel ini diformulasikan dan digunakan untuk menentukan kombinasi optimal pupuk organik hayati dan NPK pada tanaman mentimun sehingga mendapatkan produktivitas yang optimal..

II. METODOLOGI

Variabel eksperimen yang digunakan sebagai data penelitian adalah tinggi tanaman dan banyak daun. Pengukuran tinggi tanaman mentimun dilakukan pada saat tanaman berusia 27 HST (Hari Setelah Tanam), tanaman diukur dari pangkal batang hingga ujung daun tertinggi menggunakan benang kur kemudian benang diukur menggunakan penggaris. Banyak daun dihitung pada saat tanaman berusia 27 HST (Hari Setelah Tanam), daun yang dihitung adalah daun yang masih bakal daun sampai daun tua yang belum gugur.

Data yang diperoleh diformulasikan kedalam sistem fuzzy yang diselesaikan dengan model fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi metode Centroid. Pada artikel ini diformulasikan 2 sistem fuzzy. Sistem fuzzy 1 digunakan untuk menentukan output tingkat pertumbuhan dari tanaman mentimun dengan input tinggi tanaman dan banyak daun yang telah didapat dari eksperimen, sedangkan sistem fuzzy 2 digunakan untuk menentukan output konsentrasi POH dengan input

tingkat pertumbuhan yang didapat dari sistem fuzzy 1 dan konsentrasi NPK yang diberikan diawal penanaman.

III. PENENTUAN KOMBINASI OPTIMAL PUPUK ORGANIK HAYATI DAN PUPUK ANORGANIK NPK

Perlakuan yang diberikan pada tanaman mentimun adalah perbedaan konsentrasi POH dan NPK, dimana ada 10 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali, sehingga ada 50 tanaman mentimun sebagai objek eksperimen. Rerata data hasil eksperimen tinggi tanaman mentimun dan banyak daun mentimun tiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rerata Data Hasil Eksperimen

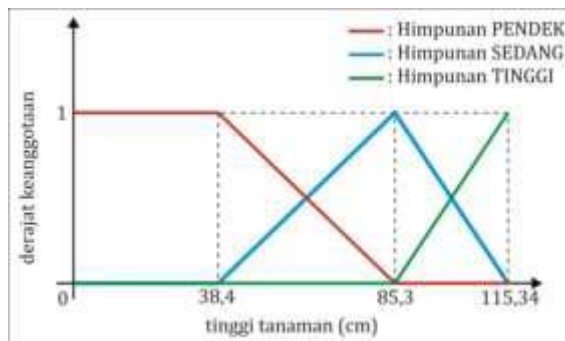
Perlakuan Pemupukan	Rerata Tinggi Tanaman (cm)	Rerata Banyak Daun (helai)
P1 (POH 30 ml/ liter dan NPK 0 g/ tanaman)	89.2	12.4
P2 (POH 22,5 ml/ liter dan NPK 1,8 g/ tanaman)	97.932	12.6
P3 (POH 15 ml/ liter dan NPK 3,6 g/ tanaman)	56.1	8.2
P4 (POH 7,5 ml/ liter dan NPK 5,4 g/ tanaman)	68.592	8.8
P5 (POH 0 ml/ liter dan NPK 7,2 g/ tanaman)	89.532	12.2
P6 (NPK 0 g/ tanaman)	55.9	7.8
P7 (NPK 1,8 g/ tanaman)	99.792	12.2
P8 (NPK 3,6 g/ tanaman)	64.888	9.8
P9 (NPK 5,4 g/ tanaman)	91.044	12
P10 (NPK 7,2 g/ tanaman)	89.312	12.4

Perlakuan P1 sampai dengan P5 dibahas untuk mengetahui kombinasi POH dan NPK mana yang optimal. Secara umum, perlakuan P2 memiliki pertumbuhan yang lebih baik jika dibanding perlakuan lain, karena memiliki tinggi tanaman yang tinggi dan banyak daun yang banyak. Dapat dikatakan bahwa perlakuan P2 dapat digunakan pada penanaman dengan tanah steril dan mendapat hasil yang paling lebih baik.

Perlakuan P6 sampai P10 dibahas didalam pembentukan sistem *fuzzy*. Pada pembahasan ini diformulasikan 2 sistem *fuzzy*. Sistem *fuzzy* 1 digunakan untuk menentukan *output* tingkat pertumbuhan dengan *input* tinggi tanaman dan banyak daun, sedangkan sistem *fuzzy* 2 digunakan untuk menentukan *output* konsentrasi POH dengan *input* tingkat pertumbuhan dari sistem *fuzzy* 1 dan konsentrasi NPK.

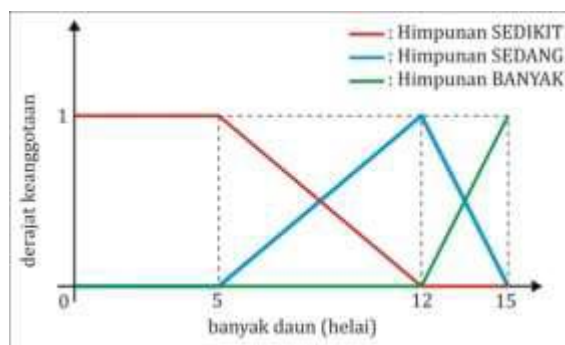
Variabel *fuzzy* yang diformulasikan pada sistem *fuzzy* 1 adalah variabel *fuzzy* tinggi tanaman dan variabel *fuzzy* banyak daun sebagai variabel *input*, dan variabel *fuzzy* tingkat

pertumbuhan sebagai variabel *output*. Variabel *fuzzy* tinggi tanaman dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu PENDEK, SEDANG, dan TINGGI.



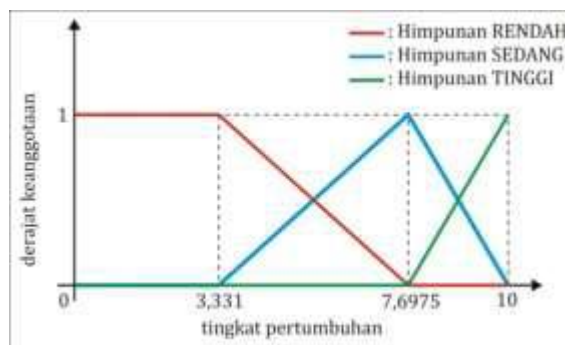
Gambar 1 Fungsi Keanggotaan Variabel *Fuzzy* Tinggi Tanaman

Variabel *fuzzy* banyak daun dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu SEDIKIT, SEDANG, dan BANYAK.



Gambar 2 Fungsi Keanggotaan Variabel *Fuzzy* Banyak Daun

Variabel *fuzzy* tingkat pertumbuhan dibagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.



Gambar 3 Fungsi Keanggotaan Variabel *Fuzzy* Tingkat Pertumbuhan

Kombinasi 3 himpunan pada variabel *fuzzy* tinggi tanaman dan 3 himpunan pada variabel *fuzzy* banyak daun didapat 9 aturan *fuzzy*.

Tabel 2 Aturan *fuzzy* sistem *fuzzy* 1

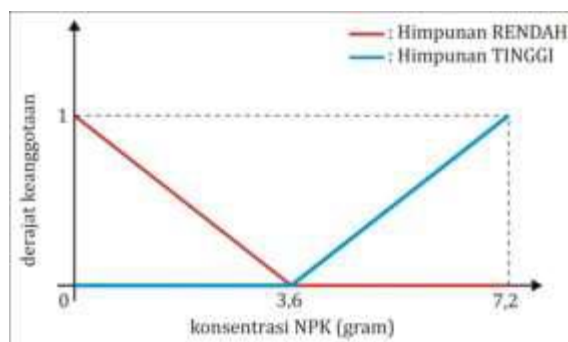
Aturan	Tinggi Tanaman	Banyak Daun	Tingkat Pertumbuhan
[R1]	PENDEK	SEDIKIT	RENDAH
[R2]	PENDEK	SEDANG	RENDAH
[R3]	PENDEK	BANYAK	SEDANG
[R4]	SEDANG	SEDIKIT	RENDAH
[R5]	SEDANG	SEDANG	SEDANG
[R6]	SEDANG	BANYAK	SEDANG
[R7]	TINGGI	SEDIKIT	SEDANG
[R8]	TINGGI	SEDANG	SEDANG
[R9]	TINGGI	BANYAK	TINGGI

Pada tahap ini nilai *input* dari tinggi tanaman dan banyak daun direpresentasikan kedalam tiap aturan *fuzzy*, kemudian dilakukan implikasi dengan metode Min sehingga didapat derajat keanggotaan dari nilai *output* pada tiap aturan *fuzzy*.

Nilai hasil implikasi digunakan untuk memodifikasi himpunan *fuzzy output* kedalam luasan daerah, kemudian luasan daerah dari tiap aturan *fuzzy* dilakukan tahap inferensi dengan metode Max sehingga terbentuk luasan gabungan dari semua aturan *fuzzy*, yang disebut sebagai luasan daerah akhir.

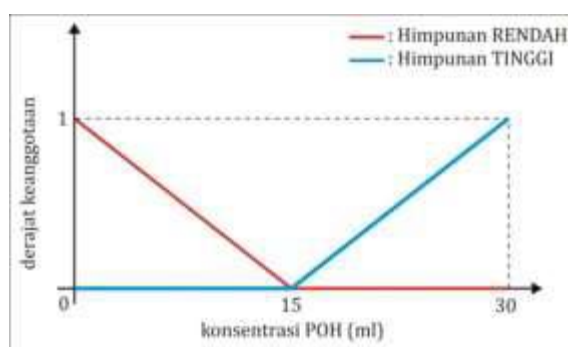
Metode *Centroid* digunakan dalam defuzzifikasi, nilai tegas dari *output* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) pada luasan daerah akhir. Nilai yang didapat adalah nilai solusi yang dicari, yaitu nilai tingkat pertumbuhan.

Variabel *fuzzy* yang diformulasikan pada sistem *fuzzy* 2 adalah variabel *fuzzy* tingkat pertumbuhan dan variabel *fuzzy* konsentrasi NPK sebagai variabel *input*, dan variabel *fuzzy* konsentrasi POH sebagai variabel *output*. Variabel *fuzzy* tingkat pertumbuhan pada sistem *fuzzy* 2 sama dengan formulasi variabel *fuzzy* tingkat pertumbuhan pada sistem *fuzzy* 1. Variabel *fuzzy* konsentrasi NPK dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH dan TINGGI.



Gambar 4 Fungsi Keanggotaan Variabel *Fuzzy* Konsentrasi NPK

Variabel *fuzzy* konsentrasi POH dibagi menjadi 2 himpunan *fuzzy* yaitu RENDAH dan TINGGI.



Gambar 5 Fungsi Keanggotaan Variabel *Fuzzy* Konsentrasi POH

Kombinasi 3 himpunan pada variabel *fuzzy* tingkat pertumbuhan dan 2 himpunan pada variabel *fuzzy* konsentrasi NPK didapat 6 aturan *fuzzy*.

Tabel 3 Aturan *fuzzy* sistem *fuzzy* 2

Aturan	Tingkat Pertumbuhan	Konsentrasi NPK	Konsentrasi POH
[R1]	RENDAH	RENDAH	TINGGI
[R2]	RENDAH	TINGGI	RENDAH
[R3]	SEDANG	RENDAH	TINGGI
[R4]	SEDANG	TINGGI	RENDAH
[R5]	TINGGI	RENDAH	TINGGI
[R6]	TINGGI	TINGGI	RENDAH

Pada tahap ini nilai *input* dari tingkat pertumbuhan dan konsentrasi NPK direpresentasikan kedalam tiap aturan *fuzzy*, kemudian dilakukan implikasi dengan metode Min sehingga didapat derajat keanggotaan dari nilai *output* pada tiap aturan *fuzzy*.

Nilai hasil implikasi digunakan untuk memodifikasi himpunan *fuzzy output* kedalam luasan daerah, kemudian luasan daerah dari tiap aturan *fuzzy* dilakukan tahap inferensi

dengan metode Max sehingga terbentuk luasan gabungan dari semua aturan *fuzzy*, yang disebut sebagai luasan daerah akhir.

Metode *Centroid* digunakan dalam defuzzifikasi, nilai tegas dari *output* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (z^*) pada luasan daerah akhir. Nilai yang didapat adalah nilai solusi yang dicari, yaitu nilai konsentrasi POH.

Hasil eksperimen dari P6 sampai dengan P10 kemudian diolah dengan menggunakan formulasi sistem *fuzzy*, dan hasil solusinya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Solusi Sistem *Fuzzy*

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman	Rerata Banyak Daun	Tingkat Pertumbuhan	Konsentrasi POH
P6 (NPK 0 g/ tanaman)	55.9	7.8	4.2668	24.8023
P7 (NPK 1,8 g/ tanaman)	99.792	12.2	6.9075	24.1667
P8 (NPK 3,6 g/ tanaman)	64.888	9.8	5.1274	15
P9 (NPK 5,4 g/ tanaman)	91.044	12	6.9883	5.833
P10 (NPK 7,2 g/ tanaman)	89.312	12.4	7.0167	5.1051

Kemudian untuk melihat perbedaan pertumbuhan antara tanaman mentimun pada perlakuan P6 sampai dengan P10 awal dengan yang telah diberi POH akan dibandingkan dari hasil banyak mentimun pada hari panen, yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbedaan Hasil Panen Mentimun

Perlakuan	Banyak Mentimun (buah)	
	Tanpa Penambahan POH	Setelah Penambahan POH
P6 (NPK 0 g/ tanaman)	1.2	1.8
P7 (NPK 1,8 g/ tanaman)	1.8	2.2
P8 (NPK 3,6 g/ tanaman)	1	1.4
P9 (NPK 5,4 g/ tanaman)	1.6	1.8
P10 (NPK 7,2 g/ tanaman)	2.2	3.2

Pada Tabel 5 dapat disimpulkan bahwa tanaman mentimun pada perlakuan P6 sampai dengan P10 yang telah diberi POH menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik sehingga mendapatkan hasil panen yang lebih banyak.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode fuzzy Mamdani dengan defuzzifikasi Centroid dapat digunakan untuk menentukan kombinasi optimal pupuk organik hayati dan NPK pada tanaman mentimun, dan mendapatkan hasil yang lebih baik. Tanaman mentimun yang telah diberikan POH dengan konsentrasi yang dihitung menggunakan sistem fuzzy yang telah diformulasikan menghasilkan hasil panen yang lebih baik daripada tanaman mentimun yang belum diberikan POH.

REFERENSI

- [1] Kusumadewi, S., dan Hari Purnomo. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta: Graha ilmu.
- [2] Sarkar. A., Sahoo G., and Sahoo U. C. 2012. Application of Fuzzy Logic in Transport Planning. *International Journal on Soft Computing (IJSC)*. Vol. 3, No. 2, Pp. 1-21.
- [3] Mehan, Sandeep. 2011. Introduction of Traffic Light Controller with Fuzzy Control System. *IJECT*. Vol. 2, Issue 3, Pp. 119-122.
- [4] Homaei, H., Hejazi S. R., and Dehghan Seyed A. M. 2015. A New Traffic Light Controller Using Fuzzy Logic for a Full Single Junction Involving Emergency Vehicle Preemption. *Journal of Uncertain Systems*. Vol. 9, No. 1, Pp. 49-61.
- [5] Dahiru, Ahmed Tijjani. 2015. Fuzzy Logic Inference Applications in Road Traffic and Parking Space Management. *Journal of Software Engineering and Applications*. Vol. 2015, No. 8, Pp. 339-345.
- [6] Demetgul, Mustafa, Ulkir Osman, Waqar Tayyab. 2014. Washing machine using fuzzy logic. *Automation, Control and Intelligent Systems*. Vol. 2, No. 3, Pp. 27-32.
- [7] Sylvia, David M., Fuhrmann, Jeffrey J., Hartel, Peter G., and Zuberer David A. 2005. *Principles and Applications of Soil Microbiology Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- [8] Khasanah, Mukharom N. 2012. *Pengaruh Pupuk NPK Tablet dan Pupuk Nutrisi Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Pembibitan Utama*. Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- [9] Wahyujanti, Si Teguh. 2009. *Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Pengaturan Kelembaban Tanah Pada Tanaman Cabai*. EEPIS, ITS.
- [10] Ramdani, dan Teguh Budi Santoso. 2016. Penerapan *Fuzzy Inference Sistem* Untuk Kontrol Suhu Dan Kelembaban Budidaya Jamur Tiram Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik LIMIT'S*. Vol. 12, No. 1, Hal. 15-26.

- [11] Rezaei Mohammad, Asadizadeh Mostafa, Majdi Abbas, Hossaini Mohammad Farouq, Prediction of representative deformation modulus of longwall panel roof rock strata using Mamdani fuzzy system, *International Journal of Mining Science and Technology*, Vol. 25, No. 1, 2015, Hal. 23-30.
- [12] Mohammad Rezaei, Indirect measurement of the elastic modulus of intact rocks using the Mamdani fuzzy inference system, *Measurement*, Vol. 129, 2018.
- [13] J. Sun, Y.P. Li, P.P. Gao, B.C. Xia, A Mamdani fuzzy inference approach for assessing ecological security in the Pearl River Delta urban agglomeration, China, *Ecological Indicators*, Vol. 94, No. 1, 2018.