

APLIKASI SISTEM INFERENSI FUZZY METODE TSUKAMOTO DALAM PENILAIAN MUTU BENIH PADI

Diasta Risi Esa Annisa, Mutia Nur Estri

diastarisi@gmail.com

Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT. *In this paper, we use the Fuzzy inference system of Tsukamoto method to determine the rice seeds quality. The input variables are production average, the age of plant, and fallen seeds, and the output variable is rice seed quality. The output is determined through 4 steps i.e. fuzzification, determine fuzzy rules, and defuzzification. The results show that the best quality of rice seed is IR 64 and the worst is Lusi.*

Keyword: *Rice seeds, Fuzzy Inference System, Tsukamoto method*

ABSTRAK. *Pada makalah in, kita menggunakan system inferensi fuzzy metode Tsukamoto untuk menentukan mutu benih padi. Variabel input yang digunakan adalah rata-rata hasil, umur tanaman, dan kerontokan, dan variabel output yang digunakan adalah mutu benih padi. Output ditentukan melalui 4 tahapan, yaitu fuzzifikasi, penerapan aturan-aturan fuzzy, dan defuzzifikasi. Hasil memperlihatkan bahwa padi jenis IR 64 merupakan padi dengan nilai mutu terbaik, sedangkan padi jenis Lusi merupakan padi dengan nilai mutu terendah.*

Kata kunci : *Benih padi, sistem inferensi fuzzy, metode Tsukamoto*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Benih padi adalah gabah yang dihasilkan dengan cara dan tujuan khusus untuk disemaikan menjadi pertanaman (Aak,1990). Dalam proses budidaya padi, petani selalu menghendaki tanaman yang bermutu baik dengan produktivitas yang tinggi. Sistem yang menangani masalah perbenihan khususnya mutu benih di Indonesia adalah Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB).

Di Indonesia terdapat berbagai macam varietas benih padi dan beragam pula mutunya. Petani di Indonesia sebagian menggunakan varietas benih padi dengan mutu sedang seperti benih padi cisadane, IR 64, cilamaya muncul, ciherang, sintanur cigeulis, logawa, lusi, dan situbagendit. Berdasarkan

keberagaman varietas benih padi, maka diperlukan alat bantu untuk mendapatkan mutu benih padi yang diharapkan sesuai dengan kriteria-kriteria yang diberikan. Salah satu alternatif untuk membantu penilaian mutu benih padi adalah dengan menggunakan sistem inferensi fuzzy karena penentuan mutu benih padi dapat dikategorikan ke dalam suatu permasalahan yang samar atau tidak pasti. Ketidakpastian ini dikarenakan penentuan mutu benih padi dapat berbeda-beda berdasarkan pada kriteria-kriteria yang diberikan. Terdapat beberapa metode pada sistem inferensi fuzzy antara lain metode Mamdani, metode Sugeno, dan metode Tsukamoto. Di dalam sistem inferensi fuzzy, metode Tsukamoto terdapat hubungan sebab akibat yang menggunakan aplikasi nilai monoton dan output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (*crisp*) berdasarkan α -predikat (*fire strength*). Selain itu, syarat keanggotaan yang digunakan harus simetri sehingga tepat untuk menggambarkan fenomena alam, seperti penilaian mutu benih padi. Oleh karena itu, pada makalah ini sistem inferensi fuzzy metode Tsukamoto digunakan untuk menilai mutu benih padi yang tepat.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data benih padi yang diambil dari Khikmah, 2013 pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Data Kriteria Benih Padi

Nama Benih Padi	Rata-rata Hasil (ton/ha)	Umur Tanaman (hari)	Kerontokan (per 100 bulir)
Cisadane	5	135	35
IR 64	5	130	35
Cimalaya Muncul	6	130	25
Ciherang	6	120	35
Sintanur	6	120	35
Cigeulis	5	120	35
Logawa	6,8	115	50
Lusi	4,5	135	50
Situ Bagendit	5,5	115	35

2.3 Prosedur Penelitian

Perhitungan yang digunakan meliputi perhitungan manual dan perhitungan menggunakan program. Perhitungan secara manual dilakukan dengan membuat dan menganalisis himpunan fuzzy untuk *input* dan *output* berdasarkan data benih padi yang ada, menentukan aturan-aturan fuzzy yang akan digunakan, membuat FIS dengan metode Tsukamoto, melakukan tahap defuzzifikasi dengan metode rata-rata terpusat, dan menganalisis nilai yang dihasilkan FIS. Sementara itu, perhitungan menggunakan program dilakukan dengan merancang ekspresi program berdasarkan FIS yang telah dibuat, memasukkan nilai tiap *input* ke dalam program untuk dilakukan perhitungan program, menganalisis hasil *output* FIS metode Tsukamoto yang diperoleh dari perhitungan program, dan menganalisis hasil *output* antara perhitungan manual dan perhitungan program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Variabel *Input* dan *Output*

Penentuan penilaian mutu benih padi membutuhkan sejumlah kriteria yang digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Menurut (Khikmah, 2013: 35-40 berdasarkan pada data dinas pertanian kabupaten Banyumas), kriteria penilaian mutu benih padi dapat dilihat pada Tabel 3.1 sampai dengan Tabel 3.3.

a. Kriteria rata-rata hasil

Tabel 3.1 Kriteria rata-rata hasil

Rata-rata Hasil (ton/ha)	Penilaian Mutu
kurang dari 4,0	Kurang
4,0 s/d 7,0	Sedang
Lebih dari 7,0	Baik

b. Kriteria umur tanaman

Tabel 3.2 Kriteria umur tanaman

Umur Tanaman (hari)	Penilaian Mutu
kurang dari 100	Baik
100 s/d 140	Sedang
lebih dari 140	Kurang

c. Kriteria Kerontokan

Tabel 3.3 Kriteria Kerontokan

Kerontokan (per 100 bulir)	Penilaian Mutu
kurang dari 20	Baik
20 s/d 50	Sedang
lebih dari 50	Kurang

Oleh karena itu, ditentukan semesta pembicaraan seperti pada Tabel 3.4. Berdasarkan Tabel 3.4 ditentukan bahwa kriteria rata-rata hasil, umur tanaman, dan kerontokan merupakan variabel *input*. Sementara itu, penilaian mutu merupakan variabel *output*.

Tabel 3.4 Semesta Pembicaraan

Variabel	Nama Variabel	Notasi	Semesta Pembicaraan
<i>Input</i>	Rata-rata hasil	Rh	$[0, \infty)$
	Umur tanaman	Ut	$[0, \infty)$
	Kerontokan	Rk	$[0, \infty)$
<i>Output</i>	Mutu benih	Mb	$[0, \infty)$

3.2 Fuzzifikasi

Lingkup dalam sistem inferensi fuzzy merupakan keseluruhan nilai variabel yang boleh digunakan. Berdasarkan Tabel 3.4 dapat dicari lingkup untuk

Tabel 3.5 Himpunan *input* dan *output* fuzzy

VARIABEL	HIMPUNAN FUZZY	NOTASI	LINGKUP dalam (ton/ha)
INPUT	Rata-rata hasil		
	1. Sedikit	Rh_sdk	$[0, 5,5]$
	2. Sedang	Rh_sdg	$[4, 7]$
	3. Banyak	Rh_byk	$[5,5, 17]$
	Umur tanaman		dalam (hari)
	1. Pendek	Ut_pdk	$[0, 120]$
	2. Sedang	Ut_sdg	$[100, 140]$
	3. Panjang	Ut_pjg	$[120, 180]$
	Kerontokan		dalam (/100 bulir)
1. tahan rontok	Rk_thn	$[0, 35]$	
2. agak tahan	Rk_agk	$[20, 50]$	
3. mudah rontok	Rk_mdh	$[35, 100]$	
OUTPUT	Mutu benih		dalam (%)
	1. kurang	Mb_krg	$[0, 70]$
	2. sedang	Mb_sdg	$[60, 70]$
	3. baik	Mb_bk	$[70, 100]$

masing-masing himpunan fuzzy yang dibentuk. Himpunan fuzzy yang dibentuk untuk setiap variabel *input* dan *output* dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Fungsi keanggotaan untuk setiap himpunan fuzzy mempunyai interval antara 0 sampai 1. Nilai 0 menunjukkan tidak adanya keanggotaan (0%) di dalam himpunan fuzzy, sedangkan nilai 1 menunjukkan keanggotaan mutlak (100%) di dalam himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan untuk masing-masing himpunan fuzzy adalah sebagai berikut:

a. Rata-rata hasil

$$\mu_{R_{h_sdk}}(x_1) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 \leq x_1 \leq 4 \\ \frac{5,5 - x_1}{1,5}, & \text{jika } 4 < x_1 < 5,5 \\ 0, & \text{jika } x_1 \geq 5,5 \end{cases}$$

$$\mu_{R_{h_sdg}}(x_1) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_1 = 5,5 \\ \frac{x_1 - 4}{1,5}, & \text{jika } 4 < x_1 < 5,5 \\ \frac{7 - x_1}{1,5}, & \text{jika } 5,5 < x_1 < 7 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_1 \leq 4 \text{ atau } x_1 \geq 7 \end{cases}$$

$$\mu_{R_{h_byk}}(x_1) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_1 \geq 7 \\ \frac{x_1 - 5,5}{1,5}, & \text{jika } 5,5 < x_1 < 7 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_1 \leq 5,5 \end{cases}$$

b. Umur tanaman

$$\mu_{U_{t_pdk}}(x_2) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 \leq x_2 \leq 100 \\ \frac{120 - x_2}{20}, & \text{jika } 100 < x_2 < 120 \\ 0, & \text{jika } x_2 \geq 120 \end{cases}$$

$$\mu_{U_{t_sdg}}(x_2) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_2 = 120 \\ \frac{x_2 - 100}{20}, & \text{jika } 100 < x_2 < 120 \\ \frac{140 - x_2}{20}, & \text{jika } 120 < x_2 < 140 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_2 \leq 100 \text{ atau } x_2 \geq 140 \end{cases}$$

$$\mu_{U_{t_pig}}(x_2) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_2 \geq 140 \\ \frac{x_2 - 120}{20}, & \text{jika } 120 < x_2 < 140 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_2 \leq 140 \end{cases}$$

c. Kerontokan

$$\mu_{R_k_thin}(x_3) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 \leq x_3 \leq 20 \\ \frac{35 - x_3}{15}, & \text{jika } 20 < x_3 < 35 \\ 0, & \text{jika } x_3 \geq 35 \end{cases}$$

$$\mu_{R_k_agk}(x_3) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_3 = 35 \\ \frac{x_3 - 20}{15}, & \text{jika } 20 < x_3 < 35 \\ \frac{50 - x_3}{15}, & \text{jika } 35 < x_3 < 50 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_3 \leq 20 \text{ atau } x_3 \geq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{R_k_mdh}(x_3) = \begin{cases} 1, & \text{jika } x_3 \geq 50 \\ \frac{x_3 - 35}{15}, & \text{jika } 35 < x_3 < 50 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq x_3 \leq 35 \end{cases}$$

d. Mutu benih

$$\mu_{M_b_krq}(z) = \begin{cases} 1, & \text{jika } 0 \leq z \leq 60 \\ \frac{70 - z}{10}, & \text{jika } 60 < z < 70 \\ 0, & \text{jika } z \geq 70 \end{cases}$$

$$\mu_{M_{b_sdg}}(z) = \begin{cases} 1, & \text{jika } z = 70 \\ \frac{z-60}{10}, & \text{jika } 60 < z < 70 \\ \frac{80-z}{10}, & \text{jika } 70 < z < 80 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq z \leq 60 \text{ atau } z = 80 \end{cases}$$

$$\mu_{M_{b_bk}}(z) = \begin{cases} 1, & \text{jika } z = 80 \\ \frac{z-70}{10}, & \text{jika } 70 < z < 80 \\ 0, & \text{jika } 0 \leq z \leq 70 \end{cases}$$

Setelah *input* dan *output* difuzzifikasi, selanjutnya dibentuk aturan-aturan fuzzy yang akan digunakan dalam sistem inferensi fuzzy.

3.3 Aturan Dasar Fuzzy

Berdasarkan himpunan-himpunan fuzzy yang telah dibuat maka terdapat 27 aturan implikasi fuzzy untuk pemilihan benih padi. Aturan-aturan tersebut antara lain :

R_3 = IF rata-rata banyak AND umur tanaman sedang AND agak tahan rontok

THEN mutu benih sedang

R_{14} = IF rata-rata sedang AND umur tanaman sedang AND agak tahan rontok

THEN mutu benih sedang

3.4 Penilaian Mutu Benih Padi dengan Perhitungan Manual

Perhitungan manual dilakukan dengan menggunakan *input* rata-rata hasil, umur tanaman, dan kerontokan benih padi, sedangkan *output* yang dihasilkan merupakan persentase mutu benih padi. Pada perhitungan ini hanya diambil satu contoh, yaitu benih padi Ciherang dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menghitung nilai kenggotaan pada setiap variabel *input* dan *output*

a. Rata-rata hasil

$$\mu_{R_{h_sdg}}(6) = 0, \mu_{R_{h_byk}}(6) = \frac{7-6}{1,5} = 0,6667, \mu_{R_{h_byk}}(6) = \frac{6-5,5}{1,5} = 0,3333.$$

b. Umur tanaman

$$\mu_{U_{t_pdk}}(120) = 0, \mu_{U_{t_sdg}}(120) = 1, \mu_{U_{t_pjs}}(120) = 0.$$

c. Kerontokan

$$\mu_{R_{k_tln}}(35) = 0, \mu_{R_{k_agk}}(35) = 1, \mu_{R_{k_mdh}}(35) = 0.$$

2) Menghitung α -predikat dan nilai *output* pada setiap aturan yang memenuhi nilai keanggotaannya tidak sama dengan nol

• Untuk R_5 ,

$$\begin{aligned} \alpha_{14} &= \min\{\mu_{R_{h_byk}}(x_1), \mu_{U_{t_sdg}}(x_2), \mu_{R_{k_agk}}(x_3)\} \\ &= \min\{\mu_{R_{h_byk}}(6), \mu_{U_{t_sdg}}(120), \mu_{R_{k_agk}}(35)\} \\ &= \min\{(0,3333), (1), (1)\} \\ &= 0,3333 \end{aligned}$$

dan

$$\frac{z_{14} - 60}{10} = \alpha_{14} \Leftrightarrow \frac{z_{14} - 60}{10} = 0,3333 \Leftrightarrow z_{14} - 60 = 3,333 \Leftrightarrow z_{14} = 63,333.$$

• Untuk R_{14} , dengancara yang sama, diperoleh $\alpha_{14} = 0,6667$ dan $z_{14} = 73,3333$.

3) Melakukan defuzzifikasi

Defuzzifikasi dilakukan dengan metode rata-rata terbobot. Nilai dari rata-rata terbobot z_0 adalah

$$z_0 = \frac{\alpha_5 z_5 + \alpha_{14} z_{14}}{\alpha_5 + \alpha_{14}} = \frac{(0,3333)(63,333) + (0,6667)(73,3333)}{0,3333 + 0,6667} = 70.$$

Dengan demikian, mutu benih padi Ciherang adalah 70%. Ini berarti bahwa benih padi Ciherang bermutu sedang.

3.5 Penilaian mutu benih padi dengan Perhitungan Program

Perhitungan menggunakan program dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memanggil *function* yang digunakan di dalam *Command Windows*, yaitu *hasilok.m*.

2. Tampilan antarmuka *function* hasilok.m, seperti disajikan pada Gambar 3.1.
3. Memasukkan nilai dari tiap-tiap *input*. Untuk benih padi Ciherang pada rata-rata hasil dimasukkan nilai 6, pada umur tanaman dimasukkan nilai 120, dan pada kerontokan dimasukkan nilai 35. Kemudian menekan tombol “HITUNG” untuk melakukan perhitungan program.

Gambar 3.1 Tampilan antarmuka *function* hasilok.m

Gambar 3.2 Tampilan antarmuka setelah menekan tombol “HITUNG”

Tabel 3.6 Hasil penilaian mutu benih padi

Nama Benih Padi	Rata-rata Hasil (ton/ha)	Umur Tanaman (hari)	Kerontokan (per100 bulir)	Mutu Benih (%)	Mutu benih
Cisadane	5	135	35	68,2407	Sedang
IR 64	5	130	35	71	Sedang
Cimalaya Muncul	6	130	25	68,7073	Sedang
Ciherang	6	120	35	70	Sedang
Sintanur	6	120	35	70	Sedang
Cigeulis	5	120	35	70	Sedang
Logawa	6,8	115	50	70,1491	Sedang
Lusi	4,5	135	50	64,6296	Kurang
Situ Bagendit	5,5	115	35	70	Sedang

Dari Tabel 3.6, Nampak tidak terdapat perbedaan antara hasil perhitungan menggunakan program dan perhitungan secara manual. Selain itu dapat disimpulkan benih padi IR 64 merupakan benih padi dengan mutu tertinggi dan benih padi Lusi merupakan benih padi dengan mutu terendah. Dengan demikian, rata-rata dari data benih padi yang ada bermutu sedang.

4. KESIMPULAN & SARAN

4.1 Kesimpulan

Sistem inferensi fuzzy metode Tsukamoto dapat diaplikasikan untuk membantu menentukan penilaian mutu benih padi dengan 3 variabel *input* (rata-rata hasil, umur tanaman, dan kerontokan) dan 1 variabel *output* (mutu benih). Perhitungan untuk penilaian mutu benih padi tersebut dapat dilakukan secara manual maupun secara komputasi dengan menggunakan program. Berdasarkan data yang digunakan, hasil penilaian menunjukkan bahwa benih padi IR 64 merupakan benih padi dengan mutu terbaik dan benih padi Lusi merupakan benih padi dengan mutu terendah.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Mutu benih padi dapat ditentukan menggunakan sistem inferensi fuzzy metode Tsukamoto dapat dikembangkan dengan penambahan kriteria dari data benih padi yang ada. Hal ini dikarenakan kriteria dalam menentukan mutu benih padi dapat bertambah seiring dengan kemajuan teknologi.
2. Penelitian ini belum masuk dalam tahap penggunaan di masyarakat. Oleh karena itu, perlu dikembangkan program yang dapat diaplikasikan secara umum dan dapat digunakan oleh masyarakat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Dr. Idha Sihwaningrum, M.Sc.St. yang banyak memberikan masukan dan saran pada proses penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aak. 1990. *Budidaya Benih Tanaman Padi*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2003. *Benih Padi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jakarta.
- Cox, E. 1994. *The Fuzzy Systems Handbook: a Practitioner's guide to Building, Using, and Maintaining Fuzzy System*. London: Academic Press Limited.
- Khikmah, A N. 2013. *Penerapan Metode Analytical Hierarchy Process dalam Pemilihan Kualitas Benih Padi Sawah*.
- Sivanandam, S.N., Sumathi, S. dan Deepa, S.N., 2007. *Introduction to Fuzzy Logic using Matlab*. Jerman: Springer.