

AKURASI DAYA SIMPAN BENIH DENGAN PENDEKATAN HIBRIDA LOGIKA FUZZY SUGENO DAN REGRESI CORRELATION UNTUK IMPLEMENTASI FIFO

Aurella Nabil Lukmi¹, Nacha Zahwa Muharamika², Aulia Mairani Mandaiya³

Fasya Aghniya Mulyawan⁴, Siti Zahra Kamila⁵, Suhendi Irawan⁶

¹²³⁴⁵⁶ Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor University

Jl. Kumbang No.14, RT.02/RW.06, Babakan, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat, (0251) 8376845

¹lukmiaurella@apps.ipb.ac.id, ²nachazahwa@apps.ipb.ac.id,

³mandaiyaaulia@apps.ipb.ac.id, ⁴fasya.aghniyaaaa@gmail.com,

⁵szahrakamila@apps.ipb.ac.id, ⁶suhendiirawan1@apps.ipb.ac.id

Abstrak—Keterbatasan dalam menentukan FIFO daya tahan penyimpanan pada gudang penyimpanan benih cabai sering kali menyebabkan penurunan kualitas benih yang tidak terprediksi. Hal ini disebabkan belum adanya sistem memprediksi faktor input terhadap output (daya simpan benih) secara akurat. Faktor utama yang mempengaruhi daya simpan benih cabai, yaitu suhu freezer, daya kecambah, dan kadar air benih. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan FIFO dengan menggunakan software matlab metode fuzzy sugeno dalam mengestimasi daya simpan, serta metode correlation minitab dalam menganalisis pengaruh variabel input terhadap output. Hasil dari fuzzy sugeno adalah daya simpan benih dengan suhu -21°C , daya kecambah 83 dan kadar air 0.083 akan memperoleh daya tahan simpan sebesar 634 hari (cukup tahan lama). Variabel input yang berpengaruh paling besar adalah suhu freezer dengan nilai 0,744 dan arah hubungan negatif yang kuat berdasarkan perhitungan correlation. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan suhu freezer sangat berpengaruh terhadap daya simpan benih.

Kata Kunci— Fuzzy sugeno, FIFO, regresi correlation, kualitas

Abstract—The inability to determine FIFO (First-In, First-Out) for chili seed storage often leads to unpredictable quality declines. This occurs due to the lack of a system accurately predicting the effect of input factors on storage durability. Key factors influencing seed storage are freezer temperature, germination rate, and moisture content. This study aims to develop a decision support system for FIFO using MATLAB's Fuzzy Sugeno method to estimate storage durability and Minitab correlation to analyze input-output relationships. Results show seeds stored at -21°C with an 83% germination rate and 0.083 moisture content can last up to 634 days. Freezer temperature has the most significant impact, with a strong negative correlation value of -0.744. These findings emphasize that precise freezer temperature regulation is crucial for maintaining seed quality and extending storage durability.

Keywords— Fuzzy Sugeno, FIFO, correlation regression, quality.

I. PENDAHULUAN

Kualitas benih merupakan salah satu aspek penting dalam sektor pertanian, khususnya untuk komoditas unggulan seperti cabai. Peningkatan kualitas dan pemberian perlakuan khusus terhadap benih menjadi faktor penentu keberhasilan dalam upaya mempertahankan viabilitas benih cabai untuk penyimpanan jangka panjang. Keterbatasan dalam menentukan prioritas FIFO (*First In First Out*) daya tahan penyimpanan pada gudang penyimpanan benih cabai sering kali menyebabkan penurunan kualitas benih yang tidak terprediksi. Hal ini terjadi karena belum adanya sistem yang dapat memprediksi faktor input terhadap output (daya simpan benih) secara akurat. Berdasarkan studi lapang di CV Benih Dramaga, terdapat tiga input parameter utama yang mempengaruhi daya simpan benih cabai, yaitu suhu *freezer*, daya kecambah, dan kadar air benih. Ketiga parameter tersebut memiliki interaksi yang kompleks dalam menentukan durasi daya simpan benih, sehingga diperlukan pendekatan yang sistematis untuk mengoptimalkan daya tahan penyimpanannya.

Software matlab dengan logika Fuzzy Sugeno merupakan salah satu metode sistem pendukung keputusan dalam berbagai bidang, salah satunya penilaian parameter penyimpanan benih. Fuzzy Sugeno memungkinkan pengolahan data yang tidak pasti dan memberikan hasil yang lebih akurat meskipun dengan ketidakpastian yang tinggi dalam input [1]. Penggunaan Fuzzy Sugeno memungkinkan pemodelan hubungan kompleks tersebut melalui fungsi keanggotaan yang dapat merepresentasikan gradasi nilai parameter, serta menggunakan aturan fuzzy yang didasarkan pada pengalaman praktis dan pengetahuan ahli bidang terkait. Dilakukan uji normalitas Kolmogorov-Smirnov dan analisis korelasi menggunakan *software* minitab untuk menganalisis hasil perhitungan fuzzy dan mengetahui hubungan antara input dan output. Analisis korelasi bertujuan mengukur kekuatan hubungan antara variabel input (suhu *freezer*, daya kecambah, kadar air) dengan output berupa daya simpan benih penggunaan minitab dalam analisis ini memberikan keuntungan berupa visualisasi data yang komprehensif dan hasil perhitungan *statistic* yang akurat, sehingga dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam optimasi penyimpanan benih.

Hasil dari analisis perhitungan data pada *software* matlab dan minitab tersebut akan menjadi landasan dan membantu dalam penyusunan strategi FIFO (*First In First Out*) pada ruang penyimpanan. Variabel yang memiliki pengaruh paling signifikan

akan mendapat prioritas pengawasan lebih ketat pada minitab dan hasil *rule* fuzzy lama daya tahan simpan benih menjadi pertimbangan utama dalam penentuan urutan pengeluaran benih dari gudang. Strategi FIFO dengan didukung dua *software* tersebut memungkinkan pengelola gudang untuk, meminimalkan risiko penurunan kualitas serta meningkatkan efisiensi penggunaan ruang penyimpanan. Pendekatan sistematis ini juga membantu dalam perencanaan produksi dan distribusi benih cabai secara lebih terstruktur.

Adapun penelitian terdahulu terkait penerapan logika fuzzy [2] terkait sistem penyiraman otomatis pada tanaman cabai menggunakan metode fuzzy Sugeno, hasil perhitungan menggunakan fuzzy sugeno ini dapat membantu produsen dalam pengaturan jumlah kadar air yang dibutuhkan secara otomatis, sehingga tanaman mendapat pasokan air yang tepat. Penelitian terdahulu yang relevan terkait mengkaji penggunaan FIFO dalam distribusi benih hortikultura, di mana ditemukan bahwa FIFO membantu dalam meminimalkan kerugian akibat pembusukan dan memastikan kualitas benih yang digunakan oleh petani. Metode ini juga terbukti efisien dalam pengelolaan stok, karena mengurangi risiko penumpukan barang yang tidak terpakai dalam jangka waktu lama [3].

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penulisan ini adalah untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan merancang keputusan FIFO dengan menggunakan *software* matlab metode fuzzy Sugeno dalam mengestimasi daya simpan benih cabai, serta metode *correlation* minitab dalam menganalisis pengaruh variabel suhu *freezer*, daya kecambah, dan kadar air terhadap daya simpan benih melalui analisis *statistic*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi manajemen penyimpanan benih dan menjaga kualitas benih cabai selama masa penyimpanan.

II. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi daya tahan benih berdasarkan daya berkecambah, kadar air, dan suhu *freezer*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kombinasi pendekatan logika fuzzy sugeno, yang diimplementasikan melalui aplikasi MATLAB, dan analisis korelasi regresi yang dilakukan menggunakan aplikasi Minitab. Proses penelitian ini melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1) *Studi Literatur dan Studi Lapangan*

Pada tahap ini, studi literatur dilakukan untuk menganalisis penggunaan logika fuzzy sugeno

dalam pengambilan keputusan berdasarkan parameter lingkungan. Studi lapangan yaitu dengan melakukan wawancara langsung di lokasi proses penanaman hingga penyimpanan benih dalam suhu *freezer* untuk memahami pengaruh variabel input terhadap ketahanan benih.

2) *Identifikasi masalah*

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah utama, yaitu penurunan daya tahan benih dalam penyimpanan jangka panjang. Suhu *freezer*, daya kecambah, dan kadar air diidentifikasi sebagai variabel kritis yang akan dianalisis lebih lanjut.

3) *Pengumpulan data*

Pada tahap ini, data mengenai suhu *freezer*, daya kecambah, kadar air, hingga daya tahan penyimpanan benih dikumpulkan untuk memperoleh gambaran kondisi aktual benih.

4) *Perancangan logika fuzzy sugeno*

Proses ini melibatkan perancangan logika fuzzy Sugeno dengan tiga variabel input yaitu suhu *freezer*, daya kecambah, dan kadar air. Setiap variabel diberi nilai untuk menggambarkan kondisi benih. Aturan fuzzy Sugeno dibentuk dari kombinasi input untuk menentukan output, yaitu ketahanan benih.

5) *Implementasi fuzzy sugeno*

Implementasi dilakukan menggunakan aplikasi MATLAB untuk memproses data yang diperoleh. Proses ini menghasilkan output daya tahan benih berdasarkan aturan fuzzy Sugeno.

6) *Pengujian hasil dan evaluasi logika fuzzy sugeno*

Tahap ini merupakan evaluasi akhir untuk menguji akurasi logika fuzzy Sugeno dalam memprediksi ketahanan benih. Hasil prediksi dibandingkan dengan kondisi aktual untuk menilai keefektifan sistem.

7) *Analisis keterkaitan variabel dengan korelasi regresi*

Pada tahap ini, hasil data dari fuzzy sugeno dihitung keeratannya antar variabel input yaitu suhu *freezer*, daya kecambah, dan kadar air dengan outputnya yaitu daya tahan benih untuk menentukan keterkaitan paling berpengaruh. Analisis ini dilakukan menggunakan metode korelasi regresi melalui aplikasi Minitab untuk mengidentifikasi variabel mana yang paling signifikan terhadap ketahanan benih.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan mengkaji proses dan hasil dari penerapan aplikasi komputer berbasis logika fuzzy

sugeno dalam menentukan ketahanan daya simpan benih. Logika fuzzy sugeno dipilih karena kemampuannya untuk menangani ketidakpastian dan variabilitas data dalam penentuan keputusan, sehingga diharapkan menghasilkan keputusan yang lebih akurat terkait daya simpan benih. Kemudian, analisis korelasi dilakukan menggunakan aplikasi Minitab untuk mengevaluasi dan mengukur keeratan hubungan antara variabel input dan output bertujuan memvalidasi keandalan keputusan yang dihasilkan.

Berdasarkan pakar terkait, tingkat kadar air yang baik untuk penyimpanan jangka panjang pada benih cabai setidaknya 8%-10%. Hal tersebut diperkuat pada hasil penelitian yang menyebutkan bahwa benih cabai dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama dan memiliki daya kecambah yang tinggi, kadar airnya sebaiknya diatur pada kisaran 4-12%, yaitu pada daerah air terikat sekunder [4]. Adapun pendapat lain berdasarkan hasil standar pengujian laboratorium benih yang dapat dikategorikan berkualitas tinggi adalah benih yang memiliki kemampuan berkecambah lebih dari 80% dan kadar airnya berada dalam rentang 7-10% [5].

A. Fuzzifikasi

Tahapan awal yang harus dilalui adalah fuzzifikasi dengan mengubah nilai pasti (*crisp*) menjadi nilai kabur (fuzzy) menjadi himpunan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan (*membership function*). Pada tahapan ini dibentuk tiga himpunan input dan satu himpunan output.

1) *Pembentukan Himpunan Fuzzy Variabel Input*

a) *Suhu Freezer*

Tabel 1 himpunan fuzzy input suhu freezer

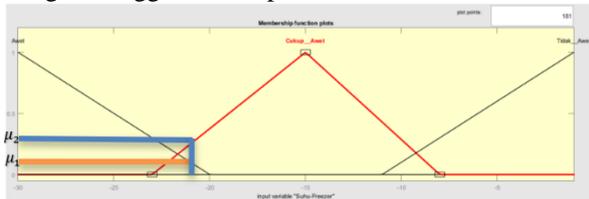
Suhu Freezer(°c)	Parameter	Status	Tingkat Fuzzy
-30 sampai -20	[-30 -30 -20]	Awet	Tinggi
-21 sampai -10	[-23 -15 -8]	Cukup Awet	Sedang
-11 sampai -1	[-11 -1 -1]	Tidak Awet	Rendah

Tabel di atas menunjukkan tabel hubungan antara suhu freezer, daya tahan simpan, dan tingkat fuzzy. Tabel ini mengelompokkan suhu freezer ke dalam tiga rentang: -30-30-20 hingga -23-15-8°C. Masing-masing rentang diberi status daya tahan: Awet, Cukup Awet, dan Tidak Awet, serta dikategorikan dalam tingkat fuzzy: Tinggi, Sedang, dan Rendah. Semakin rendah suhu, semakin tinggi daya tahan simpan dan tingkat fuzzy-nya.

Pada proses penyimpanan benih Cv Benih dramaga menerapkan suhu optimal pada - 20°C sehingga dibentuk himpunan pada kategori awet [-30 -

30 -20] dimana semakin tinggi suhu yang diimplementasikan semakin baik proses penyimpanan benih.

Fungsi keanggotaan himpunan suhu freezer



Gambar 1 grafik keanggotaan himpunan

Derajat keanggotaan suhu freezer

$$x = 21$$

$$\mu_{1_Awet} = \frac{(c - x)}{(c - b)} = \frac{(-20 - (-21))}{(-20 - (-30))} = 0,1$$

$$\mu_{2_Cukup\ Awet} = \frac{(x - a)}{(b - a)} = \frac{(-21 - (-23))}{(-15 - (-23))} = 0,25$$

b) Daya Kecambah

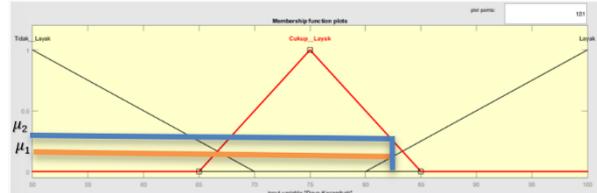
Tabel 2 himpunan fuzzy input daya kecambah

Daya Kecambah (%)	Parameter	Status	Tingkat Fuzzy
55 - 75	[55 55 70]	Tidak Layak	Rendah
65 - 85	[65 75 85]	Cukup Layak	Sedang
80 - 100	[75 100 100]	Layak	Tinggi

Tabel di atas menunjukkan tabel hubungan antara daya kecambah, daya tahan simpan, dan tingkat fuzzy. Tabel ini mengelompokkan daya kecambah ke dalam tiga rentang: [55 55 70] [65 75 85] hingga [75 100 100]. Masing-masing rentang diberi status daya tahan: *Tidak Layak*, *Cukup Layak*, dan *Layak*, serta dikategorikan dalam tingkat fuzzy: *Tinggi*, *Sedang*, dan *Rendah*. Semakin tinggi daya kecambah, semakin tinggi daya tahan simpan dan tingkat fuzzy-nya.

Pada CV Benih dramaga melakukan uji daya kecambah untuk menentukan seberapa layak suatu benih yang berpengaruh terhadap daya simpan benih. Implementasi uji daya kecambah menerapkan standar 80% sebagai kategori paling optimal.

Fungsi keanggotaan daya kecambah



Gambar 2 grafik keanggotaan kadar air

Derajat keanggotaan kecambah

$$x = 83$$

$$\mu_{1_Layak} = \frac{(x - a)}{(b - a)} = \frac{(83 - 80)}{(100 - 80)} = 0,15$$

$$\mu_{2_Cukup\ Layak} = \frac{(c - x)}{(c - b)} = \frac{(85 - 83)}{(85 - 75)} = 0,2$$

c) Kadar Air

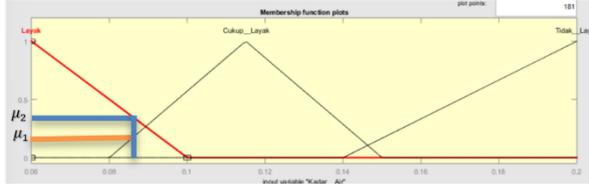
Tabel 3 himpunan fuzzy input kadar air

Kadar Air	Parameter	Status	Tingkat Fuzzy
0,06 - 0,10	[0,06 0,06 0,10]	Layak	Tinggi
0,08 - 0,15	[0,08 0,115 0,15]	Cukup Layak	Sedang
0,14 - 0,20	[0,14 0,20 0,20]	Tidak Layak	Rendah

Tabel di atas menunjukkan tabel hubungan antara kadar air, daya tahan simpan, dan tingkat fuzzy. Tabel ini mengelompokkan kadar air ke dalam tiga rentang: [0,06 0,06 0,10] [0,08 0,115 0,15] hingga [0,14 0,20 0,20]. Masing-masing rentang diberi status daya tahan: *Layak*, *Cukup Layak*, *Tidak Layak* serta dikategorikan dalam tingkat fuzzy: *Tinggi*, *Sedang*, dan *Rendah*. Semakin rendah daya kecambah, semakin tinggi daya tahan simpan dan tingkat fuzzy-nya.

Kadar air suatu benih mempengaruhi masa simpan dikarenakan tingkat kelembapan yang tinggi dapat terjadinya pertumbuhan mikroba dan reaksi kimia. Menurunkan kadar air benih hingga mencapai tingkat optimal untuk penyimpanan diperkirakan akan lebih mampu mengatasi dampak negatif selama proses penyimpanan, khususnya masalah perkecambahan. Hal ini akan meningkatkan daya simpan benih. Di sisi lain, peningkatan kadar air benih merupakan salah satu faktor penyebab kemunduran benih, yang ditandai dengan penurunan daya kecambah [6]. Penerapan standar CV Benih dramaga yaitu 10% menjadi parameter paling optimal.

Fungsi keanggotaan himpunan kadar air



Gambar 3 grafik keanggotaan kadar air

Derajat keanggotaan

$$x = 0,085$$

$$\mu_{1-}(Layak) = \frac{(c - x)}{(c - b)} = \frac{(0,1 - 0,085)}{(0,1 - 0,06)} = 0,375$$

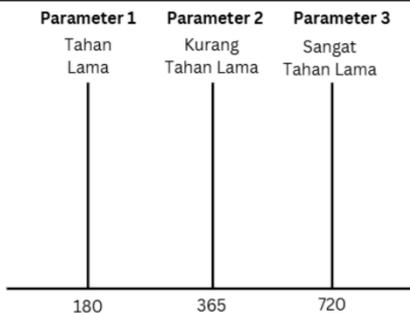
$$\mu_{2-}(Cukup Layak) = \frac{(x - a)}{(b - a)} = \frac{(0,085 - 0,08)}{(0,115 - 0,08)} = 0,142$$

2) Pembentukan fuzzy output

Output yang dihasilkan berupa kepastian berapa lama daya tahan simpan pada benih yang dihasilkan CV Benih Dramaga.

Tabel 4 parameter output

Daya tahan simpan	Nilai Pakar
Sangat Tahan Lama	720 hari
Cukup Tahan Lama	365 hari
Tidak Tahan Lama	180 hari



Gambar 4 grafik parameter output

Gambar di atas menunjukkan tabel dan diagram parameter daya tahan simpan benih berdasarkan nilai pakar. Menampilkan tiga kategori daya tahan simpan: *Sangat Tahan Lama* (720 hari), *Cukup Tahan Lama* (365 hari), dan *Tidak Tahan Lama* (180 hari). Setiap kategori diberikan nilai daya tahan dalam satuan hari untuk merepresentasikan estimasi lama daya simpan dari masing-masing kategori. Setiap parameter memiliki rentang nilai tertentu yang diwakili oleh skala hari sebagai ukuran ketahanan simpan.

Bertujuan untuk memvisualisasikan perbedaan daya tahan simpan dari tiap kategori dengan lebih jelas, sehingga memudahkan pembaca untuk memahami hubungan antara kategori dan masa simpan dalam konteks evaluasi daya tahan benih.

B. Penetapan fungsi implikasi (fuzzy rule)

Model Sugeno menerapkan fungsi keanggotaan Singleton yang memiliki karakteristik khusus, yaitu derajat keanggotaan bernilai 1 pada nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp lainnya. Model ini memiliki dua jenis orde, pada Orde 0, menggunakan rumus *IF* (x1 is A1) (x2 is A2)...(xn is An) *THEN* z = k, dimana Ai merupakan himpunan fuzzy sebagai anteseden dengan operator fuzzy (AND/OR), dan k adalah konstanta tegas sebagai konsekuen. Sementara Orde 1 menggunakan rumus *IF* (x1 is A1) (x2 is A2)...(xn is An) [7]. Aturan fuzzy yang dibuat ditetapkan berdasarkan pakar. Dengan 3 variabel input yaitu suhu freezer memiliki 3 nilai (awet, cukup awet, tidak awet), daya kecambah memiliki 2 nilai (layak, tidak layak), dan kadar air memiliki 3 (layak, cukup layak, tidak layak). Sehingga menghasilkan 18 aturan fuzzy yang akan diperoleh. Aturan fuzzy yang diterapkan menggunakan fungsi *IF* – *THEN*.

Tabel 5 fuzzy rules

Input			Output	Nilai Pakar
Suhu Freezer	Daya Kecambah	Kadar Air	Daya Simpan	
A	TL	L	CTL	365
A	TL	CL	TTL	180
A	TL	TL	TTL	180
A	CL	L	STL	720
A	CL	CL	CTL	365
A	CL	TL	TTL	180
A	L	L	STL	720
A	L	CL	STL	720
A	L	TL	TTL	180
CA	TL	L	CTL	365
CA	TL	CL	TTL	180
CA	TL	TL	TTL	180
CA	CL	L	STL	720
CA	CL	CL	CTL	365
CA	CL	TL	TTL	180
CA	L	L	STL	720
CA	L	CL	CTL	365
CA	L	TL	TTL	180
TA	TL	L	TTL	180
TA	TL	CL	TTL	180
TA	TL	TL	TTL	180
TA	CL	L	CTL	365
TA	CL	CL	TTL	180

TA	CL	TL	TTL	180
TA	L	L	CTL	365
TA	L	CL	TTL	180
TA	L	TL	TTL	180

Setelah derajat keanggotaan diketahui rule base and >> min yang ditetapkan berdasarkan derajat keanggotaan yang telah dihitung.

C. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah proses mengubah nilai fuzzy menjadi nilai crisp (tegas) untuk menghasilkan aksi kontrol yang pasti [8]. Metode yang digunakan dalam defuzzifikasi pada penerapan ini adalah *Center of Gravity (COG)*.

1) Fuzzy Rules Base (AND>>MIN)

Tabel 6 rule base and>>min

Rules	Suhu Freezer	Daya Kecambah	Kadar Air	Daya Simpan
Rules 1	A, 0,1	CL, 0,2	L, 0,375	STL
Rules 2	A, 0,1	CL, 0,2	CL, 0,142	CTL
Rules 3	A, 0,1	L, 0,15	L, 0,375	STL
Rules 4	A, 0,1	L, 0,15	CL, 0,142	STL
Rules 5	CA, 0,25	CL, 0,2	L, 0,375	STL
Rules 6	CA, 0,25	CL, 0,2	CL, 0,142	CTL
Rules 7	CA, 0,25	L, 0,15	L, 0,375	STL
Rules 8	CA, 0,25	L, 0,15	CL, 0,142	CTL

Rules yang terbentuk berdasarkan derajat keanggotaannya akan dipilih paling terkecil, dapat dilihat pada tabel pada rules 1 – 4 nilai terkecil terdapat pada derajat keanggotaan suhu freezer yaitu 0,1 ; kemudian pada rules 5 nilai terkecil terdapat pada derajat keanggotaan daya kecambah yaitu 0,2 ; rules 6 nilai terkecil terdapat pada derajat keanggotaan kadar air yaitu 0,142 ; rules 7 nilai terkecil terdapat pada derajat keanggotaan daya kecambah yaitu 0,15 ; dan rules 8 nilai terkecil terdapat pada derajat keanggotaan kadar air yaitu 0,142.

2) Center Of Gravity

$$F = \{ 0,1 ; 0,1 ; 0,1 ; 0,1 ; 0,2 ; 0,142 ; 0,15 ; 0,142 \}$$

$$N = \{ 720 ; 365 ; 720 ; 720 ; 720 ; 365 ; 720 ; 36 \}$$

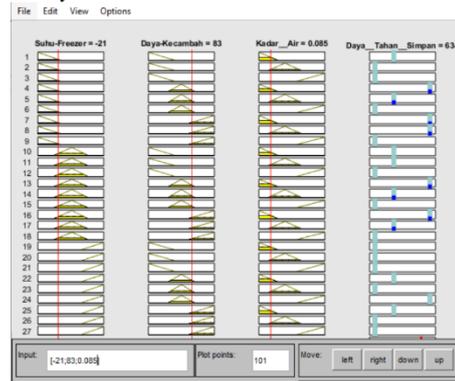
Defuzzifikasi

$$= \frac{((0,1 \times 720) + (0,1 \times 365) + (0,1 \times 720) + (0,1 \times 720) + (0,2 \times 720) + (0,142 \times 365) + \dots)}{(0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,142 + 0,15 + 0,142)}$$

$$= \frac{604,51}{1,034} = 584,6325$$

Daya simpan benih dengan input suhu -21, daya tahan 83 dan kadar air 0.083 maka diperoleh daya tahan simpan sebesar 584,6325 hari dan terkategori memiliki daya tahan simpan yang tinggi (cukup tahan lama).

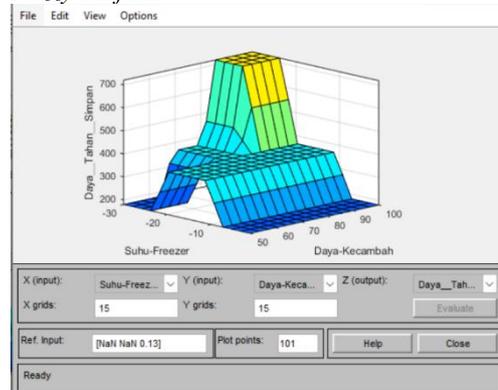
3) Fuzzy Rule Base Viewer



Gambar 5 fuzzy rule base viewer

Grafik menunjukkan bahwa untuk kombinasi nilai suhu freezer -21, daya kecambah 83, dan kadar air 0.005, model memprediksi nilai daya tahan simpan berada pada himpunan fuzzy tertentu. Tingkat kebenaran nilai daya tahan simpan terhadap setiap himpunan fuzzy dapat dilihat dari tinggi rendahnya garis pada grafik.

4) Fuzzy Surface



Gambar 6 fuzzy surface

Grafik menunjukkan bahwa daya tahan simpan suatu bahan dipengaruhi secara signifikan oleh suhu freezer dan daya kecambah. Semakin rendah suhu freezer dan

semakin tinggi daya kecambah, umumnya daya tahan simpan akan semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh permukaan grafik yang cenderung naik ke arah sudut kanan atas. Namun, perlu diperhatikan bahwa hubungan antara ketiga variabel ini tidaklah linier sempurna. Terdapat beberapa area pada grafik yang menunjukkan perubahan yang lebih drastis dibandingkan area lainnya. Ini mengindikasikan adanya interaksi kompleks antara suhu freezer dan daya kecambah dalam mempengaruhi daya tahan simpan.

5) Hasil Perhitungan MATLAB

Tabel 7 akurasi penilaian fuzzy terhadap daya simpan benih

No.	Suhu Freezer	Daya Kecambah	Kadar Air	Daya Simpah Benih
1.	-30	100	0,06	720
2.	-29	96	0,11	720
3.	-28	85	0,14	720
4.	-27	79	0,065	720
5.	-26	77	0,085	622
6.	-25	73	0,146	279
7.	-24	70	0,10	720
8.	-23	65	0,09	266
9.	-20	69	0,155	180
10.	-21	94	0,073	720
11.	-20	92	0,08	720
12.	-19	90	0,16	180
13.	-18	77	0,075	720
14.	-17	74	0,11	365
15.	-16	72	0,17	180
16.	-15	65	0,08	365
17.	-13	63	0,12	365
18.	-10	59	0,18	180
19.	-11	80	0,10	365
20.	-9	84	0,13	257
21.	-8	88	0,19	180
22.	-7	70	0,09	266
23.	-6	67	0,10	180
24.	-5	69	0,14	180
25.	-4	57	0,08	180
26.	-3	53	0,15	180
27.	-1	50	0,20	180

Sebanyak 27 data dikumpulkan dari setiap variabel input, yang kemudian diolah menggunakan metode rule fuzzy sugeno untuk menentukan daya simpan benih. Didapatkan hasil seperti berikut ini.

D. Perhitungan Minitab (Korelasi dan keeratan hubungan input dan output)

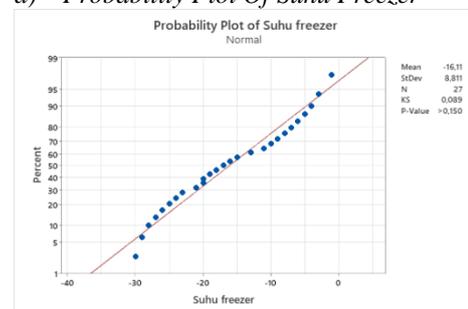
Penggunaan aplikasi minitab memiliki tujuan, antara lain; mengetahui ada atau tidaknya hubungan antar variabel, mengukur tingkat keeratan hubungan antar

variabel dan mengetahui sifat positif maupun negatif dari arah hubungan antar variabel. Penelitian ini menggunakan aplikasi minitab untuk menguji korelasi antara input dan output lebih lanjut berdasarkan hasil data yang didapatkan dari fuzzy. Dalam menguji korelasi antar variabel terdapat dua metode yang dapat digunakan, yaitu pearson correlation dan spearman correlation. Penggunaan metode dapat ditentukan berdasarkan jenis distribusi variabel. Pearson correlation digunakan ketika variabel memiliki distribusi normal dan spearman correlation digunakan ketika variabel memiliki distribusi tidak normal. Berikut ini tahapan untuk menentukan korelasi antar variabel.

1) Normality Test Basic Statistic Pada Input dan Output

Tahap pertama sebelum dilakukannya uji korelasi variabel input terhadap output, perlu dilakukannya normality test pada menu basic statistic untuk mengetahui kategori distribusi termasuk normal atau tidak. Jika p-value lebih kecil dari 0,05, hipotesis nol akan ditolak, yang berarti data tidak berdistribusi normal. Artinya, kemungkinan besar perbedaan yang diamati berasal dari faktor kebetulan yang lebih besar dari 5%, yang menunjukkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal. Sebaliknya, jika p-value lebih besar dari 0,05, hipotesis nol diterima, yang berarti data tidak menunjukkan penyimpangan signifikan dari distribusi normal, atau dengan kata lain, data dianggap berdistribusi normal [9]. Berikut hasil normality test input dan output:

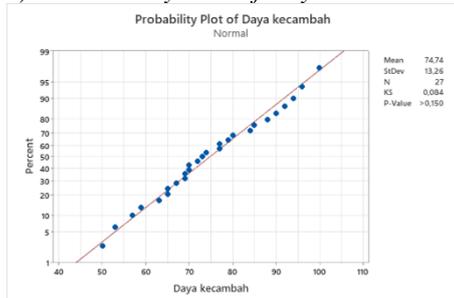
a) Probability Plot Of Suhu Freezer



Gambar 7 grafik probability plot of suhu freezer

Berdasarkan normality test tersebut didapatkan P- Value 0,150 yang artinya lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan data suhu freezer berdistribusi normal.

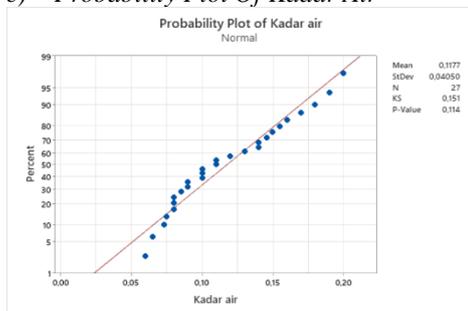
b) Probability Plot Of Daya Kecambah



Gambar 8 grafik probability plot of daya kecambah

Berdasarkan normality test tersebut didapatkan P- Value 0,150 yang artinya lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan data daya kecambah benih berdistribusi normal.

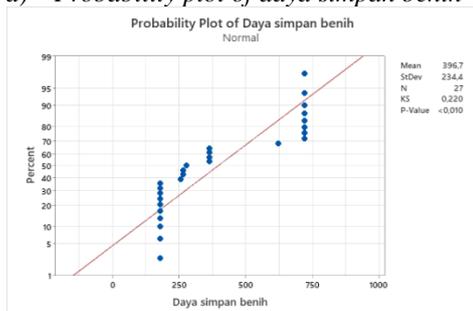
c) Probability Plot Of Kadar Air



Gambar 9 grafik probability plot of kadar air

Berdasarkan normality test tersebut didapatkan P- Value 0,114 yang artinya lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan data daya kecambah benih berdistribusi normal.

d) Probability plot of daya simpan benih

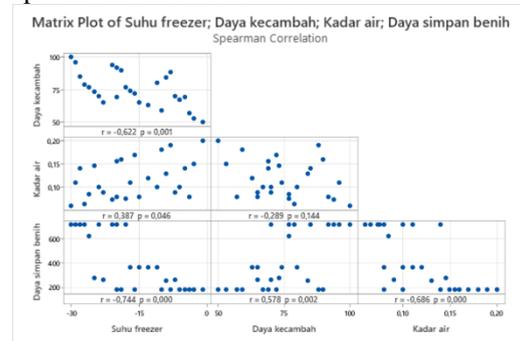


Gambar 10 grafik probability plot of daya simpan benih

Berdasarkan normality test tersebut didapatkan P- Value 0,010 yang artinya lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan data daya simpan benih berdistribusi tidak normal.

2) Correlation Input Terhadap Output

Tahapan ini digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antara variabel input terhadap output. Dikarenakan terdapat salah satu variabel yaitu daya simpan benih yang memiliki data tidak berdistribusi normal. Maka dilakukannya uji correlation menggunakan metode spearman correlation yang akan menghasilkan nilai correlation (r) dan P-Value (p) di setiap hubungan variabel dengan confidence level 95,0. Berikut hasil dari correlation input terhadap output menggunakan spearman correlation:



Gambar 11 grafik correlation input terhadap output

Berdasarkan matrix plot di atas, untuk menentukan arti dari p dan r terdapat beberapa ketentuan antara lain:

- Pedoman Derajat Hubungan Koefisien Korelasi

Tabel 8 parameter correlation

Nilai correlation	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,20	Sangat Lemah
0,20 – 0,40	Lemah
0,40 – 0,60	Cukup
0,60 – 0,80	Kuat
0,80 – 1,00	Sangat Kuat

- Kriteria Pengujian Korelasi Spearman Pada Minitab

Suatu data dianggap signifikan jika memiliki p-value antara 0,01-0,05. Jika nilai P-value < 0,05 maka terdapat hubungan secara signifikan x terhadap y. namun jika nilai P-value > 0,05 maka tidak ada hubungan secara

signifikan x terhadap y . Korelasi bukan berarti tidak ada hubungan antar variabel [10]. Berdasarkan landasan ketetapan kriteria didapatkan hasil analisis dari setiap input terhadap output sebagai berikut:

a) *Korelasi suhu freezer terhadap daya simpan benih*

Berdasarkan uji korelasi dengan basic statistic pada minitab, didapatkan nilai P-value suhu terhadap daya simpan benih $p=0,000$ yang artinya lebih kecil dari 0,05 sehingga suhu freezer memiliki hubungan secara signifikan dengan daya simpan benih. Selain itu didapatkan juga nilai correlation $r=-0,744$ yang dapat disimpulkan bahwa nilai correlation bernilai negatif sehingga dapat diartikan bahwa arah hubungan kedua variabel tidak searah dengan tingkat keeratan hubungan kuat. Semakin tinggi suhu maka semakin cepat daya simpan benih menurun.

b) *Korelasi daya kecambah terhadap daya simpan benih*

Berdasarkan uji korelasi basic statistic, didapatkan nilai P-value daya kecambah terhadap daya simpan benih $p=0,002$ yang artinya lebih kecil dari 0,05 sehingga daya kecambah benih memiliki hubungan secara signifikan dengan daya simpan benih. Selain itu didapatkan juga nilai correlation $r=0,578$ yang dapat disimpulkan bahwa nilai correlation bernilai positif sehingga dapat diartikan bahwa arah hubungan kedua variabel searah dengan tingkat keeratan hubungan cukup. Semakin tinggi daya kecambah maka semakin lama daya simpan benih.

c) *Korelasi kadar air terhadap daya simpan benih*

Setelah dilakukannya uji korelasi dengan basic statistic pada minitab, didapatkan nilai P-value kadar air benih terhadap daya simpan benih $p=0,000$ yang artinya lebih kecil dari 0,05 sehingga kadar air pada benih memiliki hubungan secara signifikan dengan daya simpan benih. Selain itu didapatkan juga nilai correlation $r=-0,686$ yang dapat disimpulkan bahwa nilai correlation bernilai negatif sehingga dapat diartikan bahwa arah hubungan kedua variabel tidak searah dengan tingkat keeratan hubungan kuat. Semakin

tinggi kadar air maka semakin cepat daya simpan benih menurun.

Dari ketiga variabel input yang diuji, suhu freezer memiliki pengaruh paling besar terhadap output yaitu daya simpan benih karena memiliki nilai korelasi yang paling tinggi secara absolut ($|r|=0,744$) dan arah hubungan negatif yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan suhu yang lebih rendah di freezer dapat secara signifikan memperpanjang daya simpan benih. Kadar air juga menunjukkan hubungan yang kuat ($|r|=0,686$) dan berpengaruh negatif terhadap daya simpan, sehingga menjaga kadar air tetap rendah sesuai standar juga sangat penting. Sedangkan daya kecambah memiliki hubungan yang cukup kuat ($r=0,578$), namun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan suhu dan kadar air. Maka dapat disimpulkan dalam meningkatkan daya simpan benih, fokus utama harus diberikan pada pengendalian suhu penyimpanan dan pengurangan kadar air pada benih. Mempertahankan daya kecambah yang tinggi juga akan membantu memperpanjang daya simpan.

IV. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian maka peneliti menarik kesimpulan, penerapan metode fuzzy sugeno pada CV Benih Dramaga dalam menentukan daya simpan benih dengan variabel input yaitu suhu freezer, daya kecambah, dan kadar air dapat memperbaiki pengendalian bahan baku optimal dengan menerapkan sistem FIFO dengan acuan hasil dari perhitungan Matlab Fuzzy logic dengan tingkat keakuratan yang pasti. Selain itu diketahui pengaruh paling signifikan pada variabel input terhadap daya simpan benih yang memiliki nilai korelasi terbesar adalah suhu freezer dengan nilai absolut ($|r|=0,744$), diikuti dengan kadar air dengan nilai ($|r|=0,686$) dan daya kecambah dengan nilai ($r=0,578$). Sehingga dengan mengetahui korelasi antar variabel input dan output dengan minitab pihak CV dapat lebih memperhatikan lagi dalam memberikan perlakuan dalam memproduksi benih cabe. Selain itu dengan menggunakan matlab Fuzzy sugeno akan membantu pihak CV dalam menentukan lama daya tahan simpan benih lebih akurat. Sehingga keluaran dari dua aplikasi ini juga akan membantu dalam menentukan FIFO (First-In, First-Out) penyimpanan benih hingga penjualan ke customer. Penerapan FIFO yang berbasis hasil analisis korelasi dan prediksi daya simpan benih melalui metode fuzzy memberikan berbagai manfaat penting bagi CV dalam mengelola stok benih cabe. Dengan memahami variabel yang paling

mempengaruhi daya simpan, seperti suhu dan kadar air, CV dapat lebih efisien dalam mengatur penyimpanan, memprioritaskan benih yang memiliki umur simpan lebih pendek untuk didistribusikan terlebih dahulu, sehingga risiko kerusakan atau penurunan kualitas dapat diminimalkan. Ini akan membantu mengurangi pemborosan karena benih yang sudah tidak layak jual akibat penyimpanan terlalu lama. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan CV untuk memastikan benih yang sampai ke konsumen memiliki kualitas terbaik, meningkatkan kepuasan pelanggan dan reputasi merek. Dengan demikian, penerapan sistem FIFO yang lebih cerdas tidak hanya membantu menjaga kualitas produk, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi operasional dan peningkatan keuntungan bagi CV. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sistem manajemen inventori benih yang lebih efisien dan efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan benih lainnya dalam mengoptimalkan kualitas dan kuantitas produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada bapak aya sebagai pakar pada CV Benih Dramaga yang telah meluangkan waktu untuk melakukan wawancara.

REFERENSI

- [1] D. Rifai dan F. Fitriyadi, "Penerapan Logika Fuzzy Sugeno dalam Keputusan Jumlah Produksi Berbasis Website," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 2, hal. 102–109, 2023, doi: 10.56211/helloworld.v2i2.297.
- [2] M. Hendri, S. Sucipto, dan R. W. S. Insani, "Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno," *JUTECH J. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, hal. 49–60, 2023, doi: 10.31932/jutech.v4i1.2109.
- [3] B. Belliani, D. A. H. Lestari, dan A. Nugraha, "Analisis Pengendalian Dan Penilaian Persediaan Serta Efisiensi Pemasaran Benih Padi Inbrida Di PT SHS Cabang Lampung," *J. Ekon. Pertan. dan Agribisnis*, vol. 7, no. 3, hal. 1211, 2023, doi: 10.21776/ub.jepa.2023.007.03.26.
- [4] G. A. Widisatriani *et al.*, "Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah (The Exploration and Effect of Endophytic Fungus Isolated from Chilli ' s Root to Growth of Chilli Seedling)," *J. Hortik. Indones.*, vol. 1, no. 1, hal. 105–112, 2020.
- [5] Y. Kusandriani dan A. Muharam, *Produksi Benih Cabai*. 2005.
- [6] A. Rahayu, N. Waluyo, dan R. Sinaga, "Kajian Mutu Benih Cabai (*Capsicum annuum* L.) var. Lingga pada Perlakuan Ruang dan Periode Simpan Halaman 571-579," *Semin. Nas. PERIPI-Bogor 2017*, hal. 571–579, 2017.
- [7] E. S. Puspita dan L. Yulianti, "Perancangan Sistem Peramalan Cuaca Berbasis Logika Fuzzy," *J. Media Infotama*, vol. 12, no. 1, 2016, doi: 10.37676/jmi.v12i1.267.
- [8] A. Hafid, A. Fharudin, Adriani, dan Rahmania, "Simulasi Pengendali Beban Elektronik Berbasis Logika Fuzzy untuk PLTMH Daya Rendah," *J. Tek. Elektro Cyclotr.*, vol. 4, no. 1, hal. 31–36, 2021.
- [9] S. Kwak, "Are Only p-Values Less Than 0.05 Significant? A p-Value Greater Than 0.05 Is Also Significant!," *J. Lipid Atheroscler.*, vol. 12, no. 2, hal. 89–95, 2023, doi: 10.12997/jla.2023.12.2.89.
- [10] A. Prandanu dan M. Razif, "PERHITUNGAN KORELASI BOD-COD AIR DAN SEDIMEN, SERTA DAYA TAMPUNG BEBAN PENCEMARAN AIR KALI SURABAYA (Studi Kasus di Lokasi Antara Intake IPAM Karangpilang dan DAM Gunungsari)," *J. Purifikasi*, vol. 19, no. 1, hal. 15–24, 2019.