

PEMBANGUNAN FUZZY INFERENSI SISTEM UNTUK PENENTUAN KUALITAS AGEN HAYATI

Ratnawati¹, Said Mirza Pahlevi²

Abstract—Agriculture is an important sector in the people's livelihood. One of the government's attention on this sector is to establish a Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT). The task of BBPOPT is to observe and become the center of forecasting the development of plant pests. One of the results of its research is to reproduce the kind of biological agent biopesticide products containing microorganisms as the active ingredient. Besides reproduced, these biological agents are also distributed to areas in need throughout Indonesia. But unfortunately, the media that can be used to assess the quality of biological agents that have been deployed and even reproduced in a variety of the area is still very limited. This study examines and builds a Fuzzy Inference System (FIS) as a medium for the determination of the quality of biological agents. From the results of the study, FIS is built with five input variables based on the dimensions of product quality, that is, performance, reliability, conformance, features, and durability. From the evaluation results with expert assessment, it was found that the FIS can be used to determine the quality assessment of biological agents with the degree of accuracy of 71.4 percents.

Intisari—Pertanian merupakan sektor penting dalam mata pencaharian masyarakat. Perhatian pemerintah pada sektor ini salah satunya adalah dengan dibentuknya Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tumbuhan (BBPOPT). Salah satu hasil pengembangannya adalah dengan memperbanyak agen hayati yakni jenis produk biopestisida yang mengandung mikroorganisme sebagai bahan aktifnya. Namun sayangnya media yang dapat digunakan untuk menilai kualitas agen hayati yang sudah disebar dan bahkan sudah diperbanyak di berbagai daerah tersebut masih sangat terbatas. Penelitian ini mengkaji dan membangun sebuah *Fuzzy Inference System* (FIS) sebagai media untuk penentuan kualitas agen hayati. Dari hasil kajian, FIS dibangun dengan lima variabel input berdasarkan dimensi kualitas produk yaitu kinerja, keandalan, kesesuaian, fitur, dan keawetan. Dari hasil evaluasi dengan penilaian pakar, didapatkan bahwa FIS yang dibangun telah dapat digunakan untuk menentukan penilaian kualitas agen hayati dengan tingkat keakuratan sebesar 71,4 persen.

Kata Kunci— Agen Hayati, *Fuzzy Inference System*, Dimensi Kualitas.

I. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting di Indonesia, Pertumbuhan ekonomi Indonesia triwulan II-2015 (terhadap triwulan sebelumnya) adalah sekitar 3,78 persen. Dari sisi produksi, pertumbuhan tertinggi pada Lapangan Usaha Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan sebesar 10,09 persen [1]. Dalam menjalankan kegiatan pertanian, tentu saja sektor ini tidak lepas dari berbagai permasalahan. Salah satu permasalahan penting yang dihadapi oleh para petani adalah adanya serangan hama. Terkait permasalahan ini, salah satu kontribusi pemerintah untuk memajukan sektor pertanian adalah dengan membentuk instansi Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu (BBPOPT).

BBPOPT berperan untuk meramalkan serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang akan terjadi pada masa tanam berikutnya. Selain itu, BBPOPT juga melakukan perbanyakan organisme pengendali hama atau biasa disebut agen hayati. Agen hayati merupakan jenis produk biopestisida yang mengandung mikroorganisme (bakteri, fungi, virus dan protozoa) sebagai bahan aktif [10].

Agen hayati yang dikembangkan oleh BBPOPT didistribusikan ke daerah-daerah di seluruh Indonesia sesuai dengan permintaan dari daerah-daerah yang membutuhkan. Untuk mendapatkan agen hayati, daerah-daerah tersebut harus mengajukan permintaan kepada BBPOPT sehingga dapat diketahui penyebaran agen hayati yang telah dikembangkan.

Sampai dengan saat ini, evaluasi untuk mengukur kualitas agen hayati yang dilakukan oleh BBPOPT masih sangat terbatas. BBPOPT menyebarkan kuesioner kepada pengguna untuk mengetahui opini agen hayati yang digunakan. Cara lain yang digunakan adalah dengan melakukan pemeriksaan langsung sampel agen hayati yang dibawa dan telah dikembangkan oleh petani di laboratorium. Hal ini tentu saja tidak dapat dilakukan di semua daerah karena keterbatasan fasilitas laboratorium. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah metode yang mudah dan cepat oleh semua pihak yang berkepentingan, baik petani maupun para petugas Laboratorium Pengamat Hama Penyakit (LPHP) di seluruh daerah, untuk mengevaluasi kualitas agen hayati.

Salah satu metode untuk menentukan kualitas adalah Logika Fuzzy yang dapat menentukan kualitas berdasarkan “derajat kebenaran” seperti layaknya logika ahli agen hayati.

¹ Program Studi Manjaemen Informatika AMIK BSI Tegal, Jln. Sipelem No.22 Tegal Barat INDONESIA tlp: (0283)325114 e-mail: ratnawati.rtx@bsi.ac.id

² Program Studi Magister Ilmu Komputer STMIK Nusa Mandiri Jakarta, Jln Salemba Raya No 5 Jakarta Pusat 10430 INDONESIA tlp: (021) 39843000, e-mail: smirzap@gmail.com

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membangun sebuah Fuzzy Inference System (FIS) yang dapat membantu dalam penentuan kualitas agen hayati dengan cepat, mudah, dan akurat.

II. KAJIAN LITERATUR

A. Penelitian Terdahulu

Penelitian [6] menggunakan metode Mamdani Fuzzy Inference System (FIS) untuk menilai kualitas dari air tanah di Iran. Hasil penelitian ini cukup memuaskan yaitu dapat menggolongkan 60 sampel air tanah yang diambil ke dalam tiga kriteria yaitu diharapkan, dapat diterima, dan tidak dapat diterima.

Peneliti lain [8] melakukan penelitian dengan menggabungkan metode Fuzzy dengan *image processing* untuk memprediksi penyakit pada tanaman melalui daun dengan variabel input berupa jumlah persentase infeksi (*Percent Infection*) dan variabel output berupa penilaian (*Grade*) penyakit pada daun tersebut. Penelitian ini menghasilkan *expert system* yang membantu patologi mengatasi permasalahan dalam penentuan *grade* dari penyakit daun secara otomatis dengan lebih akurat dan memuaskan dibandingkan dengan sistem yang masih manual.

Penelitian lain [11] yang menggunakan model Logika Fuzzy Mamdani untuk menilai kualitas kakao dengan kriteria penilaian menggunakan standar SNI dalam memilih biji kakao yang diantaranya adalah kadar air, kadar jamur, kadar kotoran, dan kadar biji/100 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pakar yang dikembangkan dengan Logika Fuzzy memiliki kesamaan dengan penilaian pakar secara langsung.

B. Kualitas Produk

Menurut Simamora [9] “Kualitas produk adalah kemampuan suatu produk untuk memenuhi fungsi-fungsinya”. Beberapa dimensi kualitas sebagai fungsi dari suatu produk tersebut meliputi daya tahan, keandalan (kemampuan selalu dalam keadaan baik atau siap pakai), presisi, kemudahan mengoperasikan dan memperbaiki dan atribut-atribut lain yang bernilai. Sedangkan [3] menjelaskan bahwa “kualitas produk merupakan *driver* kepuasan pelanggan yang multi dimensi”.

Kualitas produk [2] adalah dimensi yang global, yang memiliki paling tidak 6 elemen kualitas produk yaitu:

1. Kinerja (*performance*), dimana kinerja adalah dimensi yang paling dasar dan berhubungan dengan fungsi utama suatu produk.
2. Reliabilitas, dimensi ini hampir mirip dengan dimensi kinerja, namun reabilitas lebih menunjukkan probabilitas kegagalan produk menjalankan fungsinya.
3. *Feature*, dimensi ini dapat dikatakan sebagai aspek sekunder. Dalam dimensi *feature* ini menjadi target para produsen untuk berinovasi dalam memuaskan para pelanggan.

4. Keawetan, dimensi ini menunjukkan suatu pengukuran terhadap siklus produk, baik secara teknis maupun waktu.
5. Konsistensi, dimensi ini menunjukkan seberapa jauh suatu produk dapat menyamai standar atau spesifik tertentu.
6. Desain, dimensi ini adalah dimensi yang unik dan banyak menawarkan aspek emisional dalam mempengaruhi kepuasan pelanggan.

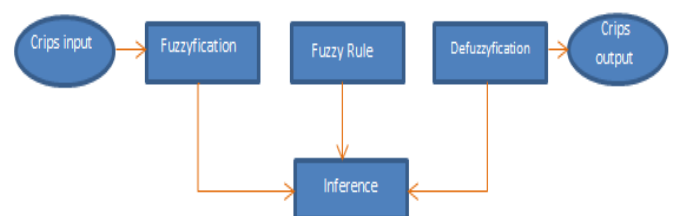
Dari beberapa pernyataan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk mengukur atau mengevaluasi kualitas suatu produk setidaknya didasarkan pada enam dimensi kualitas produk yaitu kinerja, reabilitas, *feature*, keawetan, konsistensi, dan desain. Dalam penelitian ini penulis menggunakan 5 dimensi kualitas yang dijadikan variabel yaitu kinerja, reliabilitas atau keandalan, fitur, keawetan, dan konsistensi atau kesesuaian. Dimensi desain tidak dipergunakan karena agen hayati dari BBPOPT tidak dikemas dalam desain komersil.

C. Logika Fuzzy

Konsep logika fuzzy pertama kali dicetuskan oleh seorang profesor Universitas of California di Berkeley pada tahun 1965 bernama Lotfi Asker Zadeh. Penelitian beliau yang berjudul “*fuzzy set*” menjadi awal bagi perkembangan logika fuzzy saat ini. Apabila diterjemahkan kata fuzzy berarti tidak jelas atau buram atau juga tidak pasti

“Logika fuzzy merupakan suatu teori himpunan logika yang dikembangkan untuk mengatasi konsep nilai yang terdapat diantara kebenaran (*true*) dan kesalahan (*false*)”[4]. Salah satu model fuzzy yang banyak digunakan adalah *fuzzy inference system* atau dikenal dengan FIS. Pengertian Fuzzy Inference System (FIS) [5] “A FIS is an approach for developing qualitative models of human knowledge and to estimate the abilities without using exact quantitative calculation” atau dapat diartikan bahwa *fuzzy inference system* atau FIS merupakan sebuah pendekatan untuk mengembangkan model kualitatif dari pengetahuan manusia dan untuk memperkirakan kemampuan tanpa menggunakan perhitungan kuantitatif yang tepat.

Secara umum FIS memiliki empat bagian utama yaitu *fuzzification*, *inference*, *fuzzy rule base* dan *defuzzification*.



Sumber: A.K. Murya dan D.K. Patel (2015)

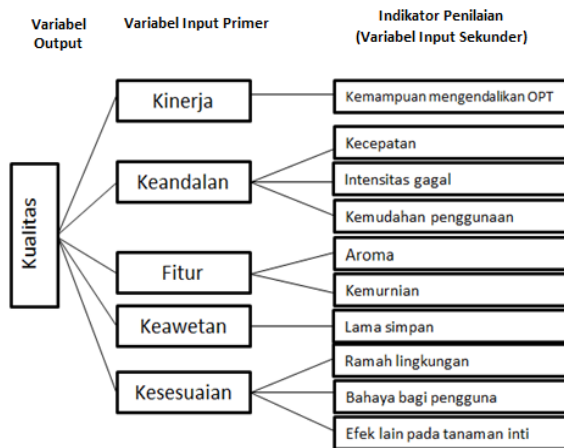
Gbr 1. Model Fuzzy Inference System

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan model Logika Fuzzy Mamdani, dengan langkah-langkah penelitian sebagai berikut [7]:

1. Menspesifikasikan masalah dan mendefinisikan variabel linguistik.

Variabel input yang digunakan adalah berdasarkan dimensi kualitas produk [2], yaitu kinerja (*performance*), keandalan (*reliability*), fitur (*feature*), kesesuaian (*conformance*) dan keawetan (*durability*). Untuk memudahkan penilaian variabel-variabel input (primer), maka ditetapkan indikator-indikator untuk masing-masing variabel tersebut. Indikator-indikator tersebut akan menjadi variabel input (sekunder) untuk masing-masing variabel input (primer). Gambar 2 memperlihatkan keterkaitan diantara tujuan, variabel input primer, dan variabel input sekunder.



Sumber:Hasil Penelitian
Gbr 2. Keterkaitan Variabel-variabel Kualitas

2. Menentukan Himpunan Fuzzy.

Himpunan Fuzzy dapat digambarkan dengan beberapa cara, namun bentuk segitiga atau trapesium dapat memberikan representasi yang memadai dari para pakar dan pada saat yang sama dapat secara signifikan menyederhanakan perhitungan [7]. Oleh karena itu, pada penelitian ini himpunan dibuat dalam bentuk trapesium pada sisi kiri dan kanan serta bentuk segitiga untuk daerah tengahnya.

3. Membuat Fuzzy Rules.

Pembuatan *fuzzy rules* dilakukan dengan mewawancarai dua orang ahli di BBPOPT yang berpengalaman dalam menangani perbanyakan agen hayati serta menguji kualitas agen hayati sebelum didistribusikan ke daerah. Wawancara dilakukan sebanyak lima kali terhadap masing-masing ahli secara terpisah.

4. Merancang Sistem Fuzzy

Perancangan sistem dilakukan dengan menerjemahkan himpunan fuzzy, aturan fuzzy, dan prosedur-prosedur

untuk menampilkan inferensi fuzzy ke dalam sebuah sistem. Sistem dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab dengan memanfaatkan fasilitas GUI untuk visualisasinya.

Metode inferensi fuzzy yang digunakan adalah model Mamdani yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu fuzzyfikasi, evaluasi aturan fuzzy, proses penyatuan (agregasi) output dari semua aturan (*rules*), dan defuzzifikasi.

5. Evaluasi dan Pengujian Sistem

Evaluasi dilakukan untuk melihat keakuratan sistem dengan melaksanakan uji coba dan mendapatkan masukan dari pakar agen hayati, sedangkan akurasi dihitung berdasarkan data uji yang telah dilakukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Menspesifikasikan Masalah dan Mendefinisikan Variabel Linguistik.

Permasalahan pada saat ini adalah belum adanya media yang dapat menentukan kualitas agen hayati yang telah didistribusikan dan digunakan di beberapa daerah oleh para petani secara cepat dan mudah sehingga sulit membuktikan keefektifan agen hayati yang digunakan oleh para petani tersebut.

Variabel-variabel linguistik beserta himpunan fuzzy dan variabel *range* diperlihatkan pada Tabel 1. Himpunan Fuzzy didasarkan pada gagasan untuk memperluas jangkauan fungsi karakteristik sedemikian hingga fungsi tersebut akan mencakup bilangan real pada interval [0,1] [12], Sedangkan penentuan himpunan fuzzy dilaksanakan dengan melakukan diskusi dengan pakar agen hayati di BBPOPT.

TABEL 1. VARIABEL LINGUISTIK

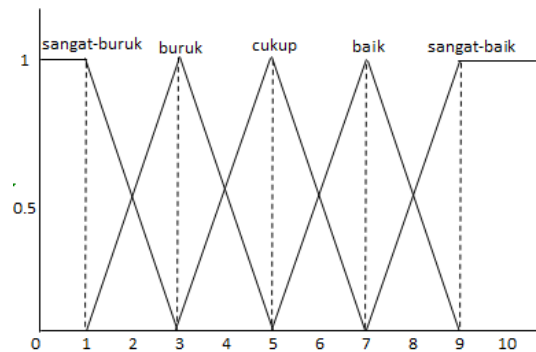
Nama variabel	Himpunan fuzzy	Range (Dinormalisasi)
Variabel Output		
Kualitas	Sangat Buruk	[0, 3]
	Buruk	[1, 5]
	Cukup	[3, 7]
	Baik	[5, 9]
	Sangat Baik	[7,10]
Variabel Input Primer		
Kinerja	Sangat Buruk	[0, 3]
	Buruk	[1, 5]
	Cukup	[3, 7]
	Baik	[5, 9]
	Sangat Baik	[7, 10]
Keandalan	Buruk	[0, 3]
	Cukup	[2, 6]
	Baik	[4, 8]
	Sangat Baik	[7, 10]
Fitur	Buruk	[0, 4]
	Cukup	[3, 7]
	Baik	[6, 10]

Keawetan	Sangat Buruk	[0, 3]
	Buruk	[1, 5]
	Cukup	[3, 7]
	Baik	[5, 9]
	Sangat Baik	[7, 10]
Kesesuaian	Sangat Buruk	[0, 3]
	Buruk	[2, 6]
	Cukup	[4, 8]
	Baik	[7,10]
Indikator Penilaian (Variabel Input Sekunder)		
Kemampuan mengendalikan OPT	Sangat Buruk	[0, 3]
	Buruk	[1, 5]
	Cukup	[3, 7]
	Baik	[5, 9]
	Sangat Baik	[7, 10]
Kecepatan	Tidak Cepat	[0, 3]
	Kurang Cepat	[2, 6]
	Cepat	[4, 8]
	Sangat Cepat	[7, 10]
Intensitas gagal	Sering Gagal	[0, 4]
	Pernah Gagal	[3, 7]
	Tidak Pernah Gagal	[6, 10]
Kemudahan dalam penggunaan	Sulit	[0, 4]
	Cukup Mudah	[2, 8]
	Mudah	[6,10]
Aroma	Tidak Tajam	[0, 4]
	Kurang Tajam	[3, 7]
	Tajam	[6,10]
Kemurnian	Tidak Murni	[0, 4]
	Kurang Murni	[3, 7]
	Murni	[6, 10]
Lama simpan	Sebentar	[0, 3]
	Tidak Lama	[1, 5]
	Cukup Lama	[3, 7]
	Lama	[5, 9]
	Sangat Lama	[7, 10]
Keramahan lingkungan	Tidak Baik	[0, 4]
	Kurang Baik	[2, 8]
	Baik	[6, 10]
Bahaya bagi pengguna	Bahaya	[0, 4]
	Cukup Bahaya	[2, 8]
	Tidak Bahaya	[6, 10]
Efek bagi tanaman inti	Tidak baik	[0, 4]
	Kurang baik	[2, 8]
	Baik	[6, 10]

2. Menentukan Himpunan Fuzzy.

Himpunan fuzzy variabel linguistik didefinisikan dengan menggunakan *linear fit function* sesuai dengan *range* yang didefinisikan pada Tabel 1. Gambar 2. memperlihatkan himpunan fuzzy untuk variable output kualitas, sedangkan untuk himpunan fuzzy variabel-

variabel lain memiliki bentuk yang mirip dengan gambar tersebut.



Gbr 3. Himpunan fuzzy variabel kualitas

3. Membuat Aturan Fuzzy (*Fuzzy Rules*).

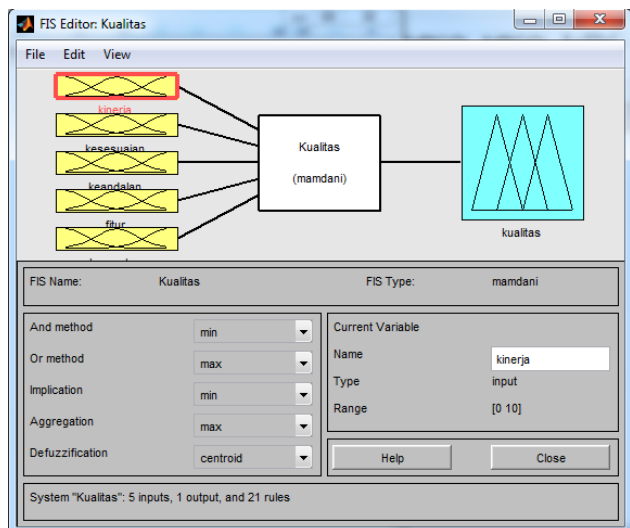
Terdapat 21 aturan untuk menilai kualitas agen hayati berdasarkan penilaian dari pakar BBPOPT. Berikut adalah lima dari 21 aturan yang masing-masing menentukan kualitas agen hayati ke dalam kategori sangat-buruk, buruk, cukup, baik, dan sangat-baik.

- [R1] JIKA (kinerja = sangat-buruk) dan (kesesuaian = sangat-buruk) dan (keandalan = buruk) dan (fitur = buruk) dan (keawetan = sangat-buruk) MAKA (kualitas = sangat-buruk)
- [R2] JIKA (kinerja = buruk) and (kesesuaian = buruk) and (keandalan = buruk) and (fitur = buruk) and (keawetan = buruk) MAKA (kualitas = buruk)
- [R3] JIKA (kinerja = cukup) dan (kesesuaian = cukup) dan (keandalan = cukup) dan (fitur = cukup) dan (keawetan = cukup) MAKA (kualitas = cukup)
- [R4] JIKA (kinerja = baik) dan (kesesuaian = baik) dan (keandalan = baik) dan (fitur = baik) dan (keawetan = baik) MAKA (kualitas = baik)
- [R5] JIKA (kinerja = sangat-baik) dan (kesesuaian = baik) dan (keandalan = sangat-baik) dan (fitur = baik) dan (keawetan = sangat-baik) MAKA (kualitas = sangat-baik)

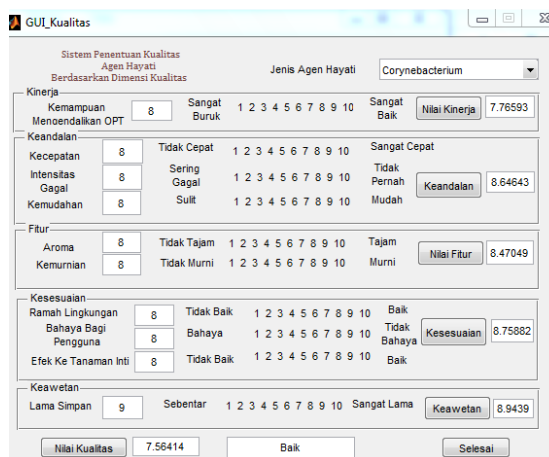
4. Merancang Sistem Fuzzy.

Gambar 4. memperlihatkan FIS penentuan kualitas agen hayati dengan variabel input seperti pada penjelasan Gambar 2. Gambar 5. menunjukkan *rule viewer* ketika semua variabel input bernilai paling maksimal (tinggi) dan variabel kualitas bernilai 8.94 (*range* nilai sangat baik).

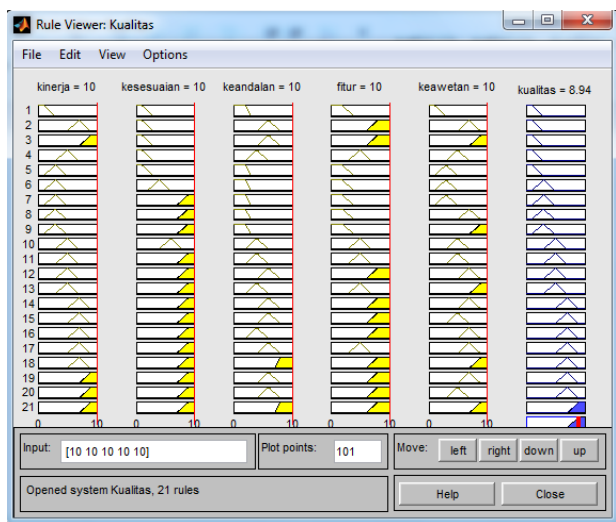
Gambar 6. memperlihatkan *surface viewer* dari FIS kualitas. Dari gambar dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai variabel kinerja dan variabel kesesuaian maka akan semakin tinggi pula nilai kualitasnya. Hal ini sejalan dengan aturan-aturan yang telah didapatkan dari para ahli agen hayati.



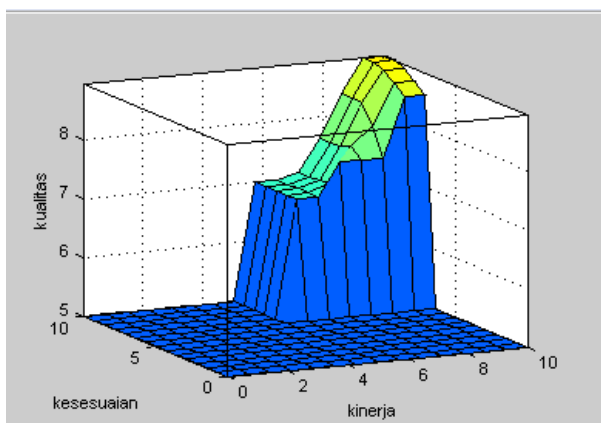
Gbr 4. Rancangan FIS Editor Kualitas Agen Hayati



Gbr 7. Antar Muka Pengguna Penentuan Kualitas



Gbr 5. Rules Viewer Kualitas



Gbr 6. Surface Viewer Kualitas

5. Evaluasi dan Pengujian Sistem Fuzzy

Evaluasi sistem dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang telah dibuat dengan membandingkan hasil penentuan kualitas yang dilakukan oleh sistem dengan hasil penentuan kualitas yang dilakukan oleh pakar.

Pertama, para pakar agen hayati memberikan penilaian terhadap variabel-variabel input pada beberapa kasus yang pernah ditangani mengenai penerapan agen hayati di beberapa daerah yang menjadi lokasi pemantauan BBPOPT. Penilaian ini dilakukan sampai kualitas agen hayati tersebut ditetapkan.

Kemudian, hasil penilaian variabel-variabel input oleh para pakar tersebut direkam ke dalam FIS yang telah dibuat dan hasil penilaian kualitas oleh sistem dicatat.

Terakhir, dilakukan perbandingan diantara hasil penilaian kualitas oleh FIS dan hasil penilaian kualitas yang telah dilakukan secara langsung oleh para pakar.

Tabel 2. memperlihatkan hasil perbandingan dari pengujian yang telah dilakukan. Dari tujuh percobaan terdapat dua hasil yang sedikit berbeda dengan pendapat pakar secara langsung, yaitu nomor 1 dan 2. Hal ini dikarenakan, nilai yang diberikan oleh para pakar berada diantara dua nilai yang saling berdekatan dan tumpang tindih pada himpunan fuzzy variabel-variabel terkait. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tingkat keakuratan FIS ini adalah 71,4 persen.

TABEL 2. HASIL PENGUJIAN FIS PENILAIAN KUALITAS AGEN HAYATI

No	Jenis Agen Hayati	Daerah Aplikasi	Hasil Penilaian Pakar	Hasil Sistem Fuzzy	Keterangan
1	Beauveria	Karawang	Sangat Baik	Baik	Kurang sesuai
2	Metharizium	BBPOPT	Cukup	Baik	Kurang sesuai
3	Beauveria Bassiana	BBPOPT	Cukup	Cukup	Sesuai
4	Paenibacillus Polymyxa	Lampung	Baik	Baik	Sesuai

5	Paenibacillus Polymyxa	Majalengka	Baik	Baik	Sesuai
6	Paenibacillus Polymyxa	Purwakarta	Baik	Baik	Sesuai
7	Trichoderma	Cianjur	Sangat Baik	Sangat Baik	Sesuai

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah mengkaji dan membangun FIS untuk memudahkan penentuan kualitas agen hayati. Kriteria penilaian kualitas berdasarkan lima dimensi kualitas produk yaitu kinerja, keandalan, fitur, keawetan, dan kesesuaian.

Untuk memudahkan pemanfaatan hasil penelitian, penulis telah membangun sebuah aplikasi FIS berbasis GUI dengan menanamkan aturan-aturan penilaian kualitas agen hayati yang didapat dari pakar BBPOPT pada FIS tersebut.

Dengan menggunakan aplikasi FIS ini, seseorang dapat menentukan kualitas agen hayati dengan cepat dan mudah dengan hanya memberikan penilaian (yang sesuai nalurnya) mengenai kinerja, keandalan, fitur, keawetan, dan kesesuaian agen hayati untuk mendapatkan penilaian kualitas agen hayati yang sesuai dengan pengalaman pakar.

REFERENSI

- [1] BPS.Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan II-2015. URL:http://www.bps.go.id/website/brs_ind/brsInd-20150805111616.pdf. diakses tanggal 05 Agustus 2015.
- [2] Durianto, Darmadi, Sugiarto, dan Lie Joko Budiman. *Brand Equity Ten Strategi Memimpin Pasar*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.2004.
- [3] Irawan, Handi. *10 Prinsip Kepuasan Pelanggan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.2009.
- [4] Irwansyah, Edi , Muhammad Faisal. *Advanced Clustering: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Deepublish.2015.
- [5] Maurya, A.K., D.K. Patel. *Vehicle Classification Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS)*. *Proceedings of Fourth International Conference on Soft Computing for Problem Solving*. 2015.
- [6] Nasr, A. Saberi, M. Rezaei and M. Dashti Barmaki. Analysis of Groundwater Quality using Mamdani Fuzzy Inference System (MFIS) in Yazd Province, Iran. *International Journal of Computer Applications* (0975 – 8887). Vol 59: 45-53.2012
- [7] Negnevitsky, Michael. *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems*. England: Biddles Ltd, King's Lynn. 2005.
- [8] Sannakki, Sanjeev S., Vijay S Rajpurohit, V B Nargund, Arun Kumar R and Prema S Yallur. Leaf Disease Grading by Machine Vision and Fuzzy Logic. *International Journal of Computer Applications* (1709-1716). Vol 2(5): 1709-1716. 2011.
- [9] Simamora, Bilson. *Panduan Riset Perilaku Konsumen*. Jakarta:Gramedia Pustaka Utama.2008.
- [10] Suwahyono, Untung. *Membuat Biopestisida*. Jakarta: Penebar Swadaya.2013
- [11] Yazdi, Mohammad, Gunawan Feri Handono. Sistem Pakar Fuzzy Penentuan Kualitas Kakao. *Jurnal Nasional*

Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI). Vol 1: 173-192. 2013.

- [12] Widodo, Prabowo Pudjo. Handayanto, Rahmadya Trias. *Penerapan Soft Computing Dengan Matlab*. Edisi Revisi. Bandung : Rekayasa Sains.2012.



Ratnawati. Lulus Diploma III Tiga pada tahun 2011 program studi Manajemen Informatika di AMIK BSI Karawang. Lulus program S1 di STMIK Nusa Mandiri Jakarta program studi Sistem Informasi tahun 2012. Lulus program Pasca Sarjana tahun 2015 program studi Magister Ilmu Komputer di STMIK Nusa Mandiri. Bergabung di komunitas APMMI.



Said Mirza Pahlevi. Research Student, Electronics and Information Sciences, University of Tsukuba, Japan tahun 1999–2000. Research Scientist, Grid Technology Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan tahun 2003–2006. Senior Research Scientist, Grid Technology Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan tahun 2006 – 2008 . Staf di Badan Pusat Statistik (BPS). Dosen Pasca Sarjana STMIK Nusa Mandiri sejak 2006 – sekarang.