

## PENERAPAN LOGIKA FUZZY PADA PENILAIAN MUTU TEH HITAM ORTHODOX

Roni Kastaman<sup>1</sup>, Sudaryanto Zain<sup>2</sup>, Sigit B. Prayudo<sup>3</sup>

### ABSTRACT

*In testing quality process of the orthodox black tea by using tea organoleptic expert, there is often found a problem of tester sensoric restriction. Based on this condition the research has been carried out by using fuzzy modelling technique, which aimed to explore further more about how fuzzy method can concordance with fuzzy range value on black orthodox tea assesment. So that, it could be more objective on quality evaluation. The research has beld on May to June 2005 in tea plantation facility of PTPN VIII Malabar, Pangalengan, and Tea and Cinchona Research Center (Pusat Penelitian Teh dan Kina - PPTK) Gambung, Ciwidey, West Java. This fuzzy method can keep a record experience of the orthodox black tea tester and also correct the result of the determination done by the tester. Based on the parametrik LSD test and non-parametrik Mann-Whitney, there is no significant value diference in the result of the determination done by the tester and by using the fuzzy logic. So that the fuzzy logic method can be used as a method in orthodox black tea quality determination. But The method can not be used if there is a far diference in the tea determination between one tester to the others. The best defuzzification method for tea quality determination in this occasion is Smallest of Maximum (SOM) method.*

**Keyword :** Fuzzy Logic, Orthodox Black Tea, Quality Determination.

*Diterima: 30 Juli 2007; Disetujui: 22 Agustus 2007*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Mutu atau kualitas teh merupakan suatu hal yang sukar digambarkan. Secara umum Kirtisinghe (1978) dalam Afandi dan Achmad (1989) menyatakan bahwa kualitas teh merupakan sekumpulan sifat – sifat yang dikehendaki dari teh diantaranya kenampakan fisik teh kering (*outer quality*) dan kualitas dalam (*inner quality*).

Tiap industri pengolahan pangan

mempunyai citra mutu produk pangan yang dilekatkan pada produk yang dihasilkannya. Citra mutu produk itu ditegakkan dengan usaha pengendalian mutu, yaitu semua usaha dan kegiatan untuk mencapai tingkat dan konsistensi mutu sesuai dengan citra mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan (Soekanto, 1990).

Pada penilaian mutu produk teh sering kali terdapat kerancuan. Misalnya saja ketika memberikan nilai pada setiap kriteria warna. Apabila kriteria warna

<sup>1,2,3</sup> Staf Peneliti pada Fakultas Teknologi Industri Pertanian Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, e-mail : tikakiki@yahoo.com

memiliki empat klasifikasi, yaitu sangat hitam, hitam, coklat, abu – abu, merah dengan kisaran penilaian 10,1-12; 7,1-10; 5,1-7; 2,1-5; 0-2. Ketika dilakukan penilaian pada produk teh, dihasilkan nilai untuk warna yaitu 10, maka produk teh ini dapat di klasifikasikan ke dalam warna sangat hitam dan hitam. Tetapi dengan nilai tepat 10 ini maka tester akan memasukkan ke dalam kelas warna hitam, tetapi sebetulnya pengklasifikasian ini sangat merugikan bagi produsen teh, karena produk ini sebetulnya dapat masuk ke dalam klasifikasi sangat hitam. Pengklasifikasian seperti ini dapat disebut sebagai klasifikasi *crisp*, dimana kisaran nilainya mutlak. Setiap klasifikasi di dalam setiap kriteria memiliki batas yang kurang jelas antara batas yang satu dengan yang lainnya. Maka untuk memperbaiki metode pengklasifikasian pada mutu teh, perlu dikembangkan metode baru yang lebih objektif dan dapat menangani permasalahan yang telah disebutkan sebelumnya.

Logika *fuzzy* merupakan teori himpunan yang dapat membantu dalam menyelesaikan ketidakpastian batas antara satu kriteria dengan kriteria lainnya yang dihasilkan oleh adanya penilaian manusia terhadap sesuatu hal secara kumulatif. Teori ini dapat digunakan untuk membantu menyelesaikan permasalahan penilaian mutu, seperti yang ada pada penilaian mutu teh.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi ketergantungan pada keberadaan tester dan ketidakpastian batas antara satu kriteria dengan kriteria lainnya, yaitu menggunakan logika *fuzzy* yang diterapkan dalam bentuk program visual yang dapat digunakan dalam penentuan mutu teh hitam.

#### **Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian yang dilakukan, yaitu :

1. Menerapkan logika *fuzzy* pada penilaian mutu teh hitam orthodox

dengan cara mendokumentasikan kemampuan penilaian mutu teh hitam orthodox dari para tester teh ke dalam metode logika *fuzzy*.

2. Mengatasi kerancuan dalam penilaian mutu teh hitam akibat adanya ketidakpastian batas antara setiap kriteria klasifikasi nilai mutu.

#### **Penelitian ini bertujuan untuk :**

1. Membuat model penilaian mutu teh dengan menggunakan program komputer berbasis logika *fuzzy*
2. Menghasilkan penilaian mutu teh hitam yang lebih objektif.

#### **Kegunaan Penelitian**

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat :

1. Digunakan sebagai metode alternatif pada penilaian mutu teh hitam orthodox.
2. Mendokumentasikan kemampuan para tester teh.

#### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam proses pemilihan alternatif, pengambil keputusan seringkali dihadapkan pada kondisi ketidak-pastian dan ketidak-jelasan (*fuzzy*). Keadaan ini agaknya cukup menyulitkan bagi pengambil keputusan dalam menentukan alternatif pilihan yang terbaik terutama bila dalam persoalannya terkandung data yang sifatnya kualitatif. Sebagai contoh misalnya dalam penilaian yang menggunakan angka range dari suatu kelas seringkali ditemukan pengelompokan kelas yang agak membingungkan manakala suatu data dari batas kelompok kelas berada sedikit di bawah kelompok kelas yang lain. Dalam menilai prestasi belajar mahasiswa misalnya apabila 80 – 100 diberi huruf mutu A sedangkan dari 60 - <80 diberi huruf mutu B. Persoalan yang agak rancu terjadi manakala ada mahasiswa dengan

nilai 79,95. Sebenarnya angka 79,95 lebih dekat ke huruf mutu A daripada berada pada huruf mutu B, apalagi huruf mutu tersebut dibandingkan dengan yang bernilai 60. Kondisi tersebut merupakan kondisi *fuzzy* yang sebenarnya ada solusi yang lebih baik untuk menyatakan keanggotaan tersebut.

Seperti halnya dalam penilaian tersebut di atas, pada penilaian mutu teh hitam oleh pakar organoleptik (tester) seringkali juga dijumpai karancuan dalam pengelompokkan mutu teh tersebut. Menurut ketentuan SNI-1902-2000 (Badan Standarisasi Industri, 2000), syarat mutu dari teh hitam ditentukan berdasarkan karakteristik :

1. Ukuran partikel
2. Kenampakan (*appearance*) teh hitam, yang meliputi :
  - Bentuk, ukuran serta beratnya
  - Tip (jumlah, warna dan keadaan)
  - Warna partikel
  - Kebersihan
3. Air seduhan (*liquor*), yang meliputi:
  - Warna
  - Rasa
  - Bau
4. Kenampakan ampas seduhan teh (*infusion*), yang meliputi :
  - Warna
  - Kerataan

Keistimewaan komoditas pangan dari sudut pandang mutunya ialah mempunyai nilai mutu subjektif disamping mutu objektif. Jika mutu objektif dapat diukur dengan instrument fisik maka sifat subjektif hanya dapat diukur dengan instrument manusia. Sifat subjektif lebih umum disebut organoleptik atau sifat inderawi karena penilaiannya dengan menggunakan organ manusia seperti penglihatan dengan mata, penciuman dengan hidung, pencicipan dengan rongga mulut, perabaan dengan ujung jari, dan pendengaran dengan telinga. Meskipun dengan uji-uji fisik dan kimia serta uji gizi dapat menunjukkan suatu produk pangan bermutu tinggi, namun

tidak akan ada artinya jika produk tersebut tidak dapat dikonsumsi karena tidak enak atau sifat organoleptiknya tidak membangkitkan selera atau tidak dapat diterima konsumen (Soekarto, 1990).

Telah banyak upaya untuk menterjemahkan sifat organoleptik atau sifat inderawi tersebut dengan menggunakan pengindra bukan manusia atau sensor, namun dalam implementasinya tetap dibutuhkan kalibrasi inderawi dari penilaian manusia ke penilaian alat sensor tersebut.

Teh asal Indonesia selalu dipotong harganya antara 25-35 cent dollah AS per kg akibat rendahnya mutu teh Indonesia sebagai akibat ketidak konsistenan mutu pada proses uji mutu dalam pabrik (Suprihatini, et.al. 1996). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mengalihkan proses uji mutu secara inderawi dengan proses uji mutu dengan menggunakan alat sensor pengganti (cara mekanik). Salah satu cara untuk menterjemahkan uji mutu inderawi dari tester teh ke dalam proses uji mutu mekanik adalah menggunakan pendekatan metode *fuzzy*.

Menurut Kusumadewi dan Purnomo (2004), pendekatan metode *fuzzy* dapat membantu dalam menjelaskan ketidakpastian batas antara satu kriteria dengan kriteria lainnya, yang disebabkan oleh adanya penilaian manusia terhadap sesuatu secara kumulatif.

Metode *fuzzy* adalah salah satu perkembangan dari teori himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy*, dengan berbasiskan aturan yang menerapkan pemetaan non linear antara masukan dan keluarannya (Dadone, 2001). Alur sistem logika *fuzzy* dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem logika *fuzzy* digolongkan menjadi empat modul, yaitu :

- Fuzzifier;
- Defuzzifier;
- Inference Engine;
- Rule Base.

Untuk mengubah proses inderawi dengan sifat data kualitatif pada penilaian mutu teh terlebih dahulu dilakukan proses Fuzzifikasi, yang dapat diartikan sebagai proses untuk memetakan objek *crisp* atau himpunan keanggotaan konvensional (bentuk range misalnya) ke dalam himpunan *fuzzy* (Dadone, 2001). Pada keluaran *fuzzy* inference akan selalu ada himpunan *fuzzy* yang diperoleh dengan mengkomposisikan keluaran himpunan *fuzzy* dari setiap aturan. Agar dapat digunakan, keluaran *fuzzy* ini harus dirubah kembali kedalam bentuk himpunan *crisp* lagi dengan proses defuzzifikasi. Sehingga input awal dalam bentuk nilai kualitatif konvensional setelah melalui fuzzifikasi dan defuzzifikasi akan kembali ke nilai kualitatif lagi.

Metode penilaian mutu produk pertanian telah banyak dilakukan antara lain untuk keakuratan proses aplikasi pestisida (Yang, et.al. 2003), kemudian Binoy dan Mujumdar (2003). Dengan menggunakan relasi *fuzzy* pada penelitian tersebut dikembangkan suatu model yang dapat memperkirakan rata-rata konsentrasi polutan dan pengeluaran butiran pestisida yang disemprotkan (*droplet*), sehingga volume butiran semprot dapat secara efektif dan efisien terkontrol. Studi lain yang menggunakan pendekatan *fuzzy* untuk proses penilaian mutu produk pertanian adalah seperti

yang dilakukan oleh Kavdir dan Guyer (2003), yaitu untuk proses *grading* buah apel dimana dengan proses *fuzzy* dapat diketahui kualitas apel menurut warna, ukuran dan tingkat kerusakan buahnya. Metode yang sama juga digunakan untuk membuat instrument informasi keputusan yang mendukung pakar dalam mengintegrasikan manajemen aplikasi pestisida pada pertanaman buah zaitun untuk mengoptimalkan mutu minyak zaitun yang dihasilkan dan meningkatkan dampak positif secara ekonomi dan lingkungan (Bellel, et.al. 2001).

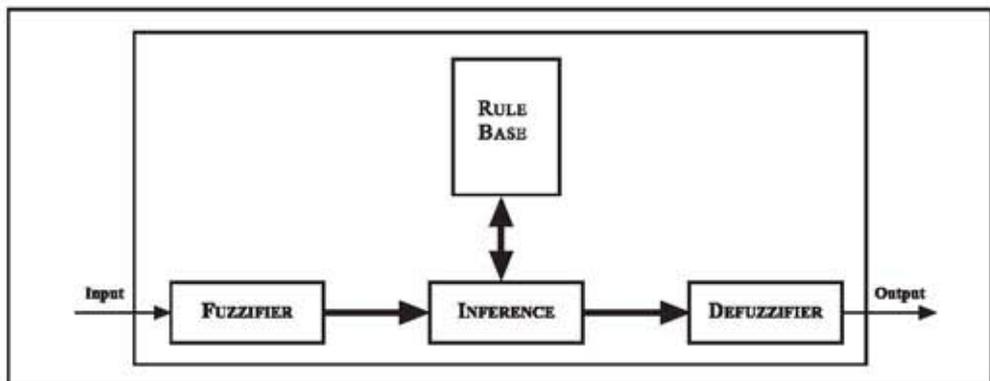
## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : seperangkat komputer dan software Matlab V.7.01, Microsoft Excel 2003, SPSS V.12. Sedangkan bahan yang digunakan meliputi serangkaian data kriteria dan pembobotan kualitas teh hitam orthodox serta sampel teh dengan spesifikasi : kelas mutu I, teh dataran tinggi dan teh broken grade.

### Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di PTPN VIII dan Balai Penelitian Teh & Kina (BPTK) Gambung pada bulan September –



Gambar 1. Struktur Dari Sistem Logika Fuzzy

Tabel 1. Himpunan dari Setiap Kriteria dan Variabel

Fungsi	Nama Variabel	Himpunan
Input	Warna	[A B C D E]
	Kerataan	[A B C D E]
	Kebersihan	[A B C D E]
	Bentuk dan Ukuran	[A B C D E]
Output	Appearance	[A B C D E]
Input	Warna	[A B C D E]
	Kekuatan	[A B C D E]
	Aroma	[A B C D E]
Output	Liquor	[A B C D E]
Input	Warna	[A B C D E]
	Kerataan	[A B C D E]
Output	Infused	[A B C D E]
Input	Appearance	[A B C D E]
	Liquor	[A B C D E]
	Infused	[A B C D E]
Output	Mutu Akhir	[A B C D E]

Dimana himpunan [A,B,C,D,E] memiliki nilai definisi untuk kemudahan proses hitung pada aturan *fuzzy* sebagai berikut : Kelas mutu A = 5; kelas mutu B = 4; kelas mutu C = 3; kelas mutu D = 2 dan kelas mutu E = 1

Oktober 2005 dan analisis dilakukan di Laboratorium Sistem & Manajemen Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknik & Manajemen Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran.

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan sistem *fuzzy* untuk penilaian mutu teh hitam orthodox ini adalah metode rekayasa permodelan. Untuk menentukan karakteristik variabel – variabel yang berkaitan dengan model sistem logika *fuzzy*, digunakan metode wawancara dan kuesioner terhadap panelis yang ahli pada penilaian mutu teh hitam (tester).

## PERANCANGAN MODEL

### Deskripsi Tester

Data masukan (input) bagi model logika *fuzzy* berasal dari hasil penginderaan manusia (tester) terhadap komoditas teh hitam orthodox. Tester yang digunakan untuk membentuk sistem

logika *fuzzy* ini berjumlah dua orang. Jumlah tester sebanyak dua orang ini dimaksudkan agar sistem logika *fuzzy* yang dibuat dapat lebih mengobjektifkan hasil penilaian mutu teh hitam orthodox. Hasil yang lebih objektif ini dimungkinkan karena sistem logika *fuzzy* dibuat berdasarkan dari pengalaman kedua tester. Kedua tester memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun dalam pengujian mutu teh hitam orthodox.

### Menentukan semesta pembicaraan

Pembentukan variabel yang digunakan pada tahap I dan tahap II beserta semesta pembicaraannya didasarkan pada kriteria pembobotan dalam penilaian mutu teh hitam orthodox (berdasarkan standar keberterimaan teh PTPN VIII).

### Menentukan himpunan *fuzzy*

Himpunan *fuzzy* ditentukan berdasarkan standar pengelompokan mutu yang telah ada. Standar yang digunakan, yaitu standar keberterimaan teh PTPN VIII. Himpunan *fuzzy* yang

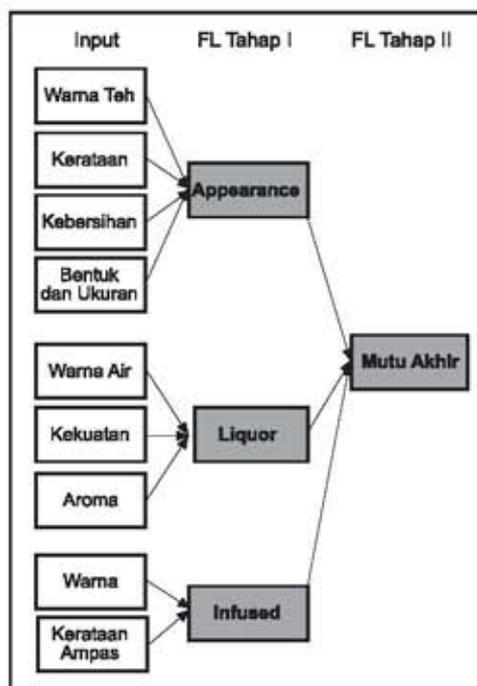
dibentuk dapat dilihat pada Tabel 1. dan alur input dan outputnya dapat dilihat pada Gambar 2.

### Menentukan domain

Domain dibentuk dengan menggunakan nilai standar deviasi (SD) yang diperoleh dari hasil penilaian mutu sampel teh oleh T1 dan T2. Setiap nilai SD yang diperoleh dari setiap variabel dikelompokkan berdasarkan huruf mutu nilai rata – rata T1 dan T2.

Fungsi keanggotaan dari setiap kriteria dan variabel, dibentuk dengan menggunakan standar deviasi untuk menentukan overlap setiap himpunan. Data terbaik merupakan nilai tengah dari setiap domain dari masing – masing himpunan.

Bentuk dari kurva fungsi keanggotaan yang digunakan, yaitu bentuk segitiga. Kurva segitiga merupakan bentuk yang umum digunakan untuk merepresentasikan fungsi keanggotaan.



Gambar 2. Variabel dari setiap kriteria

Hal ini juga didasarkan pada data kisaran yang sempit dari setiap kriteria, sehingga puncaknya atau nilai yang mempunyai derajat keanggotaan yang bernilai mutlak 1 hanya pada satu nilai.

### Menentukan fungsi keanggotaan

Berikut ini merupakan proses pembuatan fungsi keanggotaan dari setiap variabel. Fungsi keanggotaan yang disajikan berikut merupakan fungsi keanggotaan yang telah diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dalam penilaian mutu teh hitam orthodox. Pada proses perbaikan ini digunakan cara *trial and error* untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dari hasil pembuatan fungsi keanggotaan yang diperoleh dengan menggunakan standar deviasi saja.

### Membuat aturan fuzzy

#### Aturan kriteria appearance :

Penentuan Batas Atas (BA) dan Batas Bawah (BB) pada variabel mutu ini didasarkan pada penilaian mutu teh hitam orthodox, yaitu pada standar keberterimaan teh PTPN VIII yang telah di-tuning.

Jumlah aturan appearance, yaitu sebanyak  $5 \times 5 \times 5 \times 5 = 625$  aturan.

Contoh bentuk aturan, yaitu :

*IF* Warna 5 *AND* Kerataan 5 *AND* Kebersihan 5 *AND* Ukuran & Bentuk 5 *THEN* Mutu 5

*IF* Warna 5 *AND* Kerataan 5 *AND* Kebersihan 5 *AND* Ukuran & Bentuk 4 *THEN* Mutu 5

*IF* Warna 5 *AND* Kerataan 5 *AND* Kebersihan 5 *AND* Ukuran & Bentuk 3 *THEN* Mutu 5

*IF* Warna 5 *AND* Kerataan 5 *AND* Kebersihan 5 *AND* Ukuran & Bentuk 2 *THEN* Mutu 4

#### Aturan kriteria liquor :

Penentuan BA dan BB pada variabel mutu ini didasarkan pada penilaian mutu teh hitam orthodox, yaitu pada

standar keberterimaan teh PTPN VIII yang telah di-tuning.

Jumlah aturan liquor, yaitu sebanyak  $5 \times 5 \times 5 = 125$  aturan. Contoh bentuk aturan, yaitu :

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 5 THEN Mutu 5*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 4 THEN Mutu 5*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 3 THEN Mutu 4*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 2 THEN Mutu 4*

#### **Aturan kriteria infused:**

Penentuan BA dan BB pada variabel mutu ini didasarkan pada penilaian mutu teh hitam orthodox, yaitu pada standar keberterimaan teh PTPN VIII yang telah di-tuning.

Jumlah aturan infused, yaitu sebanyak  $5 \times 5 = 25$  aturan. Contoh bentuk aturan, yaitu :

*IF Warna 5 AND Kerataan 5 THEN Mutu 5*

*IF Warna 5 AND Kerataan 4 THEN Mutu 5*

*IF Warna 5 AND Kerataan 3 THEN Mutu 4*

*IF Warna 5 AND Kerataan 2 THEN Mutu 4*

#### **Aturan kriteria mutu akhir:**

Penentuan BA dan BB pada variabel mutu ini didasarkan pada penilaian mutu teh hitam orthodox, yaitu pada standar keberterimaan teh PTPN VIII yang telah di-tuning.

Jumlah aturan liquor, yaitu sebanyak  $5 \times 5 \times 5 = 125$  aturan. Contoh bentuk aturan, yaitu :

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 5 THEN Mutu 5*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 4 THEN Mutu 5*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 3 THEN Mutu 4*

*IF Warna Air 5 AND Kekuatan 5 AND Aroma 2 THEN Mutu 4*

#### **Menentukan metode defuzzifikasi**

Metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode Smallest of Maximum (SOM). Metode ini dipilih karena dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan metode defuzzifikasi yang lain. Metode SOM ini memiliki karakteristik lebih ketat dalam memberikan nilai, sehingga nilai – nilainya cenderung lebih kecil dari pada metode yang lain. Metode SOM ini akan memberikan nilai yang besar apabila variabel – variabel inputnya memang layak untuk diberi nilai yang besar (artinya derajat keanggotaan dari setiap variabel harus lebih cenderung menuju himpunan yang lebih besar dari himpumannya sebelum masuk ke proses perhitungan FL ini).

Metode defuzzifikasi Centroid, Bisector, MOM dan LOM lebih cenderung memberikan nilai yang lebih tinggi dari yang seharusnya, dan banyak kasus penilaian, dimana seharusnya nilai mutunya tetap tetapi hasil penilaian dengan menggunakan metode Centroid, Bisector, MOM dan LOM dinaikkan satu tingkat lebih tinggi. Metode defuzzifikasi Covariance memiliki perbedaan yang cukup besar dalam penilaiannya, sehingga hasil yang diberikan menjadi kurang baik. Hasil perbandingan metode defuzzifikasi tersebut dapat dilihat pada Lampiran 10.

Atas pertimbangan penilaian mutu yang ketat maka metode yang dipilih adalah metode defuzzifikasi SOM.

#### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil perhitungan dengan menggunakan perangkat lunak Matlab dapat diketahui adanya perbedaan antara hasil penilaian tester teh hasil perhitungan dengan menggunakan metode fuzzy. Dari 128 sampel terdapat 16 penilaian yang berbeda (hasil akhir yang berbeda sebanyak 12,50 %). Rata – rata

Tabel 2. Perbandingan Hasil yang Berbeda Antara Hasil dari Tester 1, Tester 2 dan Perhitungan Logika Fuzzy

No.	Jenis Teh	Kriteria	Tester		Fuzzy Logic		Beda/Tidak	Perbedaan	BA	BB	Tester
			Nilai	Mutu	Nilai	Mutu					
1	BOP (B)	Ampas	8	5	6	4	1	2	8	10	T1
	BOP (B)	Ampas	7	4	6	4	0	1	6	7	T2
2	BOP (C)	Total	61	4	46	3	1	15	61	80	T1
	BOP (C)	Total	59	3	46	3	0	13	41	60	T2
3	BT (B)	Liquor	23	3	25	4	1	2	16	23	T1
	BT (B)	Liquor	25	4	25	4	0	0	24	31	T2
4	BT (D)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T1
	BT (D)	Liquor	24	4	26	4	0	2	24	31	T2
5	BP (A)	Total	59	3	62	4	1	3	41	60	T1
	BP (A)	Total	58	3	44	3	0	14	41	60	T2
6	BP (A)	Appearance	30	3	31	4	1	1	21	30	T1
	BP (A)	Appearance	28	3	23	3	0	5	21	30	T2
7	BP (C)	Total	57	3	62	4	1	5	41	60	T1
	BP (C)	Total	56	3	45	3	0	11	41	60	T2
8	BP (C)	Appearance	27	3	31	4	1	4	21	30	T1
	BP (C)	Appearance	27	3	23	3	0	4	21	30	T2
9	BOP (A)	Appearance	44	5	44	5	0	1	41	50	T1
	BOP (A)	Appearance	30	3	31	4	1	1	21	30	T2
10	BOP (D)	Liquor	23	3	17	3	0	6	16	23	T1
	BOP (D)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2
11	BOP F (A)	Appearance	33	4	31	4	0	3	31	40	T1
	BOP F (A)	Appearance	30	3	31	4	1	1	21	30	T2
12	BOP F (A)	Liquor	25	4	25	4	0	0	24	31	T1
	BOP F (A)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2
13	BOP F (B)	Liquor	26	4	25	4	0	1	24	31	T1
	BOP F (B)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2
14	BOP F (C)	Liquor	24	4	25	4	0	1	24	31	T1
	BOP F (C)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2
15	BT (A)	Liquor	23	3	17	3	0	6	16	23	T1
	BT (A)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2
16	BP (A)	Liquor	22	3	17	3	0	5	16	23	T1
	BP (A)	Liquor	23	3	24	4	1	1	16	23	T2

Keterangan :

- BB dan BA merupakan Batas Bawah dan Batas Atas dari himpunan huruf mutu yang diperoleh dari tester.
- T1 = Tester 1 dan T2 = Tester 2

Tabel 3. Hasil Uji Beda Kriteria Mutu Akhir

Rata-rata perlakuan yang diujikan dibandingkan dengan LSD.			
Rata-rata perlakuan	Hasil pengurangan		
T1-T2	0,08	*	T1 berbeda nyata dengan T2
T1-FL1	-0,02		T1 tidak berbeda nyata dengan FL1
T1-FL2	0,08	*	T1 berbeda nyata dengan FL2
T2-FL1	-0,09	*	T2 berbeda nyata dengan FL1
T2-FL2	0,00		T2 tidak berbeda nyata dengan FL2
FL1-FL2	0,09	*	FL1 berbeda nyata dengan FL2

Rata-rata yang > dari LSD, significant (\*), ada perbedaan terhadap perlakuan yang diujikan.

**Kriteria Apperance**

$$SD = (2KT \text{ GALAT} / R)^{0,5} = 0,06625$$

$$LSD = t_{0,5} \times SD = 0,1325$$

Tabel 4. Hasil Uji Beda Kriteria Kenampakan (*Apperance*)

Rata-rata perlakuan yang diujikan dibandingkan dengan LSD.			
Rata-rata perlakuan	Hasil pengurangan		
T1-T2	0,129		T1 tidak berbeda nyata dengan T2
T1-FL1	0,081		T1 tidak berbeda nyata dengan FL1
T1-FL2	0,098		T1 tidak berbeda nyata dengan FL2
T2-FL1	-0,048		T2 tidak berbeda nyata dengan FL1
T2-FL2	-0,031		T2 tidak berbeda nyata dengan FL2
FL1-FL2	0,016		FL1 tidak berbeda nyata dengan FL2

Rata-rata yang > dari LSD, significant (\*), ada perbedaan terhadap perlakuan yang diujikan.

**Kriteria Liquor**

$$SD = (2KT \text{ GALAT} / R)^{0,5} = 0,0429$$

$$LSD = t_{0,5} \times SD = 0,0858$$

perbedaan nilai dari penilaian tester dan perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy* adalah 23,22.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat dilihat perbedaan yang terjadi antara tester 1 dan tester 2 dengan hasil perhitungan dan dengan menggunakan metode *fuzzy*. Namun walaupun terdapat perbedaan nilai, setelah diuji dengan menggunakan statistik uji dapat diketahui bahwa perbedaan tersebut tidak berbeda nyata.

Perbedaan yang terjadi antara hasil

penilaian tester dan perhitungan logika hanya berkisar antara satu tingkat huruf mutu. Dapat terlihat pada tabel di atas terdapat kecenderungan terjadinya perbedaan hasil penilain tester dan perhitungan dengan menggunakan metode *fuzzy* terjadi hanya pada nilai yang berdekatan dengan Batas Atas (BA) dan Batas Bawah (BB) dari pengkategorian huruf mutu.

Dari hasil uji Non-Parametrik Mann-Whitney dan Parametrik LSD pada Tabel 3, 4, 5 dan 6 dapat disimpulkan bahwa

Tabel 5. Hasil Uji Beda Kriteria Air Seduhan (*Liquor*)

Rata-rata perlakuan yang diujikan dibandingkan dengan LSD.		
Rata-rata perlakuan	Hasil pengurangan	
T1-T2	-0,0156	T1 tidak berbeda nyata dengan T2
T1-FL1	-0,0313	T1 tidak berbeda nyata dengan FL1
T1-FL2	-0,1094	T1 berbeda nyata dengan FL2
T2-FL1	-0,0156	T2 tidak berbeda nyata dengan FL1
T2-FL2	-0,0937	T2 tidak berbeda nyata dengan FL2
FL1-FL2	-0,0781	FL1 tidak berbeda nyata dengan FL2

Rata-rata yang > dari LSD, significant (\*), ada perbedaan terhadap perlakuan yang diujikan.

#### Kriteria Infused

$$SD = (2KT \text{ GALAT } / R)^{0,5} = 0,0102$$

$$LSD = t_{0,5} \times Sd = 0,0203$$

Tabel 6. Hasil Uji Beda Kriteria Kenampakan Ampas Seduhan Teh (*Infused*)

Rata-rata perlakuan yang diujikan dibandingkan dengan LSD.		
Rata-rata perlakuan	Hasil pengurangan	
T1-T2	0,0144	T1 tidak berbeda nyata dengan T2
T1-FL1	0,0144	T1 tidak berbeda nyata dengan FL1
T1-FL2	0,0144	T1 tidak berbeda nyata dengan FL2
T2-FL1	0,0000	T2 tidak berbeda nyata dengan FL1
T2-FL2	0,0000	T2 tidak berbeda nyata dengan FL2
FL1-FL2	0,0000	FL1 tidak berbeda nyata dengan FL2

Rata-rata yang > dari LSD, significant (\*), ada perbedaan terhadap perlakuan yang diujikan.

antara hasil penilaian tester dan hasil penilaian dengan menggunakan logika *fuzzy* tidak berbeda nyata hasilnya pada sistem logika *fuzzy appearance, liquor* dan *infused*. Sedangkan sistem logika *fuzzy* mutu akhir masih harus dioptimasi karena hasil uji statistik menunjukkan perbedaan yang nyata antara hasil penilaian tester dan hasil penilaian dengan menggunakan logika *fuzzy*. Hal ini membuktikan bahwa metode *fuzzy* dapat mentolelir nilai – nilai yang *tanggung* pada penilaian mutu teh hitam. metode *fuzzy* ini terbukti dapat mendokumentasikan pengalaman – pengalaman dari para ahli dan metode

*fuzzy* ini pun memiliki kelemahan, yaitu apabila hasil penilaian mutu antara satu tester dan tester lainnya memiliki perbedaan yang terlampau jauh, maka hasil penilaian metode *fuzzy* tidak akan sempurna.

Dari Uji LSD di atas dapat disimpulkan bahwa antara hasil penilaian tester dan hasil penilaian dengan menggunakan logika *fuzzy* tidak berbeda nyata hasilnya.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Metode logika *fuzzy* ini dapat lebih mengobjektifkan hasil penilaian mutu teh hitam orthodox.
2. Metode logika *fuzzy* ini dapat mengkoreksi hasil penilaian mutu teh hitam orthodox yang dilakukan oleh para tester.
3. Berdasarkan uji parametrik LSD dan non-parametrik Mann-Whitney, antara hasil penilaian tester dan hasil penilaian dengan menggunakan logika *fuzzy* tidak berbeda nyata hasilnya.

**Saran**

1. Salah satu kekurangan dari penilaian yang dilakukan oleh manusia adalah hasil penilaiannya yang cenderung subjektif. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membuat metode penilaian mutu teh hitam orthodox yang lebih objektif dengan menggabungkan antara input penilaian dari instrumen dan metode penilaian mutu teh hitam orthodox dengan menggunakan logika *fuzzy*.
2. Diperlukan penjelasan yang lebih mendetail dan mendalam kepada para tester teh, agar dapat menghasilkan penilaian mutu teh yang konsisten. Ini dikarenakan hasil penilaian tersebut sangat menentukan bentuk dari perhitungan dengan menggunakan logika *fuzzy*. Apabila input dari tester tidak konsisten maka output dari hasil penilaian dengan menggunakan sistem logika *fuzzy* tidak konsisten pula.
3. Sebelum pembuatan model logika *fuzzy* dimulai, terlebih dahulu dilakukan uji statistik terhadap hasil penilaian para tester untuk melihat tingkat konsistensi dari para tester.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afandi, Agus D., dan Achmad Purnama. 1989. *Pengendalian / Pengawasan Mutu Teh Bagian I*. Warta BPTK, Gambung.
- Badan Standarisasi Industri. 2000. Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 01 – 1902 – 2000. Tentang : Teh Hitam. Jakarta.
- Bellel, E., Guidotti, D., Petacchi, R., Reyneri, L. And Rizzi, I. 2001. *Applications of Neuro-Fuzzy Classification, Evaluation and Forecasting Techniques in Agriculture*. Proceedings – European Symposium on Artificial Neural Networks. Bruges. Belgium. 25-27 April 2001. pp.403-408.
- Binoy, A.M., Mujumdar, P.P. 2003. *Fuzzy Rule Based Model For Estimating Agricultural Diffuse Pollution*. Conference Paper. Diffuse Pollution Conference. Dublin. UK.
- Dadone, Paolo. 2001. *Design Optimization of Fuzzy Logic Systems*. Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia
- Kavdir, Ismail, Guyer, D.E. 2003. *Apple Grading Using Fuzzy Logic*. Turk Jurnal of Agriculture and Forestry. 27 : 375-382.
- Kusumadewi, Sri, dan Hari Purnomo. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu : Yogyakarta.
- Soekarto, Soewarno T. 1990. *Dasar – Dasar Pengawasan Mutu dan Standarisasi Mutu Pangan*. IPB Press : Bogor.
- Suprihatini, Rohayati, dan Marimin. *Penerapan Teknik Pengambilan Keputusan Kelompok Fuzzy untuk Penilaian Mutu Teh Hitam Indonesia dan Strategi Peningkatannya*. Jurnal Teknik Industri Pertanian Vol.9 (3), 127-132, Bogor.

Yang, C.C., Prasher, S.O., Landry, J.A.  
and Ramaswamy, H.S. 2003.  
*Development of an image processing  
system and a fuzzy algoritme for site-  
specific herbicide applications.*  
Precision Agriculture, 4 : 5-18.