

## Sistem Klasifikasi Rasa Kopi Berbasis *Electronic Tongue* Menggunakan *Madaline Neural Network*

Yudi Anom Priambudi<sup>\*1</sup>, Sri Hartati<sup>2</sup>, Danang Lelono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Elektronika dan Instrumentasi, FMIPA UGM, Yogyakarta

<sup>2,3</sup>Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: <sup>\*1</sup>[yudianom931@gmail.com](mailto:yudianom931@gmail.com), <sup>2</sup>[shartati@mail.ugm.ac.id](mailto:shartati@mail.ugm.ac.id), <sup>3</sup>[dananglelono@gmail.com](mailto:dananglelono@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi karena minimnya pengembangan dari sensor rasa yang ada selama ini dan bertujuan untuk mengimpelentasikan delapan buah sensor rasa berbasis komputer dengan menggunakan membran Decyl Alcohol (DA), Oleic Acid (OA), Dioctyl Phosphate (DOP), Trioctylmethyl ammonium chloride (TOMA), Dodecylamine (DDC), DA:OA 5:5, DA:DOP 5:5, dan DDC:TOMA 5:5 dilengkapi dengan semi auto sampler dan mampu menampilkan hasil pengukuran dan menyimpan data dari delapan sensor sekaligus. Sistem diimplementasikan pada beberapa merek kopi instan, serta dapat mempola karakter beberapa merek kopi dengan perbandingan pendeteksian secara fisis.

Pengujian karakterisasi membran dilakukan setiap hari dengan menggunakan sampel beberapa merek kopi instan yang ada di pasaran yang kemudian dideteksi pola karakteristiknya. Alat yang digunakan sebagai ADC adalah PhidgetInterFaceKit 8/8/8 yang merupakan elektrometer pada penelitian ini. Dan digunakan program yang menggunakan Microsoft Visual Basic 2010 sebagai antarmuka sehingga dapat berinteraksi dengan alat. Serta digunakan toolbox dari program Matlab R2009a untuk pemanfaatan program madaline neural network.

Hasil penelitian menunjukkan pola yang dikarakterisasi menggunakan sistem ini dapat diidentifikasi jenisnya menggunakan madaline neural network. Data hasil dari sistem ini dapat disimpan dalam bentuk excel.

**Kata kunci**— madaline neural network, membran, sensor rasa, antarmuka, kopi

### Abstract

This research is motivated by the lack of the nowadays taste sensor development and this study aims to implement eight computer-based taste sensor with Decyl Alcohol (DA), Oleic Acid (OA), Dioctyl Phosphate (DOP), Trioctylmethyl ammonium chloride (TOMA), Dodecylamine (DDC), DA:OA 5:5, DA:DOP 5:5, and DDC:TOMA 5:5 membranes with semi auto sampler and it could show the measuring result and store the data from eight sensors as one. System implemented on few instant coffees, and patterned characterization on the coffees with physical detection comparison.

The membrane character testing was done everyday with some instant coffee samples and then the pattern characterization was done. Tool that used as ADC was PhidgetInterFaceKit 8/8/8 that was an electrometer for this research. And uses program based on Microsoft Visual Basic 2010 as the interface so it can be interacted with the tool. And used the toolbox of Matlab R2009a program for madaline neural network utilization.

The results showed a pattern characterized using this system can be identified using the madaline neural network. Data results from this system can be stored in the form of excel.

**Keywords**— madaline neural network, membrane, taste sensor, interface, coffee

## 1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan yang memiliki banyak peminat. Saat ini, produk yang terbuat dari kopi sangat diminati konsumen dan semakin banyak usaha masyarakat yang menyediakan produk olahan kopi. Bahkan, menurut data kemenperin, tingkat konsumsi kopi meningkat 7,5% setiap tahun.

Dengan tingginya permintaan akan kebutuhan kopi di Indonesia, maka produksi berbagai hasil olahan kopi, salah satunya termasuk usaha yang menyediakan berbagai hasil produk olahan kopi, juga meningkat. Dengan meningkatnya usaha yang menyediakan berbagai produk hasil olahan kopi, maka dibutuhkan suatu cara yang dapat digunakan untuk mengenali jenis kopi yang dibutuhkan oleh pelaku usaha yang berkaitan sehingga jenis kopi yang digunakan sesuai dengan yang diperlukan. Untuk dapat mengenali jenis kopi sudah sesuai, perlu diketahui ciri dari jenis kopi yang ingin diketahui. Seperti warnanya, teksturnya, aromanya, dan juga kualitas rasanya.

Suatu sampel makanan dapat memiliki banyak sekali unsur kimia, misalnya pada teh dan kopi terdapat lebih dari 1000 substansi kimia [1]. Untuk mengenali rasa sampel, lidah akan mengklasifikasikannya kedalam lima kualitas rasa (manis, asin, asam, pahit, dan *umami*). Selama ini untuk mengetahui karakteristik kopi digunakan proses penelitian aroma kopi yang diujikan dan warnanya. Untuk mengetahui rasa dari suatu sampel umumnya digunakan *tester* manusia, namun menggunakan *tester* akan bersifat subyektif dan beresiko seandainya sampel yang diujikan memiliki unsur kimia yang berbahaya.

Oleh karena itu, diperlukan suatu instrumen yang dapat digunakan untuk mengenali jenis kopi tersebut dengan melakukan uji rasa pada sampel. Sistem yang dirancang akan meniru cara kerja lidah, yaitu tidak dapat membedakan setiap zat kimia, tetapi dapat mengelompokkan rasa itu sendiri [2]. Instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengetahui karakter rasa dari jenis kopi dan mengenali jenis kopi tersebut. Namun, sistem ini tidak sepenuhnya sama dengan lidah manusia, salah satunya adalah sampel yang digunakan harus berupa cairan atau dicairkan terlebih dahulu [3].

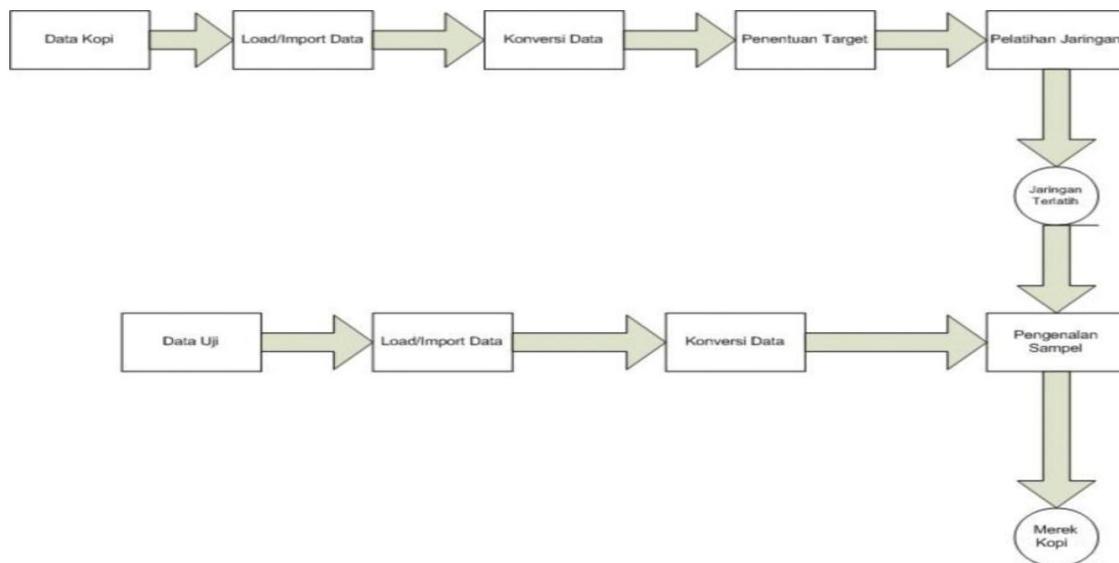
## 2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang digunakan merupakan data pembacaan nilai sensor rasa terhadap sampel yang diujikan, yaitu kopi dengan beberapa merek yang berbeda. Masing-masing kopi memiliki karakteristik rasa yang berbeda-beda yang membuatnya mampu dikenali oleh suatu sistem pengenalan pola. Metode yang digunakan untuk pengenalan pola dalam penelitian kali ini adalah jaringan syaraf tiruan (*neural network*). *Neural network* merupakan prosesor yang terdistribusi paralel yang terbuat dari unit-unit sederhana, dan memiliki kemampuan untuk menyimpan pengetahuan yang diperoleh secara eksperimental dan siap pakai untuk berbagai tujuan [4]. Sedangkan sistem kerja dari *neuron* buatan ini sendiri mirip dengan *neuron* pada manusia (*neuron biologis*)

### 2.1 Analisis dan Perancangan Sistem

Sistem yang dibuat merupakan sistem yang dapat mengenali pola keluaran yang dihasilkan oleh sensor rasa pada sampel kopi. Data berupa tegangan keluaran hasil baca sensor selama rentang waktu 10 menit terhadap sampel yang digunakan. Perancangan sistem ini mencakup tentang perancangan perangkat lunak sistem. Perangkat lunak (*software*) ini memiliki fungsi sebagai antarmuka dan pengolah data dari hasil tegangan baca oleh sensor yang dibuat dalam bentuk tabel *excel*, melakukan pelatihan data, dan mengenali sampel data yang diujikan. Secara garis besar, proses dari jaringan syaraf tiruan melalui dua tahap, yaitu pelatihan data dan

pengujian data. Proses dari sistem jaringan syaraf tiruan yang digunakan digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir sistem

Tujuan utama perancangan sistem pengenalan sampel kopi berdasar rasa ini adalah melakukan pembacaan terhadap pola data keluaran sensor rasa untuk kemudian dikenali sampel yang diujikan termasuk dalam salah satu sampel kopi yang diujikan. Gambar 2 di bawah merupakan diagram alir jaringan syaraf tiruan yang dibangun. Data variabel merupakan data yang telah didapat dari sensor rasa yang digunakan untuk kemudian dilakukan konversi data yang dapat langsung dibaca oleh program jaringan syaraf tiruan yang telah dirancang. Pelatihan dilakukan terhadap data sampel yang telah diambil sebelumnya dari beberapa sampel yang akan diujikan. Pada tahap akhir, program yang telah terlatih digunakan untuk mengenali data sampel yang diujikan. Lama pengambilan data adalah selama 10 menit dan pengambilan data dilakukan tiap detik menggunakan perangkat lunak yang digunakan untuk membaca keluaran sensor rasa yang digunakan.



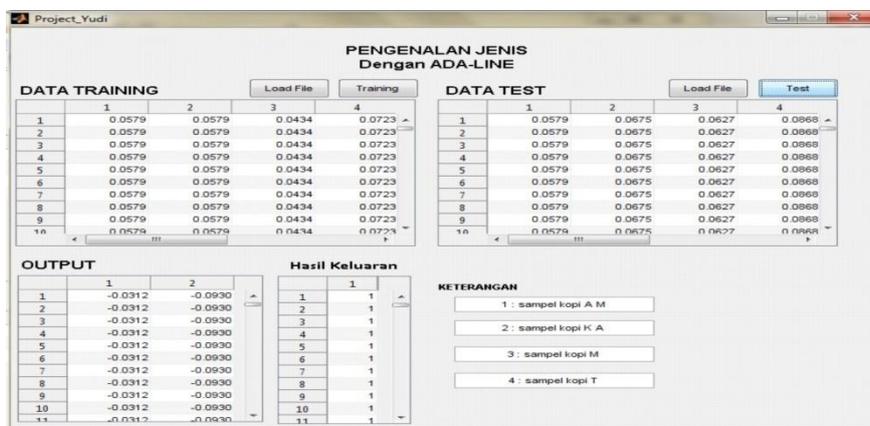
Gambar 2 Diagram alir sistem pengenalan sampel menggunakan jaringan syaraf tiruan

## 2. 2 Pemilihan Sampel Kopi

Sampel kopi yang digunakan adalah sampel kopi dari beberapa merek kopi instan yang beredar di pasaran. Pemilihan sampel kopi instan dimaksudkan agar diketahui terlebih dahulu apakah sistem jaringan syaraf tiruan dan sensor rasa yang digunakan dapat digunakan untuk mengenali sampel kopi yang diujikan. Sampel kopi instan yang digunakan berjumlah 4 merek dan masing-masing diambil terpisah sebanyak empat kali perulangan, sehingga pengambilan data dilakukan sebanyak 16 kali. Perangkat lunak yang digunakan untuk membaca data keluaran sensor akan menghasilkan data dalam format *excel (.xls)*.

## 2. 3 Implementasi Sistem

Implementasi sistem ditunjukkan pada Gambar 3 di atas. Pada Gambar 3, terlihat bahwa antarmuka memiliki beberapa tombol dan komponen yang digunakan untuk menjalankan fungsi dari sistem.



Gambar 3 Implementasi antarmuka sistem

### 2.3.1 Load File

Tombol *Load File* merupakan tombol yang memudahkan pengguna untuk memilih *file* yang akan dilatih maupun yang akan diuji. Setelah dilakukan *load file*, data yang dipilih akan langsung ditampilkan. Di sini konversi data sudah dilakukan, dari data *excel* menjadi data yang dapat dibaca oleh program yang digunakan, yaitu MATLAB.

### 2.3.2 Training

Tombol *training* ini adalah tombol yang berfungsi untuk menjalankan proses *training* data terhadap data uji yang akan dilatih. Pelatihan data dilakukan hingga mendapat nilai terbaik sehingga tingkat akurasi pengujian terhadap sampel juga cukup tinggi.

### 2.3.3 Test

Tombol *test* ini adalah tombol yang berfungsi untuk melakukan uji sampel sehingga nantinya dapat diketahui sampel yang diuji adalah salah satu merek sampel kopi yang telah ditentukan. Hasil keluarannya berupa angka 1-4 yang melambangkan sampel uji. Nilai 1 merupakan sampel uji 1, nilai 2 merupakan sampel uji 2, dan seterusnya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dilakukan dari bulan Desember 2012 hingga Maret 2013 dan pembuatan sistem pengenalan pola dilakukan dari Maret 2013 hingga Agustus 2013. Terdapat

dua parameter pengujian, yaitu dengan menentukan nilai *goal* dari pelatihan data dan dengan menggunakan nilai *learning rate* yang diubah.

### 3.1 Pengujian jaringan dengan variasi nilai *goal*

Nilai *goal* merupakan nilai dari batas toleransi yang diijinkan. Variasi nilai *goal* yang dapat digunakan adalah antara 1 hingga 0. Perhitungan akurasi dilakukan untuk mengetahui ketepatan pengenalan pola dari jaringan terlatih. Perhitungan akurasi ditunjukkan pada perhitungan (1).

$$akurasi = \frac{jumlah\ data\ terdeteksi\ dengan\ benar}{jumlah\ total\ data} \times 100\% \quad (1)$$

#### 3.1.1 Pengujian dengan nilai *goal* 0,90

Digunakan nilai *goal* 0,90 sehingga proses pelatihan akan berhenti saat sudah mencapai nilai *goal* 0,90. Didapatkan nilai akurasi 59,03 % dan terdapat banyak pengenalan sampel yang masih kurang sesuai. Berikut adalah tabel hasil pengujian menggunakan nilai 0,90. Tabel 1 merupakan hasil pengujian dengan variasi nilai *goal* 0,90.

Tabel 1 Hasil Pengujian Jaringan Dengan Nilai *Goal* 0,90

No	Sampel Kopi	Pengambilan ke-	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Salah	Akurasi (%)
1	1	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	0	600	0
		4	600	0	100
2	2	1	600	0	100
		2	0	600	0
		3	0	600	0
		4	350	250	58,33
3	3	1	253	347	42,17
		2	0	600	0
		3	264	336	44
		4	0	600	0
4	4	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	600	0	100
		4	600	0	100
<b>Jumlah</b>			<b>5667</b>	<b>3933</b>	<b>59,03</b>

Dari hasil pengujian diketahui terdapat sekitar 3933 data yang masih belum dikenali dengan baik dalam pengujian. Namun sudah ada sampel kopi yang sudah dapat dikenali dengan baik seluruhnya.

### 3.1.2 Pengujian dengan nilai goal 0,75

Digunakan nilai *goal* 0,75 sehingga proses pelatihan akan berhenti saat sudah mencapai nilai *goal* 0,75. Didapatkan nilai akurasi 68,89 % dan terdapat banyak pengenalan sampel yang masih kurang sesuai. Berikut adalah tabel hasil pengujian menggunakan nilai 0,75. Tabel 2 merupakan hasil pengujian dengan variasi nilai *goal* 0,75.

Tabel 2 Hasil Pengujian Jaringan Dengan Nilai *Goal* 0,75

No	Sampel Kopi	Pengambilan ke-	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Salah	Akurasi (%)
1	1	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	0	600	0
		4	600	0	100
2	2	1	600	950	60,41
		2	0	600	0
		3	0	600	0
		4	350	250	58,33
3	3	1	600	0	21,46
		2	0	600	0
		3	264	336	44
		4	600	0	100
4	4	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	600	0	100
		4	600	0	100
<b>Jumlah</b>			<b>6614</b>	<b>2986</b>	<b>68,89</b>

Dari hasil pengujian terlihat bahwa terdapat 2986 data yang masih belum dikenali dengan baik. Namun dengan semakin kecil nilai *goal* yang digunakan, maka tingkat akurasi pengujian terhadap sampelnya semakin baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai persentase akurasi yang meningkat.

### 3.1.3 Pengujian dengan nilai goal 0,35

Digunakan nilai *goal* 0,35 sehingga proses pelatihan akan berhenti saat sudah mencapai nilai *goal* 0,35. Didapatkan nilai akurasi 93,75 % dan terdapat banyak pengenalan sampel yang masih kurang sesuai. Berikut adalah tabel hasil pengujian menggunakan nilai 0,35. Tabel 3 merupakan hasil pengujian dengan variasi nilai *goal* 0,35.

Tabel 3 Hasil Pengujian Jaringan Dengan Nilai *Goal* 0,35

No	Sampel Kopi	Pengambilan ke-	Terdeteksi Benar	Terdeteksi Salah	Akurasi (%)
1	1	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	600	0	100
		4	600	0	100
2	2	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	0	600	0
		4	600	0	100
3	3	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	600	0	100
		4	600	0	100
4	4	1	600	0	100
		2	600	0	100
		3	600	0	100
		4	600	0	100
<b>Jumlah</b>			<b>9000</b>	<b>600</b>	<b>93,75</b>

Dari pengujian dengan nilai *goal* 0,35 ini, terlihat bahwa hanya 600 data yang belum terdeteksi dengan baik. Dengan nilai *goal* yang semakin mendekati 0, maka tingkat akurasi pengujian jaringan terhadap sampel semakin mendekati 100%.

### 3.2 Pengujian dengan variasi nilai *learning rate*

*Learning rate* merupakan salah satu variabel penting dalam proses pelatihan jaringan. Apabila nilainya terlalu besar maka jaringan tidak dapat dilatih, namun apabila terlalu kecil maka algoritma akan memakan waktu lama untuk pelatihannya. Dapat dilihat dari tabel 4 di bawah, dari ketiga nilai yang digunakan, nilai *learning rate* 0,01 merupakan yang terbaik, karena pelatihan dapat dilakukan dengan cepat dengan tingkat akurasi yang baik. Tabel 4 di bawah merupakan hasil pengujian menggunakan variasi 3 nilai *learning rate*, yaitu 0,001, 0,005, dan 0,01.

Tabel 4 Hasil pengujian dengan variasi laju pembelajaran

<i>Learning Rate</i>	Nilai <i>Error</i>	Sampel ke-	Hasil		Akurasi (%)
			Benar	Salah	
0,001	0,889	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1117	1283	46,54
		4	2400	0	100
	0,889	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1117	1283	46,54
		4	2400	0	100
	0,889	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1117	1283	46,54
		4	2400	0	100
<b>Persentase Akurasi</b>					65,28
0,005	0,662	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100
	0,662	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100
	0,662	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100
<b>Persentase Akurasi</b>					68,89
0,01	0,562	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100

	0,562	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100
	0,562	1	1800	600	75
		2	950	1450	39,58
		3	1464	936	61
		4	2400	0	100
	<b>Persentase Akurasi</b>				68,89

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah diimplementasikan sistem pengenalan jenis sampel kopi instan berdasarkan merek yang dipasarkan secara umum dengan jaringan syaraf tiruan *madaline*.
2. Sistem ini dapat melakukan pengenalan 4 merek minuman kopi instan yang dipasarkan secara umum dengan tingkat akurasi 93,75%.

#### 5. SARAN

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa hal yang perlu disempurnakan. Berikut saran-saran yang penulis sampaikan untuk penelitian yang serupa.

1. Dapat dikembangkan sistem yang menghubungkan antara sensor dan perangkat lunak secara langsung, sehingga pengambilan data dan pemrosesan dapat dilakukan dalam waktu yang sama.
2. Dapat dikembangkan sistem *neural network* tanpa menggunakan *toolbox*, sehingga dapat mengurangi keterbatasan yang kemungkinan ada pada *toolbox* yang digunakan.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor lain selain sensor rasa agar dapat melakukan pengenalan sampel lebih baik.
4. Untuk pengembangan sistem hingga siap digunakan secara umum, dapat menggunakan sampel yang merupakan bubuk kopi tanpa campuran apapun, sehingga pola yang terdeteksi benar-benar pola kopi tanpa campuran.
5. Sampel yang digunakan diujikan pada beberapa kondisi tambahan sehingga data yang diperoleh juga lebih baik. Misal sampel yang diuji dalam kondisi dingin, telah didiamkan satu hari, dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Toko, K., 2000, *Biomimetic Sensor Technology*, Cambridge University Press, United Kingdom
- [2] Pristisahida, A., 2011, *Karakterisasi Lima Sensor Rasa Berbasis Membran Selektif Ion Terhadap Lima Rasa Dasar*, Skripsi, Perpustakaan FMIPA UGM, Yogyakarta.
- [3] Kaltsum, U., 2008, *Pembuatan dan Karakterisasi Membran Lipid Berbasis Sensor Rasa untuk Klasifikasi Lima Macam Kualitas Rasa Dasar*, Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [4] Rajasekaran S., GA. Vijayalakshmi Pai, 2005, *Neural Network, Fuzzy Logic and Genetic Algorithms*, Prentice-Hall of India, New Delhi.