

# Desain Sistem Pengenalan dan Klasifikasi Kopi Bubuk Bermerek Dengan Menggunakan *Electronic Nose* Berbasis *Artificial Neural Network* (ANN)

Maria Ulfa, Haryanto, Kunto Aji Wibisono

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo  
Jalan Raya Telang Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia 69162  
E-mail: ryfaafa2@gmail.com, haryanto\_utm@yahoo.com, kunto.utm@gmail.com

Received: Juli 2018; Accepted: Agustus 2018; Published: November 2019

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v1i2.15>

## Abstrak

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang ada di Indonesia yang memiliki nilai jual yang sangat tinggi. Secara umum jenis kopi yang terdapat di Indonesia adalah kopi robusta dan arabica, selain itu juga terdapat kopi liberica, dan hibrida. Dengan adanya perkembangan teknologi pada saat ini memungkinkan untuk membangun suatu sistem yang dapat bekerja menyerupai indera penciuman manusia. Salah satunya yaitu sensor *electronic nose*. Perancangan sistem klasifikasi dan pengenalan kualitas kopi bubuk ini menggunakan metode berbasis ANN atau lebih dikenal dengan metode jaringan syaraf tiruan, yang diharapkan mampu meningkatkan akurasi dalam mengelompokkan jenis kopi berdasarkan aroma kopi. Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah dapat mempermudah untuk mengenali dan mengklasifikasikan kopi bubuk dengan menggunakan *e-nose*, tidak lagi bergantung pada indera penciuman manusia yang biasanya tidak stabil serta tidak bisa secara kontinu menghasilkan ukuran yang tetap. Arsitektur yang dibangun menggunakan 3 buah layer dengan 3 input berupa hasil pembacaan gas *elektronik nose*. Sedangkan output target merupakan kombinasi dari biner angka 0 dan 1. Jaringan syaraf tiruan yang dipakai dalam penelitian ini mampu mengenali nilai kopi arabika, robusta dan liberica dengan menggunakan iterasi maksimal sebesar 5000, hasil output menunjukkan bahwa JST backpropagation mampu mengenali jenis kopi dengan tingkat keberhasilan 73.3%.

**Kata kunci:** *Artificial Neural Network(ANN), Elektronik Nose, Kopi.*

## Abstract

Coffee is one of the plantation products in Indonesia which has a very high selling value. In general, the types of coffee found in Indonesia are Robusta and Arabica coffee, besides that there are also Liberica and Hybrid coffees. With the development of technology at this time it is possible to build a system that can work like the human sense of smell. One of them is the electronic nose sensor. The design of the classification system and the introduction of the quality of ground coffee use the ANN-based method or better known as the artificial neural network method, which is expected to improve accuracy in classifying coffee types based on the aroma of coffee. The aim of this research is to make it easier to recognize and

*classify ground coffee using e-nose, no longer dependent on the sense of smell of humans which are usually unstable and cannot continuously produce a fixed size. The architecture was built using 3 layers with 3 inputs in the form of electronic nose gas readings. While the target output is a combination of binary numbers 0 and 1. The artificial neural network used in this study is able to recognize the value of arabica, robusta and liberation coffee by using a maximum iteration of 5000, the output results show that backpropagation neural network is able to recognize the type of coffee with a success rate 73.3%*

**Keywords:** Artificial Neural Network(ANN), Elektronik Nose, coffee

## I. PENDAHULUAN

Kopi merupakan hasil perkebunan masyarakat Indonesia yang memiliki nilai jual tinggi. Terdapat beberapa jenis kopi diantaranya yaitu kopi Arabika, kopi Robusta, dan Liberika. Tetapi dari jenis-jenis kopi tersebut yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia ialah kopi arabika dan kopi Robusta. Kualitas kopi merupakan factor terpenting yang mempengaruhi nilai jual kopi. Sehingga kopi dengan kalitas yang baiklah yang mampu menghasilkan nilai jual yang tinggi. Penentuan kopi bias ditentukan salah satunya berdasarkan aroma yang terdapat pada kopi [1].

Pada saat ini pengenalan aroma kopi di Indonesia masih menggunakan cara manual dengan memanfaatkan indera penciuman manusia untuk mencium aroma kopi agar dapat mengecek jenis kopi. Akan tetapi indra penciuman manusia terkadang tidak stabil tergantung keadaan fisik dan kondisi. Untuk dapat mengenali kopi agar mendapatkan kualitas kopi kopi terbaik maka dibutuhkan suatu sistem yang mampu bekerja dengan akurasi yang tinggi.

Dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat saat ini, untuk mempermudah mengevaluasi pengenalan dan klasifikasi kopi, maka dirancang suatu sistem yang meniru cara kerja indera penciuman manusia yang dapat menghasilkan nilai objektif yang dapat digunakan sebagai parameter untuk menentukan kualitas kopi. Sensor yang digunakan tersebut ialah sen-

sor *Elektronic nose (e-nose)*, sensor ini dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi khususnya dalam pendeteksi macam gas dan racun, salah satunya yaitu untuk mengenali jenis kopi.

Pada penelitian ini akan dibangun suatu sistem pengenalan dan klasifikasi kopi bubuk dengan menggunakan *Elektronic Nose* berbasis *Artificial Neural Network (ANN)*. Dimana ANN ini telah muncul sebagai alat yang menarik untuk pemodelan proses yang kompleks. Kekuatan dari Jaringan Syaraf Tiruan ini adalah struktur yang umum dan memiliki kemampuan untuk mempelajari dari data historikalnya.

Sistem yang dibangun ini akan melakukan sebuah pengenalan dan klasifikasi bubuk kopi menggunakan e-nose dan Jaringan Syaraf Tiruan dengan metode pembelajaran Backpropagation, diharapkan mampu bekerja sesuai dengan sistem yang telah dirancang.

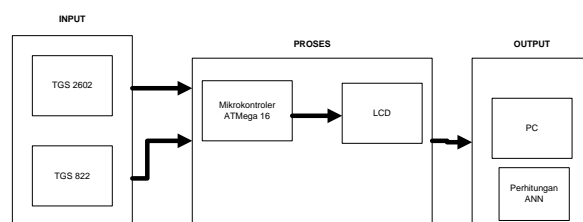
## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini melalui beberapa tahapan penelitian dan mencari informasi tentang data yang dibutuhkan dalam melakukan tugas akhir ini. Penelitian pertama adalah pengembangan konsep penelitian berdasarkan daftar pustaka. Selanjutnya perencanaan penelitian meliputi perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak. Informasi data meliputi sensor TGS 2602, TGS 822

sebagai input data klasifikasi kemudian diproses dalam mikrokontroler ATmega 16.

Setelah didapatkan informasi mengenai hal-hal yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya adalah merancang metode jaringan syaraf tiruan (ANN) dengan menggunakan software Borland Delphi 7 yang nantinya akan digunakan dalam pengujian klasifikasi kopi.

## 1. Blok Diagram Sistem



**Gambar 1.** Diagram Blok Sistem

Dari blok diagram sistem pada Gambar 1 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu *input*, *proses* dan *output*. Dalam tugas akhir ini, penulis hanya membahas tentang bagaimana sensor dapat terkirim pada mikrokontroler kemudian pengolahan data pada ANN di tampilkan pada interface.

### Input

Pada input terdiri dari dua sensor, yaitu TGS 2602 dan TGS 822. TGS 2602 berfungsi sebagai pendeteksi zat berbau seperti amonia dan H<sub>2</sub>S yang terkandung dalam kopi. Sedangkan TGS 822 berfungsi sebagai pendeteksi gas karbon monoksida pada kopi. TGS 2602 dan TGS 822 di hubungkan pada pin *Analog Input* sehingga dapat di deteksi nilai dari sensor tersebut.

### Proses

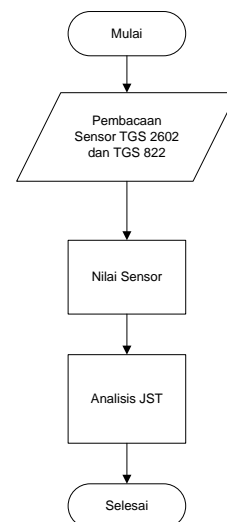
Pada bagian proses akan menjelaskan alur dari pemrosesan dalam pembacaan sensor hingga data di kirim mikrokontroler. Di dalam proses menggunakan mikrokontroler ATmega 16. Dalam pe-

ngaplikasian program minimum sytem ATmega 16 menggunakan CodeVision AVR. Yang kemudian di tampilkan pada LCD. Mikrokontroler ATmega 16 merupakan sistem yang digunakan untuk pemrosesan data pada sensor TGS 2602 dan TGS 822 dimana data sensor di konversi menggunakan rumus yang telah dibuat pada program sehingga dapat menghasilkan data ADC. Selanjutnya data tersebut akan diolah dengan ANN.

### Output

Setelah data berhasil dikirim ke mikrokontroler maka selanjutnya data tersebut akan ditampilkan kedalam LCD. Data yang diambil tersebut selanjutnya dapat di olah pada delphi monitor yang telah di buat dengan menggunakan perhitungan ANN. Dan data output klasifikasi kopi akan ditampilkan kembali pada Delphi *interface*.

## 2. Algoritma Sistem

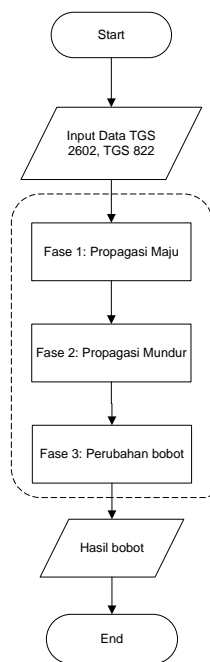


**Gambar 2.** Flowchart Sistem

Dari Gambar 2 menjelaskan bahwa prinsip dari sistem ini adalah pengklasifikasian dan pengenalan jenis kopi. Tahap pertama adalah pembacaan data sensor dari sensor TGS 2602 dan TGS 822 kemudian mengirim data ke mikro-

kontroler ATmega 16 melalui komunikasi serial USB TTL, selanjutnya pengambilan data dengan Delphi dan kemudian menyimpannya saat nilai sensor pada sampel kopi telah stabil. Kemudian data tersebut yg dijadikan sebagai input pada perhitungan JST. Output dari perhitungan JST ini adalah nilai bobot, jarak, dan MSE.

### 3. Algoritma *Artificial Neural Network* (ANN)



**Gambar 3.** *Flowchart ANN Backpropagation*

Dari Gambar 3 dapat di ketahui bahwa pada ANN *Backpropagation* terdapat tiga tahap yaitu,

#### **Propagasi maju.**

Pola masukan dihitung maju mulai dari *input layer* hingga *output layer* menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.

#### **Propagasi mundur.**

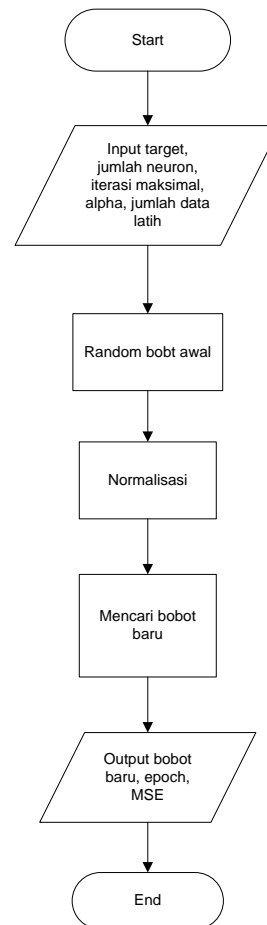
Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan yang

terjadi itu dipropagasi mundur. Dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di *output layer*.

#### **Perubahan bobot.**

Modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi. Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi penghentian dipenuhi.

### 4. Algoritma *Training*

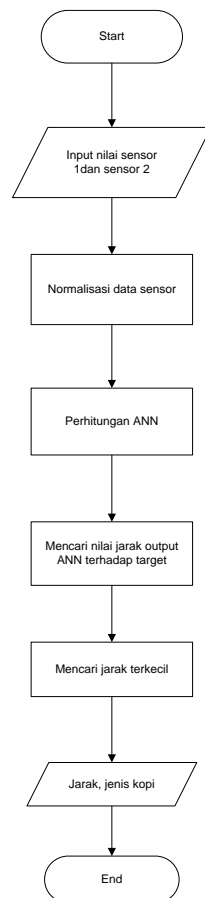


**Gambar 4.** *Flowchart Training*

Gambar 4 merupakan *flowchart* proses training sistem, menjelaskan proses learning yang pertama dimulai dari memberikan nilai input, jumlah neuron, iterasi maksimal, nilai alpha, dan jumlah data latih terhadap sistem, lalu akan melakukan perhitungan normalisasi terhadap nilai input untuk mendapatkan nilai

yang sederhana untuk perhitungan ANN, kemudian sistem akan melakukan proses random nilai bobot awal yang akan digunakan untuk mencari baru. Output dari sistem ini adalah memperoleh nilai bobot baru, Epoch, dan nilai MSE yang akan dipakai untuk proses pelatihan data yang akan diujikan dengan menggunakan *JST backpropagation*.

## 5. Algoritma Testing

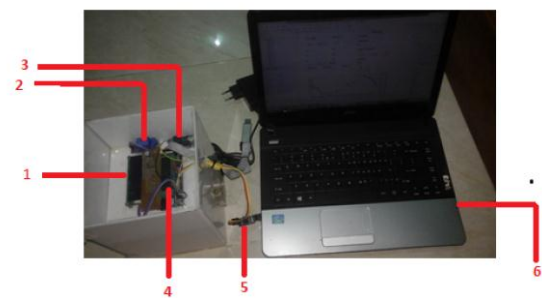


**Gambar 5.** Flowchart Testing

Gambar 5 menjelaskan prinsip dari sistem learning, dimana sistem mendapatkan nilai input dari sensor TGS 2602 dan TGS 822, kemudian nilai dari sensor tersebut akan terlebih dahulu akan disederhanakan memali proses normalisasi data input, setelah mendapatkan nilai dari proses normalisasi kemudian sistem akan

melakukan proses perhitungan ANN, dalam proses perhitunhan ANN meliputi nilai jarak output ANN terhadap target, kemudian mencari jarak terkecil yang mendekati target yang diinginkan, output dari proses uji ini adalah mendapatkan nilai jarak serta mengelompokkan kopi berdasarkan sistem pembelajaran yang telah dilakukan terhadap data latih selama berulang kali

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN



**Gambar 6.** Implementasi Sistem

Keterangan gambar :

1. LCD
2. Relay
3. Rangkaian regulator
4. Minimum sistem ATmega 16
5. PC/Laptop

### 1. Pengujian Sensor TGS 2602 dan TGS 822

Dalam proses pengujian data dilakukan dengan cara pengujian respon Sensor TGS 2602 dan TGS 822 pada setiap kopi yaitu kopi arabika, kopi robusta dan kopi liberika.

**Tabel 1.** Respon TGS 2602 pada kopi arabika

Waktu (t)	ADC	Tegangan	Resistansi
1	876	4.20 V	$11.9 \times 10^7$
2	879	4.21 V	$11.8 \times 10^7$
3	880	4.22 V	$11.84 \times 10^7$

Waktu (t)	ADC	Tegangan	Resistansi
4	896	4.30 V	$11.6 \times 10^7$
5	900	4.32 V	$1127 \times 10^5$

**Tabel 2.** Respon TGS 822 pada kopi arabika

Waktu (t)	ADC	Tegangan	Resistansi
1	781	3.74 V	$13.36 \times 10^7$
2	847	4.06 V	$12.31 \times 10^7$
3	856	4.10 V	$12.19 \times 10^7$
4	871	4.18 V	$11.96 \times 10^7$
5	876	4.2 V	$11.90 \times 10^7$

Dari Table 1 dan Tabel 2 merupakan tabel pengukuran respon sensor TGS 2602 dan TGS 822 pada kopi arabika yang dilakukan sebanyak 5 kali secara berulang untuk setiap kopi. Tabel 1 dan 2 menunjukkan respon sensor terhadap waktu, tegangan dan resistansi.

## 2. Pengujian LCD

Pengujian LCD 16x2 dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan parameter berupa tampilan karakter pada LCD sesuai dengan keinginan. Pengujian dilakukan dengan memprogram karakter atau tulisan yang ingin ditampilkan pada LCD dan kemudian dicocokkan dengan tampilan yang ada pada layar LCD tersebut.



**Gambar 7** Pengujian LCD

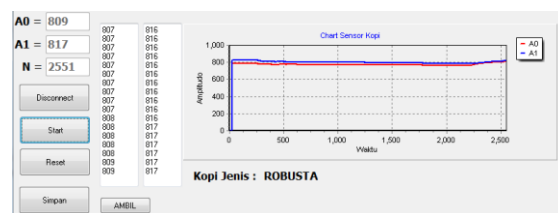
Langkah dalam pengujian LCD ini yaitu dengan cara menghubungkan rangkaian LCD ke port 0 pada minimum sistem. Lalu memberikan tegangan pada rangkaian LCD dan minimum sistem sebesar 5V. lalu hubungkan rangkaian ter-

sebut ke PC yang telah disiapkan dengan pemrograman untuk LCD. Program ini merupakan program untuk menampilkan tulisan jenis kopi dan nilai ADC, misalnya saja seperti gambar diatas “ARABIKA A0= 936 A1= 140”.

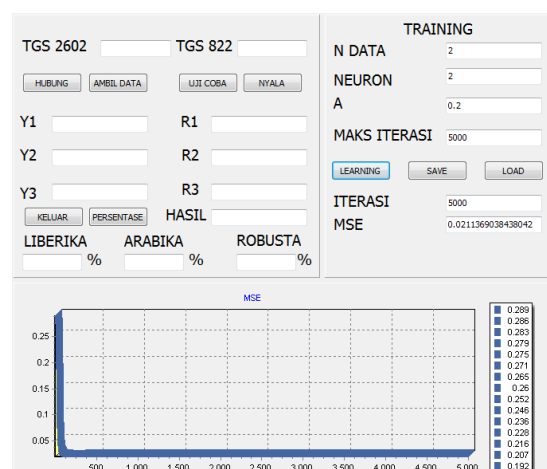
## 3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dirancang dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan yang diharapkan.

Pengambilan nilai kopi menggunakan komunikasi serial melalui USB TTL yang langsung tersambung dengan interface Borland Delphi 7, data yang di peroleh ini merupakan hasil nilai ADC dari sensor yang di uji dengan menggunakan Beberapa sample Bubuk Kopi, dan hampir sama dengan pengambilan data melalui LCD hanya saja dalam pengambilan nilai melalui program Delphi ini dapat ditentukan waktu pengambilan data.

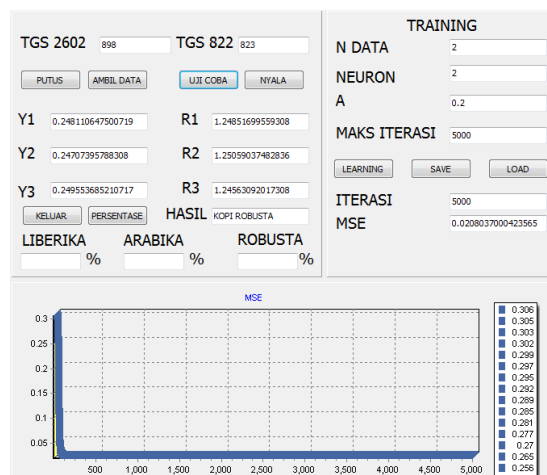


**Gambar 8.** Pengambilan nilai kopi Robusta



**Gambar 9.** Tampilan Proses *Training*

Pada Gambar 9 adalah gambar tampilan pada proses training, diman kita harus memasukkan nilai ADC dari kopi yang sudah tersimpan, kemudian sistem akan melakukan proses pembelajaran, lalu setelah mendapatkan nilai bobot yang sudah sesuai akan dilakukan pengujian, dan nilai bobot tersebut akan disimpan sebagai acuan untuk melakukan pengujian pada sampel kopi berikutnya.



**Gambar 10** Tampilan Proses Training dan Uji coba Kopi Robusta

Gambar 10 merupakan proses learning untuk kopi Robusta. Dan pada Gambar 10 ini merupakan pengujian kopi ROBUSTA, semua data yang ada pada tampilan ini merupakan hasil pengujian dari kopi ROBUSTA.

Proses pengujian sampel dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk masing-masing sampel kopi. Hasil identifikasi sampel yang telah diuji dengan JST *back-propagation* akan ditampilkan pada PC atau laptop.

Setelah melakukan pengujian terhadap sampel, maka akan didapatkan data hasil coba uji sebagai berikut:

**Tabel 3.** Data hasil pengujian sampel

Tabel percobaan											
Liberika											
Per cob aan ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	70
hasi	x	√	x	x	√	√	√	√	√	√	
Arabika											
Per cob aan ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	80
hasi	x	√	√	x	√	√	√	√	√	√	
Robusta											
Per cob aan ke-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	70
has	x	x	√	√	√	√	√	x	√	√	

Tabel 3 menunjukkan data hasil pengujian yang dilakukan terhadap beberapa sampel kopi selama empat kali percobaan untuk masing-masing sampel kopi. Data pertama merupakan percobaan untuk sampel kopi Liberika, dari empat kali percobaan, sistem mengalami kesalahan saat percobaan ke tiga pada saat pengenalan jenis kopi. Data kedua merupakan percobaan untuk sampel kopi arabika dimana dari empat kali percobaan, sistem mengalami kesalahan sebanyak satu kali pada saat percobaan pertama pada saat pengenalan jenis kopi. Data ketiga merupakan percobaan untuk sampel kopi robusta, dari empat kali percobaan, sistem mengalami kesalahan sebanyak dua kali saat percobaan pertama dan ke tiga pada pengenalan jenis kopi.

**Tabel 4.** Data hasil pengujian pencampuran kopi Arabika dan Liberika

Liberika	Arabika	TGS 2602	TGS 822	Hasil
2	8	984	918	Arabika
3	7	980	913	Arabika
5	5	980	910	Liberika
6	4	985	909	Arabika
9	1	985	905	Liberika

Tabel 4 merupakan tabel hasil pengujian pencampuran antara kopi Arabika dan kopi Liberika, sebagai contoh yang pertama dengan perbandingan kopi 2:8, menunjukkan hasil bahwa kopi tersebut merupakan kopi arabika. Yang dimaksud 2:8 disini adalah jumlah kopi Liberika 2gr dan arabika 8gr, apabila dijumlahkan maka hasilnya 10gr, kopi ini mengandung kopi arabika, karena nilai pada saat pengukuran menunjukkan nilai dan aroma yang mendekati dengan kopi Arabika.

**Tabel 5.** Data hasil pengujian pencampuran kopi Robusta dan Liberika

Liberika	Robusta	Tgs 2602	Tgs 822	Hasil
9	1	982	906	Liberika
7	3	989	905	Robusta
6	4	979	908	Liberika
5	5	977	911	Liberika
2	8	986	907	Robusta

Tabel 5 merupakan hasil pengujian data pencampuran kopi Robusta dan Liberika, yang pertama menggunakan perbandingan 9:1, dimana nilai jumlah kopi Liberika 9gr dan nilai kopi Robusta 1gr nilai yang dihasilkn menunjukkan campuran kopi tersebut dominan kopi liberika, karena memang jumlahnya yang lebih banyak dan nilai yang keluar juga mendekati nilai kopi liberika.

**Tabel 6.** Data hasil pengujian pencampuran kopi Robusta dan Arabika

Arabika	Robusta	TGS 2602	TGS 822	Hasil
8	2	992	929	Arabika
6	4	985	935	Arabika
5	5	984	924	Arabika
3	7	986	908	Robusta
1	9	985	907	Robusta

Tabel 6 merupakan tabel hasil pengujian pencampuran kopi Arabika dan kopi Robusta, dengan menggunakan perbandingan 8:2, dimana nilai jumlah kopi Arabika 8gr dan nilai kopi Robusta 2gr nilai yang dihasilkn menunjukkan campuran kopi tersebut dominan kopi Arabika, karena memang jumlahnya kopi Arabika yang lebih banyak dan nilai yang keluar juga mendekati nilai kopi arabika.

#### 4. Pembahasan

Dari hasil pengujian keseluruhan alat ini dapat digunakan sesuai dengan yang diharapkan. Sebelum pengambilan nilai sensor terlebih dahulu dipanaskan selama  $\pm 20$  menit untuk mendapatkan nilai yang stabil. Pada pengambilan nilai sensor masih terjadi kesalahan, faktor yang mempengaruhi adalah ketidakstabilan kondisi ruang yang digunakan untuk pengujian sampel kopi, dan kondisi bubuk kopi yang baru diambil dari kemasan, nilai tersebut akan stabil apabila kopi sudah berada dalam suatu tempat yang digunakan untuk pengujian dalam beberapa saat.

Pergantian sample kopi juga sangat mempengaruhi nilai sensor, karena apabila langsung digunakan dan tidak dibiarkan terkena udara bebas terlebih dahulu maka pengukuan nilai kopi ini juga akan hampir sama dengan nilai kopi yang diambil sebelumnya. Pengambilan nilai pada setiap kopi masing-masing berlangsung  $\pm$  selama 5 menit. Setelah nilai dari sensor untuk masing-masing kopi stabil maka nilai tersebut akan disimpan sebagai



nilai acuan untuk input dari perhitungan JST.

Nilai yang didapat tersebut kemudian akan dinormalisasi sebelum di olah sebelum di gunakan untuk sistem learning JST. Pada proses learning ini dibutuhkan neuron sebanyak 2 neuron, iterasi maksimal 5000, nilai alpha sebesar 0.2, dan nilai bobot awal secara acak, dari proses learning ini didapatkan error sebesar 0.02 dan nilai bobot baru. Setelah mendapatkan semua parameter uji kemudian dilakukan proses uji coba untuk setiap sampel kopi. JST backpropagation ini mampu mengenali kopi liberika 70%, arabika 80%, dan robusta 70% selama sepuluh kali pengujian terhadap masing-masing sampel.

Untuk pengujian terhadap sampel kopi yang dicampur, hasil yang keluar akan menunjukkan aroma kopi yang paling kuat, tidak bergantung pada banyaknya kopi yang digunakan pada saat percobaan.

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan sistem yang telah dibuat dan diuji, dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perancangan sistem pengenalan dan klasifikasi sistem dapat bekerja, yaitu dapat menghasilkan nilai yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengenalan kopi pada jaringan syaraf tiruan dengan parameter Aroma kopi.
2. Dengan menggunakan sensor gas TGS 2602 dan TGS 822, sensor ini mampu bekerja dengan baik dan menghasilkan nilai Maksimal dan minimal, untuk masing-masing sensor TGS 2602 Maksimal sebesar 900 dan minimal sebesar 856, sedangkan yang TGS 822 maksimal 876 dan minimal 840, yang kemudian dijadikan sebagai nilai input dalam perhitungan JST.

3. Sistem jaringan syaraf tiruan yang dibangun ini mampu melakukan pengenalan terhadap 3 sampel kopi yang masing-masing diujikan setelah dilakukan proses pelatihan terhadap data yang dilatih dengan tingkat keberhasilan 73.3%

#### V. RUJUKAN

- [1] Suteja, Bernard R. 2007. Penerapan Jaringan Syaraf tiruan Propagasi Balik Studi Kasus Pengenalan Jenis Kopi. Jurnal Informatika, Vol.3, No.1, :49-62.
- [2] Rabersyah D. Firdaus dan Derisma. 2016. Identifikasi Jenis Kopi Bubuk Menggunakan *Electronic Nose* Dengan Metode Pembelajaran Backpropagation. JNTE, Vol.5, No.3, , ISSN 2302-2949.
- [3] Priambudi YA. Hartati S dan Lelono D. 2014. Sistem Klasifikasi Rasa Kopi Berbasis *Electronic Tongue* Menggunakan *Madaline Neural Network*. IJEIS, Vol.4, No.2, ISSN 2088-3714.
- [4] Muttalib SA, Joko NWK, Nursigit B, Rahayoe S. 2014. Identifikasi Aroma Campuran (*Blending*) Kopi Arabika dan Robusta Dengan *Electronic Nose* Menggunakan Sistem Pengenalan Pola. Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem, Vol.2, No.2
- [5] Olunloyo VOS, Ibidapo TA, Dinrifo RR. 2011. *Neural network-based Electronic Nose for cocoa beans quality assessment*. Agricultural Engineering International: CIGR Jurnal. Vol.13, No.4.
- [6] Sri KD dan Sri H. 2010. *Neuro-Fuzzy*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

- [7] Rahmanto, Amir S, Gurum AF. 2015. Aplikasi sensor TGS 2620 sebagai Pendeteksi kadar Alhohol pada produk pangan berbasis mikrokuontoler ATmega 8535. Jurnal teori dan Aplikasi fisika. Vol. 03 No. 01