

Technical Paper

Identifikasi Kematangan Buah Tropika Berbasis Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Deret Sensor Gas Semikonduktor Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan

Tropical Fruit Maturity Identification Based on Electronic Nose System Using Array Semiconductor Gas Sensors with Neural Network Method

Arief Sudarmaji¹ dan Rifah Ediaty²

Abstract

The research aimed to design the systems of tropical fruit maturity identification based on electronic nose using Array SnO₂ semiconductor gas sensor. The research utilized five TGS sensors, namely TGS2600, TGS2602, TGS813, TGS2611, and TGS2612. The array sensor outputs are acquired by personal computer through interface unit based on microcontroller Atmega 8535. The acquisitions are made every 0.5 seconds for a minute for each sensor output. Then, it was determined the average sensor output as an input for Artificial Neural Network (ANN) which used Multi Layer Perceptron (MLP) architecture with three layers. ANN Training applied Backpropagation algorithm. The results showed the sensor output responses vary by the level of maturity of fruit. The obtained training yielded the architecture of ANN for the fruit maturity identification system were 5 inputs and 4 outputs with a number of hidden layer neurons for oranges and strawberries was 16 while for tomatoes was 32. The identification application showed that the successful identification percentage of orange was 93.75%, 75% of strawberries, and 81.25% of tomatoes. Overall success rate of detecting the level of maturity of fruit (oranges, strawberries, and tomatoes) was 83.33%

Keywords: E-nose system, TGS sensor, fruit maturity, ANN application

Abstrak

Penelitian bertujuan merancang bangun sistem identifikasi kematangan buah tropika berbasis penciuman elektronik (e-nose) menggunakan deret sensor gas semikonduktor SnO₂ menggunakan jaringan syaraf tiruan. Dalam penelitian digunakan deret 5 sensor seri TGS: TGS2600, TGS2602, TGS813, TGS2611, dan TGS2612. Deret sensor diakuisisi dalam komputer melalui unit antarmuka berbasis mikrokontroler Atmega 8535. Akuisisi dilakukan dalam 1 menit tiap 0.5 detik sehingga diperoleh 120 data untuk tiap keluaran sensor. Ditentukan rata-rata keluaran sensor sebagai masukan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Arsitektur JST menggunakan Multi Layer Perceptron (MLP) dengan 3 lapis. Hasil penelitian menunjukkan respon keluaran sensor berbeda-beda untuk tiap tingkat kematangan buah. Pelatihan JST menggunakan algoritma backpropagation. Dari hasil pelatihan didapatkan arsitektur jaringan syaraf tiruan untuk sistem identifikasi adalah 5 input dan 4 output dengan jumlah neuron hidden layer untuk identifikasi kematangan jeruk dan stroberi adalah 16 sedangkan untuk tomat adalah 32. Dari hasil pengujian aplikasi diperoleh persentase keberhasilan identifikasi kematangan buah jeruk sebesar 93.75%, stroberi sebesar 75%, dan tomat 81.25%. Secara keseluruhan persentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi tingkat kematangan buah (jeruk, stroberi, dan tomat) adalah sebesar 83.33%.

Keyword : sistem penciuman elektronik, sensor TGS, kematangan buah, aplikasi JST

Diterima: 04 Oktober 2010; Disetujui: 28 Februari 2011

Pendahuluan

Faktor penting bagi konsumen adalah jaminan mutu (rasa) dan keseragaman tingkat kematangan buah yang diterima. Sering di pasaran dijumpai adanya perbedaan mutu antara buah yang menjadi

contoh dengan yang dijual, karena berbeda asal pohonnya maupun berbeda jenis atau kultivarnya. Dengan demikian mutu buah yang diperoleh tidak sesuai yang diinginkan. Untuk itu diperlukan suatu sortasi agar diperoleh mutu buah yang diterima oleh konsumen (Haryanto dkk, 1999).

¹ Dosen Teknik Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Email: arief.sudarmaji@unsoed.ac.id

² Dosen Teknik Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Email: rifah.ediaty@unsoed.ac.id

Tabel 1. Tipe sensor yang dipakai dalam penciuman elektronik

No	Tipe	Target Pengukuran
1.	TGS2600	Air contaminant
2.	TGS 2602	Air quality
3.	TGS 813	Organic solvent
4.	TGS 2611	Natural gas
5.	TGS 2612	Volatile organic compound

Secara manual/tradisional sortasi tingkat kematangan buah dilakukan menggunakan indera manusia. Cara ini memerlukan seorang pakar (orang yang terlatih/terbiasa) untuk mensortasi suatu komoditas. Selain itu cara ini bersifat kurang dapat dipercaya karena subjektivitas yang tinggi dan *unreproducible* (bila diulangi oleh orang lain akan menghasilkan hasil yang berbeda) dalam melakukan identifikasi atribut mutu buah. Untuk dapat melakukan identifikasi atribut mutu secara tepat, maka dibutuhkan perangkat/instrumen yang digunakan untuk mengukur atribut-atribut mutu (*instrumental technique*) yang bersifat cepat, dapat dipercaya, konsisten, dan mudah pengoperasiannya.

Metode sortasi yang cepat dan akurat serta *non destruktif* (tanpa merusak) buah sangat dibutuhkan untuk menjawab berbagai tuntutan kebutuhan konsumen yang semakin meningkat. Metode non destruktif diperlukan karena untuk jumlah yang besar, buah tidak dapat dicoba satu per satu.

Atribut mutu yang dapat digunakan sebagai parameter penentuan mutu buah antara lain penampakan luar, tekstur, cita rasa dan aroma. Secara non destruktif penampakan luar dan tekstur dapat dilakukan dengan menggunakan kamera dalam pengolahan citra. Thiang dan Indrotanoto (2008) menggunakan kamera *webcam* sebagai sensor untuk mensortasi buah tomat berdasarkan parameter warna dan ukuran. Penggunaan kamera akan sulit digunakan dalam menentukan tingkat kematangan buah bila komoditas yang diukur mempunyai tingkat warna yang tidak berubah dalam tingkat kematangannya.

Metode lain yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kematangan buah adalah dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Haryanto dkk. (2000) telah berhasil mengetahui pengaruh posisi buah durian dalam menentukan tingkat kematangannya menggunakan gelombang ultrasonik. Pada pengukurannya diperlukan media air sebagai media rambatan gelombang ultrasonik agar tidak ada interferensi/gangguan udara pada sampel yang akan diukur sifat akustiknya. Selain itu pula diperlukan transducer ultrasonik khusus yang dapat merambat dalam air.

Atribut lain yang lazim digunakan adalah aroma. Hampir sebagian besar buah mengeluarkan aroma yang beragam dalam tingkat kematangannya. Dengan mengadopsi cara kerja sistem penciuman manusia, sistem indera penciuman buatan, sering juga dinamakan sebagai sistem penciuman elektronik (*electronic nose*) dapat dibangun untuk mengidentifikasi aroma suatu produk. Pada dasarnya, seperti juga sistem penciuman manusia, sistem penciuman elektronik terdiri dari subsistem sensor, subsistem ekstraksi ciri, dan subsistem jaringan syaraf tiruan (Kusumoputro, 2005).

Borjesson *et al.* (1996) telah berhasil mengklasifikasi bulir tepung gandum menggunakan prinsip *e-nose* dengan *metal oxide semiconductor field effect transistor* (MOSFET) sensors, SnO₂ semiconductors and *infrared detector monitoring* CO₂. Selanjutnya, Kusumoputro dkk. (2002) berhasil mengembangkan sistem penciuman elektronik untuk melacak keberadaan sumber gas. Kemudian, Duran *et al.* (2006) telah berhasil menggunakan sistem *e-nose* untuk meklasifikasi beragam jenis jamur sebagai kontrol kualitas dalam industri roti/makanan. Sebagai sensor dipakai 12 buah *Array Metal Oxide Sensors* (FIS SP dan TGS) yang tersusun dalam 2 baris. Digunakan algoritma PCA dan *Fuzzy Artmap Neural Network* untuk pemrosesan identifikasi.

Seiring perkembangan teknologi manufaktur sensor gas berbahan semikonduktor, telah dapat dihasilkan beragam sensor gas untuk mendeteksi atau mengukur kandungan zat. Salah satu manufaktur yang berhasil mengembangkan beragam sensor ini adalah Figaro dengan seri TGSnya. Dengan menggunakan deret sensor semikonduktor sebagai pengindera akan dibangun suatu sistem penciuman elektronik untuk mengidentifikasi tingkat kematangan buah. Identifikasi menggunakan metode jaringan syaraf tiruan dengan pembelajaran menggunakan algoritma *backpropagation* dari pola sinyal keluaran deret sensor yang digunakan sebagai indikator tingkat kematangan untuk tiap pengukuran sampel buah. Hasil pengukuran deret sensor akan dikorelasikan dengan parameter fisiko-kimia (kadar air, kadar gula, dan vitamin C) sebagai indikator kematangan buah.

Tujuan dari penelitian ini adalah 1) Merancang bangun sistem penciuman elektronik (*e-nose*) untuk identifikasi kematangan buah tropika, 2) Mengetahui karakteristik keluaran deret sensor dalam *e-nose* dari pengukuran buah tropik, 3) Menentukan arsitektur jaringan syaraf tiruan yang akan digunakan dalam sistem identifikasi kematangan buah tropika, dan 4) Mengetahui tingkat keberhasilan sistem *e-nose* dalam mengidentifikasi tingkat kematangan buah tropika.

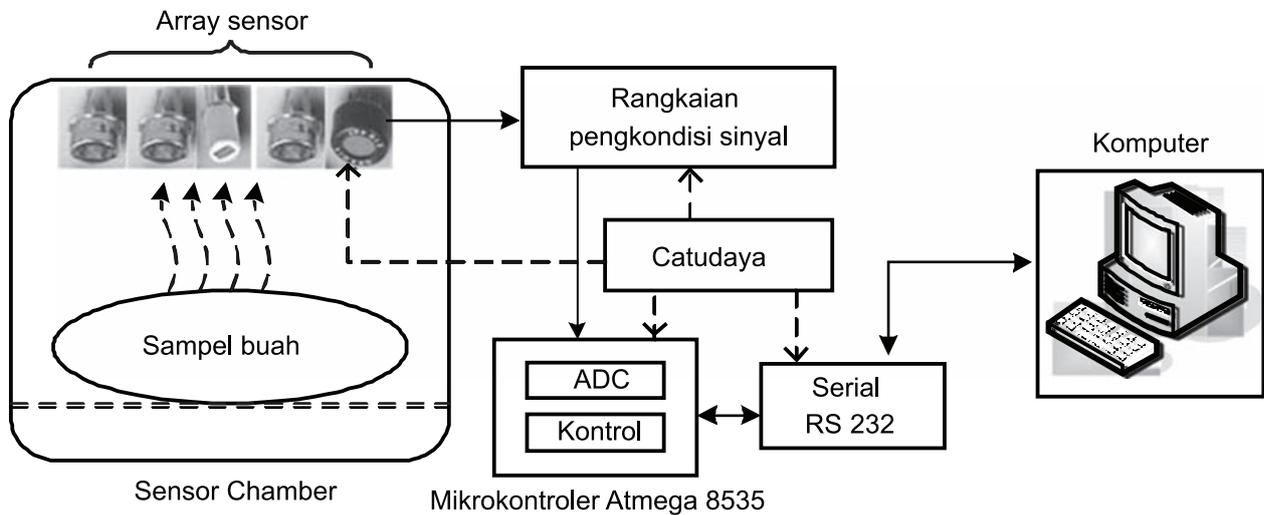
Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Pangan dan Gizi, Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto selama 4 bulan. Penelitian dibagi dalam 4 tahap kegiatan, yaitu: 1) Rancang bangun sistem penciuman elektronik, 2) Pengukuran sampel buah, meliputi pengukuran keluaran sistem penciuman elektronik dan pengukuran parameter fisiko-kimia (kadar air, kadar gula, dan vitamin C), 3) Analisis data, menggunakan metode grafik dan arsitektur jaringan syaraf tiruan berdasarkan MSE (*Mean Square Error*) terkecil dalam pelatihan, dan 4) Uji aplikasi identifikasi tingkat kematangan buah dengan sistem penciuman elektronik.

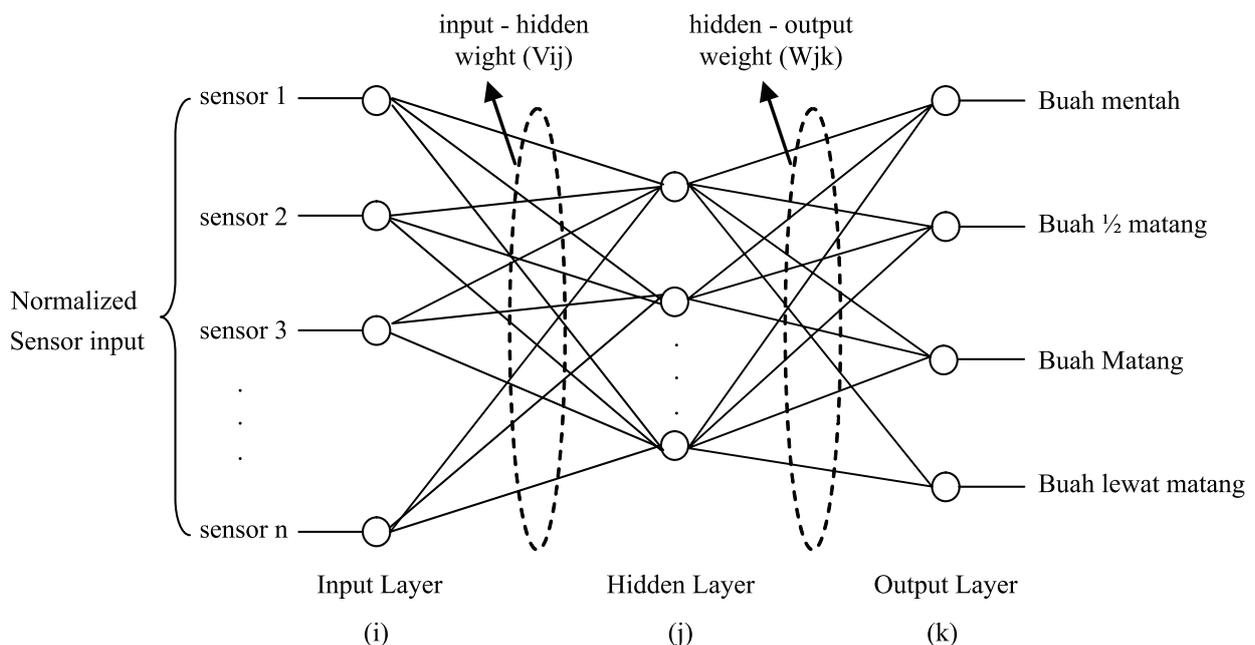
Setup pengukuran ditunjukkan dalam Gambar 1 dengan menggunakan 5 sensor gas semikonduktor

SnO₂ yang ditunjukkan dalam Tabel 1. Pengukuran uap sampel buah (akuisisi keluaran deret sensor) dilakukan selama 1 menit dengan periode pengambilan data tiap 0.5 detik (didapat 120 data pengukuran).

Pengukuran sampel buah, meliputi pengukuran keluaran sistem penciuman elektronik dan pengukuran parameter fisiko-kimia (kadar air, kadar gula, dan vitamin C) sampel buah. Pengukuran dilakukan secara sekuensial, yaitu pengukuran keluaran sensor yang dilanjutkan dengan pengukuran parameter fisiko-kimia untuk tiap sampel buah. Pengukuran untuk tiap kategori buah (belum matang, setengah matang, matang, dan lewat matang) tiap jenis buah (stroberi, jeruk, dan tomat) yang diukur akan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.



Gambar 1. Blok diagram setup sistem pengukuran

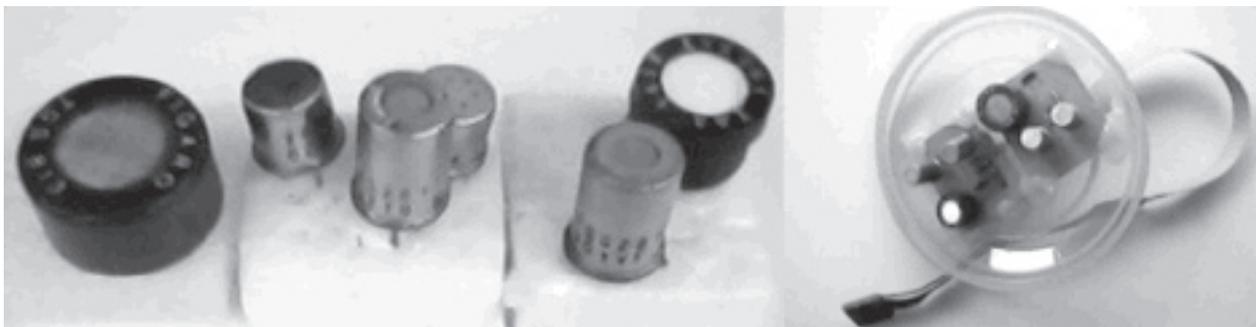


Gambar 2. Skema 3 lapis *Multi Layer Perceptron* (MLP)

Tabel 2. Rata-rata data pengukuran uap buah tropika: Jeruk, Stroberi, dan Tomat

Sensor	Mentah			1/2 matang		
	Jeruk	Stroberi	Tomat	Jeruk	Stroberi	Tomat
TGS 2600	94.033	51.675	49.372	72.091	68.115	61.041
TGS 2602	879.612	120.558	133.702	851.355	106.959	121.992
TGS 813	126.645	63.017	62.240	92.000	78.492	75.421
TGS 2611	108.364	69.925	67.785	89.050	84.992	77.455
TGS 2612	203.901	77.317	78.314	164.959	90.918	93.851

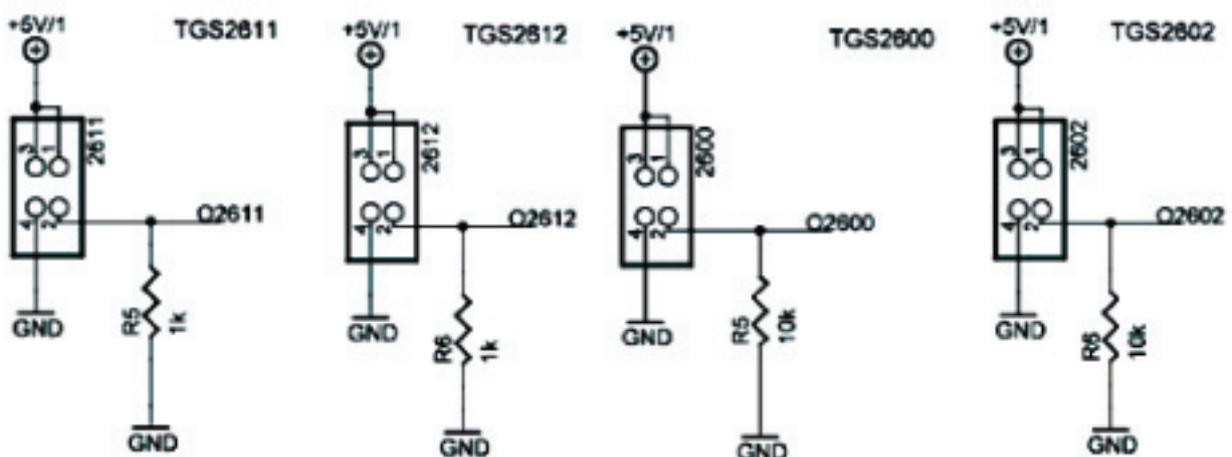
Sensor	Matang			Lewat Matang		
	Jeruk	Stroberi	Tomat	Jeruk	Stroberi	Tomat
TGS 2600	57.099	55.463	55.950	73.233	59.033	71.917
TGS 2602	821.149	132.074	170.140	828.458	135.793	191.625
TGS 813	70.545	65.810	71.215	95.375	70.066	86.200
TGS 2611	76.959	73.967	72.421	91.300	76.421	90.450
TGS 2612	119.554	83.620	84.636	171.142	84.438	103.267



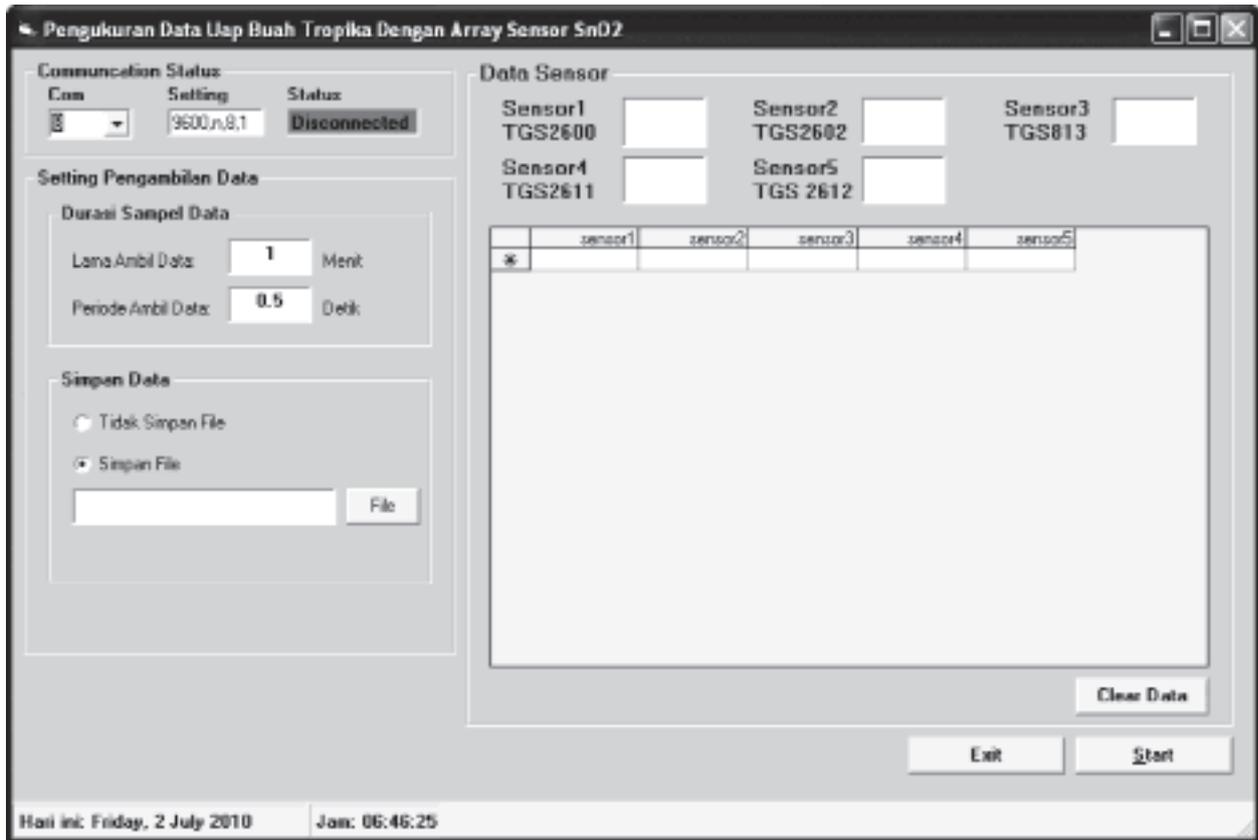
a

b

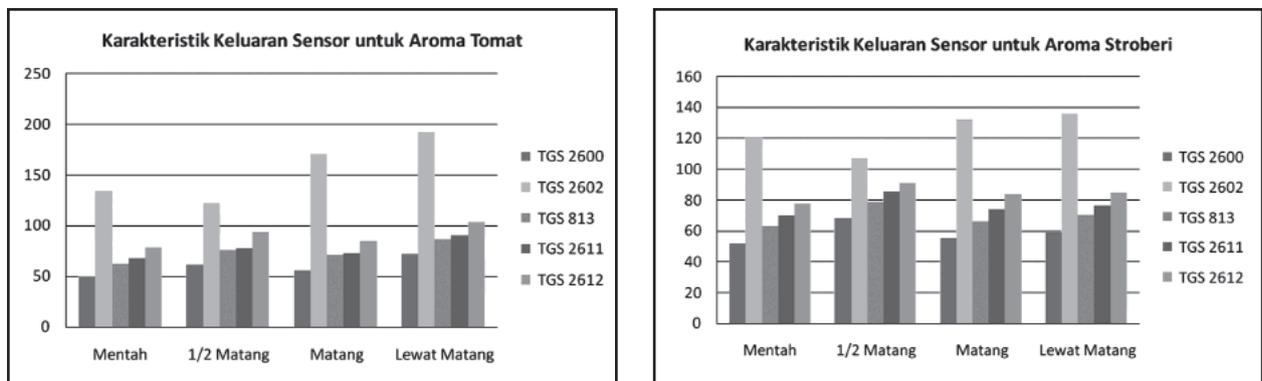
Gambar 4. Sensor semikonduktor SnO₂ yang digunakan: (a) sebelum di rangkai (b) setelah dirangkai



Gambar 5. Rangkaian unit sensor TGS

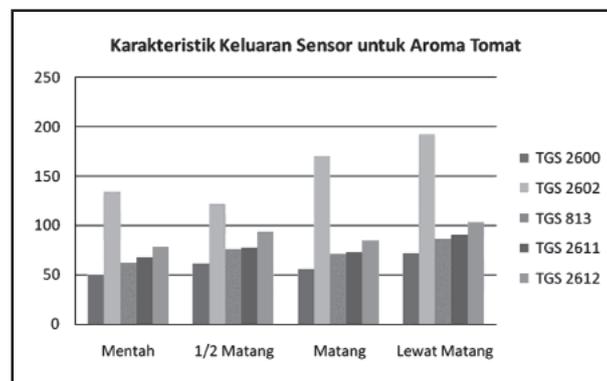


Gambar 6. Tampilan program untuk akuisisi data deret sensor



a

b



c

Gambar 7. Karakteristik keluaran sensor dari pengukuran uap/aroma buah tropika: (a) Jeruk, (b) Stroberi, dan (c) Tomat

Tabel 3. Pengukuran parameter fisiko-kimia buah jeruk

Parameter	Mentah	1/2 matang	matang	lewat matang
Kadar Air (% bb)	83.33	82.4	84.07	81.99
Kadar gula (brix)	0.89	0.9	1.05	1.1
Vitamin C (mg/10 gram)	30.04	20.05	19.00	12.66

Tabel 4. Pengukuran parameter fisiko-kimia buah stroberi

Parameter	Mentah	1/2 matang	matang	lewat matang
Kadar Air (% bb)	91.25	91.59	92.75	94.03
Kadar gula (brix)	0.4	0.51	0.55	0.6
Vitamin C (mg/10 gram)	30.04	33.03	28.40	20.05

Tabel 5. Pengukuran parameter fisiko-kimia buah tomat

Parameter	Mentah	1/2 matang	matang	lewat matang
Kadar Air (% bb)	95.177	95.026	94.85	93.86
Kadar gula (brix)	0.48	0.48	0.5	0.57
Vitamin C (mg/10 gram)	5.50	11.40	10.91	12.68

Tabel 6. Data target pelatihan jaringan syaraf tiruan

Out1	Out2	Out3	Out4	Identifikasi
0	0	0	1	mentah
0	0	1	0	1/2 matang
0	1	0	0	Matang
1	0	0	0	Lewat matang

Perangkat lunak berupa program untuk mikrokontroler dan unit komputer. Perangkat lunak berfungsi untuk membaca keluaran deret sensor, mengakuisisi datanya dalam unit komputer, mengolah data untuk pelatihan jaringan syaraf tiruan, dan menampilkan hasil.

Pembuatan program untuk mikrokontroler menggunakan CodeVision AVR 1.24.0 dengan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C, sedangkan komputer menggunakan bahasa pemrograman Visual basic 6.0.

Jaringan Syaraf Tiruan yang akan digunakan adalah perceptron lapis banyak atau *Multi Layer Perceptron* dengan pelatihan *Backpropagation* yang merupakan algoritma pembelajaran terawasi. Data akuisisi 5 sensor sebagai masukan jaringan syaraf tiruan dan 4 kriteria kematangan buah sebagai keluaran. Rancangan *Multi Layer Perceptron* (MLP) menggunakan 3 lapis/layer (*input*, *hidden*, dan

output layer) seperti ditunjukkan dalam Gambar 2. Penentuan arsitektur jaringan syaraf tiruan (jumlah *hidden layer*) dilakukan dengan cara *trial and error* menggunakan program yang dikembangkan. Jumlah *hidden layer* yang dipilih berdasarkan nilai MSE terkecil dan jumlah *hidden layer* yang optimum.

Hasil dan Pembahasan

Sistem pengukuran uap/aroma buah tropika dalam *chamber* berbasis komputer pribadi telah berhasil dibuat. Gambar 4 dan 5 menunjukkan deret sensor semikonduktor SnO₂ yang digunakan dan rangkaian untuk tiap sensor.

Dalam penelitian telah dikembangkan pula program/perangkat lunak menggunakan Visual Basic 6.0 untuk (i) akuisisi data deret sensor secara *real time*, (ii) pelatihan jaringan syaraf tiruan, dan (iii) aplikasi identifikasi kematangan buah dari hasil akuisisi dan pelatihan jaringan syaraf tiruan. Gambar 6 menunjukkan salah satu *form* dalam program untuk akuisisi data deret sensor.

Karakteristik keluaran deret sensor semikonduktor SnO₂

Hasil pembacaan keluaran deret sensor dari pengukuran uap/aroma selama 1 menit dengan periode pengambilan data 0.5 detik diperoleh 120 data pengukuran untuk tiap sampel buah.

Tabel 7. Hasil pelatihan untuk penentuan *hidden layer*

Jeruk			Stroberi			Tomat		
Epoch	Hidden Layer	MSE	Epoch	Hidden Layer	MSE	Epoch	Hidden Layer	MSE
500000	8	0,052	500000	8	0,138	500000	8	0,055
500000	16	0,045	500000	16	0,118	500000	16	0,056
500000	32	0,059	500000	32	0,119	500000	32	0,049

Tabel 8. Hasil uji identifikasi tingkat kematangan buah Jeruk

No	Komoditas	Out1	Out2	Out3	Out4	Identifikasi	Ket
1	Jeruk Mentah1	0.00	0.00	0.00	1.00	Jeruk Mentah	+
2	Jeruk Mentah2	0.00	0.00	0.00	1.00	Jeruk Mentah	+
3	Jeruk Mentah3	0.00	0.00	0.00	1.00	Jeruk Mentah	+
4	Jeruk Mentah4	0.00	0.00	1.00	0.88	Tidak teridentifikasi	-
5	Jeruk 1/2 Matang1	0.00	0.00	1.00	0.00	Jeruk 1/2 Matang	+
6	Jeruk 1/2 Matang2	0.04	0.00	0.99	0.00	Jeruk 1/2 Matang	+
7	Jeruk 1/2 Matang3	0.02	0.00	0.99	0.00	Jeruk 1/2 Matang	+
8	Jeruk 1/2 Matang4	0.28	0.00	0.99	0.00	Jeruk 1/2 Matang	+
9	Jeruk Matang1	0.23	0.90	0.00	0.00	Jeruk Matang	+
10	Jeruk Matang2	0.01	0.94	0.00	0.00	Jeruk Matang	+
11	Jeruk Matang3	0.05	0.96	0.00	0.00	Jeruk Matang	+
12	Jeruk Matang4	0.01	1.00	0.00	0.00	Jeruk Matang	+
13	Jeruk Lewat matang'1	0.97	0.00	0.01	0.00	Jeruk Lewat matang	+
14	Jeruk Lewat matang'2	0.73	0.17	0.00	0.00	Jeruk Lewat matang	+
15	Jeruk Lewat matang'3	0.99	0.00	0.00	0.00	Jeruk Lewat matang	+
16	Jeruk Lewat matang'4	1.00	0.00	0.00	0.00	Jeruk Lewat matang	+
Persentase berhasil							93.75

Selanjutnya ditentukan nilai rata-rata dari ke-120 data pengukuran tersebut sebagai keluaran sensor yang akan dianalisa dan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan. Tabel 2 dan Gambar 7 menunjukkan salah satu hasil keluaran sensor dan karakteristik untuk tiap komoditas buah.

Dari Gambar 7 terlihat bahwa untuk tiap jenis sensor memiliki keluaran yang berbeda-beda untuk tiap tingkat kematangan buah, sehingga kelima jenis sensor dapat digunakan sebagai masukan jaringan syaraf tiruan.

Hasil pengukuran parameter fisiko-kimia buah untuk tiap tingkat kematangan disajikan dalam Tabel 3, 4 dan 5.

Penentuan arsitektur jaringan syaraf tiruan

Jaringan syaraf tiruan menggunakan arsitektur *Multi Layer Perceptron* (MLP) dengan 3 lapis/layer (*input, hidden, dan output layer*). Input layer terdiri dari 5 neuron berupa data keluaran deret sensor, sedangkan output layer terdiri dari 4 neuron. Data input untuk pelatihan masing-masing komoditas terlihat dalam Tabel 2, sedangkan data target pada output ditunjukkan dalam Tabel 6.

Untuk menentukan jumlah neuron hidden layer dilakukan proses pelatihan yang dicapai nilai kesalahan (*error/Mean Square Error*) 0.01 atau bila telah mencapai *epoch* maksimum. Proses pelatihan menggunakan metode *trial and error*. Hasil pelatihan ditunjukkan dalam Tabel 7 dan MSE dalam setiap *epoch* ditunjukkan dalam Gambar 8.

Dari Tabel 7 diperoleh hasil pelatihan dan arsitektur jaringan syaraf tiruan untuk proses identifikasi masing-masing buah adalah sebagai berikut:

- a. Jeruk :
 - input layer: 5
 - hidden layer: 16
 - output layer: 4
 - epoch pelatihan: 500 000
 - MSE: 0.045
- b. Stroberi :
 - input layer: 5
 - hidden layer: 16
 - output layer: 4
 - epoch pelatihan: 500 000
 - MSE: 0.118
- c. Tomat:
 - input layer: 5
 - hidden layer: 32
 - output layer: 4
 - epoch pelatihan: 500 000
 - MSE: 0.049

Tabel 9. Hasil uji identifikasi tingkat kematangan buah Stroberi

No	Komoditas	Out1	Out2	Out3	Out4	Identifikasi	Ket
1	Stroberi Mentah1	0.00	0.31	0.00	1.00	Stroberi Mentah	+
2	Stroberi Mentah2	0.00	0.32	0.00	0.96	Stroberi Mentah	+
3	Stroberi Mentah3	0.00	0.00	0.04	0.99	Stroberi Mentah	+
4	Stroberi Mentah4	0.30	0.00	0.96	0.00	Stroberi 1/2 Matang	-
5	Stroberi 1/2 Matang1	0.00	0.00	0.95	0.01	Stroberi 1/2 Matang	+
6	Stroberi 1/2 Matang2	0.02	0.00	0.97	0.00	Stroberi 1/2 Matang	+
7	Stroberi 1/2 Matang3	0.00	0.04	0.99	0.00	Stroberi 1/2 Matang	+
8	Stroberi 1/2 Matang4	0.84	0.00	0.98	0.00	Tidak teridentifikasi	-
9	Stroberi Matang1	0.01	0.40	0.00	0.03	Tidak teridentifikasi	-
10	Stroberi Matang2	0.04	0.55	0.00	0.01	Jeruk Matang	+
11	Stroberi Matang3	0.00	0.88	0.04	0.01	Jeruk Matang	+
12	Stroberi Matang4	0.15	0.26	0.00	0.00	Tidak teridentifikasi	-
13	Stroberi Lwt matang'1	0.93	0.16	0.00	0.00	Jeruk Lewat matang	+
14	Stroberi Lwt matang'2	1.00	0.37	0.00	0.00	Jeruk Lewat matang	+
15	Stroberi Lwt matang'3	1.00	0.00	0.01	0.00	Jeruk Lewat matang	+
16	Stroberi Lwt matang'4	1.00	0.00	0.02	0.00	Jeruk Lewat matang	+
Persentase berhasil							75

Tabel 10. Hasil uji identifikasi tingkat kematangan buah Tomat

No	Komoditas	Out1	Out2	Out3	Out4	Identifikasi	Ket
1	Tomat Mentah1	0.00	0.00	0.00	1.00	Tomat Mentah	+
2	Tomat Mentah2	0.00	0.06	0.00	1.00	Tomat Mentah	+
3	Tomat Mentah3	0.00	0.01	0.00	1.00	Tomat Mentah	+
4	Tomat Mentah4	0.95	0.01	0.00	0.00	Tomat Lewat matang	-
5	Tomat 1/2 Matang1	0.00	0.00	1.00	0.00	Tomat 1/2 Matang	+
6	Tomat 1/2 Matang2	0.00	0.01	1.00	0.00	Tomat 1/2 Matang	+
7	Tomat 1/2 Matang3	0.00	0.00	1.00	0.00	Tomat 1/2 Matang	+
8	Tomat 1/2 Matang4	0.00	0.00	0.99	0.09	Tomat 1/2 Matang	+
9	Tomat Matang1	0.03	0.78	0.00	0.00	Tomat Matang	+
10	Tomat Matang2	0.07	0.79	0.00	0.00	Tomat Matang	+
11	Tomat Matang3	0.01	0.96	0.00	0.00	Tomat Matang	+
12	Tomat Matang4	0.95	0.01	0.00	0.00	Tomat Lewat matang	-
13	Tomat Lwt matang'1	1.00	0.00	0.00	0.00	Tomat Lewat matang	+
14	Tomat Lwt matang'2	1.00	0.00	0.00	0.00	Tomat Lewat matang	+
15	Tomat Lwt matang'3	0.00	0.04	0.00	0.02	Tidak teridentifikasi	-
16	Tomat Lwt matang'4	0.89	0.37	0.00	0.00	Tomat Lewat matang	+
Persentase berhasil							81.25

Aplikasi Identifikasi

Proses aplikasi identifikasi dilakukan secara *offline* dengan menguji hasil pengukuran yang telah dilakukan dan disimpan datanya. Pengujian dilakukan dengan 4 kali pengulangan (buah) untuk tiap tingkat kematangan komoditas. Hasil uji identifikasi ditunjukkan dalam Tabel 8, 9, dan 10.

Dari hasil pengujian diperoleh persentase keberhasilan identifikasi kematangan bau jeruk sebesar 93.75%, stroberi sebesar 75%, dan tomat 81.25%. Sehingga secara keseluruhan dapat diketahui rata-rata tingkat keberhasilan sistem identifikasi kematangan buah untuk komoditas jeruk, stroberi, dan tomat adalah sebesar:

Kesimpulan

1. Sistem pengukuran uap/aroma berbasis penciuman elektronik (*e-nose*) menggunakan 5 deret sensor semikonduktor SnO₂ untuk identifikasi kematangan buah tropika (jeruk, stroberi, dan tomat) telah berhasil dikembangkan.
2. Tiap pengukuran sampel buah dilakukan selama 1 menit dengan periode pengambilan data 0.5 detik diperoleh karakteristik sensor yang mempunyai respon berbeda-beda untuk tiap tingkat kematangan.
3. Arsitektur jaringan syaraf tiruan untuk sistem identifikasi adalah 5 input dan 4 output dengan jumlah neuron hidden layer untuk identifikasi kematangan jeruk dan stroberi adalah 16 sedangkan untuk tomat adalah 32.
4. Persentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi tingkat kematangan buah (jeruk, stroberi, dan tomat) adalah sebesar 83.33%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Jenderal Soedirman yang telah membiayai penelitian ini lewat dana DIPA I tahun 2010.

Daftar Pustaka

- Borjesson, T., T. Eklov, A. Jonsson, H. Sundgren, And J. Schnurer. 1996. Electronic Nose for Odor Classification of Grains. *J. Cereal Chem.* American Association of Cereal Chemists, Inc.73(4):457-461.
- Duran, C.M., and J. Brezmes Liecha. 2006. Electronic Olfaction System To Quality Control of Bakery Product. *J. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada.* ISSN: 1692-7257- Volume 2-No.8.
- Haryanto, B., I W. Budiastara dan A. Trisnobudi. 2000. Pengaruh Posisi Durian Dalam Penentuan Kematangan Secara Non Destruktif Menggunakan Gelombang Ultrasonik. *Bulletin keteknikan Pertanian.* Vol. 14, No. 1. Hal 44 – 54.
- Haryanto, B., I W. Budiastara, dan H. Purwadaria. 1999. Pengujian Mutu Buah-buahan Secara Non Destruktif Dengan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Agri Media.* Volume 5. No I Hal 66 – 68.
- Kusumoputro, B. 2005. Pengembangan Riset Berkesinambungan: Sistem Penciuman Elektronik Menggunakan Metoda Kecerdasan Komputasional. *Prosiding. Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.* Universitas Kristen Satya Wacana. Hal 1-7.
- Kusumoputro, B., W. I. Jatmiko, dan Yuniarto. 2002. Pengembangan Sistem Pelacak Sumber Gas Artfisial Menggunakan Semikonduktor Tgs-822. *Prosiding. Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi.* Vol 3 No1 hal 50-53.
- Nidal F.S dan Iskandarani. 2004. Quality Control of Coffee Using an Electronic Nose System. *American Journal of Applied Sciences* 1(2): 129-135. ISSN 1546-9239. Asian Network for Scientific Information.
- Thiang dan L. Indrotanoto. 2008. Otomasi Pemisah Buah Tomat Berdasarkan Ukuran Dan Warna Menggunakan Webcam Sebagai Sensor. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Komputer dan Aplikasinya – Snika.*