



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS

Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KIMIA FISIKA
(Kode : C-07)

ISBN : 978-979-1533-85-0

Pengenalan Pola Respon Aroma Teh dengan Menggunakan Electronic Nose

Ninin Supriatiningsih^{*1}, Taslim Ersam¹, M. Rivai², Suprpto¹, Fredy Kurniawan¹

¹ Jurusan Kimia, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS, Surabaya – 60111

² Jurusan Teknik Elektro, FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS, Surabaya – 60111

* Keperluan korespondensi, tel/fax : 085645078424, email: ni2n.gals@gmail.com

Abstrak

Telah dilakukan uji teh dengan menggunakan gugusan sensor gas yang dilengkapi dengan perangkat lunak pengenalan pola (*electronic nose*). Sensor gas yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari lima sensor gas model TGS 2600, TGS 2602, TGS 2610, TGS 2611 dan TGS 2620. Data diperoleh dari respon sensor dalam bentuk perubahan voltase dari 5 buah sensor yang digunakan. Teh yang diuji dalam penelitian ini adalah teh hijau, teh hitam, teh putih, dan teh wangi. Identifikasi aroma teh dengan menggunakan *electronic nose* diharapkan memberikan data kualitatif mengenai kualitas teh sebagaimana metode konvensional. Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan *Principal Component Analysis (PCA)*. Selain itu, dilakukan pengamatan dengan menggunakan sampel teh hitam yang berasal dari lokasi perkebunan yang berbeda. Hasil pengamatan terhadap perubahan voltase menunjukkan bahwa gugusan sensor gas (*electronic nose*) memberikan respon yang berbeda pada jenis teh yang berbeda. Hasil analisis *Principal Component Analysis (PCA)* menunjukkan bahwa *electronic nose* dapat membedakan teh hijau, teh hitam, teh putih, dan teh wangi serta teh hitam yang berasal dari lokasi perkebunan yang berbeda.

Kata Kunci: Teh, Electronic nose, Principal Component Analysis, sensor gas

PENDAHULUAN

Electronic nose (E-nose) telah banyak diterapkan dalam berbagai penentuan kualitas makanan dan produk pertanian. Penelitian produk teh dengan *E-nose* sudah dilakukan oleh Dutta et al. [1] untuk mengklasifikasi aroma dari teh hitam dengan kondisi dan proses pengolahan yang berbeda dan dikorelasikan dengan panel manusia (*tea tasters*). Batthacharya et al [2] menggunakan *E-nose* untuk monitoring pola emisi senyawa volatil selama proses oksidasi enzimatis dan deteksi waktu optimum untuk proses oksidasi enzimatis. Yu H. et al. [3] menyebutkan bahwa *E-nose* dapat digunakan untuk identifikasi tingkat kualitas teh hijau yang berasal dari kebun yang sama melalui pola signal respon sensor *E-nose*.

Yang Z et al. [4] telah berhasil melakukan identifikasi beberapa sampel teh hijau yang mempunyai kandungan kumarin yang berbeda. Yu H dan Wang Ju [5] berhasil membedakan tingkat kualitas, waktu optimum untuk proses identifikasi aroma, dan optimasi volume tempat sampel dari teh hijau LongJing. Pada kasus yang lain, Ananingsih, V et al. [6] melaporkan sensor semikonduktor logam oksida memiliki sensitivitas dan waktu kestabilan yang baik untuk monitoring aroma teh. Menurut Tudu [7] kualitas teh bergantung pada kondisi perkebunan, jenis tanaman, musim dan cara penanganan daun teh setelah panen.

Dari uraian di atas, didapatkan bahwa kualitas teh biasanya dikaitkan dengan aroma atau senyawa volatil yang terkandung di dalam teh.

Aroma atau senyawa volatil tersebut memungkinkan penggunaan sensor gas untuk uji kualitas atau aroma teh sebagaimana penelitian yang disebutkan di atas. Dari penelitian tentang aroma teh yang telah dilakukan dengan *E-nose*, kebanyakan membahas tentang identifikasi tingkat kualitas teh dari jenis yang sama. Hanya beberapa yang melaporkan tentang aplikasi *E-nose* untuk identifikasi aroma teh dari jenis yang berbeda dan dari tempat perkebunan yang berbeda.

Pada penelitian ini akan dilakukan uji senyawa volatil penyusun aroma teh dengan rangkaian sensor gas TGS (*Taguchi Gas Sensor*) yang diproduksi oleh perusahaan sensor gas Figaro Engineering, Inc. Elemen sensor dalam sensor gas TGS adalah semikonduktor timah(II)oksida (SnO_2) yang mempunyai konduktivitas yang rendah dalam udara bersih, murah, masa hidupnya panjang, dan mempunyai sensitivitas yang baik untuk mendeteksi gas. Sensor gas yang dipakai dalam penelitian ini adalah TGS 2600, TGS 2610, TGS 2602, TGS 2611, dan TGS 2620.

Data identifikasi aroma teh yang diperoleh adalah pola respon sinyal dari sensor gas TGS yang digunakan dalam penelitian ini, kemudian diolah dengan menggunakan metode statistik multivariat, yaitu *Principal Component Analysis* (PCA). Prinsip dasar dari algoritma PCA adalah mengurangi dimensi suatu set data namun tetap mempertahankan sebanyak mungkin informasi dalam set data tersebut.

PROSEDUR PERCOBAAN

1. Alat dan Bahan Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

a. Perbedaan jenis teh

Bahan yang digunakan untuk variabel ini adalah teh hitam, teh hijau, teh wangi (*Jasmine tea*) dan teh putih.

b. Perbedaan tempat perkebunan teh

Bahan yang digunakan untuk variabel ini adalah jenis teh hitam yang berasal dari tempat perkebunan yang berbeda yaitu teh Malang, teh Lumajang, teh Semarang, dan teh Bandung.

2. Tahapan Penelitian

a. Persiapan Bahan

Sampel yang digunakan untuk uji aroma ini terdiri dari 4 jenis teh yaitu berupa teh hitam, teh hijau, teh wangi (*Jasmine tea*), dan teh putih; serta teh hitam dari tempat perkebunan yang berbeda. Masing-masing jenis teh akan dilakukan 10 kali pengujian aroma dan Berat dari tiap-tiap sampel teh adalah 5 gram.

b. Persiapan Alat

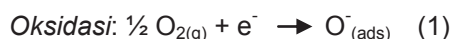
Peralatan yang digunakan adalah *Electronic Nose* (hidung elektronik) yang digunakan untuk mengidentifikasi aroma dari semua jenis teh yang digunakan dalam penelitian ini. Satu set *Electronic Nose* (gambar 1) terdiri dari:

- 1) 5 sensor gas yaitu TGS 2600, TGS 2602, TGS 2611, TGS 2620, dan TGS 2610.
 - TGS 2600 yang peka terhadap udara yang telah terkontaminasi
 - TGS 2602 yang peka terhadap amoniak dan H_2S
 - TGS 2611 yang peka terhadap gas metana.
 - TGS 2620 yang peka terhadap uap senyawa organik.
 - TGS 2610 yang peka terhadap gas metan, propan, dan butan.
- 2) Satu tempat sampel teh
- 3) Alat data akuisisi
- 4) PC atau komputer
- 5) Neraca analitik

c. Prinsip Kerja Sensor

Sensor gas ini bekerja memakai prinsip *chemoresistor*, konduktivitas sensor akan berubah dengan adanya unsur-unsur kimia (dari gas) yang bekerja pada permukaan lapisan sensor (SnO_2).

Perubahan konduktivitas tersebut dikarenakan perubahan atau perpindahan elektron-elektron valensi pada atom-atom lapisan sensor akibat adanya reaksi dengan gas-gas reaktan (gas pereduksi). Reaksi yang terjadi adalah reaksi oksidasi-reduksi (redoks). Secara umum reaksi yang terjadi adalah:



Sedangkan mekanisme kerja sensor secara umum, dijelaskan pada gambar 2. Reaksi terjadi pada permukaan SnO_2 , pada suhu kerja antara 300-400°C pada SnO_2 murni dan 200-250°C pada $\text{SnO}_2 + \text{dopant}$ (tanpa adanya gas pereduksi).

3. Analisis Data

a. Pengukuran Perubahan Voltase

Pengukuran perubahan voltase pada masing-masing sensor gas adalah dengan mencari selisih antara voltase ketika dikenakan aroma dan voltase ketika dikenakan udara bebas. Berikut rumus dari perubahan voltase:

$$dV = V_{\text{aroma}} - V_{\text{udara bebas}}$$

b. Penentuan/Identifikasi Aroma Teh

Sampel daun teh kering dimasukkan ke dalam sebuah wadah tertutup. Sampel didiamkan selama ± 15 menit untuk menunggu terjadinya keseimbangan antara aroma teh dengan udara *head space*. Setelah terjadi keseimbangan, udara pada *head space* didalamnya dimasukkan udara yang dipompakan dari luar sehingga aroma dari daun teh dapat dialirkan melalui sebuah saluran menuju *E-nose*. Aroma teh akan memberikan reaksi berupa perubahan voltase pada setiap sensor gas. Data yang diperoleh dari perubahan voltase ini berupa data digital komputer kemudian dianalisa menggunakan metode analisis

multivariat *Principal Component Analysis* (PCA) sehingga diperoleh data hasil identifikasi aroma teh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Aroma Teh

Pada penelitian ini digunakan sampel dari produk hilir pengolahan teh meliputi jenis teh hitam, teh hijau, teh wangi, teh putih dan pelbagai jenis teh hitam yang diperoleh dari tempat perkebunan yang berbeda tanpa perlakuan khusus. Dengan prinsip kerja yang dimiliki oleh peralatan hidung elektronik ini, akan diperoleh data perubahan voltase dari masing-masing jenis teh yang digunakan dalam pengujian. Dengan melihat pola perubahan voltase dari masing-masing jenis teh tersebut, kemudian data yang diperoleh akan dianalisa dengan program PCA.

Cara pembacaan data perubahan voltase (dV) keluaran dari pola grafik tersebut adalah dengan mencari selisih nilai voltase masing-masing sensor saat dikenakan aroma tertentu dengan nilai voltase masing-masing sensor saat dikenakan udara bebas.

$$dV = V_{\text{aroma}} - V_{\text{udara bebas}}$$

Pada penelitian ini, tiap pengujian direplikasi sebanyak 10 kali, sehingga pada grafik terdapat 10 siklus proses pembacaan aroma teh. Dalam 1 siklus pembacaan aroma terjadi 2 pengujian, yaitu 1 proses pengujian udara bebas dan 1 proses pengujian aroma teh. Perpindahan proses pengujian dari udara bebas ke aroma teh terdapat *time off* selama 10 detik untuk dijadikan *baseline* dan pengujian aroma teh dilakukan selama 5 menit. Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian aroma selama 5 menit adalah untuk mengantisipasi hasil dari kestabilan dari gas teh murni. Mengingat gas dari teh dapat habis apabila dilakukan proses pendeteksian dalam waktu yang lama. Ketika terjadi proses pengujian udara bersih, grafik akan turun dan ketika muncul aroma, terjadi reaksi terhadap gas sensor berupa perubahan voltase. Besarnya

perubahan voltase pada masing-masing sensor berbeda. Dari kesepuluh siklus ini akan membentuk pola alur garis yang ditunjukkan pada gambar 3.

Secara umum, semakin besar perubahan voltase yang ditunjukkan, maka semakin besar pula kandungan *volatile organic compound* (VOC) pada teh tersebut. Berdasarkan data yang diperoleh (tabel 1), terlihat bahwa urutan aroma teh dari yang terkuat sampai yang terlemah adalah teh wangi, teh hitam, teh hijau, dan teh putih. Hal ini sesuai dengan pendapat para ahli teh bahwa teh hitam memiliki senyawa penyusun aroma yang lebih banyak daripada teh hijau yang dihasilkan dari proses oksidasi enzimatik, sedangkan teh hijau memiliki senyawa penyusun aroma yang berasal dari daun teh segar dan hanya terbentuk sedikit aroma baru selama proses pembuatannya. Pada teh wangi mempunyai aroma yang paling kuat karena teh wangi berasal dari teh hijau yang dicampur dengan bunga melati dan selanjutnya dikeringkan kembali. Teh putih mempunyai aroma yang paling lemah karena teh putih berasal dari peko daun teh yang kemudian dikeringkan, kerusakan dari daun peko ini sangat kecil sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi enzimatik juga sangat kecil. Dari data perubahan voltase ini kemudian dibuat grafik untuk melihat pola respon sensor untuk tiap-tiap jenis teh (gambar 4).

Pada tabel 2 terdapat data perubahan voltase dari teh hitam yang berasal dari tempat perkebunan yang berbeda. Perbedaan ini dikarenakan masing-masing perkebunan baik perkebunan Malang, perkebunan Lumajang, perkebunan Semarang, dan perkebunan Bandung mempunyai ciri khas masing-masing dalam pengolahan teh seperti penggunaan bahan baku, cara pengolahan, kondisi dan letak perkebunan teh. Menurut beberapa ahli pengolahan teh, kualitas teh yang baik ditentukan oleh ketinggian

dari suatu perkebunan, semakin tinggi letak perkebunan maka kualitasnya semakin bagus. Perbedaan ini menyebabkan perbedaan kualitas dan kuantitas penyusun aroma dari tiap-tiap teh. Pada gambar 5 menunjukkan grafik pola respon sensor untuk teh hitam yang berasal dari teh Malang, teh Lumajang, teh Semarang, dan teh Bandung.

2. Analisa Statistik (Ploting Data Voltase pada PCA)

Metode *Principal Component Analysis* (PCA) dapat diterapkan untuk mereduksi jumlah data yang besar. Prinsip dasar dari algoritma PCA adalah mengurangi dimensi set data namun tetap mempertahankan sebanyak mungkin informasi dalam set data tersebut [8].

Nilai pola data yang tidak dinormalisasi digunakan sebagai masukan PCA. Dari hasil plot data di PCA (gambar 6 dan gambar 7) terlihat bahwa masing-masing jenis kelompok sampel menempati lokasi yang berbeda sehingga dapat dikatakan bahwa *E-nose* dapat membedakan jenis teh yang dideteksi.

KESIMPULAN

1. Data perubahan voltase hasil pengujian aroma dengan *E-nose* dapat mengidentifikasi aroma teh.
2. Secara keseluruhan, urutan kekuatan aroma dari yang terkuat sampai yang terlemah adalah teh wangi (*Jasmine tea*), teh hitam, teh hijau dan teh putih.
3. Perbedaan tempat perkebunan berpengaruh pada aroma teh hasil pengolahan.
4. PCA merupakan cara yang baik untuk mengelompokkan aroma teh berdasarkan jenis dan lokasi perkebunan dari sampel teh tersebut.

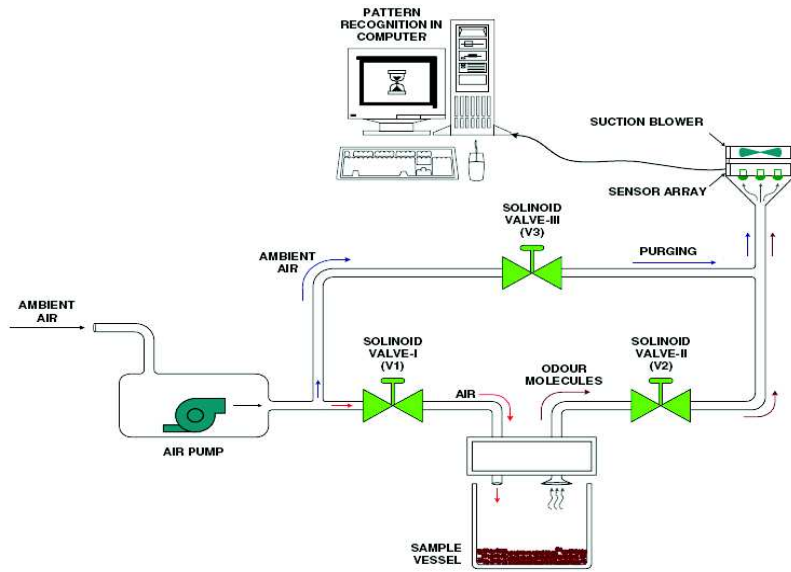
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PTPN XII yang mendukung penelitian ini. Laboratorium Kimia Analitik, laboratorium PHKI, dan laboratorium Teknik Elektro ITS atas sarana dan prasarana yang menunjang penelitian ini. Tim Chemo-Biosensor dan rekan-rekan jurusan Kimia dan rekan-rekan jurusan teknik Elektro ITS atas kerjasama yang baik dan semua pihak yang telah membantu.

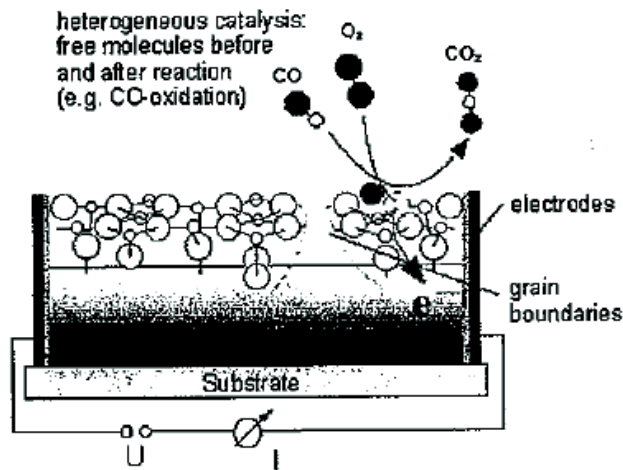
DAFTAR RUJUKAN

- [1] Dutta R., E.L. Hines, J.W. Gardner, K.R. Kashwan, M. Bhuyan. 2003. *Sens. Actuators B: Chem.* 94, 228–237.
- [2] Bhattacharyya N., S. Seth, B. Tudu, P. Tamuly, A. Jana, D. Ghosh, R. Bandyopadhyay, M. Bhuyan, S. Sabhapandit. 2007. *Sens. Actuators B: Chem.* 122, 627–634.
- [3] Yu Huichun., Jun Wang., Cong Yao., Hongmei Zhang., Yong Yu,. 2008. *LWT* 41 1268–1273
- [4] Yang Ziyin., Fang Dong., Kazuo Shimizu., Tomomi Kinoshita., Masaki Kanamori., Akio Morita., Naoharu Watanabe. 2009. *Journal of Food Engineering* vol. 92 page: 312–316
- [5] Wang Ju and Huichun Yu,. 2007. *Sensors and Actuators B* vol. 122 page 134–140
- [6] Victoria K. Ananingsih, Amber Sharma, Weibiao Zhou,. 2011 *Food Research International*
- [7] Tudu B., Arun Jana., Animesh Metla., Devdulal Ghosh., Nabarun Bhattacharyya, Rajib Bandyopadhyay. 2009. *Sensor and Actuators B: Chemical*, Volume 138, Issue 1 Pages 90-95
- [8] Supranto, J.2004. *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi* Jakarta: Rineka Cipta.

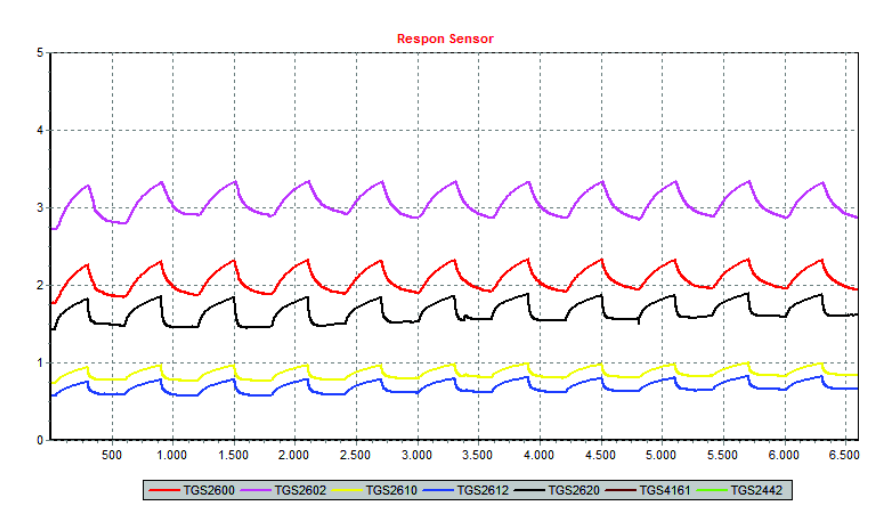
LAMPIRAN



Gambar 1. Skema Alat Gugusan Sensor Gas (*electronic nose*)



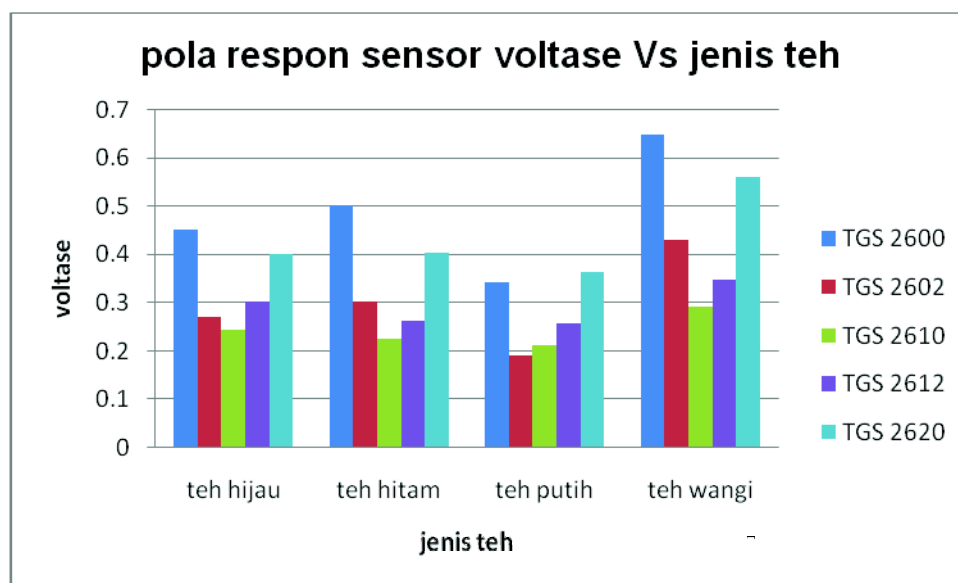
Gambar 2. Mekanisme Kerja Sensor



Gambar 3. Respon Sensor dengan Replikasi 10 x.

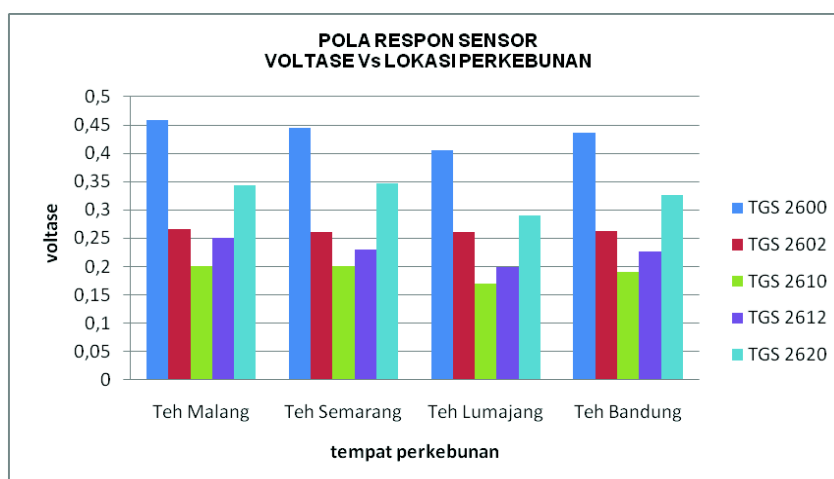
Tabel 1. Data perubahan voltase dari masing-masing jenis the

Jenis teh	TGS 2600	TGS 2602	TGS 2610	TGS 2612	TGS 2620
teh hijau	0,451406	0,271318	0,243721	0,302959	0,40166
teh hitam	0,501656	0,301824	0,224281	0,261515	0,403618
teh putih	0,341895	0,189668	0,211816	0,258486	0,362373
teh wangi	0,646436	0,430225	0,291182	0,346904	0,559248

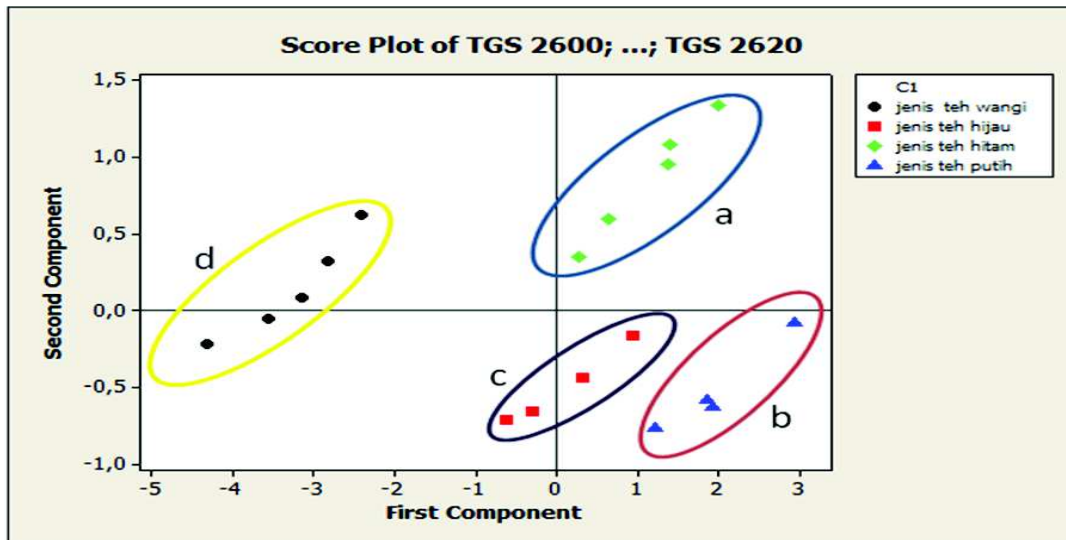


Tabel 2. Data Perubahan Voltase Teh Berdasarkan Perbedaan Tempat Perkebunan

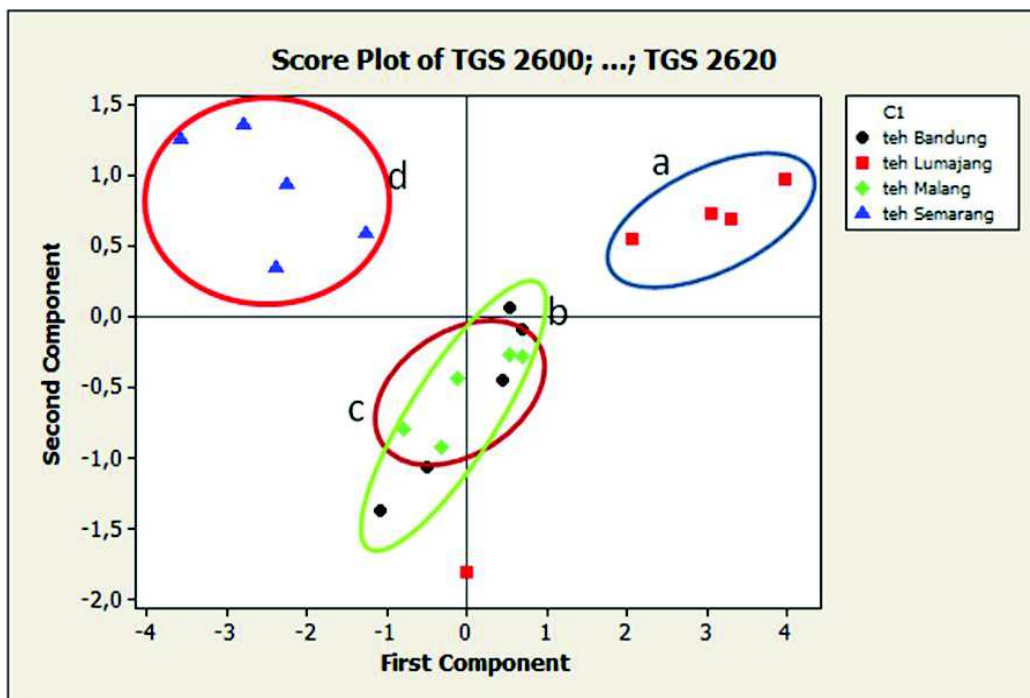
	TGS 2600	TGS 2602	TGS 2610	TGS 2612	TGS 2620
Teh Malang	0,458509	0,266508	0,201509	0,250408	0,343053
Teh Semarang	0,444683	0,26165	0,201313	0,23001	0,346729
Teh Lumajang	0,404868	0,260288	0,17042	0,19938	0,290039
Teh Bandung	0,44521	0,276768	0,197227	0,228164	0,344312



Gambar 5. Grafik pola respon sensor berdasarkan lokasi perkebunan



Gambar 6. Pemetaan sampel teh dengan PCA (a) teh hitam (b) teh putih (c) teh hijau (d) teh wangi



Gambar 7. Pemetaan sampel teh berdasarkan lokasi perkebunan dengan PCA (a) teh Lumajang (b) teh Bandung (c) teh Malang (d) teh Semarang