

## ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP SENSITIVITAS SENSOR PADA HIDUNG ELEKTRONIK UNTUK KEMATANGAN BUAH KELAPA SAWIT

**Minarni Shiddiq, Dian Eka Rachmawati\***

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

\*E-mail korespondensi: [dian.eka0046@student.unri.ac.id](mailto:dian.eka0046@student.unri.ac.id)

### ABSTRACT

*Electronic noses have been developed for decades in many fields. Recently, electronic nose has been used in agriculture to detect the ripeness of fruits because fruits also produce volatile gas during ripening. Oil palm fresh fruit bunches (FFB) is the main source of crude palm oil, its quality depends on the ripeness levels of oil palm FFB. Therefore, electronic detections of oil palm FFB ripeness need to be developed. This study was aimed to investigate the effect of temperature variation on the sensitivity of gas sensors in an electronic nose designed for detecting the ripeness of oil palm FFB. The electronic nose used in this study consisted of 4 sensors which were TGS 2611, TGS 2620, TGS 813 and TGS 822. Samples were peeled fruitlets of ripe oil palm FFB which were heated to temperatures of 30°C, 45°C, and 60°C. Response of each sensor was represented as a trapezoid area of voltage versus time for convenience. The results showed that there was a significant difference in the output voltage of each sensor when the sample temperatures were varied. Fruitlets of oil palm FFB heated at 60°C resulted in higher trapezoid area which mean more volatile gas released. Based on the resulted trapezoid area for each sensor. Sensors of TGS 2611 and TGS 822 are the most sensitive which have higher trapezoid area for the variation of the temperatures.*

**Keywords:** Electronic Nose, Gas Sensor, Ripeness, Temperature, Oil Palm FFB.

### ABSTRAK

*Hidung elektronik telah dikembangkan selama beberapa dekade di berbagai bidang. Baru-baru ini, hidung elektronik telah digunakan di bidang pertanian untuk mendeteksi kematangan buah karena buah-buahan juga menghasilkan gas yang mudah menguap selama pematangan. Tandan buah segar (TBS) kelapa sawit merupakan sumber utama minyak sawit mentah, kualitasnya tergantung pada tingkat kematangan TBS kelapa sawit. Oleh karena itu, deteksi elektronik terhadap kematangan TBS kelapa sawit perlu dikembangkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap sensitivitas sensor gas pada hidung elektronik yang dirancang untuk mendeteksi kematangan TBS kelapa sawit. Hidung elektronik yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 sensor yaitu TGS 2611, TGS 2620, TGS 813 dan TGS 822. Sampel berupa buah kupas TBS kelapa sawit matang yang dipanaskan pada suhu 30°C, 45°C, dan 60°C. Respon setiap sensor direpresentasikan sebagai area trapesium tegangan versus waktu untuk kemudahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tegangan keluaran yang signifikan dari masing-masing sensor ketika suhu sampel divariasikan. Buah TBS kelapa sawit yang dipanaskan pada suhu 60°C menghasilkan luas trapesium yang lebih tinggi yang berarti lebih banyak gas volatil yang dilepaskan. Berdasarkan luas trapesium yang dihasilkan untuk masing-masing sensor. Sensor TGS 2611 dan TGS 822 adalah yang paling sensitif yang memiliki area trapesium yang lebih tinggi untuk variasi suhu.*

**Kata kunci:** Hidung Elektronik, Sensor Gas, Kematangan, Suhu, TBS Kelapa Sawit.

*Diterima 12-11-2021 | Disetujui 28-06-2022 | Dipublikasi 31-07-2022*

## PENDAHULUAN

Hidung elektronik merupakan sistem elektronik yang sangat berkembang saat ini dan mempunyai berbagai aplikasi. Aplikasi hidung elektronik dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti, bidang lingkungan, medis, dan industri pertanian [1]. Aplikasi hidung elektronik dalam bidang lingkungan digunakan untuk mendeteksi kandungan gas berbahaya pada ruangan tertutup dan ruangan terbuka [2]. Bidang medis digunakan untuk mendiagnosis penyakit paru-paru melalui gas yang dikeluarkan dari nafas manusia [3]. Aplikasi hidung elektronik dalam bidang pertanian salah satunya untuk mendeteksi kualitas produk pertanian [4].

Kualitas produk pertanian dapat ditentukan berdasarkan warna, aroma dan rasa [5]. Produk pertanian memiliki aroma yang berbeda-beda karena mengandung senyawa volatil yang mudah menguap. Senyawa volatil yang mudah menguap terjadi karena adanya perbedaan proses biokimia. Komponen utama penyusun aroma terdiri dari fenolat, komposisi lipid, pound, asam amino, dan seskuiterpen [4]. Senyawa volatil juga dapat menentukan tingkat kematangan buah.

Kematangan buah dapat ditentukan berdasarkan warna kulit, volum, massa dan gas pada buah. Gas yang terdapat pada buah dapat dideteksi menggunakan sensor elektronik. Sensor gas merupakan salah satu sensor elektronik yang digunakan dalam sistem hidung elektronik. Prinsip kerja dari sensor gas mendeteksi partikel gas dengan ionisasi rendah yang mengenai permukaan sensor. Sensor gas yang terletak pada ruangan terbuka sangat sensitif terhadap partikel gas dengan ionisasi rendah sehingga untuk meningkatkan kinerja dan kestabilan sensor harus diletakkan pada wadah tertutup agar tidak terkontaminasi dengan gas lain.

Sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi gas buah, salah satunya sensor TGS (*Taguchi Gas Sensors*). Sensor TGS memiliki kelebihan dan kekurangan untuk mendeteksi gas. Kelebihan sensor TGS dapat mendeteksi gas dengan cepat dan mampu mendeteksi gas

pada jarak 50 cm [6]. Kelemahan sensor TGS harus memperhatikan jarak sensor terhadap tegangan karena dapat menimbulkan percikan api, selain itu sensor TGS memiliki sensitivitas dan kepekaan yang terbatas.

Sensitivitas sensor dapat ditingkatkan dengan memberikan variasi suhu [7]. Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sensitivitas dari sensor TGS. Sensor TGS memiliki respon dan sensitivitas yang semakin meningkat apabila diberikan variasi suhu pada sensor dan sampel. Variasi suhu permukaan sensor TGS dengan cara memberikan variasi tegangan masukan pada pemanas sensor [8]. Pemanasan sensor dapat digunakan untuk membersihkan lapisan penginderaan sensor dari gas yang terserap [7].

Konsentrasi oksigen yang terserap dapat menarik elektron dari permukaan semikonduktor sehingga menimbulkan potensial *schottky* penghalang dibatas butir dan menyebabkan resistansi sensor meningkat. Sensitivitas sensor terhadap suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya gas, semikonduktor oksida, struktur perangkat sensor, dan bahan penginderaan yang digunakan. Variasi suhu sampel juga dapat meningkatkan sensitivitas sensor dengan cara memanaskan sampel.

Pemanasan sampel TBS (Tandan Buah Segar) kelapa sawit dilakukan agar gas pada TBS kelapa sawit dapat berubah fase dari padat menuju gas. TBS kelapa sawit dipanaskan menggunakan *thermostat element* pemanas yang terhubung dengan arduino nano. *Thermostat element* pemanas dihubungkan menggunakan *power supply*. Tegangan dan arus diatur sesuai dengan suhu yang dibutuhkan. Pemanasan suhu sampel telah dilakukan lebih dahulu oleh [9]. Sampel dipanaskan untuk meningkatkan konsentrasi gas sehingga dapat dideteksi dengan menggunakan hidung elektronik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu terhadap sensitivitas sensor gas pada hidung elektronik yang dirancang untuk mendeteksi kematangan TBS kelapa sawit. Tingkat kematangan TBS kelapa

sawit dilakukan dengan memberikan variasi suhu pada sensor sampel. Sensor yang digunakan terdiri dari sensor TGS 2620, 2611, 822 dan TGS 813. Arduino nano digunakan sebagai objek kontrol dari kinerja sistem sensor TGS yang dirancang dan dibuat berbasis *open source*. Penelitian ini membandingkan tingkat sensitivitas sensor TGS dengan analisa pengaruh suhu untuk kematangan buah sawit dengan kategori matang.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen untuk melihat pengaruh suhu sampel terhadap sensitivitas sensor TGS. Alat dan bahan yang digunakan adalah sensor TGS 2611, TGS 822, TGS 813 dan TGS 2620, *thermostat element* pemanas, sensor DHT 22, mikrokontroler arduino nano, kabel jumper, selang, pompa vakum, chamber sampel, chamber sensor, *power supply*, penetrometer GY-3, kipas mini DC, termokopel, modul *converter USB power supply*, *adaptor charge* dan laptop. Sampel yang digunakan yaitu TBS kelapa sawit dengan varietas tenera. Bagian TBS yang digunakan pada penelitian ini yaitu bagian tengahnya saja dengan kategori matang.

Hidung elektronik terbagi menjadi dua ruang yaitu ruang alat dan ruang sampel. Ruang alat terbuat dari bahan akrilik yang berukuran  $16 \times 17 \times 16$  cm. Bagian ruang sensor berukuran  $7 \times 7 \times 7$  cm. Alat-alat yang terdapat pada ruang alat terdiri dari pompa, vakum, kabel jumper, arduino nano dan modul *converter power supply* USB step up/down DC. Ruang sensor terdiri dari sensor TGS 2611, TGS 822, TGS 813 dan 2620 dan sensor DHT 22. Ruang sampel terdapat 2 selang yang terhubung dengan 2 buah pompa. Pompa bertugas untuk menghisap molekul gas pada ruang sampel lalu diteruskan pada ruang sensor.

Ruang sampel hidung elektronik terbuat dari bahan aluminium berbentuk silinder dengan ukuran panjang 10 cm dan diameter 10 cm. Chamber sampel terbagi menjadi dua ruang. Ruang pertama diberi pembatas pada ketinggian

3 cm sebagai tempat *thermostat element* pemanas. *Thermostat element* pemanas digunakan untuk memanaskan sampel pada suhu 30°C, 45°C, dan 60°C. Sisi samping silinder diberi lubang dengan ukuran  $1,5 \times 0,2$  cm. Sisi samping silinder diberi lubang agar kaki dari *thermostat element* pemanas dapat dihubungkan dengan menggunakan *power supply*. Bagian kedua ruang sampel diberi pembatas pada ketinggian 7 cm. Bagian ruang kedua sampel digunakan untuk meletakkan sampel. Ruang sampel terhubung dengan 2 buah selang untuk menghisap molekul gas lalu gas diteruskan melalui selang menuju ruang sensor.

**Tabel 1.** Sensor gas TGS.

Jenis sensor gas	Gas deteksi
TGS 813	Mendeteksi gas metana dan LPG gas
TGS 822	Mendeteksi gas toluene, Oxylene, Alkohol
TGS 2620	Alkohol, pelarut organik
TGS 2611	Metana

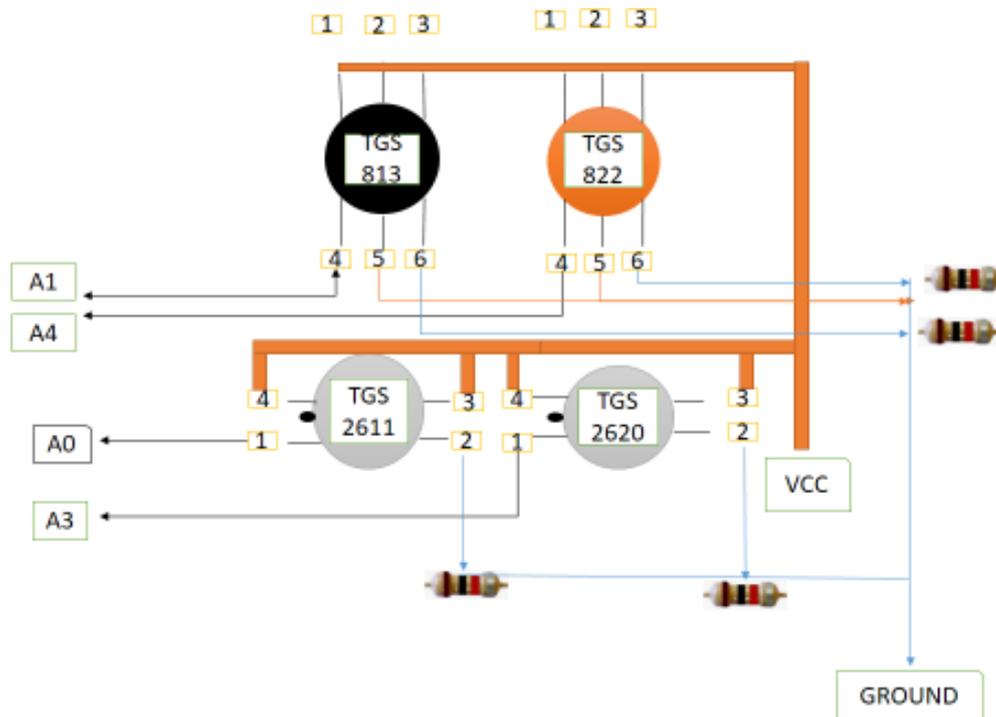
Rangkaian sensor TGS pada gambar 1 terdiri dari 4 sensor yaitu sensor TGS 2611, TGS 813, TGS 2620 dan TGS 822. Sensor TGS 2611 dan TGS 2620 terdiri dari 4 kaki. Kaki pertama sensor TGS 2611 terhubung dengan pin analog A0 pada arduino nano. Kaki kedua terhubung ke resistor bernilai 1 kilo ohm dan terhubung dengan ground pada arduino nano. Kaki ke tiga dan kaki ke empat dihubungkan ke VCC.

Sensor TGS 813 dan 822 memiliki 6 buah kaki. Kaki pertama, kedua dan ketiga sensor TGS 813 dihubungkan ke VCC. Kaki keempat terhubung dengan pin analog A1 pada arduino nano. Kaki kelima terhubung ke ground pada pin arduino nano. Kaki keenam terhubung dengan resistor bernilai 1 kilo ohm. VCC dihubungkan dengan menggunakan modul *converter power supply* USB step up/down DC dengan tegangan 5 V. Kaki kaki sensor yang digroundkan terhubung dengan pin ground pada arduino nano.

Sensor DHT 22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan pada ruang sensor.

Sensor DHT 22 memiliki 3 buah kaki yang terdiri dari kaki VCC, kaki digital dan ground. Kaki VCC dihubungkan dengan tegangan 5 V yang bersumber dari arduino nano. Kaki digital dihubungkan dengan pin digital 13 arduino

nano. Kaki ground dihubungkan dengan ground arduino nano. Kipas digunakan untuk menyebarkan gas buah kelapa sawit agar gas dapat tersebar secara merata.



**Gambar 1.** Rangkaian sensor TGS 2611, 813, 2620 dan 822.

Sistem akuisisi data dimulai dari pengenalan program. Pembuatan kodingan arduino nano disesuaikan dengan alat yang digunakan seperti kodingan sensor TGS dan kodingan sensor DHT 22. Sistem arduino dijalankan dengan menghubungkan *port* arduino ke laptop. Laptop akan membaca dalam bentuk *serial plotter* dan *serial monitor*. Kodingan *python* ditulis pada aplikasi editor *sublime text*. *Sublime text* dapat mempermudah proses memperbaiki kodingan. Kodingan *python* dijalankan menggunakan *command prompt window* dengan cara memanggil file kodingan *python*. Data yang diperoleh tersimpan pada Microsoft excel. Data yang diperoleh dari Microsoft dirubah ke dalam CSV terlebih dahulu sebelum data diproses menggunakan kodingan trapezoid.

Buah kelapa sawit dimasukkan dalam ruang sampel dan dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 30°C, 45°C, dan 60°C. Sampel dipanaskan menggunakan thermostat element pemanas yang terhubung dengan *power supply*. Molekul

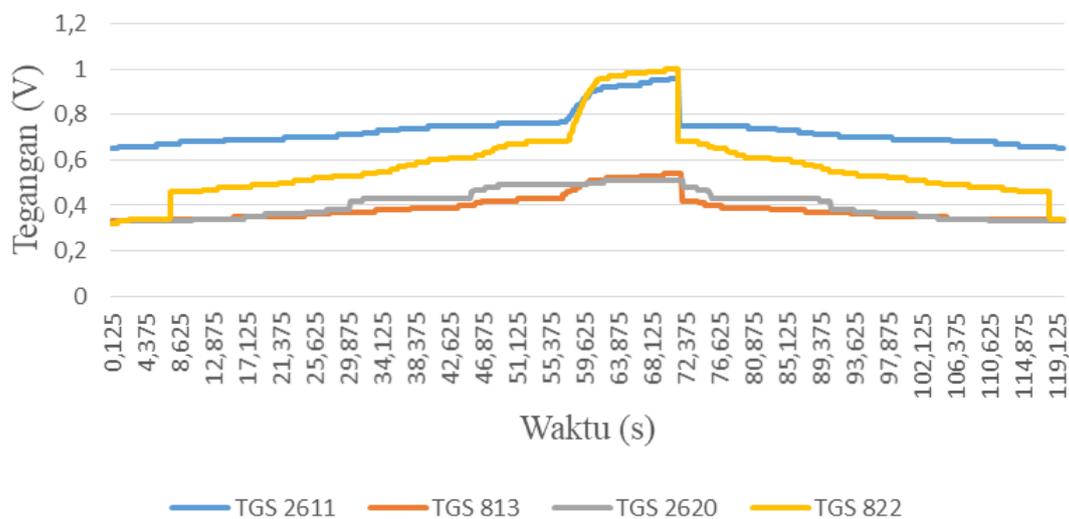
gas buah kelapa sawit dihisap menggunakan pompa dan diteruskan melalui selang yang terhubung ke ruang sensor. Gas yang terdapat pada ruang sensor disebarkan menggunakan kipas mini DC. Perangkat hidung elektronik dijalankan dengan menggunakan program *python* dan arduino nano. Pengambilan data dilakukan selama 2 menit. Data yang diperoleh setiap pengambilan data selama 2 menit berjumlah 120 data. Setiap selesai pengambilan data, pintu yang terdapat pada ruang sensor dibuka dan kipas menyala. Pintu ruang sensor dibuka bertujuan untuk pembersihan ruang sampel. Pembersihan ruang sampel dapat dideteksi dengan menggunakan program *python*. Sensor akan kembali bekerja apabila kondisi ruang sensor sudah dalam keadaan stabil dan pada layar laptop akan tertulis “Sensor TGS 2611, TGS 813, TGS 2620 dan TGS 822 sudah stabil”. Jika tulisan tersebut sudah muncul, maka dapat melakukan pengambilan data berikutnya.

Data tegangan yang diperoleh tersimpan pada Microsoft excel. Data tegangan yang terdapat pada Microsoft excel kemudian dipanggil menggunakan bahasa pemrograman *python* untuk merubah data tegangan menjadi luasan trapezoid setiap sensor. *Terminal command prompt* untuk menjalankan skrip, dan data luasan trapezoid yang dikonversi dalam bentuk excel. Data pengukuran tingkat kekerasan buah kelapa sawit secara manual menggunakan penetrometer. Data yang

diperoleh dianalisa dengan membandingkan data yang diperoleh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

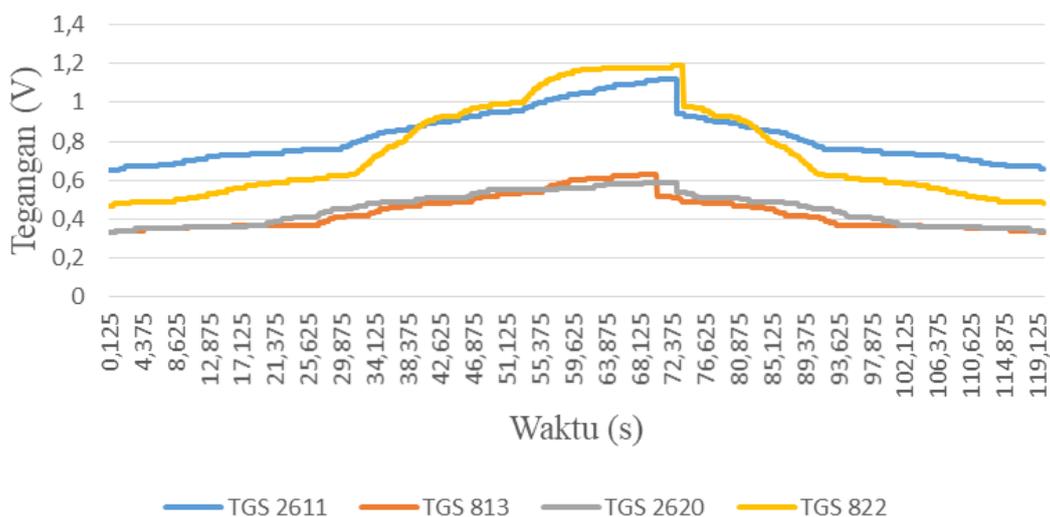
Sensor TGS memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap aroma sampel yang dipanaskan pada suhu 30°C, 45°C, dan 60°C. Sensitivitas sensor diamati dari nilai tegangan yang dihasilkan terhadap waktu.



**Gambar 2.** Nilai tegangan sensor terhadap waktu pada suhu 30°C dengan kategori sawit matang.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat sensitivitas sensor pada suhu 30°C memberikan respon paling baik yaitu sensor TGS 2611 dan TGS 822 dengan nilai tegangan 0,733656 dan 0,566937. Kemudian disusul oleh sensor lainnya yaitu TGS 2620 dan TGS 813 dengan

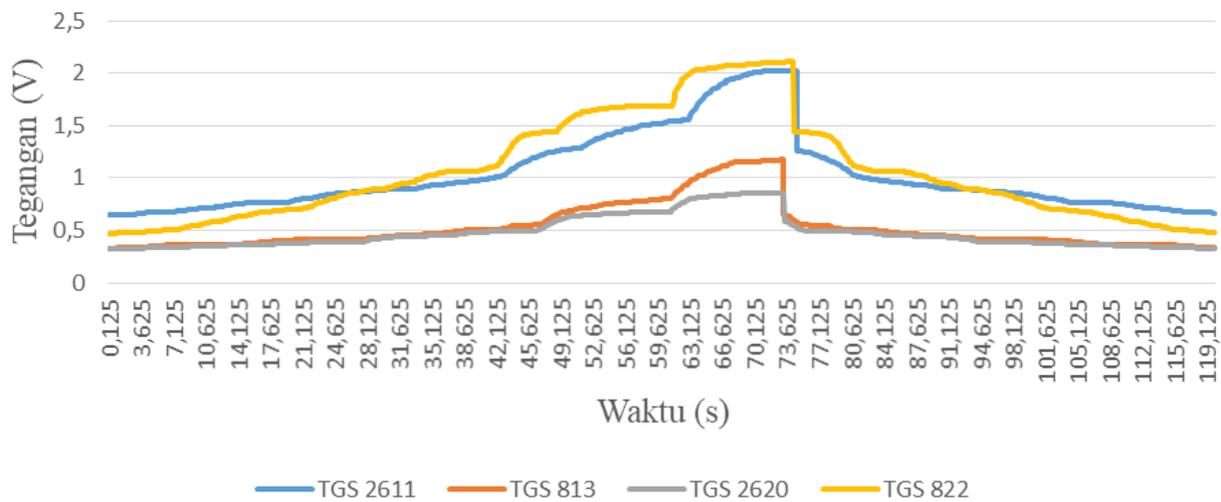
nilai tegangan 0,404344 dan 0,386323. Sensitivitas sensor pada suhu 30°C tidak memberikan nilai tegangan yang tinggi dikarenakan molekul gas yang terdapat pada buah kelapa sawit tidak terlalu menguap.



**Gambar 3.** Nilai tegangan sensor terhadap waktu pada suhu 45°C dengan kategori sawit matang.

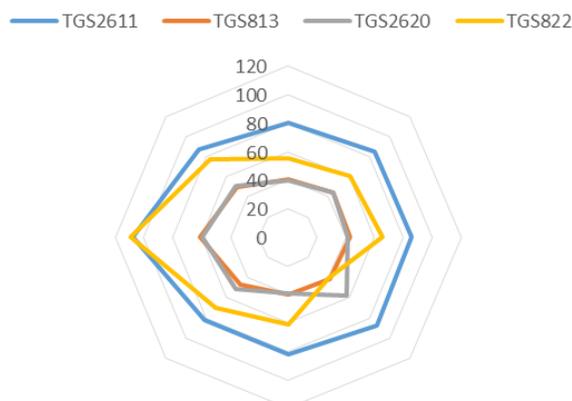
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan respon nilai tegangan paling tinggi yaitu sensor TGS 2611 dan 822 menunjukkan nilai yang tinggi yaitu 1,17 dan 1,3. Sensor TGS lainnya yaitu sensor TGS 2620 dan TGS 813 menunjukkan nilai tegangan 0,36 dan 0,37 memberikan respon yang rendah terhadap kandungan gas sawit tersebut. Gambar 4 menunjukkan sensitivitas sensor TGS pada suhu 60°C dengan

nilai tegangan tertinggi yaitu sensor TGS 2611 dan TGS 822 dengan nilai 1,28 dan 1,43. Respon tegangan sensor TGS 2620 dan TGS 813 yaitu 0,49 dan 0,56. Sensor TGS 2611 dan 822 memberikan perubahan tegangan yang cukup tinggi karena sensor TGS 822 dapat mendeteksi uap pelarut organik seperti etanol. Sensor TGS 2611 dapat mendeteksi gas metana.

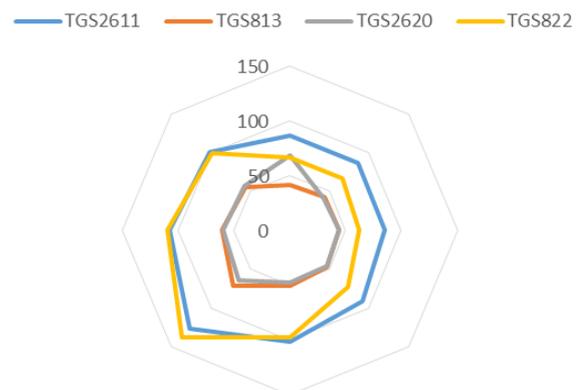


**Gambar 4.** Nilai tegangan sensor terhadap waktu pada suhu 60°C dengan kategori matang.

Tinggi rendahnya tegangan yang dihasilkan dari masing masing sensor bergantung pada kemampuan sensitivitas masing masing sensor dan persebaran gas pada ruang sensor. Berdasarkan grafik yang diperoleh seiring dengan peningkatan suhu maka sensitivitas sensor terhadap aroma sampel juga semakin meningkat.



**Gambar 5.** Grafik hubungan luasan daerah setiap sensor terhadap sampel pada suhu 30°C.

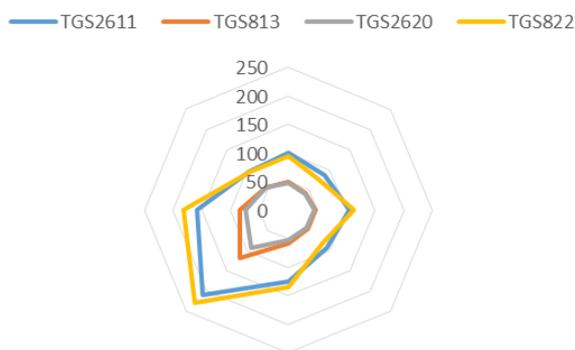


**Gambar 6.** Grafik hubungan luasan daerah setiap sensor terhadap sampel pada suhu 45°C.

Dari tabel 2 dibuat grafik radar yang terdiri dari 4 sensor TGS terhadap 9 TBS dengan kaategori matang. Grafik radar dapat dilihat pada Gambar 5. Pola tegangan yang dihasilkan masing masing sensor terhadap aroma buah kelapa sawit yang dipanaskan pada suhu 30°C. Setiap pola yang dibentuk oleh masing-masing sampel merupakan susunan yang meningkatkan tegangan keluaran dari setiap sensor gas yang

terkena aroma buah kelapa sawit yang diwakili oleh luasan daerah. Gambar 6 menunjukkan pola respon dari kumpulan sensor. Sensor gas yang dapat merespon dengan baik terhadap aroma buah sawit adalah TGS 2611 dan TGS 822. Nilai rata-rata luasan trapezoid sensor TGS 2611 dan TGS 822 yaitu 87,32063 dan 67,4875.

Pola tegangan yang dihasilkan masing-masing sensor pada suhu 45°C menghasilkan luasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu 30 °C. Berdasarkan grafik trapezoid yang ditunjukkan pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa sensor TGS 2611 dan TGS 822 memberikan nilai rata-rata luasan trapezoid yang paling tinggi yaitu 98,4705 dan 88,90822.



**Grafik 7** Grafik hubungan luasan daerah setiap sensor terhadap sampel pada suhu 60°C.

Berdasarkan grafik radar yang ditunjukkan pada Gambar 7 sensor TGS yang memberikan respon tinggi terhadap kandungan VOC (*Volatile Organic Compound*) buah kelapa sawit yaitu sensor TGS 822 dan TGS 2611. Sensor TGS 822 dapat mendeteksi uap pelarut organik seperti etanol. Sensor TGS 2611 sensitif terhadap gas metana. Menurut Kuntum *et al* (1989), CPO (*Crude Palm Oil*) dan minyak sawit teroksidasi mengandung senyawa aroma volatil seperti 2,2,6-trimethylcyclohexanone, 3,3,5-trimethylcyclohex-2-enone, nonanone, nonanal, ethyl benzoat, linalol, trans-*allo-* ocimene, cyclocitral dan ionol berasosiasi dengan aroma minyak sawit segar sedangkan 3,3,5-Trimethylcyclohex-2-enone sendiri memiliki aroma palma yang sangat berbeda serta aroma yang terkait dengan kacang tanah dan kacang polong [10]. Sehingga sensor yang mampu

mendeteksi kandungan VOC buah kelapa sawit yaitu TGS 2611 dan TGS 822. Nilai luasan trapezoid pada suhu 60°C memberikan respon sensitivitas yang paling tinggi terhadap sensor TGS 2611 dan TGS 822 dengan nilai 122,1694 dan 125,6063. Nilai respon sensor TGS juga dipengaruhi oleh kemampuan deteksi masing-masing sensor. Sensor TGS 2611 memiliki konsentrasi gas deteksi sebesar 500 - 10.000 ppm. Sensor TGS 822 memiliki konsentrasi gas deteksi 200 - 5.000 ppm. Sensor TGS 813 memiliki konsentrasi gas deteksi 1.000 ppm. Sensor TGS 2620 memiliki konsentrasi gas deteksi 50 - 5.000 ppm.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan respon sensor yang paling tinggi yaitu sensor TGS 2611 dan TGS 822. Sensor yang memiliki sensitivitas rendah terhadap aroma buah kelapa sawit yaitu sensor TGS 2620 dan TGS 813. Suhu optimal yang diberikan terhadap sampel yaitu pada suhu 60°C, karena pada suhu 60°C sensor TGS memberikan respon yang lebih tinggi dibandingkan pemnasan sampel pada suhu 30°C dan 45°C.

## REFERENSI

1. Julian, T., Hidayat, S. N., Rianjanu, A., Dharmawan, A. B., Wasisto, H. S., & Triyana, K. (2020). Intelligent mobile electronic nose system comprising a hybrid polymer-functionalized quartz crystal microbalance sensor array. *ACS omega*, **5**(45), 29492–29503.
2. Casals, O., Šutka, A., Granz, T., Waag, A., Wasisto, H. S., Daniel Prades, J., & Fàbrega, C. (2020). Visible light-driven p-type semiconductor gas sensors based on CaFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles. *Sensors*, **20**(3), 850.
3. Farraia, M. V., Rufo, J. C., Paciência, I., Mendes, F., Delgado, L., & Moreira, A. (2019). The electronic nose technology in

- clinical diagnosis: A systematic review. *Porto biomedical journal*, **4**(4).
4. Ali, M. M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2020). Principles and recent advances in electronic nose for quality inspection of agricultural and food products. *Trends in Food Science & Technology*, **99**, 1–10.
  5. Yani, R. A., Minarni, Saktioto, S., & Husein, I. R. (2020). Volumetric prediction of symmetrical-shaped fruits by computer vision. *Science, Technology & Communication Journal*, **1**(1), 20–26.
  6. Sanubary, I. (2019). Perbandingan Kinerja Sensor TGS2610, MQ2, dan MQ6 pada Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Liquified Petroleum Gas (LPG) Menggunakan ATMega2560. *PRISMA FISIKA*, **7**(1), 14–19.
  7. Smulko, J. M., Trawka, M., Granqvist, C. G., Ionescu, R., Annanouch, F., Llobet, E., & Kish, L. B. (2015). New approaches for improving selectivity and sensitivity of resistive gas sensors: A review. *Sensor Review*, **35**(4), 340–347.
  8. Lee, A. P., & Reedy, B. J. (1999). Temperature modulation in semiconductor gas sensing. *Sensors and Actuators B: Chemical*, **60**(1), 35–42.
  9. Inca, I., Widodo, T. W., & Lelono, D. Klasifikasi Teh Hijau dan Teh Hitam Tambi-Pagilaran dengan Metode Principal Component Analysis (PCA) Menggunakan E-Nose. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, **8**(1), 61–72.
  10. Kuntom, A. H. J., Dirinck, P. J., & Schamp, N. M. (1989). Identification of volatile compounds that contribute to the aroma of fresh palm oil and oxidized oil. *Elaeis*, **1**(1), 53–61.



Artikel ini menggunakan lisensi  
[Creative Commons Attribution  
 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)