

# **PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SENSOR AROMATIK SEBAGAI ALAT DETEKSI ALKOHOL PADA PARFUM DAN WEWANGIAN UNTUK AUTENTIKASI PRODUK PARFUM HALAL**

*Fajar Hardoyono*

Institut Agama Islam Negeri Purwokerto

**Abstract:** The development of aromatic sensor array instrument for the detection of alcohol in perfume. The research was conducted by developing the sensor array using 8 sensors made of metal oxide semiconductor. The sensor types used in this study consisted of TGS 813, TGS 822, TGS 2600, TGS 826, TGS 2611, TGS 2620, TGS 2612 and TGS 2602. Response patterns of 8 sensors formed a sensor array pattern used to detect the aroma of 2 groups of samples perfume made from the essential oil of ginger. The first sample group is pure ginger atsiri oil without mixed alcohol. The second sample group was made from the ginger atsiri oil mixed with alcohol with a level of 0.02 M.

The results of the data recording show that the developed instrument is able to dissect the first sample group with the second sample group. Data analysis using principal component analysis method (PCA) shows that the instrument is able to distinguish the contaminated alcohol perfume group 0.2 M with the alcohol-free perfume group with 100% accuracy.

**Keywords:** Sensor Aroma, Perfume.

**Abstrak:** Telah dilakukan penelitian pengembangan instrumen larik sensor aromatik untuk deteksi alkohol pada parfum. Penelitian dilakukan dengan mengembangkan larik sensor menggunakan 8 sensor berbahan semikonduktor oksida logam. Jenis sensor yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari TGS 813, TGS 822, TGS 2600, TGS 826, TGS 2611, TGS 2620, TGS 2612 dan TGS 2602. Pola respon dari 8 sensor membentuk pola larik sensor yang digunakan untuk mendeteksi aroma 2 kelompok sampel parfum yang dibuat dari minyak atsiri jahe. Kelompok sampel pertama merupakan minyak atsiri jahe murni tanpa tercampur alkohol. Kelompok sampel kedua dibuat dari minyak atsiri jahe yang dicampur dengan alkohol dengan kadar 0,02 M.

Hasil perekaman data menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan mampu membedakan kelompok sampel pertama dengan kelompok sampel kedua. Analisis data menggunakan metode principal component analysis (PCA) menunjukkan bahwa instrumen mampu membedakan kelompok parfum terkontaminasi alkohol 0,2 M dengan kelompok parfum bebas alkohol dengan akurasi 100%.

**Kata kunci :** Sensor Aroma, Parfum.

## **PENDAHULUAN**

Parfum dan wewangian merupakan salah satu produk industri yang diminati oleh masyarakat. Masyarakat awam menggunakan parfum dan wewangian sebagai pengharum tubuh, pengharum pakaian, dan pengharum ruangan. Selain

berfungsi sebagai pengharum, sebagian komunitas masyarakat di kota-kota besar menggunakan parfum untuk meningkatkan rasa percaya diri, memikat lawan jenis, sebagai aroma terapi, dan sebagai identitas diri. Bagi masyarakat muslim, fungsi utama parfum dan wewangian adalah memberikan aroma wangi bagi tubuh dan pakaian sebagaimana disunahkan oleh Rosulullah SAW.

Menggunakan parfum dan wewangian sangat dianjurkan dalam ajaran agama Islam. Umat Islam sangat dianjurkan untuk menggunakan parfum dan wewangian dalam menjalankan ibadah seperti menjalankan ibadah sholat lima waktu, menghadiri ibadah sholat jumat, menghadiri ibadah sholat Idul Fitri dan Idul Adha, saat sebelum berihram dalam ibadah haji dan umrah, serta menghadiri acara-acara pengajian dan majelis taklim. Salah satu keutamaan menggunakan parfum dan wewangian dalam menjalankan ibadah ini adalah untuk menambah kekhusyukan dan kenikmatan ketika menjalankan ritual ibadah.

Beberapa hadist sholeh yang membicarakan keutamaan menggunakan parfum dan wewangian bagi kaum Muslimin diantaranya adalah hadist riwayat At-Tirmizi dan Ahmad<sup>1</sup>, hadist riwayat Ahmad, Al-Hakim dan Al-Baihaqi<sup>2</sup>, dan hadist riwayat Ibnu Majah<sup>3</sup>. Hadist riwayat At-Tirmizy dan Ahmad menjelaskan bahwa empat perkara yang merupakan sunnah para rasul: memakai *hinna*, memakai parfum, bersiwak dan menikah. Hadist riwayat Ahmad, Al-Hakim, dan Al-Baihaqi menjelaskan bahwa Rosulullah SAW menyukai parfum. Sedangkan hadist riwayat Ibnu Majah menceritakan bahwa dari Ibni Abbas Radhiyallahu ‘Anhu berkata bahwa Rasulullah *Shalallahu ‘Alaihi wa Sallam* bersabda siapa di antara kamu yang datang shalat Jumat hendaklah mandi dan bila punya parfum hendaklah dipakainya.

Hasil penelusuran dari beberapa literatur menyebutkan bahwa kandungan parfum didominasi oleh minyak atsiri (*essential oil*) yang diperoleh dari ekstrak tanaman maupun bunga yang menghasilkan aroma wangi yang khas. Selain menggunakan ekstrak dari bunga dan tanaman herbal, produk parfum juga

menggunakan pelarut-pelarut organik. Berbagai jenis pelarut organik yang sering dipakai dalam produk parfum ini diantaranya adalah etanol, etilen glikol, aseton, amil asetat dan akuades Toller dan Todd (1992).

Penggunaan pelarut organik sangat diperlukan dalam pembuatan industri parfum. Pelarut organik umumnya digunakan sebagai pelarut sekaligus sebagai pengencer minyak atsiri. Sifat minyak atsiri yang memiliki viskositas (kekentalan) yang tinggi menghasilkan sifat fisis yang tidak dapat bercampur dengan bahan baku minyak atsiri yang lain sehingga diperlukan pelarut organik.

Etanol merupakan salah satu jenis pelarut organik yang paling sering banyak digunakan untuk pelarut minyak atsiri pada parfum<sup>4</sup>. Etanol, disebut juga dengan alkohol atau etil alkohol merupakan jenis senyawa yang sering ditemukan pada minuman-minuman beralkohol<sup>5</sup>. Senyawa ini tidak berwarna (transparan), tetapi memiliki aroma khas yang dapat diidentifikasi dengan mudah oleh hidung manusia dalam molaritas yang tinggi. Berbagai jenis minuman beralkohol dan yang cenderung memabukkan (*khamr*) seperti bir, wiski, dan vodka menggunakan alkohol sebagai salah satu komponen dalam minuman ini. Produsen parfum memilih menggunakan alkohol daripada pelarut organik yang lain sebagai pelarut dan pengencer minyak atsiri sebagai bahan baku parfum karena alasan keamanan produk dan menekan biaya produksi. Jika dibandingkan dengan pelarut organik lain seperti aseton, dan etil glikol, etanol tidak bersifat toksik, dapat dibeli secara bebas dengan harga murah, atau disintesis sendiri di laboratorium.

Di sisi lain, penggunaan alkohol sebagai pelarut dan pengencer organik pada parfum menimbulkan polemik tentang kehalalan produk parfum. Sebagian masyarakat Muslim menganggap bahwa penggunaan alkohol dalam produk parfum sama halnya dengan memasukkan unsur *khamr* dalam parfum. Penggunaan parfum yang mengandung unsur *khamr* sebagai pengharum tubuh dan pakaian adalah haram, dan sama hukumnya dengan menempelkan najis pada tubuh dan pakaian. Sebagian masyarakat Muslim yang lain menganggap bahwa penggunaan alkohol dalam parfum bersifat mubah. Alkohol menjadi haram dan najis jika

alkohol telah menjadi minuman keras. Penggunaan parfum yang mengandung alkohol hukumnya adalah mubah.

Melihat polemik ini, Majelis Ulama Indonesia (MUI) telah mengeluarkan fatwa terkait dengan penggunaan alkohol pada parfum. Menurut Fatwa MUI Nomor 11 Tahun 2009, disebutkan bahwa alkohol dibedakan antara alkohol yang berasal dari industri *khamr* dan alkohol yang bukan dari industri *khamr*<sup>6</sup>. Para ulama di MUI sepakat bahwa penggunaan alkohol pada parfum dari industri *khamr* adalah haram dan najis. Sementara itu, penggunaan alkohol pada parfum yang bukan berasal dari industri *khamr* sebagai bahan pelarut dan pengencer dan tidak terdeteksi dalam produk akhir, maka hukumnya boleh digunakan dan tidak bernajis. Dengan demikian syarat utama memperbolehkan penggunaan alkohol pada produk parfum adalah bahwa alkohol bukan berasal dari industri minuman keras dan senyawa alkohol tidak terdeteksi dalam produk akhir parfum.

Untuk memastikan ada tidaknya unsur alkohol pada produk akhir parfum diperlukan alat bantu dengan peralatan laboratorium. Identifikasi produk parfum yang tidak mengandung unsur alkohol dalam produk akhir sangat sulit dilakukukan oleh manusia hanya dengan menggunakan indera penciuman. Hidung manusia memiliki keterbatasan untuk mengidentifikasi dan membedakan bau alkohol dengan prosentase kurang dari batas batas ambang. Batas minimum kadar senyawa organik tertentu pada campuran maupun pada udara bebas yang dapat dideteksi oleh manusia disebut sebagai *odour threshold detection* (OTD). Hasil penelusuran dari berbagai rujukan menunjukkan bahwa nilai batas ambang OTD untuk alkohol dalam campuran adalah sebesar 350 ppm (0.66 mg/L)<sup>7</sup>. Dengan demikian, jika alkohol dalam produk akhir parfum secara kuantitatif terukur kurang dari 0,66 mg/L, maka alkohol tidak dapat tercium oleh hidung manusia.

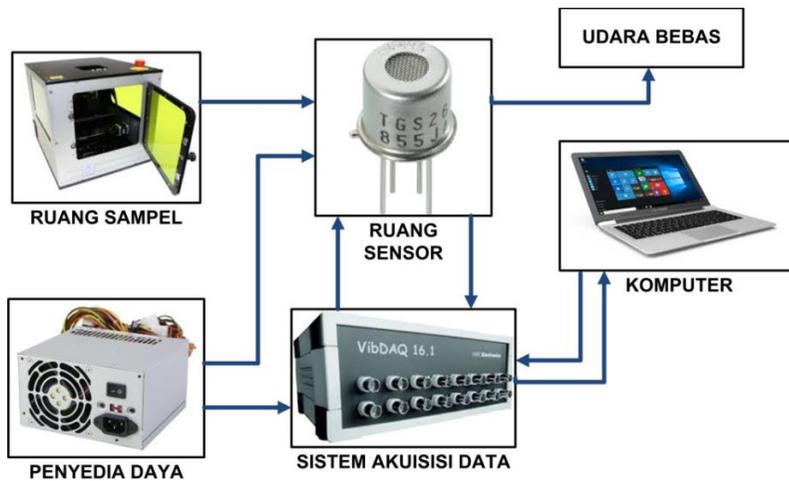
Peralatan laboratorium yang digunakan untuk identifikasi alkohol pada parfum yang diakui validitasnya secara ilmiah menggunakan analisis gas chromatography-mass spectroscopy (GC/MS)<sup>8</sup>. GC/MS merupakan metode standar yang digunakan

untuk mengidentifikasi senyawa yang telah terpisah oleh proses kromatografi gas berdasarkan berat molekul<sup>9</sup>. Meskipun sangat valid dan diakui sebagai instrumen standar oleh masyarakat akademik, analisis sampel menggunakan GC/MS membutuhkan biaya investasi yang sangat mahal.

Salah satu ide yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah ini adalah dengan mengembangkan alat bantu identifikasi senyawa berbasis sensor aromatik yang dikenal dengan *electronic nose* (e-nose). *Electronic nose* (e-nose) merupakan peranti elektronik yang bekerja dengan meniru indera penciuman manusia dan hewan untuk mengenali bau dan aroma (Pearce *et al.*, 2003). Berdasarkan latar belakang masalah tersebut peneliti mengambil judul penelitian: “Penelitian dan Pengembangan Sensor Aromatik sebagai Alat Deteksi Alkohol pada parfum untuk Autentikasi Produk Parfum Halal”.

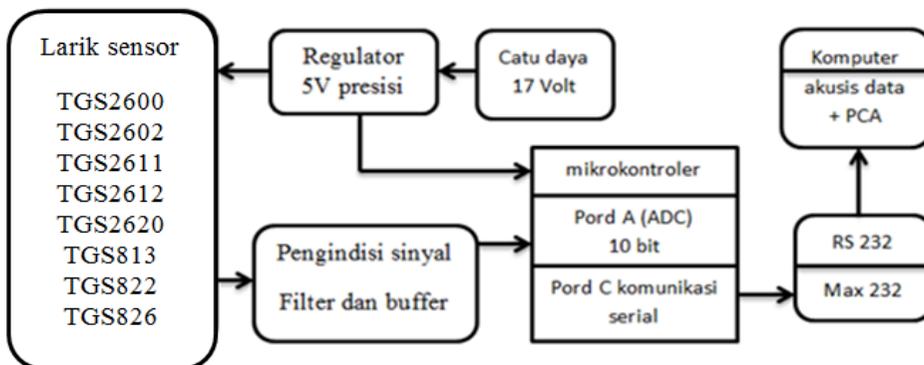
## **SENSOR AROMATIK SEBAGAI ALAT DETEKSI ALKOHOL PADA PARFUM DAN WEWANGIAN UNTUK AUTENTIKASI PRODUK PARFUM HALAL**

Sistem sensor aromatik yang dikembangkan melalui penelitian ini mempunyai dua bagian utama yaitu bagian perangkat keras dan bagian perangkat lunak. Pada bagian perangkat keras terdiri dari larik sensor gas dan rangkaian elektronik. Bagian perangkat keras meniru fungsi dari reseptor bau pada sistem penciuman manusia. Bagian ini juga berfungsi untuk mengirim sinyal ke bagian sistem pengolah data. Bagian perangkat lunak merupakan bagian yang meniru otak manusia yang berfungsi sebagai menginterpretasikan pola-pola sinyal luaran yang dihasilkan oleh sensor aromatik yang mendeteksi sampel. Sensor aromatik dalam penelitian ini diimplementasikan untuk mendeteksi kadar alkohol pada parfum untuk autentikasi parfum halal. Secara garis besar sistem E-Nose diilustrasikan oleh Gambar 2.



**Gambar 2. Diagram blok sensor aromatik untuk deteksi alkohol pada parfum**

Secara teknis, rancangan sistem sensor aromatik yang dikembangkan melalui penelitian ini merujuk kepada karya penelitian sejenis yang dikembangkan oleh Subekti (2013) dan ditampilkan melalui diagram blok rangkaian pada Gambar 3.



**Gambar 3. Diagram blok Sistem sensor aromatik (Subekti, 2013)**

Berdasarkan diagram blok pada Gambar 2, apparatus sistem sensor aromatik yang dikembangkan memiliki beberapa komponen yang terdiri dari:

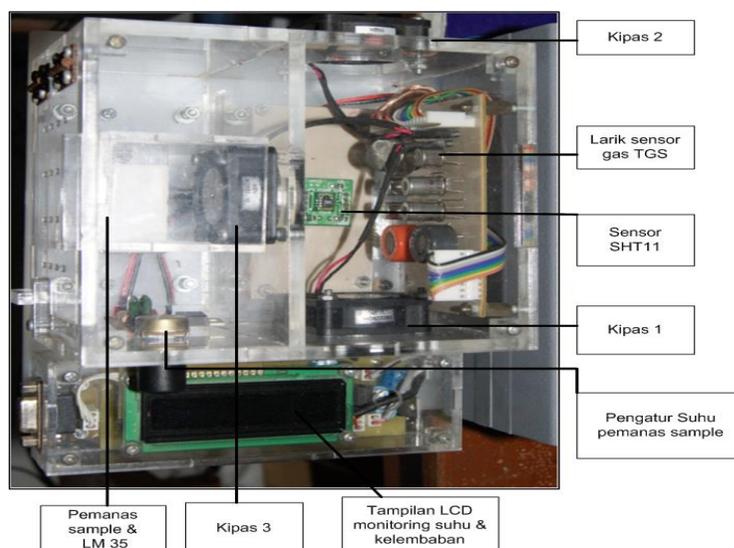
1. Catu daya (*power supply*) yang berfungsi sebagai sumber tegangan bagi larik sensor dan semua komponen rangkaian elektronik yang ada di dalamnya.

2. *Regulator* 5 volt dengan presisi tinggi yang berfungsi sebagai penyedia tegangan yang sangat stabil bagi 8 buah sensor gas dan komponen *analog to digital converter* (A/C). Selain itu, *regulator* juga berfungsi untuk menjaga riptabilitas data sensor yang dihasilkan pada saat pengukuran sampel.
3. Larik sensor yang terdiri dari 8 buah sensor gas yang berfungsi untuk mendeteksi alkohol pada sampel. Setiap jenis sensor memiliki selektivitas dan sensitivitas yang berbeda-beda. Setiap sensor berfungsi menerima rangsang kimiawi dari interaksi material sensor dengan gas volatil pada sampel parfum dan mengubahnya menjadi sinyal listrik (analog) yang akan dimasukkan bagi mikrokontroler.
4. Rangkaian pengondisi sinyal (*signal conditioning*) yang terdiri dari dua komponen yaitu komponen rangkaian tapis (*filter*) dan rangkaian penyangga (*buffer*). Rangkaian tapis berfungsi menapis sinyal dari derau (*noise*) yang ditimbulkan oleh komponen *regulator* yang mensuplai daya ke larik sensor. Rangkaian buffer berfungsi sebagai penyangga sinyal, memperkuat arus listrik tanpa adanya penguatan sinyal.
5. Rangkaian mikrokontroler yang berfungsi untuk mengatur proses perubahan sinyal analog menjadi digital melalui port A/C 10 bit. Rangkaian mikrokontroler juga berfungsi mengatur dan mengolah data digital yang akan dikirimkan ke komputer melalui port C.
6. Max 232 dan RS 232 berfungsi sebagai antarmuka mikrokontroler dengan komputer.
7. Sistem akuisisi data yang berfungsi untuk mengumpulkan data-data hasil pengukuran sensor dan mengolahnya menjadi sebuah basis data. Basis data ini selanjutnya diproses oleh bagian perangkat lunak.

## 1. Implementasi Sistem

### a. Teknis perekaman data menggunakan larik sensor aromatis

Perangkat larik sensor aromatik yang telah dirancang selanjutnya digunakan untuk mengidentifikasi alkohol pada sampel parfum. Perangkat yang dikembangkan untuk mendeteksi alkohol pada parfum pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 4.



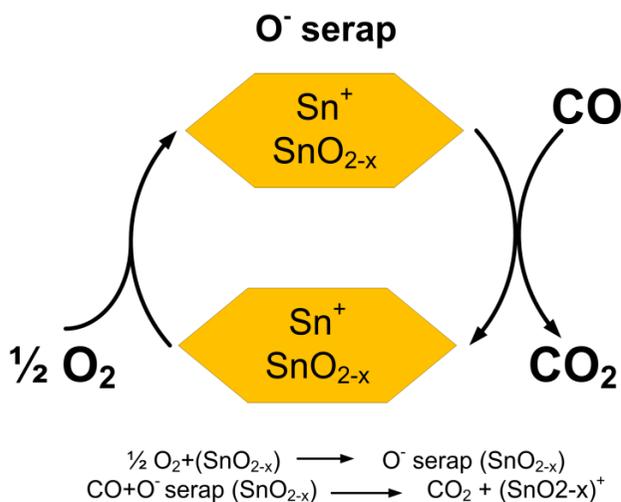
**Gambar 4. Perangkat larik sensor yang telah dikembangkan untuk mendeteksi alkohol pada parfum**

Sebelum pengukuran sampel dilakukan, perangkat larik sensor dihidupkan dengan menekan tombol *on/off* dan dibiarkan selama  $\pm 15$  menit untuk mendapatkan suhu ruangan sensor sekitar  $50 \pm 5$  °C. Untuk keperluan pengukuran, 5 ml parfum dalam fase cair ditempatkan pada vial kaca berukuran 15 ml sebagai sampel uji. Sampel uji ini kemudian diletakkan pada ruang sampel yang terhubung dengan komputer. Antarmuka perangkat lunak pada komputer memberikan perintah kepada *e-nose* untuk memulai menjalankan proses pengukuran aroma parfum. Saklar kontrol kipas diatur pada posisi 1 menit untuk proses hisap dan 1 menit untuk proses buang.

Sistem *dynamic headspace* pada perangkat larik sensor bekerja untuk mengalirkan gas volatil yang dilepaskan oleh parfum ke dalam ruang larik sensor. Sistem *dynamic headspace* dilengkapi dengan sistem pemanas bersuhu  $50 \pm 5$  °C. Berdasarkan literatur, gas volatil akan terlepas secara optimum pada kisaran suhu ini. Satu siklus perekaman data dalam sistem *headspace* dinamik terdiri dari 2 proses yaitu proses *sensing* dan *purging*.

Pada proses *sensing*, rangkaian pengontrol akan menghidupkan kipas  $F_1$  dan mematikan kipas  $F_2$  dan  $F_3$  selama 1 menit sehingga gas volatil akan dihisap oleh kipas  $F_1$  dan mengalir menuju ruang larik sensor. Interaksi antara gas-gas volatil yang dihasilkan oleh sampel minyak atsiri jahe berinteraksi dengan material sensor sedemikian rupa sehingga terjadi kenaikan resistivitas sensor merujuk kepada Wilson dan Baietto (2009).

Datasheet dari Figaro.Inc ([www.figarosensor.com](http://www.figarosensor.com)) menyatakan bahwa material semikonduktor yang digunakan untuk membuat sensor MOS adalah  $\text{SnO}_2$  dan  $\text{TiO}_2$ . Tipe sensor oksida logam bekerja dengan cara mengabsorpsi molekul oksigen untuk menarik elektron bebas pada batas bulir material sensor. Mekanisme deteksi diawali dengan memanaskan material sensor sampai dengan suhu 400 °C. Pada suhu ini, elektron bebas mengalir melalui daerah bulir  $\text{SnO}_2$ . Molekul oksigen yang dihasilkan oleh aroma minyak atsiri jahe teradsorpsi pada permukaan timah oksida. Oksigen yang diserap menarik elektron bebas di dalam oksida logam dan membentuk penghalang potensial pada batas butir. Penghalang potensial ini mencegah aliran elektron, menyebabkan resistensi sensor menjadi lebih tinggi. Ilustrasi mekanisme kerja sensor oksida logam jenis  $\text{SnO}_2$  ketika berinteraksi dengan gas CO ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Ilustrasi skema reaksi antara CO dengan oksigen serap (O-serap) pada permukaan SnO<sub>2</sub> ([www.figarosensor.com](http://www.figarosensor.com))**

Larik sensor oksida logam akan mengukur respon larik sensor terhadap kenaikan konsentrasi senyawa organik volatil jahe selama 1 menit. Rangkaian elektronik pada *e-nose* bekerja untuk menerjemahkan perubahan resistivitas sensor dan menghasilkan luaran berbentuk kurva eksponensial naik.

Setelah 1 menit, secara otomatis rangkaian pengontrol akan mematikan kipas F<sub>1</sub> dan menghidupkan kipas F<sub>2</sub> dan F<sub>3</sub> untuk memulai proses *purging*. Kipas F<sub>2</sub> dan F<sub>3</sub> membuang gas yang ada pada ruang sensor. Mekanisme proses larik sensor akan mengukur sensor terhadap penurunan konsentrasi senyawa organik volatil jahe selama 1 menit. Penurunan konsentrasi gas pada ruang sensor menyebabkan penurunan resistivitas sensor dan diterjemahkan oleh rangkaian elektronik menjadi kurva eksponensial turun. Setiap jenis parfum memiliki pola perubahan resistivitas sensor yang berbeda. Proses pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali untuk menjamin menghasilkan nilai akurasi dan presisi terbaik pada respon larik sensor yang dihasilkan. Mekanisme pengukuran ini dilakukan mulai dari sampel pertama sampai dengan sampel terakhir.

Perubahan resistivitas sensor dipengaruhi oleh jumlah konsentrasi senyawa volatil yang berinteraksi dengan bahan sensor oksida logam. Konsentrasi gas pada

ruang larik sensor mula-mula adalah nol dan akan mencapai jumlah maksimum ketika kipas  $F_1$  dihidupkan selama 1 menit, dan akan kembali menjadi nol ketika rangkaian pengontrol mematikan kipas  $F_1$  dan menghidupkan kipas  $F_2$  dan  $F_3$ . Dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan, nilai perubahan resistivitas material sensor gas akan dikonversi menjadi nilai perubahan tegangan sensor. Sistem akuisisi data berfungsi untuk mengkondisikan sinyal analog sebelum diubah menjadi rangkaian kode-kode numerik dengan menggunakan *analog to digital converter* (A/D) menghasilkan sinyal luaran digital.

#### **b. Rancangan sampel.**

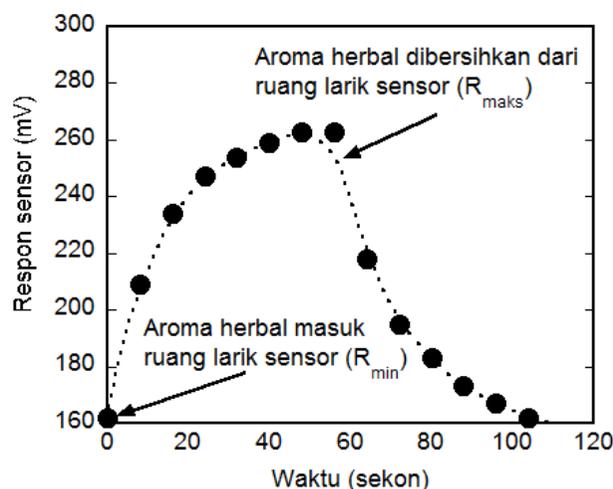
Peneliti merancang 2 jenis sampel yang digunakan untuk mengukur akurasi perangkat sensor aromatis untuk mendeteksi alkohol pada sampel parfum. Dua jenis sampel dibuat sendiri oleh peneliti di Laboratorium MIPA FTIK IAIN Purwokerto menggunakan teknik ekstraksi minyak atsiri jahe. Untuk memperoleh aroma yang pekat dan stabil, diperlukan proses preparasi sampel bahan jahe menggunakan metode distilasi uap. Sebelum proses preparasi, disiapkan bahan mentah berupa rimpang jahe dengan berat kotor sekitar  $\pm 10$  kg. Rimpang jahe dibeli di salah satu pasar tradisional di kota Purwokerto.

Setelah dicuci bersih, rimpang jahe kemudian ditiriskan dan dianginkan selama  $\pm 2$  jam untuk mengeringkan air yang menempel pada kulit rimpang jahe. Rimpang jahe kemudian diiris tipis berukuran  $\pm 1$  cm  $\times$  1 cm dengan ketebalan irisan  $\pm 1$  mm. Irisan-irisan rimpang jahe kemudian dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam almari pengering dengan suhu pengeringan  $35$  °C selama 6 jam. Berdasarkan catatan, berat dari rimpang jahe akan menyusut rata-rata 40% pasca pengeringan. Proses pengeringan menyusutkan 10 kg rimpang jahe basah menjadi  $\pm 4$  kg irisan rimpang jahe kering. Sebanyak  $\pm 4$  kg irisan rimpang jahe kering selanjutnya dimasukkan ke dalam panci bertekanan tinggi berukuran maksimal 10 kg dan ditambahkan air sebanyak 2 liter air untuk proses distilasi uap selama 12 jam. Dalam setiap proses distilasi uap, dibutuhkan minimal  $\pm 4$ kg irisan rimpang jahe kering untuk memperoleh  $\pm 10$  ml minyak atsiri jahe.

Setelah proses distilasi selesai, 10 ml minyak atsiri kemudian dimasukkan ke dalam botol berukuran 50 ml. Selanjutnya, 10 ml minyak atsiri jahe dipecah menjadi 2 kelompok sampel menggunakan mikro pipet. Sebanyak 5 ml sampel diambil dari botol dan dijadikan sebagai sampel kontrol. Sebanyak 5 ml sampel kedua ditambahkan dengan etanol sebanyak 100  $\mu$ L untuk dijadikan sebagai sampel eksperimen. Sampel ini selanjutnya diletakkan pada magnetic stierer untuk menghasilkan larutan yang homogen.

### c. Hasil perekaman data

Data hasil perekaman respon sensor pada pengukuran aroma minyak atsiri jahe pada sampel kontrol dan sampel eksperimen selama 1 siklus pengukuran (2 menit) ditampilkan pada Gambar 5.22. Proses persiapan dan pengolahan sinyal melibatkan 4 komponen rangkaian pengkondisi sinyal yang terdiri dari atas bagian penguat (*amplifier*), bagian *attenuator*, bagian tapis (*filter*), dan bagian isolator merujuk kepada Austin dan Barber (2014). Bagian penguat (*amplifier*) berfungsi untuk menguatkan sinyal tegangan luaran sensor. *Attenuator* berfungsi untuk menurunkan frekuensi sinyal tegangan luaran sensor ketika sinyal analog yang akan dikonversi menjadi sinyal digital memiliki jangkauan di atas jangkauan *analog to digital converter* (A/D).



### Gambar 6. Respon sensor TGS 2600 ketika berinteraksi dengan senyawa volatil sampel jahe selama 2 menit

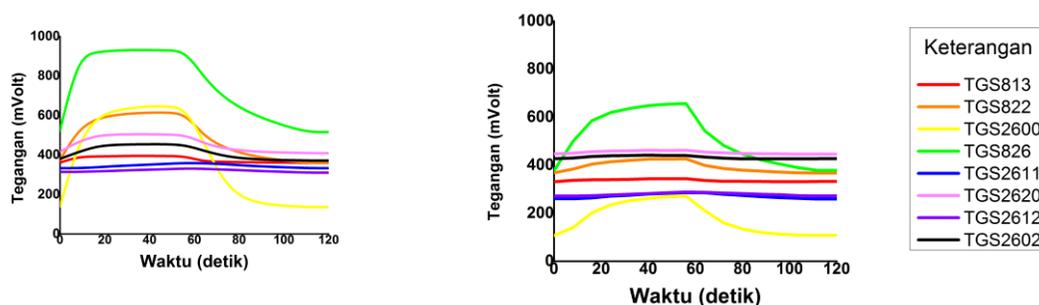
Rangkaian tapis (*filter*) berfungsi untuk memisahkan derau (*noise*) dari sinyal tegangan luaran sensor. Bagian pemisah berfungsi untuk mencegah *ground looping*, dan melindungi terbakarnya sensor dan rangkaian elektronik akibat konsleting dan tegangan berlebih pada sensor dan rangkaian elektronik (*over voltage*). Sinyal analog yang telah diolah rangkaian pengkondisi sinyal ini kemudian diteruskan pada bagian A/D untuk diubah menjadi sinyal digital. Sinyal analog harus dikonversikan menjadi sinyal digital agar sinyal luaran *e-nose* dianalisis menggunakan perangkat lunak yang dioperasikan melalui komputer. Rangkaian *e-nose* dibangun menggunakan ADC 8 bit yang mampu menghasilkan data digital hingga 256 kode digital (Triyana *et al.*, 2015).

Kedelapan jenis sensor gas yang digunakan memiliki selektifitas dan sensitivitas yang berbeda-beda. Berdasarkan datasheet dari Figaro Inc. Selektivitas dan sensitivitas sensor TGS yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, 8 jenis sensor yang digunakan dalam penelitian ini selektif terhadap beberapa gas dari golongan hidrokarbon, oksigen, dan karbon dioksida.

**Tabel 0.1. Selektivitas sensor seri TGS yang ada pada *e-nose* ([www.figarosensor.com](http://www.figarosensor.com))**

Tipe sensor	Respon	Nilai batas respon
TGS 813	Metana	1000 ppm
TGS 822	Pelarut organik (O <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO, n-hexane, benzena, etanol, aseton)	300 ppm
TGS 2600	Air contaminant	1-30ppm
TGS 826	NH <sub>3</sub>	30-300 ppm
TGS 2611	Metana, gas alam	500-10k ppm
TGS 2620	Liquid petrolium gas (propana dan butana)	500-1k ppm
TGS 2612	Metana, propana, isobutana	5000 ppm
TGS 2602	Alkohol dan pelarut Organik	50-5k ppm

Pada saat pengukuran, material dari setiap sensor oksida logam akan berinteraksi dengan molekul oksigen dari setiap sampel. Interaksi antara permukaan material sensor dengan oksigen akan menyebabkan terikatnya molekul oksigen pada kristal semikonduktor dan membentuk ion-ion negatif. Terbentuknya ion-ion negatif akan mengakibatkan penurunan resistivitas material sensor. Laju penurunan resistivitas material sensor ini akan dikonversi menjadi respon tegangan oleh rangkaian pembagi tegangan. Sistem akuisisi data selanjutnya mengolah respon tegangan menjadi sinyal digital. Bentuk respon larik sensor pada larik sensor aromatik pada pengukuran kelompok sampel kontrol dan sampel eksperimen ditampilkan pada Gambar 7



**Gambar 7 Respon larik sensor ketika berinteraksi dengan gas volatil sampel (a) kelompok sampel kontrol (b) kelompok sampel eksperimen**

Gambar 5.7 menunjukkan visualisasi data respon larik sensor oksida logam kelompok sampel kontrol (Gambar 5.23.a) dan kelompok sampel eksperimen (Gambar 5.23.b) pada satu siklus pengukuran tanpa ekstraksi fitur dalam koordinat 2 dimensi. Delapan respon luaran dihasilkan secara simultan dalam pengukuran aroma setiap kelompok sampel. Kedua respon luaran ini menggambarkan pola respon masing-masing sensor terhadap aroma sampel.

Penentuan sensor yang sensitif terhadap paparan gas volatil sampel herbal dapat dilakukan secara analitik dengan mengamati selisih antara amplitudo respon

dengan *baseline* respon. Dengan kata lain, sensor yang sensitif menghasilkan bentuk kurva respon yang tajam. Sebaliknya, sensor yang kurang sensitif menghasilkan kurva respon yang landai. Pengamatan terhadap bentuk kurva respon larik sensor pada Gambar 5.23a dan Gambar 5.23.b menunjukkan bahwa sensor TGS 826, TGS 2600 dan TGS 822 menghasilkan bentuk respon sensor yang lebih tajam dibandingkan dengan respon sensor yang lain. Sementara itu, sensor TGS 2611, TGS 813, TGS 2611, TGS 2620, TGS 2612 dan TGS 2602 menghasilkan bentuk respon yang lebih landai dibandingkan dari TGS 826, TGS 2600 dan TGS 822. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TGS 826, TGS 2600 dan TGS 822 lebih sensitif terhadap paparan gas volatil sampel herbal dibandingkan dengan sensor yang lain.

Hasil pengukuran 2 kelompok sampel minyak atsiri herbal sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5.23.a dan Gambar 5.23.b menunjukkan bahwa sensor TGS 822, TGS 2600, dan TGS 826 memberikan respon yang tinggi ketika berinteraksi dengan campuran berbagai senyawa organik volatil minyak atsiri herbal.

## **2. Pengolahan Data, Hasil Analisis Data dan Pembahasan.**

### **a. Pemrosesan Awal (*Preprocessing*) Data *E-nose***

Untuk analisis data larik sensor aromatis berdimensi  $8 \times 15 \times 20$  dilakukan pemrosesan awal (*preprocessing*) menggunakan teknik *data mining* merujuk kepada Han dan Kamber (2006) dan Celebi (2015). Dengan menggunakan teknik *data mining*, analisis data dilakukan melewati beberapa fase yaitu *preprocessing* data, ekstraksi fitur, seleksi fitur, dan klasifikasi. *Preprocessing* meliputi pembersihan data (*data cleaning*), *data reduction*, dan transformasi data.

Pembersihan data adalah proses mendeteksi, mengoreksi dan menghilangkan data yang tidak akurat yang muncul dalam pengukuran menggunakan larik sensor aromatis akibat kesalahan yang dilakukan dalam proses pengukuran. Reduksi data dilakukan untuk mengurangi ukuran dimensi data hasil pengukuran. PCA digunakan untuk mereduksi dimensi fitur dari 8 dimensi menjadi tiga dimensi dan

mentransformasikannya ke koordinat  $PC_1$  sampai dengan  $PC_3$ . Transformasi data dilakukan untuk mengubah bentuk data menjadi bentuk data baru untuk keperluan proses *data mining*. Transformasi *z-score* digunakan untuk mengubah data hasil pengukuran ke dalam bentuk data yang baru.

Ekstraksi fitur dilakukan untuk memperoleh ciri/karakter utama respon luaran larik sensor terhadap pengukuran 2 kelompok sampel. Merujuk kepada Brudzewski dan Ulaczy (2009) serta Yin *et al.* (2008), data hasil pengukuran sampel herbal diekstraksifiturkan menggunakan metode amplitudo relatif (AR).

**b. Ekstraksi fitur respon larik sensor aromatis menggunakan metode amplitudo relatif (AR)**

Merujuk kepada Guyon (2006), ekstraksi fitur dilakukan untuk memperoleh ciri/karakter utama respon larik sensor terhadap gas volatil minyak atsiri herbal. Ciri utama setiap sampel dapat diperoleh dengan mengekstraksi data respon larik sensor 2 kelompok sampel yang diukur menggunakan larik sensor aromatis. Ekstraksi fitur menggunakan metode AR digunakan untuk memperoleh ciri utama kelompok sampel kontrol dan kelompok sampel eksperimen.

Menurut Brudzewski *et al.*, (2009), amplitudo relatif (AR) diperoleh dengan menghitung selisih antara respon maksimum terhadap minimum dan dibagi dengan nilai *baseline* respon menurut persamaan 5.1.

$$AR = \frac{\Delta R}{R_{Baseline}} \frac{R_{maks} - R_B}{R_B}, \quad (5.1)$$

$\Delta R$  menyatakan amplitudo respon sensor,  $R_{maks}$  menyatakan respon maksimum sensor dan  $R_B$  menyatakan *baseline* respon sensor (Gambar 5.24).

Nilai respon maksimum ( $R_{maks}$ ) merupakan nilai respon sensor tertinggi ketika gas volatil berinteraksi dengan permukaan material sensor dalam satuan mV. Sensor akan mencapai respon maksimum ketika konsentrasi gas volatil pada ruang larik sensor mencapai konsentrasi maksimal. Sebaliknya, nilai respon minimum ( $R_{min}$ ) merupakan nilai respon sensor terendah ketika berinteraksi dengan permukaan material sensor. Sensor akan mencapai respon paling minimum ketika

konsentrasi gas volatil pada ruang sensor sangat minimum. Dengan kata lain, sensor mencapai respon minimum terjadi ketika seluruh molekul gas volatil bahan herbal telah dikeluarkan dibersihkan dari ruang larik sensor menggunakan kipas F<sub>2</sub> dan F<sub>3</sub>.

Nilai AR secara analitik dapat digunakan untuk membandingkan sensitivitas setiap sensor. Nilai AR berbanding lurus dengan sensitivitas setiap sensor. Nilai AR yang besar menunjukkan bahwa sensor sensitif terhadap paparan gas volatil sampel. Sebaliknya, nilai AR yang kecil menunjukkan bahwa sensor tidak sensitif terhadap paparan gas volatil. Data fitur respon larik sensor terhadap gas volatil 2 kelompok sampel setelah diekstraksi fitur menggunakan metode AR (disebut sebagai fitur AR) ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Fitur data respon larik sensor pada pengukuran 7 jenis minyak atsiri menggunakan metode AR**

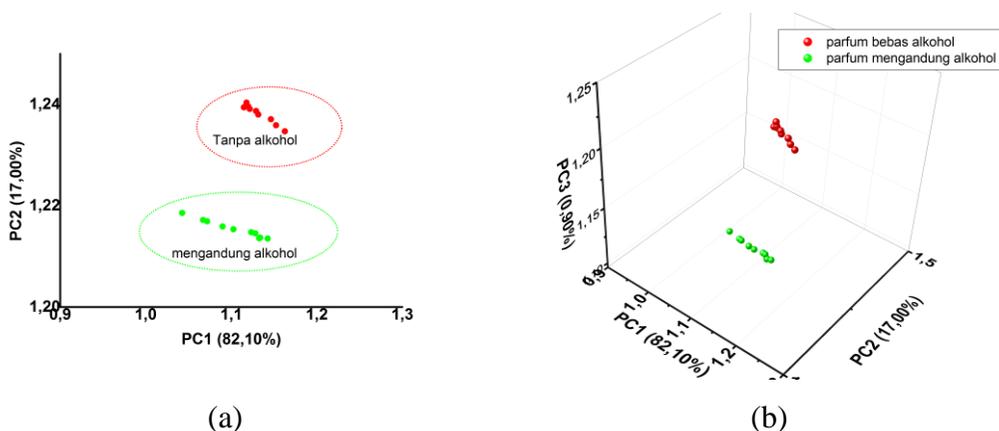
Jenis Sampel	Kode sampel	Nilai AR untuk setiap sensor gas (TGS-)								$\sum$ AR*
		813	822	2600	826	2611	2620	2612	2602	
Sampel kontrol	C <sub>1</sub>	0,10	0,71	3,75	0,81	0,08	0,23	0,07	0,22	6
Sampel eksperimen	Ex <sub>1</sub>	0,04	0,08	0,59	0,62	0,13	0,03	0,07	0,03	3

**c. Seleksi fitur respon luaran larik sensor aromatis menggunakan *principal component analysis* (PCA)**

Seleksi fitur menggunakan metode *principal component analysis* (PCA) digunakan untuk mereduksi dimensi respon larik sensor yang telah diekstraksi sekaligus untuk menampilkan perbedaan pola fitur antar sampel di dalam ruang 2 dimensi dan 3 dimensi. PCA pada dasarnya adalah metode matematis yang digunakan untuk mereduksi dimensi data dari sebuah himpunan dengan tetap mempertahankan sebanyak mungkin variansi yang terdapat dalam himpunan data tersebut (Jolliffe, 2010). Secara matematis, PCA mentransformasikan sejumlah variabel yang berkorelasi menjadi variabel-variabel yang tidak berkorelasi. PCA mentransformasikan data ke dalam koordinat baru, dimana koordinat pertama merupakan *principal component* pertama (PC<sub>1</sub>) yang diperoleh dari *eigen value*

terbesar pertama, koordinat kedua merupakan *principal component* kedua ( $PC_2$ ) yang diperoleh dari *eigen value* terbesar kedua dan seterusnya. *Principal component* satu dengan yang lain tidak saling berkorelasi dan diurutkan sedemikian rupa sehingga  $PC_1$  yang pertama memuat paling banyak variasi dari himpunan data, sedangkan  $PC_2$  yang kedua memuat variasi yang tidak dimiliki oleh  $PC_1$ .

Hasil analisis PCA terhadap fitur AR memperoleh variansi sebesar 100% pada tiga *principal component* pertama ( $PC_1$ ,  $PC_2$ , dan  $PC_3$ ) dengan kontribusi variansi pada  $PC_1$  sebesar 98,70%; kontribusi  $PC_2$  sebesar 0,11%, dan kontribusi  $PC_3$  sebesar 0,20%. Visualisasi skor plot koordinat  $PC_1$  versus  $PC_2$  (dua dimensi) dan  $PC_1$  versus  $PC_2$  versus  $PC_3$  (tiga dimensi) pada 560 fitur AR ditampilkan pada Gambar 0.1. Secara visual, kelompok sampel minyak atsiri yang tidak mengandung alkohol (kelompok sampel kontrol) terpisah dan mengelompok secara sempurna terhadap kelompok sampel minyak atsiri yang mengandung alkohol (kelompok sampel eksperimen). Visualisasi separasi kedua kelompok sampel dalam koordinat  $PC_1$  versus  $PC_2$  versus  $PC_3$  ditampilkan pada Gambar 0.1a. Hal ini mengindikasikan bahwa perangkat larik sensor aromatis yang dilengkapi dengan teknik ekstraksi fitur menggunakan metode AR menghasilkan pola fitur yang mampu membedakan parfum yang mengandung alkohol dengan parfum yang tidak mengandung alkohol secara optimal.



**Gambar 0.1 Visualisasi skor plot PCA fitur AR: (a) skor plot kordinat  $PC_1$  versus  $PC_2$ ; (b) visualisasi skor plot  $PC_1$  versus  $PC_2$  versus  $PC_3$**

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan perancangan larik sensor aromatis menggunakan 8 jenis sensor gas berbahan semikonduktor oksida logam seri Taguchi Gas Sensor (TGS) untuk deteksi alkohol pada parfum. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Larik sensor yang dikembangkan mampu membedakan secara tegas kelompok sampel parfum yang tidak mengandung alkohol dengan kelompok sampel yang mengandung alkohol.
2. Kemampuan larik sensor dalam membedakan 2 kelompok sampel parfum sangat berkaitan dengan rancangan dan kinerja unit perangkat keras, unit perangkat lunak dan teknik analisis data respon luaran larik sensor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. M.. 2016. *Kitab Hadits Pegangan: 642 Hadits Sahih Pilihan Beserta Tafsir untuk Pedoman Hidup Muslim Sehari-hari*. Jakarta: Darul Kutubil Islamiyah.
- Austin, R. H., and Barber, J. 2014. *The Electronic Nose: Artificial Olfaction Technology*. New Delhi: Springer.
- Cano, M., Borrego, V., Roales, J., Idigoras, J., Lopes-Costa, T., Mendoza, P. and Pedrosa, J.M. 2011. *Rapid discrimination and counterfeit detection of perfumes by an electronic olfactory system. Sensors and Actuators B: Chemical*.
- Cazes, J. 2004. Third Edition. *Analytical Instrumentation Handbook*. New YorkL: CRC Press.
- Gardner, J. W., and Bartlett, P. N. 1992. *Sensors and Sensory System for an Electronic Nose*. Springer-Science+Business Media, B.V.
- Goldstein, E.B. 2009. *Sensation and Perception*. 8th edition. Canada: Cengage Learning.
- Hites, R. A. 1998. Gas Chromatography Mass Spectroscopy. *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. New York: John Willey and Sons.
- Khan, M.S.H. 2009. *Ensiklopedia Hadist Shoheh. Kumpulan Hadis tentang Wanita*. Jakarta: Hikmah.

- Majelis Ulama Indonesia, Hukum Alkohol. *Fatwa majelis Ulama Indonesia No 11 Tahun 2009*. Diakses dari laman <http://mui.or.id/wp-content/uploads/2014/11/29.-Hukum-Alkohol.pdf> tanggal 15 Maret 2017.
- Myers, P.L. and Isralowitz, R.E. 2011. *Alcohol: Health and Medical Issues Today*. Oxford: Greenwood Publishing.
- Paxinos, G., and Mai, J. K. 2012. *The Human Nervous System*. Vol. 3. New York: Elsevier Academic Press.
- Pearce, T. C., Schiffman, S. S., Nagle, H. T., and Gardner, J. W. 2003. *Handbook of Machine Olfaction*. New York: John Wiley and Sons.
- Russo, M, Sanzo, R., Cefaly, V., Carabetta, S., Serra, D., and Fuda, S. 2013. Non-destructive Flavour Evaluation of Red Onion (*Allium cepa* L.) Ecotypes: An electronic-nose-based approach, *Food Chemistry*, 141, 896–899.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Syariena, A and Cheman, Y. B. 2009. Discrimination of Alcoholic (Khamar) and Non-Alcoholic Beverages using an Electronic Nose. *Proceedings of the 3rd IMT-GT International Symposium on Halal Science and Management 2009*. University Putra Malaysia. 21-22 December 2009 p.96-100.
- Toller, I., and Dodd, V.H. 1992. *Fragrance: the Psychology and Biology of Perfume*. London: Elsevier Science Publisher.
- Utomo, S.B. 2000. *Fikih Kontemporer: Tanya Jawab Politik, Ekonomi, Sosial, dan Kesehatan Kontemporer di Majalah Saksi*. Jakarta: Pustaka Saksi.
- Xiaobo, Z. And Jiewen, Z. 2004. Selection of the most sensoers for Methanol Detection an Fake Alcohol. *Sensors & Transducers* 46 (8): 285-295.

---

<sup>1</sup> Ali, M. M., 2016. *Kitab Hadits Pegangan: 642 Hadits Sahih Pilihan Beserta Tafsir untuk Pedoman Hidup Muslim Sehari-hari*. Darul Kutubil Islamiyah, Jakarta.

<sup>2</sup> Utomo, S.B. 2000. *Fikih kontemporer: tanya jawab politik, ekonomi, sosial, dan kesehatan kontemporer di majalah Saksi*. Pustaka Saksi, Jakarta.

<sup>3</sup> Khan, M.S.H. 2009. *Ensiklopedia Hadist Shoheh. Kumpulan Hadis tentang Wanita*. Hikmah, Jakarta.

<sup>4</sup> Toller, I., and Dodd, V.H., 1992. *Fragrance: the Psychology and Biology of Perfume*. Elsevier Science Publisher, London.

<sup>5</sup> Myers, P.L. and Isralowitz, R.E. 2011. *Alcohol: Health and Medical Issues Today*. Greenwood Publishing, Oxford

<sup>6</sup> Majelis Ulama Indonesia, Hukum Alkohol. *Fatwa majelis Ulama Indonesia No 11 Tahun 2009*. Diakses dari laman <http://mui.or.id/wp-content/uploads/2014/11/29.-Hukum-Alkohol.pdf> , tanggal 15 Maret 2017.

<sup>7</sup> Goldstein, E.B. 2009. *Sensation and Perception*. 8th edition. Cengage Learning, Canada.

<sup>8</sup> Cazes, J. 2004. Third Edition. *Analytical Instrumentation Handbook*, CRC Press, New York

<sup>9</sup> Hites, R. A. 1998. Gas Chromatography Mass Spectroscopy. *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. John Willey and Sons, New York.