

Rancang Bangun Prototipe Sensor Rasa Elektronik Berbasis Membran Selektif Ion

D. Lelono, K. Triyana, S. Hartati, F. Amalinda, U. Kaltsum dan I. Usuman

Abstract— Has successfully implemented a prototype sensor based electronic selective membrane. Chemical sensors based on ion selective membrane is to use a mixture of dicotyledonous phosphate (DOP) and Trioctyl methyl ammonium chloride (TOMA), with a composition of 9 and 1.

Taste sensor working electrode and reference electrode immersed in the sample test solution and connected with ion meter. So that the signal can be captured by the ion meter then use a buffer as the interface becomes a high input impedance low output impedance. Measured signal is magnified by the amplifier so that it can be read by the display. Results shown by subtraction of the signal reference electrode with the working electrode signal.

The experimental results show DOP-based ion selective membranes and TOMA with a ratio 9 and 1 have the ability to perform characterization and anionic response in a sample of five basic tastes of sour, sweet, bitter, salty and umami and the concentrations were varied from 0.1 mmol to 100 mmol. While the response time is obtained at 4 minutes to get stable data with measured values in the sample five basic tastes.

Keywords— Ion selective membrane, DOP, TOMA, membran selektif ion, DOP, TOMA, five basic taste, ion meter, buffer, amplifier.

1. LATAR BELAKANG

Selama ini pengukuran rasa (*taste*) dari suatu makanan dilakukan dengan metode analisis kimia konvensional dan tester manusia. Kelemahan pengujian rasa menggunakan tester manusia ini antara lain adalah terkait dengan variabilitas individual, tidak dimungkinkannya monitoring *on-line*, bersifat subyektif, butuh adaptasi, bahkan membahayakan bagi personel pengujinya. Demikian pula metode analisis kimia konvensional juga tidak mudah untuk mengevaluasi rasa. Solusi untuk mengatasi masalah evaluasi rasa tersebut sangat dibutuhkan adanya instrumen berbasis elektronik yang aman, mampu menganalisis secara cepat, akurat dan obyektif serta murah. Instrumen yang dimaksud adalah sistem sensor rasa elektronik atau *electronic tongue (e-tongue)* yang dibangun atas sensor kimia berbasis membran selektif ion. Secara khusus dirancang dan diimplementasikan sensor kimia berbasis membran selektif ion dengan menggunakan campuran bahan dikotil fosfat (DOP) dan Trioktil methyl ammonium klorida (TOMA) dengan komposisi 9 dan 1.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada tahun 1996, Toko telah berhasil mengembangkan sensor rasa multikanal dengan cara memvariasi lipid membran. Jenis sel elektroda yang digunakan $Hg|Hg_2Cl_2|KCl_{(jenuh)}|3 \text{ mol } KCl||\text{larutan uji}|membran|\text{larutan dalam } AgCl|Ag$. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sensor rasa memiliki kemampuan membedakan kualitas rasa dari pola potensial yang terbentuk dengan analisis data lebih lanjut, misalnya PCA (*principal component analysis*). Setiap substansi kimia membentuk pola potensial yang berbeda-beda. Untuk substansi-substansi penghasil kualitas rasa sama akan memiliki pola potensial yang sama. Sedangkan substansi-substansi penghasil kualitas yang berbeda akan memiliki pola potensial yang berbeda pula.

Danang Lelono, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM Yogyakarta.

Kuwat Triyana, Jurusan Fisika, FMIPA UGM Yogyakarta.

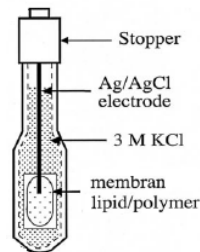
Sri Hartati, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM Yogyakarta.

Finta Amalinda, Jurusan Fisika, FMIPA UGM Yogyakarta.

Umni Kaltsum, Jurusan Fisika, FMIPA UGM Yogyakarta.

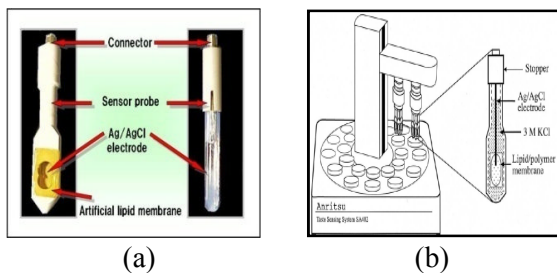
I. Usuman, Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada. E-mail address: ilona@ugm.ac.id

Membran lipid memainkan peranan yang sangat penting dalam mendeteksi rasa pada sebuah sensor rasa. Pada permukaan setiap sensor direkatkan membran lipid artifisial yang berfungsi mirip seperti lidah manusia. Karakteristik dari masing-masing sensor dirancang berbeda satu sama lain. Ketika sensor-sensor tersebut menyerap rasa, terjadi perubahan potensial pada membran lipid artifisial yang mekanismenya mirip seperti lidah manusia. Selanjutnya, luaran larik sensor tersebut kemudian diproses oleh perangkat lunak pengenalan pola untuk mengevaluasi rasa secara obyektif [1].



Gambar 1. Sensor Rasa [2].

Toko [2], telah berhasil membuat sensor rasa seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1. Sensor rasa tersebut pada permukaannya direkatkan membran lipid artifisial dan pada bagian dalamnya diisi dengan KCl 3,3 mol dan larutan AgCl. Bagian Elektrode berupa kawat Ag/AgCl dicelupkan ke dalam larutan tersebut sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.(a) sedangkan Gambar 3.(b) menunjukkan sistem sensor rasa komersial model SA402 Anritsu [2].



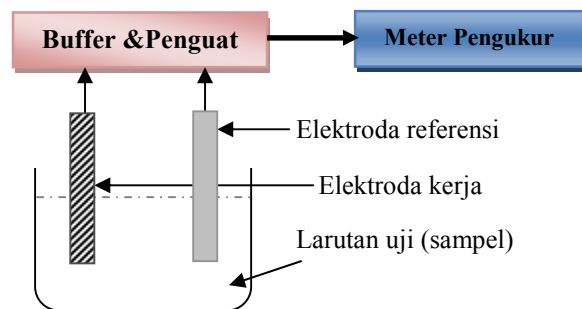
Gambar 2. (a) Sensor rasa dan elektroda referensi, (b) Sistem sensor rasa komersial model SA402 Anritsu [2].

Aplikasi sistem sensor rasa sudah banyak digunakan di berbagai macam bidang. Dibidang farmasi sensor rasa digunakan untuk mengendalikan rasa pada formula obat, yakni pada proses untuk mengurangi kepahitan pada obat dengan pemanis dan mengoptimasi tingkat pemanis pada formula cair obat [3,4]. Dibidang industri makanan atau minuman, sistem sensor

rasa digunakan untuk membedakan sumber susu yang akan diolah [5], diskriminasi macam-macam air mineral bermerk [6], klasifikasi minuman anggur [7], analisis tomat [8], dan evaluasi zat yang mencirikan teh hitam [1].

3. METODE PENELITIAN

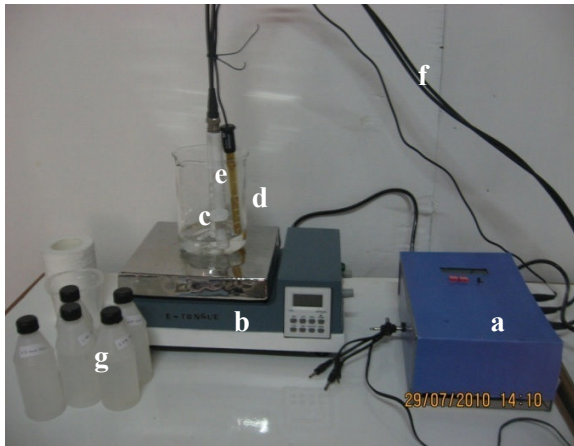
Secara keseluruhan elektroda kerja dan elektroda referensi yang dicelupkan ke dalam sampel berupa larutan uji dihubungkan dengan ion meter. Kemudian sinyal masukan dari sensor disesuaikan oleh penyangga (*buffer*) dari impedansi masukan tinggi menjadi impedansi keluaran rendah. Agar sinyal yang ditangkap sensor dapat diukur maka diperbesar oleh penguat (*amplifier*) sehingga dapat dibaca oleh penampil. Nilai sinyal terukur yang ditampilkan merupakan hasil pengurangan antara sinyal terbaca elektroda referensi dengan sinyal terbaca elektroda kerja. Gambar 3 menunjukkan sensor rasa elektronik berbasis membran selektif ion yang dibangun.



Gambar 3. Prototipe sensor rasa elektronik berbasis membran selektif ion

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

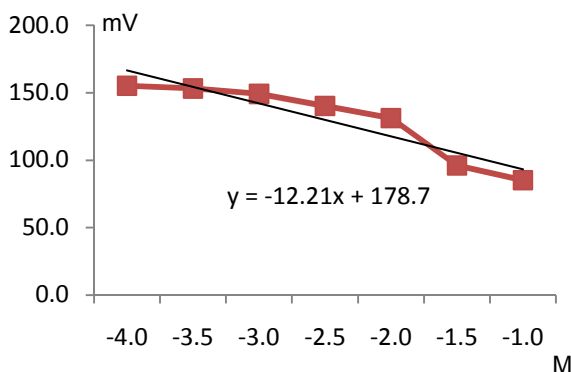
Pengujian sistem sensor rasa secara keseluruhan dilakukan secara bertahap untuk tiap-tiap larutan uji. Sistem dirangkai sedemikian rupa sehingga tampak seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Data hasil eksperimen masih terekam secara manual untuk tiap waktu, konsentrasi dan jenis larutan uji yang berbeda. Adapun untuk sensor rasa terpasang elektroda kerja dengan perbandingan membran DOP : TOMA = 9 : 1. Sebuah slot dari ion meter disediakan untuk elektroda referensi. Hasil yang diperoleh pada pengukuran masing-masing sensor adalah relatif terhadap nilai referensinya.



Gambar 4. Sistem sensor rasa terintegrasi e-tongue dengan tiga kanal; a). pengukur digital meter, b). stirrer plate, c). gelas baker, d). elektroda referensi, e). dua buah elektroda kerja komposisi membran DOP:TOMA = 9:1, f). Kabel coaxial, g). Larutan uji dengan lima rasa.

4.1. FAKTOR NERNST

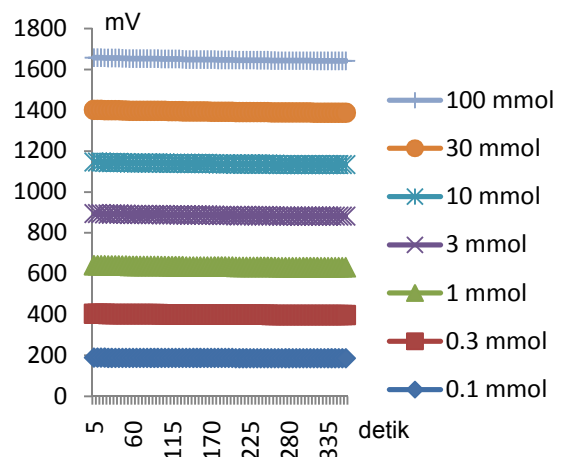
Sensitivitas elektroda kerja atau secara umum elektroda selektif ion dapat diukur dengan menggunakan faktor Nernst. Berdasarkan kurva potensial sel terukur terhadap logaritma konsentrasi ion yang diperlihatkan pada Gambar 5 menunjukkan kurva linier dengan slope dengan harga mutlak 12,2 mV perdekade. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin banyak ion negative yang dihasilkan. Hal ini bersesuaian dengan menurut Toko, 2000, bahwa membran campuran antara DOP dan TOMA memberikan muatan negatif oleh karena terkotori oleh muatan negatif.



Gambar 5. Potensial larutan glukosa variasi beragam DOP:TOMA = 9:1

4.2. WAKTU RESPON

Waktu respon membran merupakan waktu yang diperlukan bagi elektroda selektif ion untuk memberikan respon potensial yang konstan. Hasil eksperimen yang diperlihatkan pada Gambar 6 menunjukkan waktu respon untuk hasil pengukuran menggunakan sensor DOP:TOMA perbandingan 9:1 pada sampel larutan glukosa dengan konsentrasi yang bervariasi. Berdasarkan grafik tersebut terlihat kestabilan data terlama untuk masing-masing konsentrasi terletak pada glukosa dengan konsentrasi 1 mmol tercatat potensialnya sebesar 233 mV pada waktu 265 detik pengukuran. Adapun pengambilan data pada sampel larutan uji dilakukan pada batas atas waktu respon terlama, dimana faktor-faktor yang menjadikan lamanya waktu respon ini dipengaruhi oleh transfer ion [9], konsentrasi analit dan kecepatan pengadukan [9], jenis membran, volume sampel, dan suhu [10].



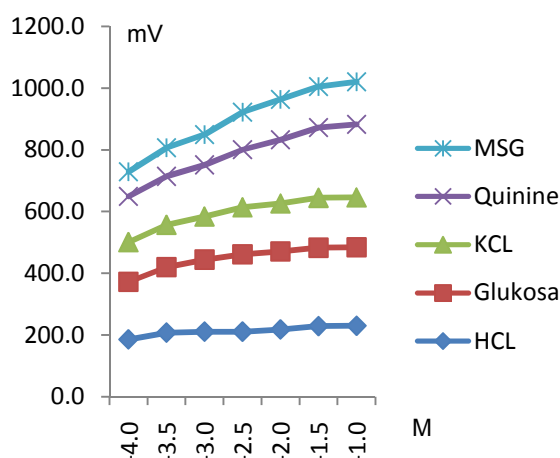
Gambar 6. Waktu respon untuk sampel glukosa dengan konsentrasi bervariasi

4.3. LIMA KUALITAS RASA DASAR

Pengujian terhadap lima kualitas rasa dasar yang dilakukan menggunakan sensor rasa elektronik menggunakan campuran membran selektif ion DOP dengan TOMA komposisi 9 banding 1. Sedangkan sampel larutan uji yang mewakili lima kualitas rasa dasar adalah asam (HCL), manis (glukosa), asin (KCL), pahit (kina) dan gurih (mono sodium glutamat) yang masing-masing konsentrasi larutan adalah 0,3 mmol, 1 mmol, 3 mmol 10 mmol, 30 mmol dan 100 mmol atau dalam bentuk konsentrasi logaritmik adalah -4,0, -3,5, -3,0, -2,5, -2,0, -1,5 dan -1,0. Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa

setiap sampel dengan variasi konsentrasi memiliki nilai potensial yang berbeda-beda. Hal ini menunjukkan bahwa membran sensor rasa ini mempunyai kemampuan untuk melakukan karakterisasi sampel yang diberikan.

Dioktil fosfat (DOP) senyawa ester fosfat dengan 2 gugus oktil yang bersifat lipofilik, sehingga senyawa ini cenderung bersifat lipofilik netral. Gugus P=O memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan ion-ion logam, walaupun tidak terlalu kuat.



Gambar 7. Potensial membran DOP:TOMA = 9:1 terhadap molaritas sampel

Membran berbasis DOP memberikan respon yang cukup tinggi untuk senyawa kina sebagai wakil rasa pahit karena sifat lipofilik dari kina yang memudahkan senyawa ini terekstrak ke dalam fasa membran yang bersifat lipofilik, namun karena komposisi dari DOP jauh lebih besar daripada TOMA maka efek dominasi DOP terlihat jelas. Respon kationik (slope positif) menunjukkan bahwa membran memberikan respon yang baik terhadap ion positif dan semakin besar slope yang terjadi maka membran semakin baik respon terhadap ion-ion positif. Berdasarkan Gambar 6 terlihat MSG, kina dan KCL memberikan respon yang lebih besar dibandingkan HCL dan glukosa dengan bertambahnya konsentrasi.

5. KESIMPULAN

Telah berhasil dibuat membran selektif ion berbasis DOP dan TOMA dengan perbandingan 9 dan 1. Membran tersebut mempunyai

mempunyai kemampuan untuk melakukan karakterisasi dan respon kationik pada sampel lima rasa dasar yaitu asam, manis, pahit, asin dan gurih (*umami*) dengan konsentrasi yang bervariasi dari 0.1 mmol hingga 100 mmol. Sedangkan waktu respon diperoleh sebesar 4 menit untuk mendapatkan data dengan nilai terukur stabil pada sampel lima rasa dasar tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hayashi, N., Chen, R., Ikezaki, H., dan Ujihara, T., 2008, **Evaluation of the Umami Taste Intensity of Green Tea by a Taste Sensor**, *J. Agric. Food Chem.*, 56 (16), 7384.
- [2] Toko, K., 2000, **Taste Sensor**, *Sensors and Actuators B*, 64, 205–215.
- [3] Tanigake, A., Miyanaga, Y., Nakamura, T., Tsuji, E., Matsuyama, K., Kunitomo, M, dan Uchida, T., 2003, **The Bitterness Intensity of Clarithromycin Evaluated by a Taste Sensor**, *Chem. Pharm. Bull.* 51(11), 1241.
- [4] Zheng, J dan Melissa P., 2006, **Taste Masking Analysis in Pharmaceutical Formulation Development Using an Electronic Tongue**, *International Journal of Pharmaceutics*, 310, 118–124.
- [5] Winquist, F., Bjorklund, R., Krantz-Rulcker, C., Lundström, I., stergren, K., dan Skoglund, T., 2005, **An Electronic Tongue in the Dairy Industry**, *Sensors and Actuators*, B 111–112, 299–304.
- [6] Moreno, L., Merlos, A., Abramova, N., Jimenez, C., dan Bratov, A., 2006, **Multi-Sensor Array Used as an “Electronic Tongue” for Mineral Water Analysis**, *Sensors and Actuators*, B 116, 130–134.
- [7] Riul Jr., A., de Sousa H.C., Malmegrim R.R., dos Santos Jr. D. S., Carvalho A.C.P.L.F., Fonseca F. J., Oliveira Jr. O. N., dan Mattoso L. H. C., 2004, **Wine Classification by Taste Sensors Made from Ultra-Thin Films and Using Neural Network**, *Sensors & Actuators B* 98,77-82.
- [8] Baullens, K., Peter, M., Steven, V., Dmitriy, K., Andrey, L., Saskia, B., Nathalie, C., Bart, M., dan Jeroen, L., 2008, **Analysis of Tomato Taste Using Two Types of Electronic Tongues**, *Sensors and Actuators*, B 131, 10-17.
- [9] Aprilita, N.H., 2000, **Studi Pengaruh Plasticizer dan Aditif anion Lipofilik Terhadap Karakteristik Elektroda Selektif Ion Ammonium dengan Dibenzil Eter Sebagai Ionofor**, Tesis, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [10] Evans, A., 1991, **Potentiometry and Ion Selective Electrode**, Analytical Chemistry by Opening Learning, London.
- [11] Toko, K., 1996, **Taste Sensor with Global Selectivity**, *Materials Science and Engineering*, C 4, 69-82.

