

# Studi Pendahuluan Biosensor berbasis Magneto-Impedansi

Wahyu Eko Prastyo, Nuryani, dan Budi Purnama\*

Pasca Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan Jebres, Surakarta 57126

## Intisari

Bio-impedansi sensor multilayer  $[\text{NiFe}(800)/\text{Cu}(300)]_4$  telah berhasil dibuat dengan metode elektro-deposisi. Respon bio-magneto-impedansi (bio-MI) didefinisikan sebagai perubahan impedansi akibat medan terpasang (MI) dengan dan tanpa sampel daging. Profil respon bio-MI sampel daging sapi memiliki bentuk kurva yang setipe dengan kurva rasio magneto-impedansi dan bergantung pada frekuensi pengukuran. Respon bio-MI pada penelitian ini terbesar 0,7% pada frekuensi 100 kHz.

## ABSTRACT

Bio-impedance multilayer sensor  $[\text{NiFe}(800)/\text{Cu}(300)]_4$  has been successfully fabricated by electro-deposition method. The bio-magneto-impedance response is defined as the impedance change due to the applied field (MI) with and without the meat. The bio-MI response profile of beef samples has a similar to the magneto-impedance curve and depends on the measurement frequency. The bio-MI response in this study is 0.7% at 100 kHz.

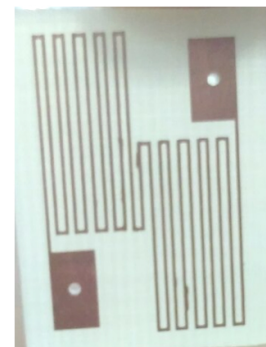
KATA KUNCI: Bio-impedance sensor; electro-deposition; Magneto-impedance  
<http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v14i2.3562>

## I. PENDAHULUAN

Pengukuran karakteristik bio-impedansi dari bahan organik khususnya daging telah menjadi parameter utama dalam biosensor [1]. Pengukuran bio-impedansi ini mengindikasikan kandungan lemak pada daging [2–5]. Artinya, perbedaan nilai pengukuran bio-impedansi ini mengindikasikan nilai besar kecilnya kandungan lemak pada daging. Untuk meningkatkan sensitivitas sensor, salah satu yang dilakukan adalah memodifikasi desain dari sensor dengan bentuk *meander type*, *mesh type*, dan *interdigital type* [6].

Identifikasi kandungan lemak seperti lemak babi dan sapi menjadi hal yang krusial, khususnya di Indonesia yang mayoritas penduduknya muslim. Saat ini identifikasi halal haram suatu produk menggunakan metode kimia yang dirasa rumit dan butuh waktu yang relatif lebih lama. Pengukuran bio-impedansi menjadi alternatif identifikasi yang menawarkan waktu analisis lebih cepat karena hanya memerlukan pengukuran impedansi total suatu produk. Hal ini mengingat karakteristik grafik respon bio-impedansi berbeda-beda di setiap bahan yang digunakan sehingga menjadi lebih cepat dalam analisis [1, 6]. Meskipun bio-impedansi sangat bergantung pada dimensi sampel, meliputi panjang, lebar, dan luasan sampel yang digunakan. Pada dimensi sampel yang berbeda menyebabkan nilai dari pengukuran yang berbeda.

Dari uraian di atas, maka pada penelitian ini dilakukan pengukuran biosensor berbasis magneto-impedansi. Magneto-



Gambar 1: Pola planar bio-impedansi sensor.

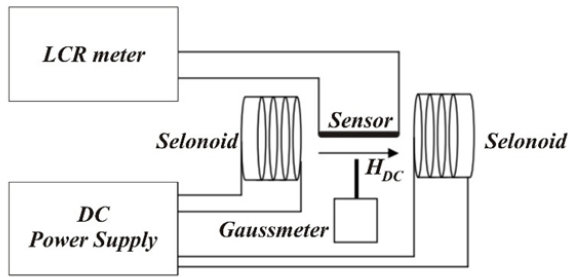
impedansi adalah pengukuran impedansi di bawah pengaruh medan magnet luar. Karakteristik respon sampel terhadap medan terpasang diasumsikan berbeda bergantung pada sampel yang dipasang. Desain sampel yang digunakan sebagai sensor menggunakan pola planar. Pengukuran dilakukan pada rentang medan magnet  $H$  dari 0 mT sampai dengan 60 mT.

## II. METODOLOGI

Pola planar sensor yang digunakan untuk mendeteksi bio-impedansi daging sapi ditunjukkan pada Gambar 1. Sensor terdiri dari multilayer  $[\text{NiFe}(800)/\text{Cu}(300)]_4$  yang ditumbuhkan pada substrat PCB Cu dengan metode elektro-deposisi. Parameter yang digunakan pada penelitian ini mengikuti penelitian yang sudah dilakukan [7].

Setelah sensor berhasil dibuat, kemudian dilakukan pe-

\*E-MAIL: bpurnama@mipa.uns.ac.id



Gambar 2: Diagram skematik pengukuran perubahan impedansi di bawah pengaruh medan magnet.

ngukuran impedansi seperti diagram skematik pada Gambar 2 sebelum ditambahkan daging sapi dan daging babi di atas sensor sebagai parameter bio-impedansi sensor.

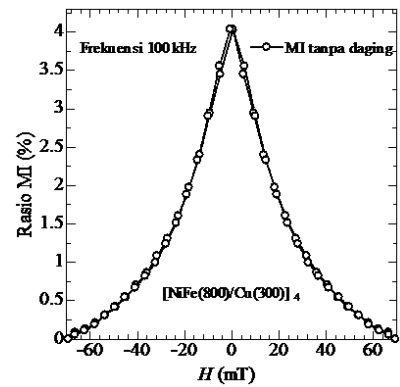
Pengukuran bio-impedansi sensor dilakukan dengan meletakkan daging sapi diseluruh permukaan sensor. Parameter yang dirubah pada saat pengukuran adalah memvariasi nilai medan magnet H dari 0 mT sampai dengan 60 mT dan diukur pada frekuensi 100 kHz. Nilai besaran yang didapatkan pada pengukuran adalah nilai impedansi total (Z). Sebagai pembanding pengukuran juga dilakukan pada sensor yang tanpa diberi daging pada permukaannya. Respon sensor didefinisikan selisih nilai perubahan impedansi akibat medan terpasang tanpa dan dengan sampel daging.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

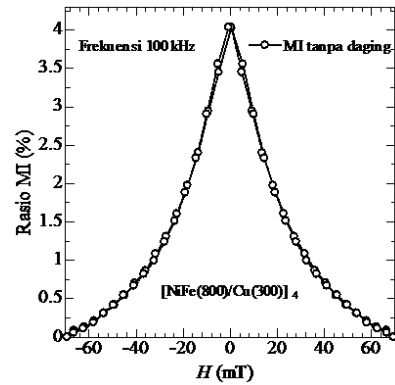
Gambar 3(a) dan Gambar 3(b) menunjukkan rasio perubahan impedansi akibat medan terpasang (MI) tanpa dan dengan sampel daging sapi. Teramati secara jelas dari Gambar 3(a) nilai rasio MI maksimal sensor tanpa daging sebesar 4,03%. Sedangkan sensor dengan sampel daging sapi turun menjadi 3,38% seperti terlihat pada Gambar 3(b). Penurunan ini mengindikasikan sistem sensor dengan sampel daging sapi membentuk rangkaian kapasitif. Dengan penambahan daging maka nilai dari kapasitansinya meningkat, sehingga nilai dari impedansi total menurun [8].

Gambar 3(c) adalah profil respon bio-magneto-impedansi (bio-MI) yang didefinisikan sebagai selisih rasio MI antara tanpa dan dengan sampel daging sapi. Teramati dengan jelas bahwa bentuk profil magneto-impedansi sama dengan bentuk kurva rasio magneto-impedansi. Hal ini menegaskan respon sampel terhadap medan adalah seragam. Pada kasus ini nilai maksimum bio-MI sebesar 0,7%.

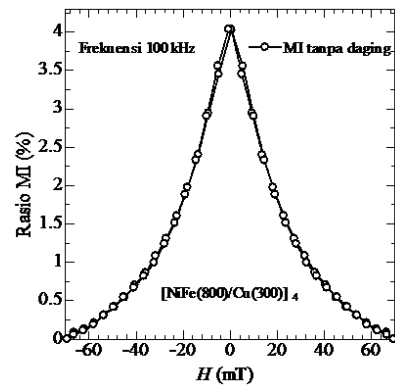
Gambar 4 menunjukkan profil bio-MI dengan variasi 2 frekuensi yaitu 20 kHz dan 100 kHz. Kurva profil bio-MI mempunyai bentuk yang sama, untuk frekuensi yang lebih besar, nilai  $\Delta MI$  cenderung lebih besar. Tipikal profil bio-MI menunjukkan respon umum biosensor yang sedang



(a) Tanpa daging sapi



(b) Dengan daging sapi



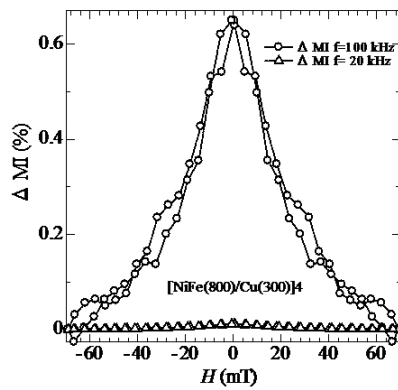
(c) Profil respon bio-MI

Gambar 3: Respon bio-impedansi

dikembangkan [9].

### IV. SIMPULAN

Profil respon bio-MI mempunyai bentuk kurva yang setipe dengan rasio magneto-impedansi dan dipengaruhi frekuensi pengukuran. Sistem sensor dengan sampel daging sapi membentuk rangkaian kapasitif.



Gambar 4: Profil bio-MI dengan variasi 2 frekuensi yaitu 20 kHz dan 100 kHz.

- 
- [1] B. Purnama, *et al.*, "Preliminary Study of Bio-impedance Based Sensor using Organic Polymer Membrane for Identification of Pork and Beef", *Applied Mechanics and Materials*, vol. 771, pp. 100-103, 2015.
- [2] M.J. Marchello, *et al.*, "Bioelectrical Impedance: Fat Content of Beef and Pork from Different Size Grinds", *J. Anim. Sci.*, vol. 77, pp. 2464-2468, 1999.
- [3] P.M. Swantek, *et al.*, "Prediction of Fat-Free Mass of Pigs from 50 to 130 Kilograms Live Weight", *J. Anim. Sci.*, vol. 77, pp. 893-897, 1999.
- [4] A. Daza, *et al.*, "Prediction of body composition of Iberian pigs by means bioelectrical impedance", *Meat Sci.*, vol. 72, pp. 43-46, 2006.
- [5] F. Sarubbi, *et al.*, "Bioelectrical impedance analysis for the prediction of hot carcass weight in buffalo calf", *J. Anim. Sci.*, vol. 7, pp. 513-523, 2008.
- [6] S.C. Mukhopadhyay, "Sensing And Instrumentation For A Low Cost Intelligent Sensing System", *SICE-ICASE International Joint Conference*, Oct., pp. 18-21, 2006.
- [7] W.E. Prastyo, *et al.*, "Magneto-impedance in Multilayered  $[\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}/\text{Cu}]_4$  with modification of the line-length pattern on Cu printed circuit board", *Journal of Physics: Conf. Series* 909, 2017.
- [8] J.L. Domez, *et al.*, "Beef meat electrical impedance spectroscopy and anisotropy sensing for non-invasive early assessment of meat ageing", *Journal of Food Engineering*, vol. 85, pp. 116-122, 2008.
- [9] A.G. Arribas, *et al.*, "Thin-Film Magneto-Impedance Sensors", Chapter 3, Intechopen Limited, London, 2017.