

Hubungan antara Asal Bunga Madu Terhadap Nilai Impedansi Listrik

Vivien D Indriyani^{1)*}, Didik R Santoso²⁾, Chomsin S Widodo²⁾

¹⁾ Program Magister Ilmu Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

²⁾ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

Diterima 06 Juni 2018, direvisi 31 Juli 2018

ABSTRAK

Salah satu faktor yang mempengaruhi komposisi madu yaitu tumbuhan yang menjadi sumber nektar. Madu yang berasal dari satu jenis tumbuhan mempunyai komposisi yang berbeda dengan madu dari jenis tumbuhan lain. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh asal bunga madu terhadap nilai impedansi listrik dengan menggunakan spektroskopi impedansi dan menganalisis hubungan antara kadar abu dengan impedansi listrik pada madu. Penelitian ini menggunakan elektroda empat jarum yang terbuat dari emas dan satu set alat PicoScope 5244B untuk mengukur nilai impedansi madu. Pengukuran dilakukan dengan menginjeksikan arus $10 \mu\text{A}$ dan menggunakan frekuensi 1 Hz sampai 2 MHz. Penelitian ini juga mengukur kadar abu pada madu. Sampel yang digunakan yaitu madu kelengkeng, kaliandra, randu, kopi, dan karet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asal bunga madu mempengaruhi nilai impedansi listrik. Hubungan antara impedansi dengan kadar abu yaitu semakin kecil kadar abu pada madu maka nilai impedansinya besar.

Kata kunci: madu; asal bunga madu; impedansi; kadar abu

ABSTRACT

One of the factors that influence the composition of honey is the plant that became the source of nectar. Honey derived from one plant species has a different composition with honey from other plant species. This study aims to analyze the effect of the origin of honey flower on the value of electrical impedance by using impedance spectroscopy and to analyze the relationship between ash content and electrical impedance in honey. This study used four gold needle electrodes and a set of PicoScope 5244B tools to measure the value of honey impedance. Measurements are made by injecting a current of $10 \mu\text{A}$ and using frequencies 1 Hz to 2 MHz. This study also measured ash content in honey. The sample used is kelengkeng, kaliandra, randu, coffee, and rubber honey. The results showed that the origin of honey flower affects the value of electrical impedance. The relationship between impedance and ash content is the smaller the ash content in honey the impedance value is greater.

Keywords: honey; honey's floral origins; impedance; ash content.

PENDAHULUAN

Setiap jenis madu mempunyai komposisi yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh tumbuhan yang menjadi sumber nektar [1]. Komposisi utama madu yaitu glukosa, fruktosa, sukrosa, air, dan juga mengandung mineral, protein, asam amino bebas, enzim, dan vitamin

[2]. Kandungan mineral yang dimiliki madu ditunjukkan oleh kadar abu. Kadar abu merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan sumber tumbuhan. Perbedaan kadar abu juga dipengaruhi oleh tumbuhan yang menjadi sumber nektar sehingga melalui pengukuran kadar abu dapat membedakan madu berdasarkan asal bunga [3]. Karakterisasi madu berdasarkan asal bunga perlu dilakukan untuk pengendalian mutu madu. Pengukuran kadar abu merupakan salah satu karakterisasi madu.

Karakterisasi madu berdasarkan tumbuhan

*Corresponding author:

E-mail: vivien.dwi.indriyani@gmail.com

yang menjadi sumber nektar dapat dilakukan berdasarkan analisis organoleptik, mikroskopik, dan sifat fisikokimia [4]. Ketiga teknik tersebut tidak mudah dilakukan karena pengerjaannya masih tradisional dan membutuhkan waktu lama terutama untuk analisis *melissopalynology* memerlukan pengetahuan dan pengalaman tentang morfologi serbuk sari serta ketersediaan koleksi serbuk sari yang sesuai dengan penelitian [5]. Uji komponen volatil dengan menggunakan *Solid-phase microextraction* (SPME)-GC-MS juga dapat digunakan untuk menentukan asal bunga pada madu unifloral yang berbeda [6]. Metode ini sulit dilakukan karena memerlukan data pada literatur sebagai pembandingnya. Karakterisasi fisikokimia dan klasifikasi madu berdasarkan asal bunga juga dapat dilakukan dengan metode *chemometrics* [7], namun membutuhkan preparasi sampel, uji laboratorium, dan membutuhkan waktu lama. Metode lain yang bisa digunakan untuk membedakan sampel madu uniflora dan mengukur sifat fisikokimia pada madu yaitu melakukan pengukuran impedansi dengan menggunakan spektroskopi impedansi [8]. Metode ini mempunyai kelebihan yaitu tanpa memerlukan persiapan sampel, memperoleh sifat fisikokimia madu, dapat membedakan madu berdasarkan asal bunga, serta sebagai alternatif untuk pengendalian kualitas makanan (cepat, mudah, dan murah).

Pengukuran impedansi untuk membedakan asal bunga madu menggunakan spektroskopi impedansi metode dua elektroda [8]. Salah satu masalah yang terjadi jika menggunakan dua elektroda adalah peristiwa *double layer* karena ion dalam larutan akan bergabung dengan elektron yang berasal dari permukaan elektroda yang menginjeksikan arus. Hal ini menyebabkan perubahan tegangan pada elektroda bukan nilai impedansi murni dari larutan melainkan sudah dipengaruhi oleh resistansi dan kapasitansi elektroda [9]. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian pengukuran impedansi pada berbagai jenis madu berdasarkan asal bunga dengan menggunakan spektroskopi impedansi metode empat elektroda untuk menghindari peristiwa *double layer*. Peneliti juga melakukan pengukuran kadar abu madu untuk dibandingkan dengan hasil pengukuran impedansi dan membuktikan bahwa dengan melakukan pengukuran impedansi maka informasi sifat fisika kimia madu berupa kadar abu juga dapat diketahui. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya juga terletak pada sampel madu serta alat yang digunakan.

METODE PENELITIAN

Sampel madu yang digunakan yaitu madu randu, kelengkeng, kaliandra, kopi, dan karet. Sampel madu berasal dari peternak lebah madu. Selama proses penelitian, madu disimpan di laboratorium biofisika dengan kondisi suhu ruang dan terhindar dari cahaya. Setiap sampel madu diukur nilai kadar abu dengan cara cawan porselin ditimbang terlebih dahulu. Massa cawan porselin dicatat. Sampel dimasukkan ke dalam cawan porselin sebanyak 2 g. Kemudian sampel madu dipijarkan ke dalam *furnace* dengan suhu 600 °C sampai menjadi abu. Cawan porselin yang berisi abu didinginkan ke dalam lemari desikator selama 10 menit. Kemudian massa cawan berisi abu ditimbang. Pengukuran ini dilakukan sebanyak tiga kali. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung kadar abu yaitu,

$$W_{abu} \left(\% \frac{b}{b} \right) = \frac{m_1 - m_2}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana, m_1 adalah massa cawan ditambah massa abu (g), m_2 adalah massa cawan (g), m_0 adalah massa sampel madu (g).

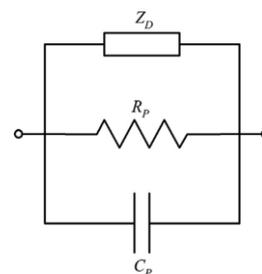
Kemudian dilakukan pengukuran impedansi madu dengan cara sampel dimasukkan ke dalam chamber. Sampel diinjeksi arus 10 μ A. Frekuensi yang digunakan yaitu 1 Hz – 2 MHz. Setiap frekuensi yang diberikan, dicatat nilai V_{pp} . Nilai impedansi pada madu dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 4.

$$Y_p = Y_R + Y_C = \frac{1}{R} + j\omega C \quad (2)$$

$$Z_p = \frac{1}{Y_p} = \frac{1}{\frac{1}{R} + j\omega C} = \frac{1}{G + j\omega C} \quad (3)$$

$$Z = \frac{V}{I} = \frac{1}{G + j\omega C} \quad (4)$$

Dimana Z adalah impedansi sampel madu, V adalah tegangan output rata-rata ($V_{pp}/2$), dan I adalah arus yang diberikan pada sampel madu.



Gambar 1. Model rangkaian ekuivalen madu unifloral [8]

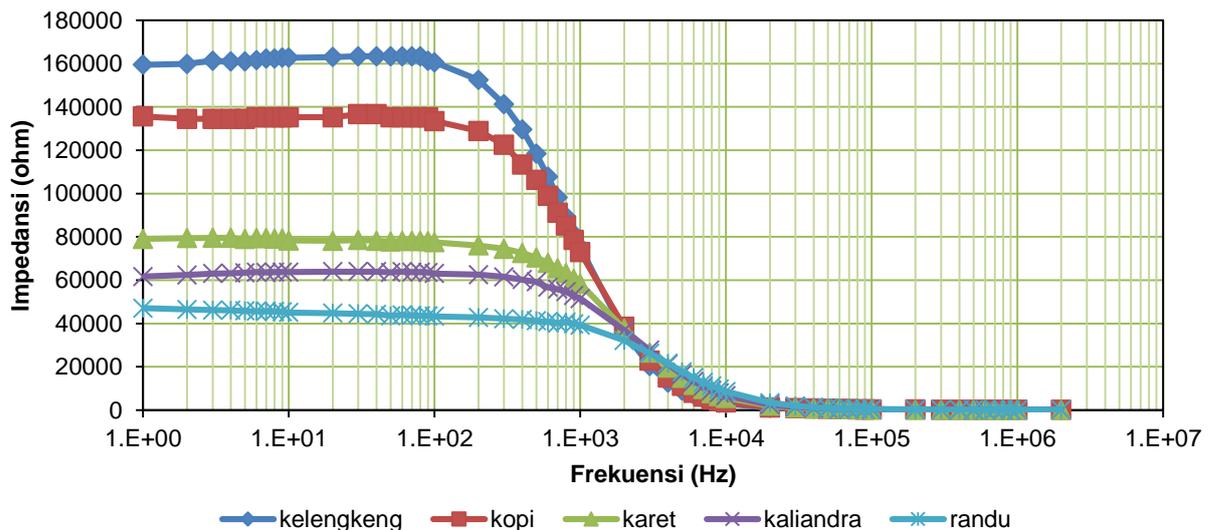
Model rangkaian ekuivalen dengan madu unifloral dapat dilihat pada Gambar 1. Sampel madu dapat dapat dimodelkan dengan menggunakan rangkaian paralel RC dengan komponen lain dalam konfigurasi paralel. Komponen C_p mewakili kapasitansi paralel dan memperhatikan efek akibat geometri sampel. Komponen R_p mewakili resistansi paralel. Komponen Z_D setara dengan rangkaian seri RC.

Hasil pengukuran diperoleh data berupa kadar abu dan impedansi listrik. Untuk menganalisis pengaruh asal bunga madu terhadap nilai impedansi listrik dengan menggunakan frekuensi 1 Hz sampai 2 MHz maka dibuat grafik, dimana sumbu X sebagai frekuensi dan sumbu Y sebagai nilai impedansi listrik. Sedangkan untuk menganalisis hubungan antara kadar abu terhadap nilai impedansi listrik pada madu, maka dibuat grafik, dimana sumbu X sebagai jenis madu berdasarkan asal bunga dan

sumbu Y pertama sebagai sifat fisika kimia lainnya (kadar abu), sumbu Y kedua sebagai nilai impedansi listrik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Asal Bunga Madu terhadap Nilai Impedansi Listrik. Hasil yang diperoleh berupa plot grafik impedansi sebagai fungsi frekuensi antara 5 jenis madu yang berbeda berdasarkan asal bunganya. Sifat kelistrikan dari larutan madu dapat dianalisis dengan menggunakan pendekatan rangkaian elektronik antara resistor dan kapasitor yang dirangkai secara paralel. Penggunaan skala logaritmik saat pembuatan grafik impedansi sebagai fungsi frekuensi dikarenakan nilai impedansi dipengaruhi oleh komponen resistansi dan kapasitansi yang dianalogikan dengan model randles.



Gambar 2. Hubungan frekuensi vs impedansi madu berdasarkan asal bunga madu

Hubungan antara frekuensi dengan impedansi madu berdasarkan asal bunga dapat ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan grafik hubungan antara frekuensi dengan impedansi madu. Nilai impedansi madu turun saat terjadi kenaikan frekuensi. Nilai impedansi maksimum ketika rentang frekuensi 1 Hz – 100 Hz. Nilai impedansi mengalami penurunan pada rentang frekuensi 100 Hz – 100 kHz. Nilai impedansi minimum terjadi pada rentang frekuensi 100 kHz – 2 MHz. Pada frekuensi 1 Hz – 100 Hz nilai impedansi dipengaruhi oleh sifat resistif dan kapasitif bahan. Pada rentang frekuensi 100 Hz –

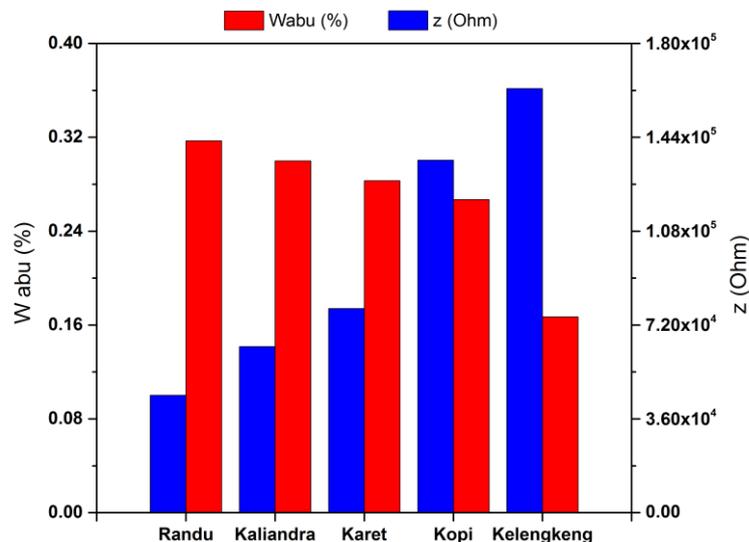
100 kHz terjadi penurunan impedansi yang sangat drastis untuk semua jenis madu yang disebabkan oleh pengaruh dari sifat komponen alat. Pada rentang frekuensi 100 kHz – 2 MHz nilai impedansi yang dihasilkan sangat kecil bahkan sering mengalami *cut off*. Hal ini dikarenakan respon frekuensi alat tidak bagus dan nilai impedansi madu tidak dapat dibedakan berdasarkan asal bunganya. Rentang frekuensi yang dapat digunakan untuk membedakan madu berdasarkan asal bunganya adalah 1 Hz – 1 kHz. Pada rentang frekuensi tersebut dapat terlihat perbedaan nilai impedansi setiap jenis madu berdasarkan asal bunga.

Gambar 2 juga menunjukkan asal bunga madu mempengaruhi nilai impedansi. Pengaruh asal bunga madu terhadap nilai impedansi ditunjukkan dengan urutan nilai impedansi madu dari terbesar ke terkecil yaitu madu kelengkeng, madu kopi, madu karet, madu kaliandra, dan madu randu. Penyebab perbedaan nilai impedansi madu berdasarkan asal bunga yaitu komposisi madu dari satu jenis bunga berbeda dengan komposisi madu dari jenis bunga lain. Salah satu penyebab perbedaan komposisi madu adalah tumbuhan yang menjadi sumber nektar [1]. Jika komposisi madu yang dimiliki berbeda maka akan mempengaruhi nilai impedansi listrik pada madu. Impedansi listrik merupakan salah satu karakteristik biolistrik yang dapat diamati pada bahan biologis dimana besarnya tergantung pada

kondisi internal bahan yang meliputi komposisi bahan kimia, kandungan air, keasaman, serta sifat internal lainnya [10]. Oleh karena itu, impedansi listrik pada madu dipengaruhi oleh sifat fisika kimia lainnya berupa kadar abu.

Hubungan antara Kadar Abu Madu dengan Nilai Impedansi Listrik Pada Madu.

Nilai impedansi listrik pada madu berdasarkan asal bunga dipengaruhi oleh komposisi madu yang bisa diukur melalui pengukuran sifat fisika kimia madu. Sifat fisika kimia madu yang diukur yaitu kadar abu. Informasi sifat fisika kimia madu bisa diperoleh melalui pengukuran impedansi [8]. Hubungan antara kadar abu dengan nilai impedansi listrik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kadar abu dengan impedansi listrik pada berbagai jenis madu

Kadar abu pada madu yaitu dalam rentang 0,167% - 0,317%. Kadar abu merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan sumber botani. Perbedaan kadar abu yang dimiliki setiap jenis madu disebabkan oleh proses pemanenan, teknik peternakan lebah, serta perbedaan tumbuhan yang menjadi sumber nektar. Oleh karena itu pengukuran kadar abu juga dapat digunakan untuk membedakan madu berdasarkan asal bunga. Kadar abu menunjukkan kandungan mineral dalam madu. Semakin besar kandungan mineral yang dimiliki madu maka kadar abunya semakin tinggi. Mineral yang terdapat di dalam madu yaitu kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg), fosfor (P), klor (Cl), besi (Fe), belerang (S), dan iodium (I) [1].

Mineral tersebut merupakan ion-ion yang dapat mempengaruhi konduktivitas listrik sehingga mempengaruhi impedansi. Peningkatan konsentrasi ion-ion terlarut dalam madu yang ditunjukkan oleh kadar abu akan meningkatkan nilai konduktivitas listrik sehingga nilai impedansinya menurun [11,12]. Nilai kadar abu yang dimiliki oleh setiap jenis madu semakin kecil maka nilai impedansi yang dimiliki madu tersebut semakin besar.

KESIMPULAN

Asal bunga madu dapat mempengaruhi nilai impedansi listrik. Rentang frekuensi yang dapat

digunakan untuk membedakan madu berdasarkan asal bunga yaitu 1 Hz – 1 kHz. Hubungan antara kadar abu dengan impedansi listrik menunjukkan semakin kecil kadar abu pada madu maka nilai impedansi semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan bagian dari penelitian yang didanai oleh Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT-Grant) 2018 dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Penelitian dan Pengembangan di Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi dengan nomor kontrak 338.102/UN10.C10/PN/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sihombing, D.T.H. (1997) Ilmu Ternak Lebah Madu. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [2] Pérez, R.A., Sánchez-Brunete, C., Calvo, R.M., dan Tadeo, J.L. (2002) Analysis of Volatiles from Spanish Honeys by Solid-Phase Microextraction and Gas Chromatography–Mass Spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50 (9), 2633–2637.
- [3] Qadar, S., Noor, A., dan Maming (2015) Karakteristik Fisika Kimia Madu Hutan Desa Terasa. *Techno: Jurnal Penelitian*. 4 (2), 37–41.
- [4] Persano Oddo, L., Piazza, M.G., Sabatini, A.G., dan Accorti, M. (1995) Characterization of unifloral honeys. *Apidologie*. 26 (6), 453–465.
- [5] Radovic, B.S., Careri, M., Mangia, A., Musci, M., Gerboles, M., dan Anklam, E. (2001) Contribution of dynamic headspace GC–MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chemistry*. 72 (4), 511–520.
- [6] Verzera, A.; Campisi, S.; Zappalà, M.; Bonaccorsi, I. (2001) SPME-GC-MS analysis of honey volatile components for the characterization of different floral origin. *American Laboratory*. 33 (15), 18–21.
- [7] Corbella, E. dan Cozzolino, D. (2006) Classification of the floral origin of Uruguayan honeys by chemical and physical characteristics combined with chemometrics. *LWT - Food Science and Technology*. 39 (5), 534–539.
- [8] Scandurra, G., Tripodi, G., dan Verzera, A. (2013) Impedance spectroscopy for rapid determination of honey floral origin. *Journal of Food Engineering*. 119 (4), 738–743.
- [9] Salamena, G.A. (2017) Studi eksperimen pengukuran impedansi listrik larutan secara presisi menggunakan injeksi arus pada pelat sejajar, Universitas Brawijaya, 2017.
- [10] Hermawan, B. (2005) Monitoring Kadar Air Tanah Melalui Pengukuran Sifat Dielektrik Pada Lahan Jagung. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 7 (1), 15–22.
- [11] Antary, P.S.S., Ratnayani, K., dan Laksmiwati, A.A.I.A.M. (2013) Nilai Daya Hantar Listrik, Kadar Abu, Natrium, dan Kalium Pada Madu Bermerk di Pasaran Dibandingkan dengan Madu Alami (Lokal). *Jurnal Kimia*. 7 (2), 172–180.
- [12] Putri, R.R.A., Sulistya, C., dan Santoso, D.R. (2017) Analisis Nilai Impedansi Listrik pada Daging Ikan Nila yang Disimpan dalam Lemari Es. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 6 (2), 117.