

	JRAB : Jurnal Riset Agroteknologi Berkelanjutan Volume 1, Number 1, Januari 2024 (Halaman 36-42) DOI : https://doi.org/10.5281/zenodo.11214777	e-ISSN : 3047-5996
---	--	--------------------

KARAKTERISTIK DIELEKTRIK MINYAK SEREH WANGI

Dedi Wahyudi✉

Politeknik Pembangunan Pertanian Medan
Jl. Binjai Km. 10 Medan, Sumatera Utara, Indonesia
✉e-mail: dedi.wahyudimsi@gmail.com

Abstrak

Pengujian cepat terhadap kadar komponen penyusun minyak serai wangi sangat penting dalam industri modern. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kualitas minyak serai wangi dengan melihat karakteristik dielektriknya khususnya nilai kapasitansi pada berbagai konsentrasi senyawa geraniol yang terkandung dalam minyak tersebut. Metode pengujiannya menggunakan pelat kapasitor yang dihubungkan dengan penjepit ke konektor LCR meter untuk menganalisis karakteristik dielektrik pada rentang frekuensi 100-2000 Hz. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa karakteristik dielektrik minyak serai wangi secara keseluruhan menunjukkan penurunan nilai kapasitansi secara eksponensial pada rentang frekuensi 100-2000 Hz. Hal serupa juga terjadi pada nilai konstanta dielektrik setiap variasi konsentrasi geraniol pada minyak serai wangi. Temuan ini mempunyai implikasi penting dalam industri minyak serai wangi karena dapat digunakan sebagai metode yang efektif untuk mengukur dan memantau kualitas minyak serai wangi dengan cepat dan akurat. Selain itu, penelitian ini memberikan wawasan lebih jauh mengenai hubungan kandungan senyawa geraniol dengan karakteristik dielektrik minyak serai wangi. Pengetahuan tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan produksi dan kualitas minyak serai wangi pada industri yang membutuhkan bahan baku berkualitas tinggi.

Kata Kunci—Kapasitansi, Minyak Sereh, Dielektrik, Geraniol.

Pendahuluan

Minyak serih wangi merupakan salah satu produk minyak atsiri yang diperoleh dari daun dan batang tanaman serih wangi (*Cymbopogon* sp.). Jenis tanaman minyak serih wangi yang banyak dibudidayakan sebagai sumber minyak atsiri di Indonesia adalah tipe Jawa dari jenis *Cymbopogon winterianus* Jowitt atau dikenal secara luas sebagai varietas Mahapengiri. Minyak serih wangi mengandung senyawa bernilai komersial tinggi karena dalam konsentrasinya terkandung tiga komponen utama yaitu sitronelal, geraniol dan sitronelol. Minyak serih wangi biasanya diekstrak oleh penyuling menggunakan teknik kukus (distilasi uap dan air) karena pertimbangan biaya operasional yang

rendah dan kemudahan rangkaian alat. Minyak serih wangi kasar yang dihasilkan melalui teknik penyulingan memiliki kandungan minimum sitronelal 41.97%, geraniol 18.89% dan sitronelol 12.91% (Budaraga & Salihat 2021). Minyak serih wangi kasar selanjutnya dijual oleh penyuling ke industri pengolahan minyak atsiri. Penentuan harga tergantung kualitas kemurnian minyak berdasarkan kandungan sitronelal dan geraniol. Penentuan kadar komponen senyawa dalam minyak serih wangi dapat menggunakan beberapa metode antara lain Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS), Spektroskopi Inframerah Dekat (NIRs), kemometrika PCA, penentuan bobot jenis, kelarutan dalam etanol dan lain-lain. Namun, metode

	JRAB : Jurnal Riset Agroteknologi Berkelanjutan Volume 1, Number 1, Januari 2024 (Halaman 36-42) DOI : https://doi.org/10.5281/zenodo.11214777	e-ISSN : 3047-5996
---	--	--------------------

yang paling umum digunakan adalah GC-MS karena kemampuan dalam identifikasi senyawa kimia dalam minyak sereh wangi lebih sensitif dan akurat (Bota et al. 2015; Wahyudi et al. 2020; Kakaraparthi et al. 2014).

Meskipun analisis GC-MS memiliki kemampuan identifikasi yang baik akan tetapi memiliki kekurangan yaitu waktu elusi yang lama dan biaya serta investasi alat yang mahal sehingga perlu pengembangan rekayasa teknologi yang memiliki kemampuan analisis minyak sereh wangi yang cepat dan biaya yang ekonomis (Wahyudi et al. 2022). Penentuan Kualitas minyak sereh wangi kasar berpeluang untuk dianalisis menggunakan uji fisika yaitu melalui penentuan sifat kelistrikan berdasarkan karakteristik dielektrik, seperti dilakukan oleh (Listuayu et al. 2019; Rajab 2018; Putra et al. 2013) yang telah melakukan pengukuran karakteristik dielektrik pada minyak goreng berdasarkan nilai kapasitansinya. Sebagaimana diketahui, minyak sereh wangi kasar masih bercampur dengan senyawa-senyawa impurities lain salah satunya air terikat saat proses penyulingan. Keberadaan air dalam minyak sereh wangi kasar akan memengaruhi karakteristik dielektriknya karena air bersifat polar (Ayu & Umiati 2010; Han et al. 2017; Singh et al. 2018).

Kapasitas dielektrik dapat diukur menggunakan sensor kapasitif yang berfungsi dengan menggunakan prinsip kapasitansi. Sensor kapasitif berfungsi dengan menggunakan elektroda yang berfungsi sebagai kapasitor. Ketika elektroda berinteraksi dengan bahan dielektrik yang berbeda, sebuah medan listrik akan terbentuk di antara elektroda, yang kemudian dapat diukur untuk menentukan kapasitas dielektrik. Umumnya, bahan elektroda dapat berupa tembaga atau besi. Sebagian besar

struktur sensor kapasitif seperti pelat meskipun dapat berevolusi bentuknya menjadi lingkaran (Han et al. 2017; Rimafatin et al. 2019). Sensor kapasitif memiliki beberapa keunggulan antara lain yaitu tingkat pembacaan yang tinggi sehingga memungkinkan untuk mendeteksi perubahan kekuatan dielektrik suatu zat cair dengan cepat, tidak merusak zat cair meskipun bekerja di dalam zat cair tersebut karena bersifat non-kontak sehingga dapat digunakan untuk mengukur karakteristik dielektrik berbagai jenis zat cair, dan mudah dikelola serta dapat diintegrasikan dengan mudah ke dalam sistem pemantauan dan kontrol (Qurthobi et al. 2016). Pada riset ini dilakukan pengukuran karakteristik dielektrik minyak sereh wangi berdasarkan nilai kapasitansinya pada berbagai variasi konsentrasi senyawa geraniol Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dielektrik minyak sereh wangi pada berbagai varian konsentrasi geraniol.

Metode Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah signal generator, LCR meter (3532-50 LCR HiTESTER, Hioki, Tokyo, Jepang), PCB tembaga, kabel, pipet tetes, dan botol sampel. Proses penelitian dimulai dengan mempersiapkan preparat dari PCB tembaga berukuran 20 mm x 20 mm dengan jarak pisah 1 mm, seperti pada gambar berikut



Gambar 1 Plat kapasitor untuk mengukur dielektrik minyak sereh wangi

Sampel yang dipergunakan dalam penelitian yaitu sebanyak 6 sampel minyak atsiri dengan varian konsentrasi geraniol masing-masing sebanyak 40%, 44%, 48%, 52%, 56% dan 60% (Gambar 2).



Gambar 2 Preparasi sampel minyak sereh wangi pada varian konsentrasi geraniol

Rangkaian sistem pengukuran karakteristik dielektrik minyak sereh wangi dilakukan dengan menghubungkan plat kapasitor dengan LCR meter. Sampel minyak sereh wangi dimasukkan ke dalam plat kapasitor, kemudian plat kapasitor yang telah dijepit dihubungkan dengan penjepit pada konektor LCR meter seperti pada skema rangkaian alat yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian sistem pengukuran karakteristik dielektrik minyak sereh wangi

Nilai kapasitansi bergantung pada faktor geometri dan sifat bahan dielektrik. Faktor geometri yang menentukan adalah luas penampang keping dan jarak antar keping. Karakteristik ini termasuk jarak antara dua elektroda, permukaan umum, dan elemen dielektrik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Sedangkan sifat bahan dielektrik ditentukan oleh nilai konstanta dielektriknya dan frekuensi sinyal (Putra et al. 2013).

Kapasitansi adalah ukuran kapasitas penyimpanan muatan listrik untuk perbedaan potensial yang diberikan ΔV (Liao et al. 2004). Unit Satuan Internasional kapasitansi adalah *farad* (F). Tipikal kapasitansi adalah dalam rentang *picofarad* ($1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$) hingga *millifarad* ($1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$). Kapasitor yang digunakan pada penelitian ini jenis kapasitor paralel plat. Besarnya nilai kapasitansi kapasitor keping sejajar dinyatakan pada persamaan (Liao et al. 2004) dalam (Putra et al. 2013) sebagai berikut:

$$C = (K \times \epsilon_0 \times \frac{A}{d})$$

Dimana C : Kapasitansi (pF)
 K : Konstanta dielektrik
 A : luas penampang keping sejajar (m^2)
 ϵ_0 : permitivitas ($8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$)
 d : jarak pisah antar keping sejajar (m)

Setelah diperoleh hasil pengukuran kapasitansi (C), luas penampang plat kapasitor tembaga (A), jarak antar plat (d) dan besar permitivitas udara yaitu $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ dapat dilakukan perhitungan untuk mencari nilai konstanta dielektriknya.

Analisa data dilakukan dengan menggambarkan hubungan antara karakteristik dielektrik (kapasitansi, dan konstanta dielektrik) yang diperoleh dengan frekuensi pengukuran. Data hasil pengukuran karakteristik dielektrik pada minyak adalah berupa nilai kapasitansinya (Listuayu et al. 2019). Nilai kapasitansi

diplotkan terhadap frekuensi, begitu juga dengan nilai konstanta dielektrik. Kemudian nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik diplotkan terhadap jumlah konsentrasi geraniol dalam minyak sereh. Diamati *trendline* dan persamaan yang terbentuk dan dibandingkan dengan teori.

Hasil dan Pembahasan

Analisa karakteristik dielektrik udara pada berbagai frekuensi

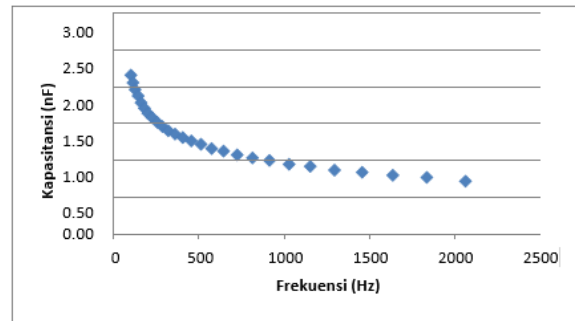
Kegiatan awal yang dilakukan adalah menentukan karakteristik dielektrik udara pada berbagai frekuensi. Frekuensi awal yang dipakai adalah 50 Hz, dan selanjutnya dinaikkan 100

Hz sampai pada frekuensi terakhir yang digunakan adalah 5.000.000 Hz untuk menentukan pada rentang frekuensi berapa dapat diketahui trend yang baik. Menurut Listuayu et al. (2019), frekuensi yang menunjukkan nilai kapasitansi dan dielektrik terlihat semakin baik yaitu pada rentang 100 – 2000 Hz. Pangujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan plat tembaga paralel yang berukuran 20 mm x 20mm dengan jarak pisah 1 mm pada LCR-Meter seperti pada Gambar 4.



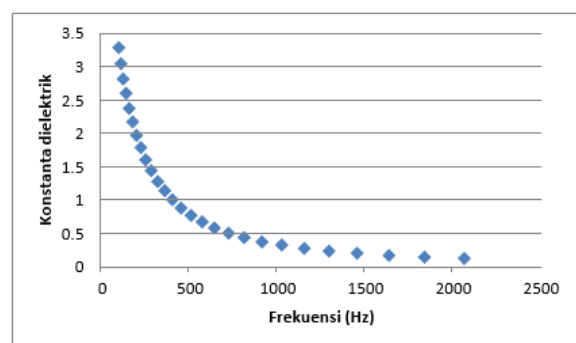
Gambar 4 Proses penentuan karakter dielektrik udara dengan LCR-Meter

Berdasarkan pengujian di atas diperoleh data nilai kapasitansi dan dielektrik dari udara yang ditampilkan dalam grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Kapasitansi dan frekuensi pada udara

Grafik yang ditampilkan pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengukuran kapasitansi udara pada frekuensi 100–2000 Hz pada arus AC. Nilai kapasitansi terendah yaitu 0,898 nF terjadi ketika frekuensi yang digunakan sebesar ± 2000 Hz. Sedangkan nilai kapasitansi tertinggi yaitu 2,334 nF ketika frekuensi yang digunakan 100 Hz. Dari grafik yang ditampilkan terlihat bahwa terjadi penurunan nilai kapasitansi udara seiring dengan bertambahnya frekuensi. Penurunan ini terjadi secara eksponensial dimana penurunan nilai kapasitansi udara relatif landai hingga pada frekuensi 1000 Hz. Pada frekuensi >1000 Hz penurunan yang terjadi relatif stabil.



Gambar 6 Konstanta dielektrik dan frekuensi pada udara.

Gambar 6 menunjukkan nilai konstanta dielektrik dalam bentuk grafik berdasarkan pengukuran kapasitansi udara pada frekuensi 100–2000 Hz pada arus AC. Besarnya nilai konstanta dielektrik berada

pada rentang 0,117 – 3,282. Grafik ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai konstanta dielektrik udara ketika frekuensi yang diberikan semakin besar. Konstanta dielektrik mengalami penurunan yang tajam pada frekuensi yang lebih kecil dari 1000 Hz. Tetapi pada frekuensi yang lebih tinggi dari 1000 Hz mempunyai nilai konstanta dielektrik yang relatif tetap. Nilai konstanta dielektrik berbanding lurus dengan kapasitansi dan jarak antar plat, serta berbanding terbalik dengan permitivitas dan luas plat yang digunakan.

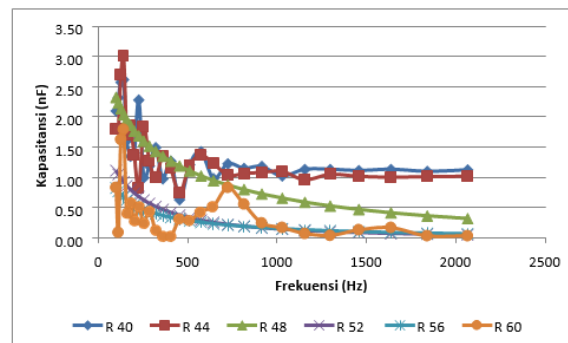
Hasil pengukuran nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik udara digunakan sebagai acuan dari pengujian alat LCR meter yang digunakan. Sesuai dengan teori (Putra et al. 2013) bahwa nilai konstanta dielektrik udara standar pada frekuensi di bawah 1000 Hz yaitu sebesar 1,00054. Pada hasil pengukuran konstanta dielektrik udara yang telah dilakukan nilai yang paling mendekati adalah konstanta dielektrik pada frekuensi 405,565 Hz yaitu 0,999.

Dengan demikian, Frekuensi 405,565 Hz merupakan frekuensi terbaik yang telah disesuaikan untuk pengukuran konstanta dielektrik dengan plat tembaga sejajar. Dari hasil pengukuran nilai konstanta dielektrik udara yang berdasarkan kapasitansinya yang telah dilakukan dengan LCR meter (3532-50 LCR HiTESTER) dapat dikatakan bahwa pengujian alat atau standarisasi alat sudah tepat dan alat dapat digunakan untuk mengukur karakteristik dielektrik minyak sereh wangi.

3.2 Analisa karakteristik dielektrik minyak sereh wangi pada berbagai frekuensi

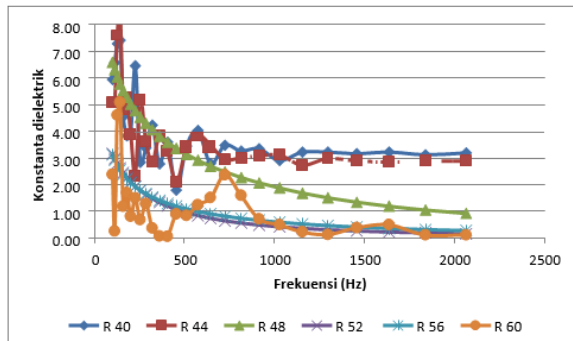
Variasi frekuensi diambil dari rentang frekuensi 100-2000 Hz. Hasil plot grafik hubungan antara kapasitansi dan frekuensi pada minyak sereh wangi

dengan variasi konsentrasi geraniol dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Hubungan kapasitansi dan frekuensi pada minyak sereh wangi

Grafik pada Gambar 7. menunjukkan kecenderungan bahwa semakin besar frekuensi yang diberikan maka kapasitansinya mengalami penurunan secara eksponensial seperti halnya yang terjadi pada minyak sereh wangi. Semakin tinggi kandungan geraniolnya maka tingkat konstanta dielektriknya juga mengalami penurunan yang signifikan. Hal ini disebabkan karena unsur penyusun dari geraniol merupakan persenyawaan yang terdiri dari 2 molekul isoprene dan 1 molekul air. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling, maka semakin sedikit kandungan airnya (Kristinawati et al. 2020). Semakin sedikit kandungan air dalam suatu larutan minyak, maka semakin kecil nilai resistivitas elektrikalnya (Ismaili et al. 2015), sehingga memungkinkan bahwa semakin besar konsentrasi geraniol di dalam minyak sereh wangi maka nilai kapasitansinya semakin rendah.



Gambar 8. Grafik hubungan konstanta dielektrik dan frekuensi minyak sereh wangi

Grafik hubungan antara konstanta dielektrik dengan range frekuensi 100 - 2000 Hz pada Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai konstanta dielektrik semakin menurun secara eksponensial seiring dengan pertambahan frekuensi yang diberikan pada pengukuran. Hal ini mengindikasikan keterkaitan sifat dielektrik dengan nilai kapasitansi dari minyak sereh wangi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengukuran karakteristik dielektrik pada minyak sereh wangi dengan variasi konsentrasi geraniol, dapat disimpulkan bahwa respons dielektrik minyak tersebut menunjukkan pola yang menarik. Secara khusus, ketika diberikan frekuensi dalam rentang 100 hingga 2000 Hz, nilai kapasitansi minyak sereh wangi cenderung menurun secara eksponensial seiring dengan peningkatan konsentrasi geraniol. Fenomena ini memberikan indikasi bahwa adanya senyawa geraniol memengaruhi sifat dielektrik minyak sereh wangi, dan perubahan konsentrasi geraniol memberikan dampak yang signifikan. Selain itu, nilai konstanta dielektrik dari masing-masing variasi konsentrasi geraniol

dalam minyak sereh wangi juga mengikuti pola penurunan eksponensial yang serupa. Penelitian ini memberikan gambaran bahwa karakteristik dielektrik dapat dijadikan indikator sensitif untuk memahami perubahan komposisi dan kualitas minyak sereh wangi, khususnya pada variasi konsentrasi geraniol dalam crude minyak sereh wangi sebagai bahan baku umpan pada proses fraksinasi. Implikasi penelitian ini dapat mendukung perkembangan metode analisis non-destruktif menggunakan sensor kapasitif untuk mengevaluasi minyak atsiri.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Medan.

Daftar Pustaka

- Ayu N, Umiati K. 2010. Pengujian Kekuatan Dielektrik Minyak Sawit Dan Minyak Castrol Menggunakan Elektrode Bola-Bola Dengan Variasi Jarak Antar Elektrode Dan Temperatur. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro* 11:p.23–36.
- Bota W, Martosupono M, Rondonuwu FS. 2015. Characterization of citronella oil products using near infrared spectroscopy (NIRs). *J FTUMJ* 2:p.1–7.
- Budaraga IK, Salihat RA. 2021. The effect of material amount in distillation tank to chemical composition of citronella oil (*Cymbopogon nardus* L. Rendle). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 653(1).

	JRAB : Jurnal Riset Agroteknologi Berkelanjutan Volume 1, Number 1, Januari 2024 (Halaman 36-42) DOI : https://doi.org/10.5281/zenodo.11214777	e-ISSN : 3047-5996
---	---	---------------------------

- Han Z, Wang Y, Qing X. 2017. Characteristics study of in-situ capacitive sensor for monitoring lubrication oil debris. *Sensors (Switzerland)* 17(12).
- Ismaili SA, Belgharza M, Marmouzi I, Saaid H, Kitane S, Belghiti MAE. 2015. Study of the electrical resistivity of vegetable and essential oils. *Der Pharma Chemica* 7(9):p.294–296.
- Kakaraparthi PS, Srinivas KVNS, Kumar JK, Kumar AN, Rajput DK, Sarma VUM. 2014. Variation in the essential oil content and composition of Citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt.) in relation to time of harvest and weather conditions. *Industrial Crops and Products* 61:p.240–248.
- Kristinawati A, Nikmatin S, Irmansyah, Setyaningsih D. 2020. Extraction of citronella oil using an ohmic heating method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 460(1):p.1–8.
- Liao S, Dourmashkin PA, Belcher J. 2004. Chapter 5 Capacitance and Dielectrics. *Mit*:p.1–46.
- Listuayu K, Selly JB, Jauharah WD, Hayati R. 2019. Kajian karakteristik dielektrik minyak jelantah menggunakan LCR meter. *Journal CHM-K Applied Scientific* 2(2):p.57–62.
- Putra ZS, Rivai M, Suwito. 2013. Sistem sensor kualitas minyak berdasarkan pada pengukuran kapasitansi dan panjang berkas pembiasan cahaya. *J Tekn Pomits* 2(1):p.67–72.
- Qurthobi A, Iskandar RF, Krisnatal A, Weldzikarvina. 2016. Design of capacitive sensor for water level measurement. *Journal of Physics: Conference Series* 776(1).
- Rajab A. 2018. Studi Pengaruh Arcing Terhadap Karakteristik Dielektrik Minyak Sawit. *Jurnal Nasional Teknik Elektro* 7(1):p.24–29.
- Rimafatin N, Cahyono BE, Misto M. 2019. Analisis hubungan suhu dan frekuensi terhadap sifat listrik lemak hewani. *Jurnal Fisika Flux* 16(2):p.78–83.
- [1] Singh SP, Chandel VS, Manohar R. 2018. Dielectric study of Clove oil. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* 9(1):p.53–56.