

Kajian Karakteristik Biolistrik Kulit Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) Dengan Metode Dielektrik Frekuensi Rendah

Mokhammad Robby.H¹, Chomsin.S. Widodo², Gancang Saroja³

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya

Email: 1) Mokhammadrobby@gmail.com, 2) chomsinwidodo@yahoo.com, 3) gancangsaroya@yahoo.co.id

Abstrak

Kajian karakteristik biolistrik kulit ikan lele (*Clarias Batrachus*) dengan metode dielektrik frekuensi rendah berdasarkan pengukuran kapasitansi dan impedansi telah dilakukan menggunakan arus AC yang bertujuan untuk penentuan kualitas kesegaran produk perikanan non-destruktif dan mengukur karakteristik biolistrik (kapasitansi, konduktivitas dan konstanta dielektrik) kulit ikan lele. Pengukuran dilakukan menggunakan plat tembaga paralel dan LCR meter GW-instek seri 816 dengan probe ganda L dan H, dan diukur pada frekuensi dibawah 2 kHz yaitu dari 100 Hz sampai 1000 Hz. Pengukuran yang dilakukan akan membandingkan karakteristik biolistrik dengan keadaan fisik dari bahan untuk mendeteksi kesegaran kulit ikan lele. Kapasitansi dan konstanta dielektrik semakin turun ketika frekuensi dinaikkan. Penurunan nilainya secara eksponensial terutama pada frekuensi dibawah 1000 Hz, konduktivitas kulit ikan lele naik secara logaritmik ketika frekuensi juga dinaikkan. Karakteristik biolistrik (kapasitansi, konduktivitas dan konstanta dielektrik) menurun selama 7 jam pengamatan yang dilakukan. Karakteristik biolistrik dari kulit ikan lele dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat kesegaran ikan lele.

Kata kunci : karakteristik Biolistrik, metode dielektrik dan kulit ikan lele.

Pendahuluan

Biolistrik adalah karakteristik kelistrikan dari sel atau jaringan yang dihasilkan oleh berbagai peristiwa pada makhluk hidup yang dipengaruhi oleh senyawa metabolisme pada makhluk hidup dan pertukaran ion yang terjadi. Sebagian besar bahan biologis merupakan dielektrik dan memiliki karakteristik biolistrik yang ditentukan oleh banyak variabel, misalnya: frekuensi, kelembaban, kerapatan, berat jenis bahan, temperatur, dimensi dari bahan, faktor loss dielektrik dan komposisi bahan. Karakteristik biolistrik yang dapat diamati antara lain: impedansi, kapasitansi, induktansi, konstanta dielektrik dan konduktivitas listrik.

Pengetahuan tentang karakteristik biolistrik suatu bahan organik berguna terutama untuk analisis kandungan ionik dan komposisi kimia yang umumnya digunakan untuk menentukan mutu suatu bahan organik. Karakteristik biolistrik bahan pangan, banyak digunakan sebagai acuan menilai kualitas dan kemurnian bahan secara cepat, non destruktif dan lebih efisien.

Secara umum produk hasil perikanan bersifat *perishable* (mudah rusak) atau mudah busuk bila tidak melalui proses pengawetan. Penyebab kerusakan ini ada yang eksternal baik dari makhluk hidup seperti bakteri dan mikroba atau dari cuaca misalnya suhu, kelembaban, dan kerusakan yang disebabkan dari bahan itu sendiri (internal) misalnya komposisi kimia, kadar air dari bahan tersebut. Untuk mengukur kualitas produk-produk hasil perikanan umumnya

dilakukan secara kimiawi atau pengujian dilaboratorium yang bersifat destruktif. Oleh karena itu, perlu dikaji lebih jauh suatu metode penentuan kualitas dan sifat-sifat bahan secara tidak merusak sehingga bahan masih layak dikonsumsi walaupun sudah dilakukan pengujian.

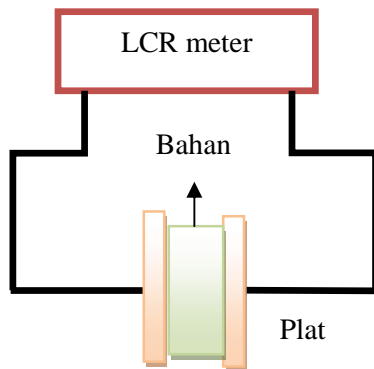
Pengukuran karakteristik biolistrik untuk penentuan kualitas produk perikanan adalah salah satu dari metode yang berpotensi dikembangkan lebih jauh dan berdaya guna tinggi. Salah satunya adalah Pengukuran kemunduran mutu hasil perikanan pada filet ikan nila berdasarkan pengukuran sifat biolistriknnya¹⁾ dan juga pada ikan lele salah satu komoditas perikanan di Indonesia. Kebanyakan pengukuran karakteristik biolistrik dilakukan pada dagingnya saja, padahal kulit ikan merupakan bagian penting dari penentuan mutu ikan itu sendiri. Oleh karena itu, dilakukan pengukuran karakteristik sifat biolistrik pada jaringan kulit ikan lele dengan metode dielektrik dengan beberapa perlakuan dan pengujian kualitas kesegaran dari ikan lele berdasarkan perubahan karakteristik biolistriknnya.

Metode

Pada penelitian ini digunakan alat-alat antara lain: LCR meter GW-instek seri 816, LCR konektor L dan H, PCB tembaga, pemotong PCB, pipet, pinset, jangka sorong digital, plastik klip, solder, kawat tembaga, kabel tunggal, penggaris dan gunting. Bahan yang digunakan adalah kulit ikan lele yang telah dipisah dari dagingnya

dengan memfilet ikan lele menyamping dan kulit yang digunakan adalah bagian samping ikan.

Tahapan awal pengukuran yaitu pembuatan plat kapasitor dari PCB tembaga dengan luas dan dimensi yang telah ditentukan. Kemudian Pengaturan sistem pada LCR meter meliputi kalibrasi, *Zeroing* dan *Warming up* pada LCR meter. Dilakukan pengujian sistem pada berbagai frekuensi dengan pengukuran konstanta dielektrik udara dan disesuaikan dengan teori. Pengukuran karakteristik biolistrik kulit ikan lele pada frekuensi 100 Hz sampai 1000 Hz dengan interval 100 Hz dan pengukuran pada frekuensi 1000 Hz dan 2000 Hz setiap satu jam pengamatan setelah ikan mati. Tahapan akhir adalah analisis keterkaitan karakteristik biolistrik terhadap frekuensi dan waktu pengamatan.



Gambar1. Skema sistem pengukuran

Penggunaan plat paralel dari kapasitor buatan dan pemberian input sumber tegangan pada LCR meter dapat terukur nilai kapasitansi dari bahan. Ketika nilai kapasitansi dari plat tersebut pada kondisi ruang vakum atau udara, terukur kapasitansinya sebagai C_0 . Jika pada plat tersebut disisipkan bahan sebagai bahan dielektrik maka nilai kapasitansinya berubah menjadi C . Ketika frekuensi sumber tegangan diubah-ubah maka bahan dielektrik pada kapasitor akan terganggu, diantaranya perubahan arah dipol-dipol listrik menjadi lebih seragam dan hal ini akan mengurangi medan listrik luar. Didapatkan hubungan antara tegangan dan frekuensi pengukuran yang dilakukan pada bahan dielektrik yaitu :

$$V_{(t)} = V_0 \exp^{-j \omega t} \quad (1)$$

dengan $\omega = 2\pi f$ adalah frekuensi angular, dan f adalah frekuensi. Hubungan perubahan nilai kapasitansinya sebesar $C = C - C_0$ terkait dengan perubahan muatan q dapat diilustrasikan dalam aliran arus maupun dalam bentuk impedansinya seperti berikut:

$$C = \frac{\Delta q}{V} = \frac{\Delta q}{V_0} \exp^{-j \omega t} \quad (2)$$

$$i = \frac{d(\Delta q)}{dt} = \Delta C \frac{dV}{dt} = j\omega \Delta C V \quad (3)$$

Secara elektronik bahan biologis pada plat paralel bisa dianalisis dengan rangkaian paralel antara resistor dan kapasitor. Perubahan arus total pada rangkaian adalah penjumlahan arus pada kapasitor dan resistor²).

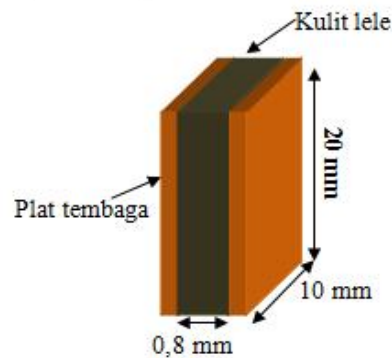
$$i = i + i_s = j \omega C V + \frac{V}{R} = \left[j\omega \Delta C + \frac{1}{R} \right] V \quad (4)$$

Sehingga nilai arusnya adalah

$$I = I_0 + i = j \omega C_0 V + \left[j\omega \Delta C + \frac{1}{R} \right] V = \left[j\omega C + \frac{1}{R} \right] V \quad (5)$$

Atau dalam impedansinya

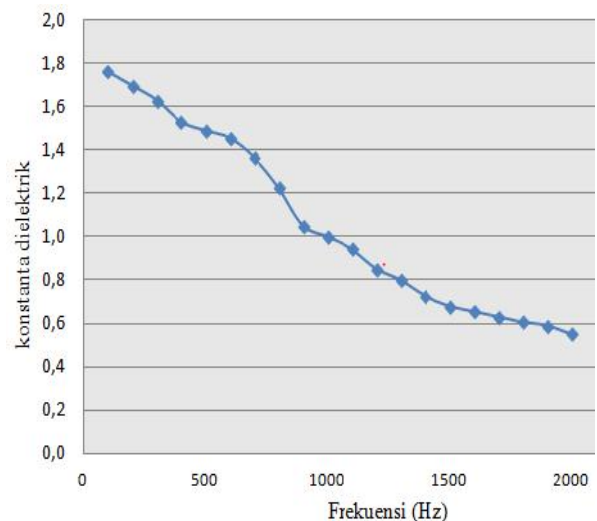
$$Z = \frac{V}{I} = \left[j\omega C + \frac{1}{R} \right]^{-1} \quad (6)$$



Gambar 2. Skema plat kapasitor

Hasil dan Pembahasan

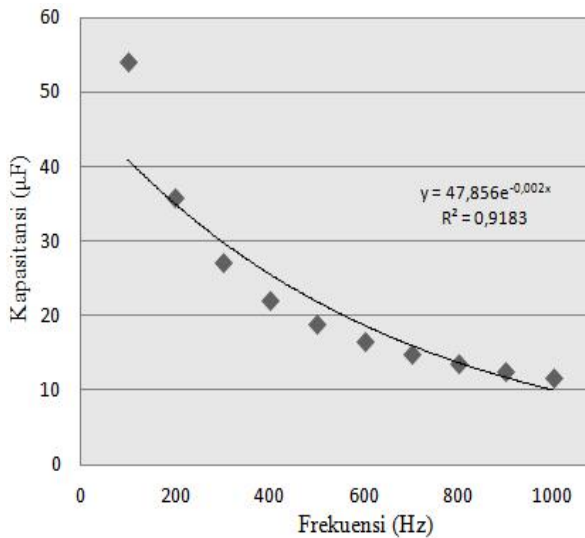
Pada hasil pengujian alat yang dilakukan pada LCR meter yang digunakan dengan plat tembaga paralel berukuran $20 \times 10 \text{ mm}^2$ dengan jarak pisah 0,5 mm. Didapatkan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik pada berbagai frekuensi seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Grafik Konstanta Dielektrik udara dan frekuensi

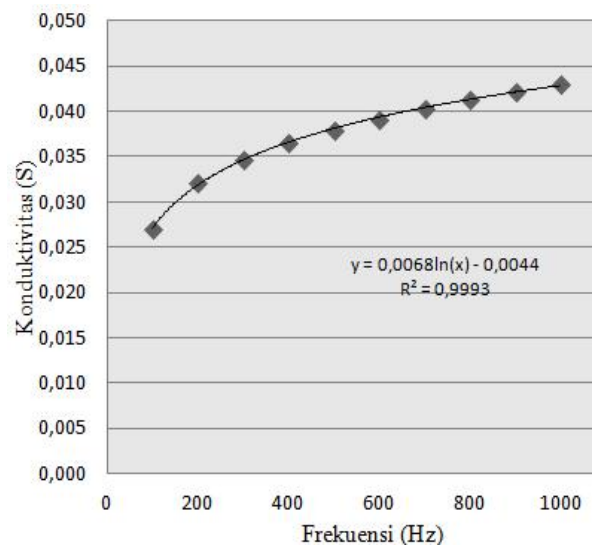
Didapat nilai konstanta dielektrik berkisar antara $(1,76530 \pm 0,01183)$ – $(0,55465 \pm 0,00930)$. Terjadi penurunan nilai konstanta dielektrik dengan semakin besarnya frekuensi yang diberikan. nilai konstanta dielektrik pada hampa udara yaitu sebesar 1 dan nilai konstanta dielektrik udara standar pada frekuensi dibawah 1000 Hz yaitu sebesar $1,00054^3$). Frekuensi terbaik yang telah disesuaikan untuk pengukuran konstanta dielektrik dengan plat tembaga sejajar yaitu 1000 Hz⁴). Pada hasil pengukuran konstanta dielektrik udara yang telah dilakukan hasil yang paling mendekati adalah konstanta dielektrik pada frekuensi 1000 Hz yaitu $1,00369 \pm 0,01833$ dengan besar kesalahan relatif yaitu sebesar 0,315%.

Karakteristik Biolistrik Kulit ikan lele



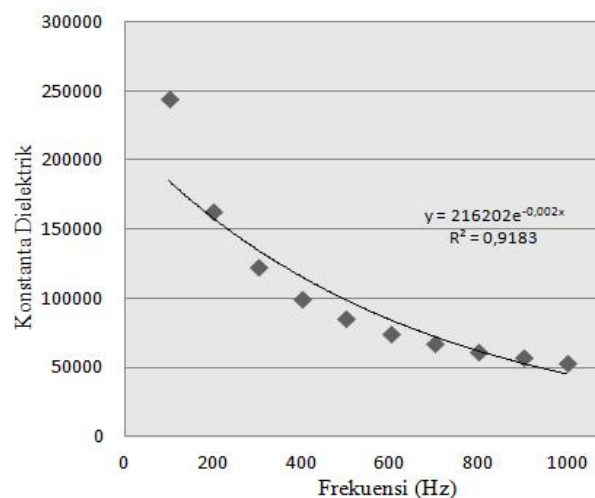
Gambar 4. Grafik Frekuensi Vs Kapasitansi Pada Kulit Ikan Lele

Penurunan nilai kapasitansi keseluruhan menurun secara eksponensial yang ditunjukkan pada persamaan garis yang terbentuk yaitu pada grafik hubungan kapasitansi dengan frekuensi $y = 47,856e^{-0,002x}$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9183, membentuk persamaan garis yang merupakan hasil pengukuran dimana konstanta awal merupakan nilai dari tegangan terhadap muatan pada kapasitor dan berbentuk eksponensial negatif yang sesuai dengan persamaan kapasitansi jaringan biologis pada persamaan 2. Nilai kapasitansi dari kulit ikan lele berkisar antara $(54,226 \pm 0,721)$ µF sampai $(7,741 \pm 0,004)$ µF, dengan penurunan yang drastis terjadi diantara range frekuensi 100 Hz - 1000 Hz. Hal ini dikarenakan penyearahan momen dipol sudah tidak terjadi karena transmisi energi lebih banyak pada frekuensi tinggi.



Gambar 5. Grafik Frekuensi Vs Konduktivitas Pada Kulit Lele

Nilai konduktivitas pada kulit ikan lele naik seiring dengan bertambahnya frekuensi yang diberikan pada saat pengukuran. Naiknya nilai konduktivitas ikan lele secara keseluruhan membentuk pola logaritmik yang ditunjukkan oleh persamaan garis yang terbentuk pada grafik, yaitu $y = 0,0068 \ln(x) - 0,0044$ dengan koefisien korelasi sebesar 0,9993. Nilai Konduktivitas dari kulit ikan lele berkisar antara $(0,027 \pm 0,002)$ S sampai $(0,049 \pm 0,001)$ S, yang naik secara signifikan setiap frekuensinya. Konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik yang dipengaruhi oleh Frekuensi yang bertambah besar akan meningkatkan pergerakan muatan dan ion-ion dalam bahan kulit ikan lele, sementara bahan bisa mengikuti perubahan tersebut dengan mobilitas yang meningkat sehingga nilai konduktansinya meningkat.



Gambar 6. Grafik Konstanta Dielektrik Vs Frekuensi Kulit Ikan Lele

Konstanta dielektrik yang semakin menurun seiring bertambahnya frekuensi yang dilakukan pada pengukuran. Hal ini merupakan salah satu keterkaitan sifat dielektrik dengan nilai kapasitansi dari kulit ikan lele. Penurunan nilai konstanta dielektrik pada kulit ikan lele secara eksponensial sesuai dengan penurunan nilai kapasitansinya yang ditunjukkan oleh persamaan garis yang terbentuk pada grafik, $y = 216202 e^{-0,002x}$ dengan derajat koefisien korelasi sebesar 0,9183. Konstanta dielektrik pada kulit ikan lele berkisar antara $(244977,035 \pm 0,156)$ sampai $(34973,270 \pm 0,022)$ yang jauh lebih besar dari konstanta dielektrik dari udara yaitu 1.

Simpulan

Dari hasil pengukuran karakteristik biolistrik (kapasitansi, konduktivitas dan konstanta dielektrik) pada kulit ikan lele didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Pengukuran karakteristik biolistrik kulit ikan lele yaitu : kapasitansi berkisar antara $(54,226 \pm 0,721)\mu\text{F}$ s.d $(7,741 \pm 0,004)\mu\text{F}$, konduktivitas berkisar antara $(0,027 \pm 0,002)\text{S}$ s.d $(0,049 \pm 0,001)\text{S}$ dan konstanta dielektrik berkisar antara $(244977,035 \pm 0,156)$ s.d $(34973,270 \pm 0,022)$.
2. Karakteristik biolistrik pada kulit ikan lele dipengaruhi oleh frekuensi yang diberikan, semakin meningkatnya frekuensi mengakibatkan perubahan nilai kapasitansi dan konstanta dielektrik yang menurun secara eksponensial. Sedangkan nilai konduktivitas naik secara logaritmik..

Daftar Pustaka

- [1] Riyanto B, Dkk. 2011. *Pendeteksian Tingkat Kesegaran Filet Ikan Nila Menggunakan Pengukuran Sifat Biolistrik. IPB (PHP)2012 Volume 15 Nomor 1.*
- [2] Juansah,J dan Irwansyah.2007.*Kajian Sifat Dielektrik Buah Semangka Dengan Pemanfaatan Sinyal Listrik Frekuensi Rendah. Jurnal Sainsmipa13:156-164.*
- [3] Halliday, D dan Resnick, R. 1978. *Physics.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [4] Martinsen,O.G, et al.2000. *Non-Invasive Measurements Of Post-Morten Changes In Dielectric Properties Of Haddock Muscle- A Pilot Study. Journal Of Food Engineering 43(3):189-192.*