

BAB IV

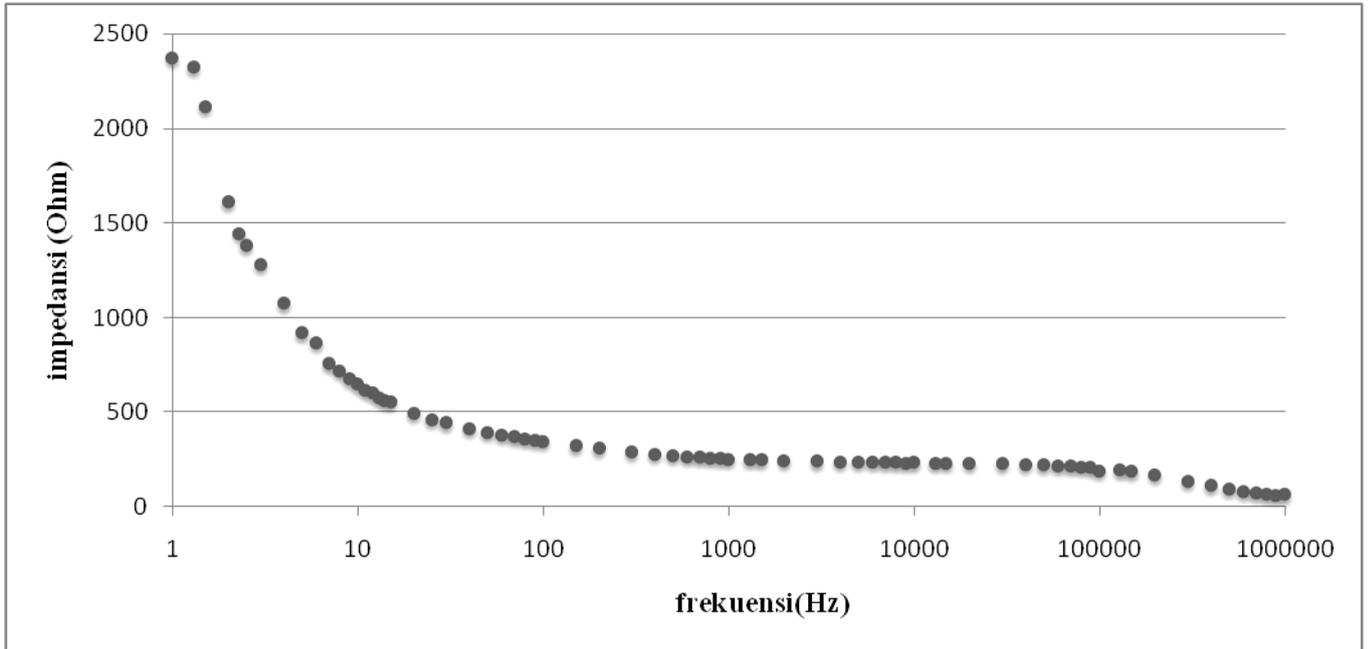
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Impedansi Listrik Jus Jeruk tanpa Pemanis

Nilai impedansi pada bahan dielektrik dapat diketahui dengan metode injeksi arus secara langsung pada bahan. Pengukuran ini menggunakan injeksi arus $100 \mu\text{A}$. Digunakan arus yang kecil karena dengan arus tinggi tegangan keluaran akan mengalami *cut off*. Hasil nilai impedansi jus jeruk keprok pada pengukuran ini diketahui bahwa jus jeruk mengalami nilai impedansi lebih tinggi pada frekuensi rendah dibandingkan pada frekuensi tinggi.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada frekuensi rendah bahan memiliki nilai acak dan tidak stabil diakibatkan bahan belum terlalu berpengaruh medan listrik eksternal. Nilai impedansi jus jeruk tanpa pemanis pada frekuensi diatas 700 Hz mengalami penurunan logaritmik. Frekuensi 700 Hz hingga 1 MHz memiliki nilai impedansi (263.8 – 66.4) Ω , dimana sifat resistif semakin mendominasi pada frekuensi yang lebih tinggi. Frekuensi 1 kHz hingga 400 kHz nilai impedansi mengalami penurunan tetapi tidak signifikan. Frekuensi sangat tinggi 500 kHz hingga 1 MHz nilai impedansi bahan mengalami penurunan kembali, dimana nilai impedansi (97.2 – 66.4) Ω . Nilai impedansi mengalami penurunan diakibatkan sifat resistif bahan lebih dominan daripada sifat kapasitif bahan. Sifat resistif yang lebih dominan ini, dapat dikatakan bahwa pengaruh medan listrik eksternal sudah sangat mempengaruhi sifat internal bahan.

Frekuensi berpengaruh terhadap bahan dielektrik, yaitu dengan naiknya frekuensi maka semakin banyak gelombang yang dapat ditransmisikan setiap detik. Semakin banyak gelombang yang ditransmisikan, maka kapasitor akan bersifat hampir seperti konduktor, dimana sifat konduktor pada kapasitor akan menggeser posisi dipol - dipol bahan semakin cepat. Oleh karena itu, polarisasi bahan akan semakin terarah atau terjadi keselarasan.



Gambar 4.1 Hubungan frekuensi terhadap nilai impedansi pada jus jeruk tanpa pemanis

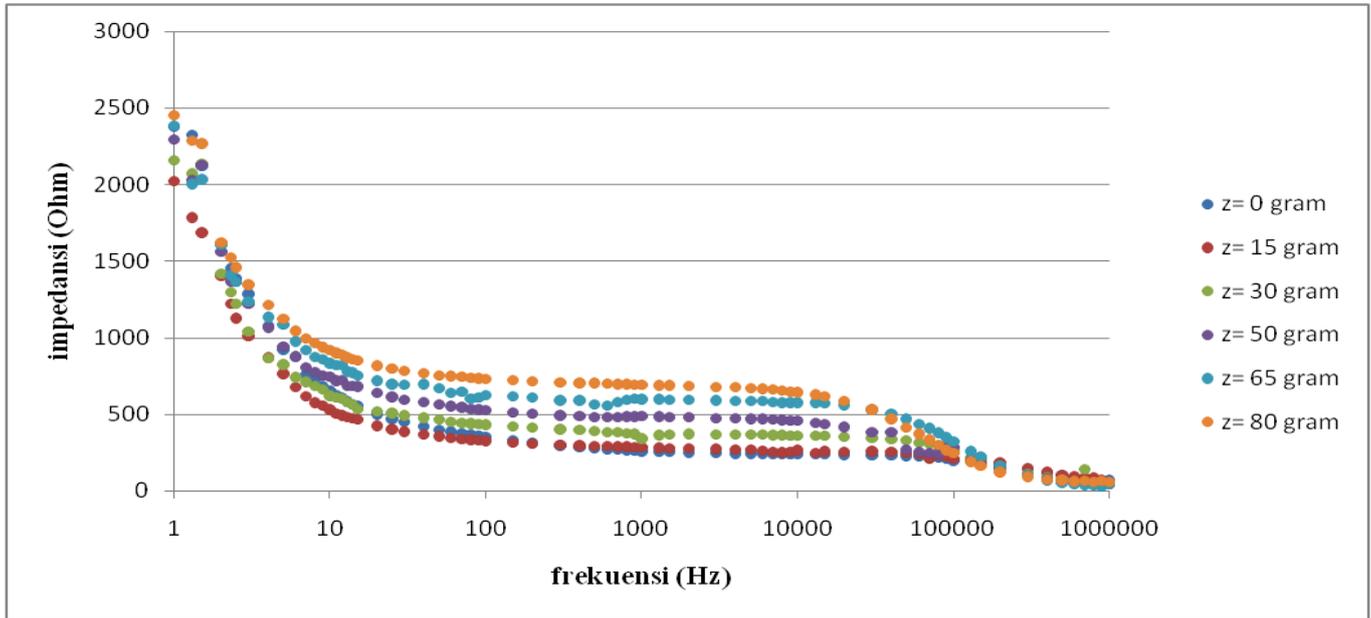
Kapasitansi bernilai tinggi pada frekuensi rendah dapat dihubungkan dengan adanya perubahan dipol yang dipengaruhi kandungan air bahan. Jeruk memiliki komposisi air yang cukup melimpah, dimana pada penelitian ini jeruk diolah sebagai jus yang akan menambah kadar air yang terdapat pada bahan. Air memiliki sifat polar permanen, sehingga pada Gambar 4.1 di frekuensi rendah didapatkan nilai impedansi lebih tinggi karena sifat internal bahan yang menahan medan listrik dari luar. Bahan mengalami polarisasi diakibatkan molekul yang terdapat pada bahan membentuk suatu pengkutuban saat diberikan medan listrik. Perubahan frekuensi juga mempengaruhi ion yang terdapat pada bahan. Perubahan nilai impedansi pada setiap frekuensi diakibatkan sifat polarisasi pada suatu bahan yang diberikan medan listrik.

Kapasitansi listrik buah jeruk keprok tidak linear terhadap besarnya frekuensi (Juansah, 2013), diketahui pada Gambar 4.1 terdapat tiga pembacaan, yaitu pada frekuensi rendah, frekuensi sedang dan frekuensi tinggi. Pada frekuensi rendah 1 Hz hingga 700 Hz nilai impedansi listrik pada bahan acak dan kapasitansi tinggi. Frekuensi 700 Hz hingga 400 kHz nilai impedansi listrik relatif stabil diakibatkan resistansi pada bahan lebih dominan. Frekuensi 400 kHz hingga 1 MHz nilai impedansi bahan semakin turun dan semakin mendekati angka 0.

4.2 Impedansi Listrik jus jeruk dengan gula

Impedansi total yang terdapat pada jus jeruk dengan pencampuran massa gula ditunjukkan pada Gambar 4.2, bahwa dengan penambahan massa gula semakin banyak akan semakin tinggi nilai impedansi pada jus jeruk. Gambar tersebut menunjukkan, pada frekuensi rendah nilai impedansi listrik cenderung belum stabil dan acak. Pada frekuensi 8 Hz hingga 20 kHz pada bahan terlihat lebih stabil dan nilai impedansi menurun logaritmik. Penambahan massa gula lebih banyak, akan semakin besar nilai impedansi bahan. Kenaikan nilai impedansi pada setiap penambahan massa gula lebih tinggi disebabkan bahan lebih bersifat kapasitif.

Gambar 4.2 diketahui bahwa pada jus jeruk dengan penambahan massa 15 gram bahan memiliki nilai impedansi listrik lebih rendah dibandingkan dengan penambahan massa gula 30 hingga 80 gram.

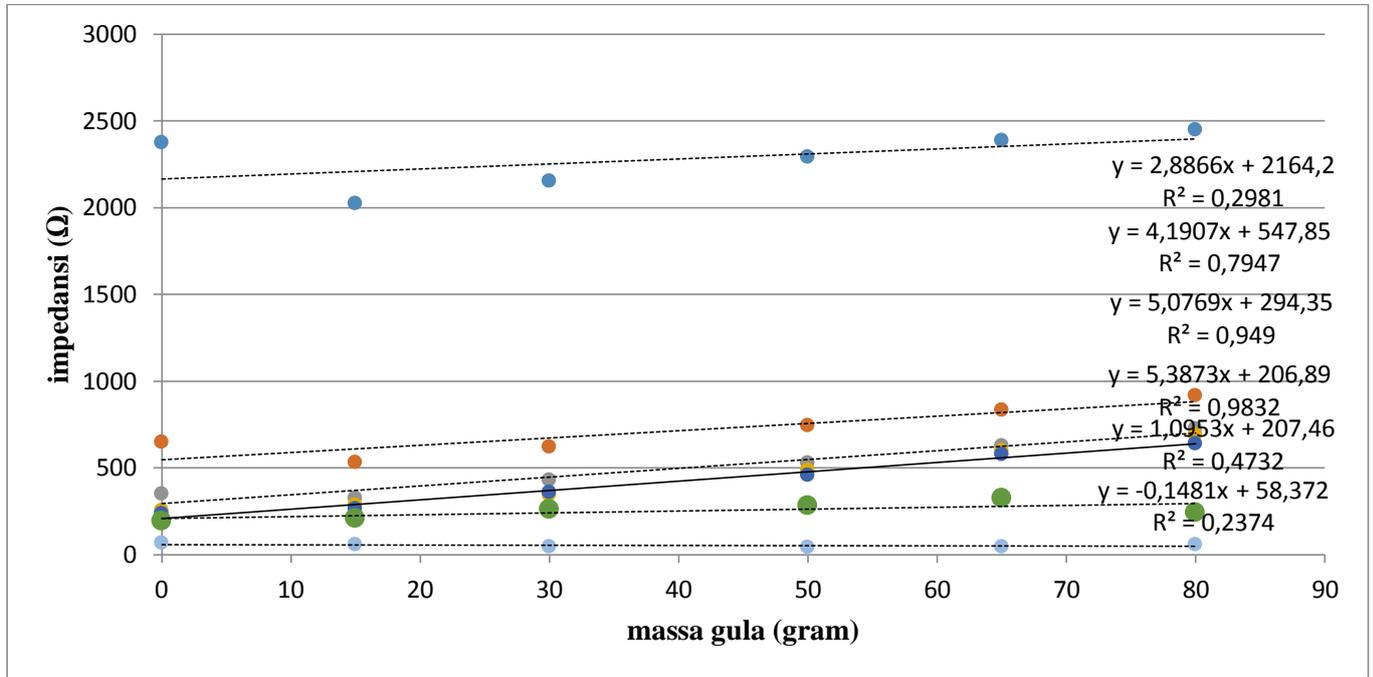


Gambar 4.2 Hubungan frekuensi terhadap nilai impedansi jus jeruk dengan gula

Penambahan konsentrasi massa gula 15 gram pada frekuensi 1 Hz didapatkan nilai impedansi 2024.5 Ω . Jika dibandingkan dengan penambahan massa gula 80 gram, nilai impedansi jauh lebih tinggi yaitu 2449.2 Ω . Hal ini dikarenakan penambahan massa gula yang sedikit nilai kapasitif bahan semakin turun. Nilai impedansi pada frekuensi sedang 1 kHz, pada massa 15 gram nilai impedansi bahan adalah 283.2 Ω , dan nilai impedansi penambahan massa 80 gram 690.9 Ω . Kenaikan nilai impedansi pada frekuensi sedang diakibatkan bahan memiliki nilai kapasitif yang tinggi.

Gambar 4.3 menunjukkan pada frekuensi rendah 1 Hz nilai impedansi listrik bahan dengan penambahan massa gula 15 hingga 80 gram hanya berada diantara range 2500 Ω . Berbeda dengan nilai impedansi yang berada pada frekuensi sedang seperti pada 1 kHz hingga 1 MHz yang memiliki nilai impedansi kurang dari 1000 Ω per penambahan massa gula. Impedansi listrik pada frekuensi sedang 1 kHz hingga 10 kHz mengalami kenaikan tetapi tidak cukup jauh, sehingga garis linear terlihat saling berhimpit. Penambahan massa gula 80 gram pada frekuensi tinggi 100 kHz nilai impedansi mengalami penurunan yaitu 241.5 Ω , dimana sebelumnya pada frekuensi 10 kHz 639.9 Ω . Penurunan pada frekuensi lebih tinggi disebabkan sifat resistif bahan, sehingga sifat menahan medan listrik eksternal bahan semakin kecil. Garis linear pada frekuensi tinggi 100 kHz hingga 1 MHz diakibatkan keterbatasan pembacaan pada alat yang tidak dapat membedakan pengaruh dari penambahan massa gula di frekuensi tinggi.

Gambar 4.3 menunjukkan rentang frekuensi yang dapat digunakan untuk mengetahui nilai impedansi dengan penambahan massa siklamat adalah 100 Hz hingga 1 kHz. Dari persamaan $y=ax+b$ didapatkan nilai gradient yang hampir mirip yaitu $y = 5.076x+294.3$ dan $y = 5.387x+206.8$. Nilai gradien yang hampir sama menunjukkan bahwa pada frekuensi 1 kHz hingga 10 kHz memiliki nilai cukup stabil, sehingga dapat digunakan untuk membedakan nilai impedansi pada bahan. Nilai impedansi listrik bahan pada frekuensi 1 kHz hingga 10 kHz memiliki perbedaan (± 100) Ω per setiap penambahan massa pemanis, kenaikan nilai impedansi lebih stabil. Frekuensi lebih tinggi yaitu 100 kHz hingga 1 MHz terdapat garis linear yang tidak hampir tidak terbedakan nilai impedansi listrik bahan pada setiap penambahan massa siklamat, hal



Gambar 2.3 Hubungan antara massa gula terhadap nilai impedansi listrik jus jeruk

ini menunjukkan bahwa pada rentang frekuensi tersebut alat sudah tidak dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan massa siklamat pada jus jeruk.

Gula merupakan senyawa kovalen polar dimana gula akan lebih larut pada pelarut polar. Bahan pada penelitian ini ditambahkan dengan air yang bersifat polar. Sifat polar pada air akan mampu melarutkan gula pada bahan, tetapi pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa bahan memiliki nilai impedansi semakin tinggi ketika massa gula semakin banyak. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa semakin banyak massa gula yang dilarutkan akan mengalami sifat jenuh pada bahan, sehingga bahan terlarut (gula) akan semakin dilarutkan oleh pelarut (jus jeruk). Bahan terlarut yang tidak dapat terlarut dengan sempurna ini akan mengakibatkan nilai impedansi listrik pada bahan semakin tinggi.

Gula memiliki sifat penghantar arus yang tidak baik dikarenakan gula yang memiliki kadar abu sangat kecil, dimana suatu bahan yang memiliki kadar abu rendah akan lebih sulit dalam menghantarkan listrik. Gula tidak memiliki molekul air didalamnya, sehingga pada jus jeruk dengan penambahan massa gula akan semakin tinggi nilai impedansi listriknya, dikarenakan larutan bersifat menahan medan listrik luar. Gula merupakan larutan non elektrolit, dimana gula tidak dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, karena zat terlarut pada gula tidak dapat menghasilkan ion-ion (tidak terionisasi). Bahan yang tidak terionisasi, molekul yang terdapat didalamnya mengandung muatan terikat atau bersifat isolator, seperti Gambar 4.3 menunjukkan bahwa jus jeruk dengan konsentrasi massa gula semakin banyak, maka kontribusi gula lebih berperan terhadap nilai impedansi listrik, sehingga didapatkan nilai impedansi yang tinggi.

Gula merupakan larutan non elektrolit, dimana gula tidak dapat menghantarkan arus listrik dengan baik, karena zat terlarut pada gula tidak dapat menghasilkan ion-ion (tidak terionisasi). Bahan yang tidak terionisasi, molekul yang terdapat didalamnya mengandung muatan terikat atau bersifat non konduktor, seperti Gambar 4.3 menunjukkan bahwa jus jeruk dengan konsentrasi massa gula semakin banyak, maka kontribusi gula lebih berperan terhadap nilai impedansi listrik, sehingga didapatkan nilai impedansi yang tinggi.

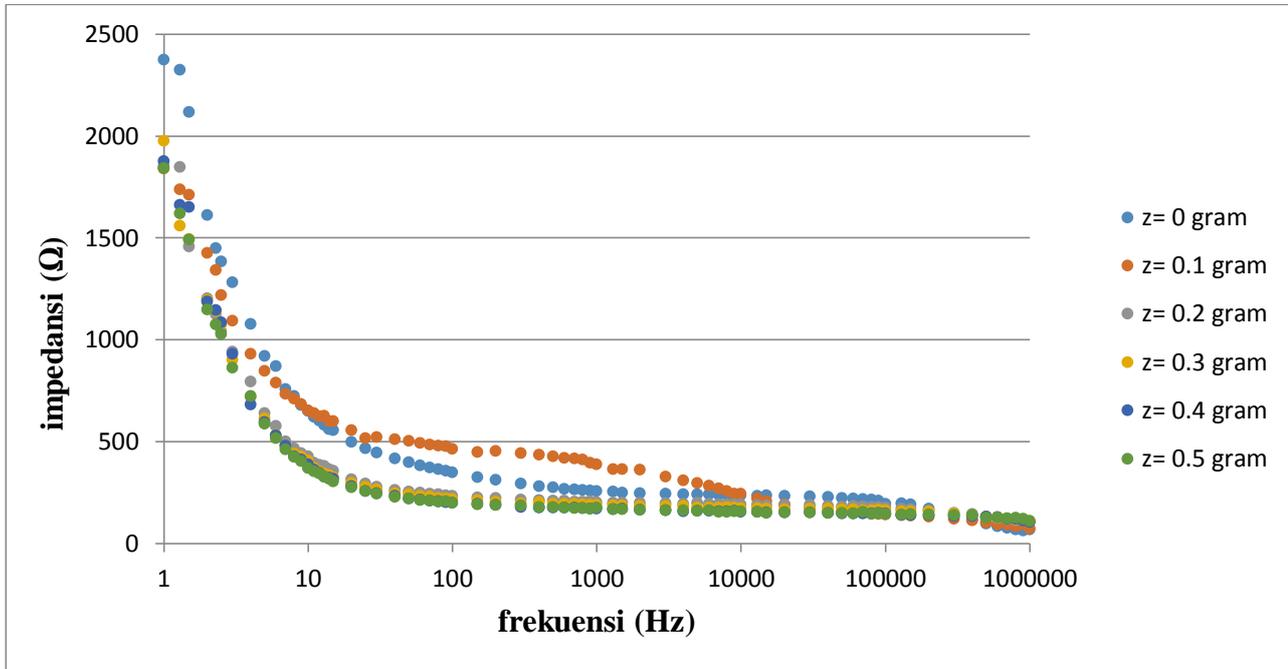
4.3 Impedansi Listrik jus jeruk dengan siklamat

Gambar 4.4 menunjukkan nilai impedansi jus jeruk dengan penambahan massa siklamat. Pada gambar dapat dilihat bahwa pada frekuensi rendah nilai impedansi belum stabil, seperti pada frekuensi 25 Hz hingga 30 Hz pada massa siklamat 0.1 gram. Frekuensi 25 Hz dengan penambahan massa siklamat 0.1 gram nilai impedansi 516.4 Ω , dan frekuensi 30 Hz mengalami kenaikan yaitu 520.4 Ω . Kenaikan pada nilai impedansi tersebut karena nilai kapasitansi bahan tinggi. Penambahan massa diatas 0.1 gram, yaitu 0.2 gram hingga 0.5 gram pada frekuensi sedang nilai impedansi turun secara logaritmik sehingga pada grafik didapatkan hasil yang hampir linear. Gambar menunjukkan bahwa pada jus jeruk dengan penambahan massa 0.1 gram frekuensi 1 kHz bahan lebih memiliki nilai impedansi yang tinggi yaitu 387.1 Ω .

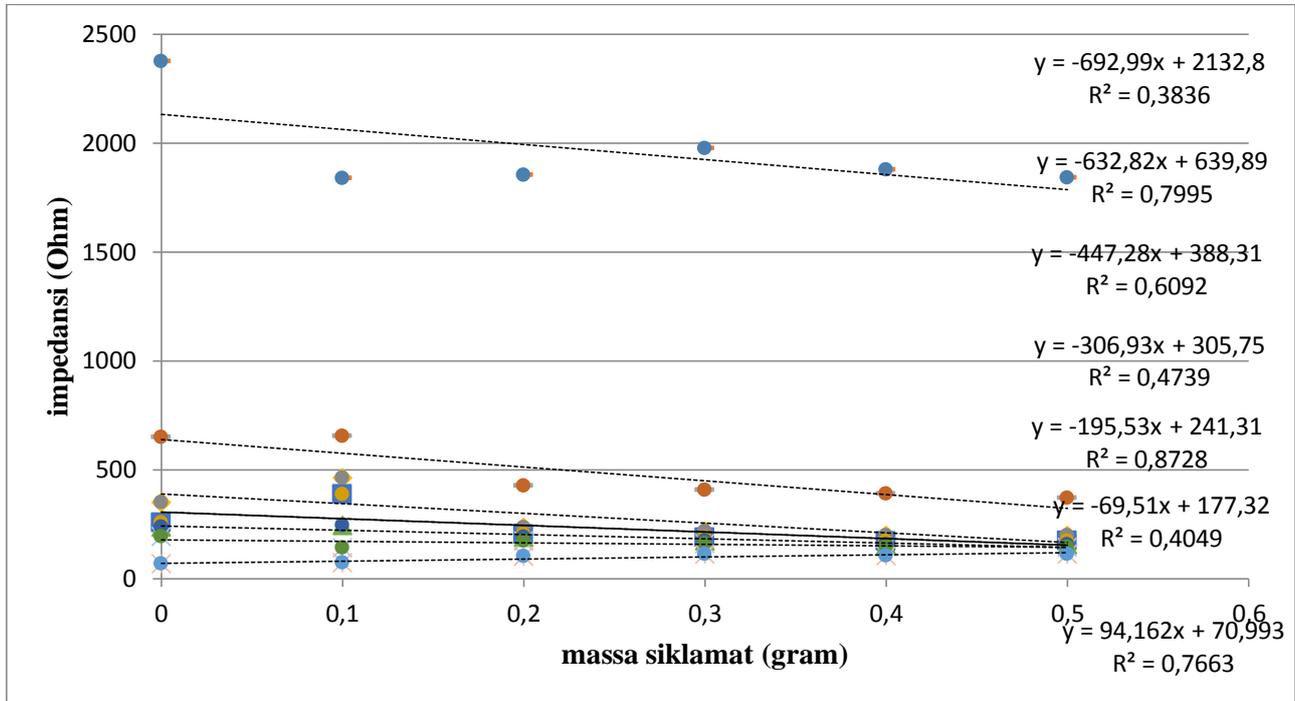
Sedangkan pada jus jeruk dengan penambahan massa 0.2 gram hingga 0.5 gram memiliki nilai impedansi (201.4 - 173.7) Ω , terlihat bahwa nilai impedansi pada jus jeruk dengan massa siklamat lebih banyak, bahan lebih bersifat resistif sehingga sifat medan listrik eksternal dari injeksi arus lebih mempengaruhi bahan.

Gambar 4.5 menunjukkan nilai impedansi pada frekuensi rendah 1 Hz pada penambahan massa siklamat 0.1 gram adalah 1838.0 Ω , dan penambahan massa siklamat 0.5 gram nilai impedansi 1841.0 Ω . Frekuensi rendah 1 Hz terjadi kenaikan pada penambahan massa siklamat 0.5 gram disebabkan bahan masih dalam keadaan normal atau acak, sehingga belum terjadi kestabilan pada momen dipole bahan. Frekuensi 1 kHz hingga 100 kHz penambahan massa 0.2 gram hingga 0.5 gram didapatkan nilai impedansi yang turun tetapi sedikit, sehingga terjadi penurunan yang linear dan saling berhimpit.

Gambar 4.5 dapat diketahui berapa rentang frekuensi yang dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai impedansi listrik jus jeruk per penambahan massa siklamat. Dimana pada persamaan $y=ax+b$ didapatkan nilai gradient yang hampir sama pada frekuensi 1 Hz hingga 10 Hz, yaitu $y = -692.9x+2132$ dan $y = -632.8x+639.8$.



Gambar 4.4 Hubungan frekuensi terhadap nilai impedansi pada jus dengan siklamat



Gambar 4.5 Hubungan massa siklamat terhadap impedansi listrik jus jeruk

Siklamat memiliki nama kimia natrium siklamat, dimana natrium merupakan larutan elektrolit. Elektrolit memiliki sifat menghantarkan arus listrik yang baik, dimana jika dilarutkan pada sebuah larutan, akan memiliki ion-ion atau terionisasi.

Larutan elektrolit memiliki molekul - molekul yang terurai menjadi sebuah partikel bermuatan yang dapat dikatakan ion. Semakin banyak ion – ion pada larutan akan semakin kuat sifat penghantaran listrik bahan, sehingga nilai impedansi jus jeruk dengan penambahan massa sikamat akan turun.

Siklamat memiliki sifat elektrolit yang menyatakan bahwa adanya muatan bebas dalam bahan yang diinjeksi oleh arus, terjadi perubahan medan listrik internal bahan yang semakin besar. Medan listrik internal bahan semakin besar menyebabkan polarisasi semakin terarah dan mensejajarkan diri, sehingga nilai impedansi jus jeruk dengan penambahan setiap massa siklamat mengalami penurunan.

Nilai impedansi listrik jus jeruk penambahan massa gula dan penambahan massa siklamat dapat dibedakan pada setiap frekuensinya. Penambahan massa gula terkecil yaitu 15 gram, dimana frekuensi rendah 1 Hz memiliki nilai impedansi 2024.5 Ω , sedangkan pada penambahan massa siklamat terkecil 0.1 gram memiliki nilai impedansi 1838 Ω . Frekuensi tinggi 100 kHz pada penambahan massa gula terbanyak 80 gram, nilai impedansi 241.5 Ω , sedangkan pada penambahan siklamat terbanyak 0.5 gram nilai impedansi 144.5 Ω . Hal ini dapat diketahui pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.5, dimana bahan memiliki nilai kapasitansi yang tinggi pada penambahan massa gula. Massa gula dengan massa siklamat yang diberikan pada jus jeruk memang tidak sebanding, tetapi dapat diketahui bahwa pada siklamat memiliki tingkat kemanisan 30 kali lebih manis dibandingkan gula. Dimana massa gula 5 gram sebanding dengan massa siklamat 1 gram.