

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Elektroda Perak

Elektroda perak dibuat dengan mencelupkan substrat berupa kaca preparat ke dalam larutan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ dan melarutkan sejumlah glukosa ke dalamnya, yang menghasilkan lapisan berwarna keperakan, serta dapat menempel pada kaca preparat dan dinding gelas kimia.

Larutan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ dihasilkan dari reaksi pengompleksan antara larutan AgNO_3 dan $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Ketika ditambahkan larutan $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, larutan AgNO_3 akan membentuk perak oksida (Ag_2O) yang berwarna kecoklatan dan ammonium nitrat. Penambahan $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ lebih lanjut akan membentuk ammonium nitrat berlebih dalam larutan yang kemudian melarutkan Ag_2O membentuk larutan $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ yang tidak berwarna dan berbau menyengat. Reaksi umumnya sebagai berikut [7]:



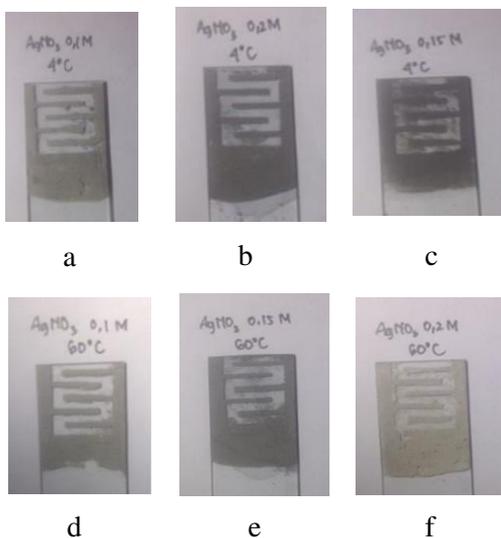
Endapan perak pada gelas kaca dapat dihasilkan dari reaksi reduksi ion perak pada $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ oleh gugus aldehyd. Kemampuan glukosa untuk mereduksi Ag^+ pada $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ menjadi Ag^0 yang mengendap pada substrat kaca preparat dan dinding gelas kimia menunjukkan bahwa glukosa dapat mereduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 . Percobaan tersebut bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Ji dkk.[35]. Berikut merupakan reaksi reduksi Ag^+ oleh gugus aldehyd pada glukosa [28]:



Kandungan air yang masih terdapat pada endapan perak di atas substrat kaca dapat dihilangkan dengan melakukan pemanasan pada suhu 100°C , selama dua jam. Perlakuan tersebut dilakukan agar lapisan perak pada kaca preparat benar-benar mengering. Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Zeng dkk.[36].

Tabel 4.1 Konversi kode sampel. Kolom sebelah kanan merupakan kode sampel, dan kolom sebelah kiri merupakan keterangan elektroda pada konsentrasi AgNO_3 dan suhu reaksi tertentu.

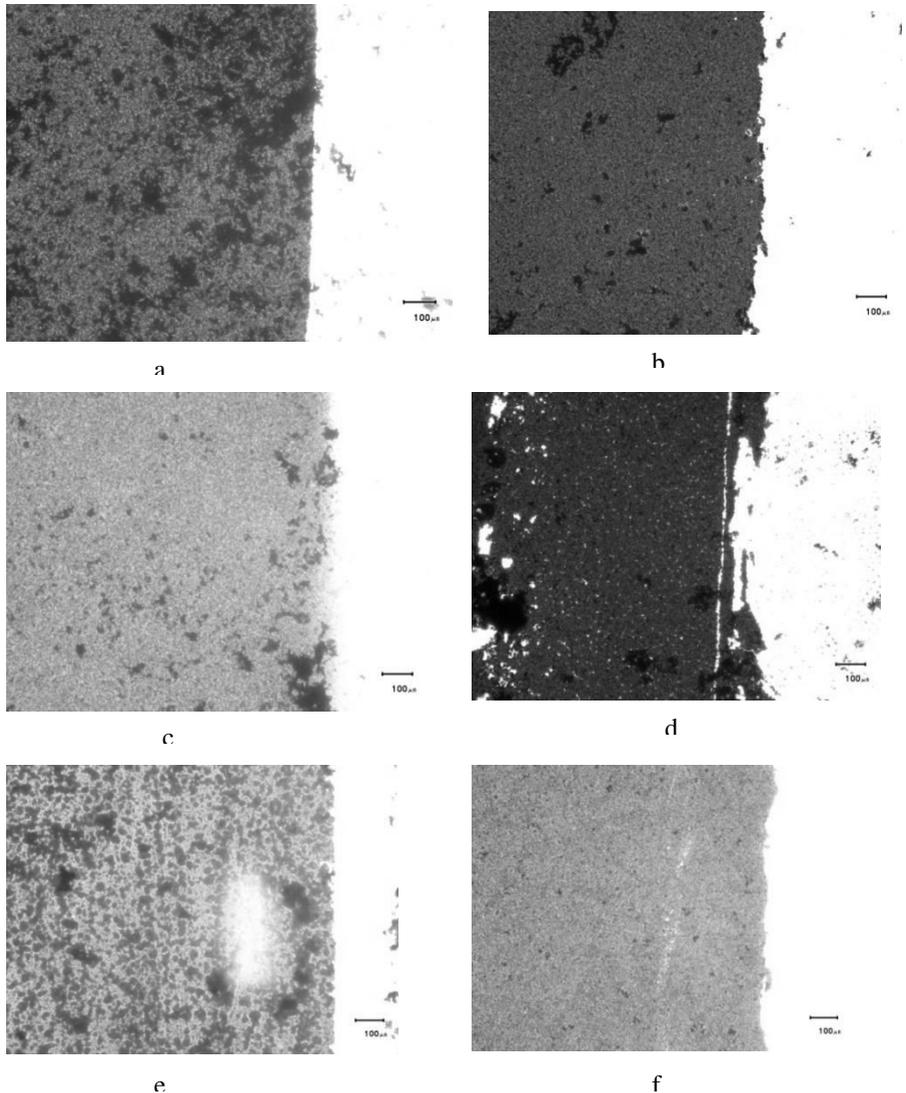
Kode	Keterangan
01060	$[\text{AgNO}_3]= 0,10\text{M}; T= 60^\circ\text{C}$
01560	$[\text{AgNO}_3]= 0,15\text{M}; T= 60^\circ\text{C}$
02060	$[\text{AgNO}_3]= 0,20\text{M}; T= 60^\circ\text{C}$
01004	$[\text{AgNO}_3]= 0,10\text{M}; T= 4^\circ\text{C}$
01504	$[\text{AgNO}_3]= 0,15\text{M}; T= 4^\circ\text{C}$
01504	$[\text{AgNO}_3]= 0,20\text{M}; T= 4^\circ\text{C}$



Gambar 4.1 Penampakan elektroda perak, (a) 01060; (b) 01560; (c) 02060; (d) 01004; (e) 01504; (f) 02004.

Gambar 4.1 merupakan penampakan elektroda perak hasil reduksi ion Ag^+ menjadi Ag^0 oleh gugus aldehid pada glukosa. Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa perak hasil reduksi kimia dapat membentuk lapisan pada kaca preparat. Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh Jin, dkk.[37] bahwa lapisan perak dapat terbentuk pada benda padat melalui reaksi reduksi kimia.

4.2 Penentuan Suhu dan Konsentrasi AgNO_3 Optimum terhadap Sifat Fisik dan Kimia Elektroda Perak



Gambar 4.2 Hasil karakterisasi mikroskop lapisan perak di atas substrat kaca preparat, (a) 01060; (b) 01560; (c) 02060; (d) 01004; (e) 01504; (f) 02004.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas lapisan perak yang dihasilkan dari reaksi cermin perak ialah suhu reaksi dan konsentrasi AgNO_3 . Penentuan suhu reaksi dan konsentrasi AgNO_3 optimum dapat diketahui melalui sifat fisik dan kimia elektroda perak yang dihasilkan.

Pada gambar 4.2 terlihat perbedaan antara bagian kaca yang terlapisi dan tidak terlapisi oleh perak. Secara keseluruhan, lapisan perak pada reaksi dengan suhu tinggi (60°C) memiliki tekstur lapisan yang lebih rapi dibandingkan dengan lapisan perak pada reaksi dengan suhu rendah (4°C). Selain itu, batas antara lapisan perak dengan kaca lebih rapi dibandingkan lapisan yang terbentuk pada suhu 4°C . Oleh karena itu, suhu optimum pengendapan perak diperoleh pada 60°C . Hasil tersebut bersesuaian dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Jiang, dkk. [7].

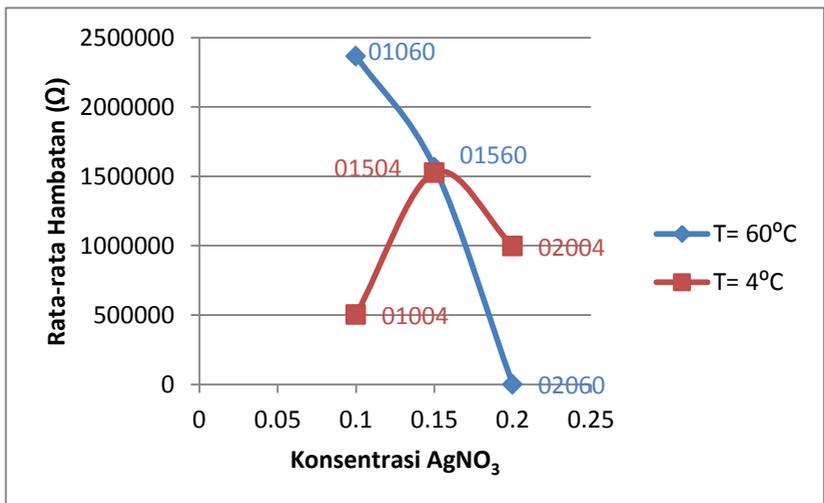
Pada variasi konsentrasi AgNO_3 , diperoleh hasil pengamatan mikroskop, yaitu semakin tinggi konsentrasinya maka semakin terang warna lapisan perak yang terbentuk (gambar 4.2). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak partikel perak yang mengendap pada kaca preparat, karena perak memantulkan seluruh spektrum sinar tampak, menghasilkan warna putih yang terlihat oleh mata. Oleh karena itu, konsentrasi AgNO_3 optimum pengendapan perak dicapai pada 0,2 M. Selain itu, pada lapisan tersebut juga terdapat banyak partikel besar hitam yang diperkirakan ialah zat-zat pengotor.

Tabel 4.2 Data nilai hambatan listrik elektroda perak pada berbagai variasi suhu reaksi dan konsentrasi AgNO_3 .

No.	Kode	Rata-rata Hambatan/ Ω	Standar Deviasi/ Ω	RSD/%
1	01060	2.366.900,00	456.955,14	19,3
2	01560	1.566.000,00	378.660,80	24,2
3	02060	14,10	2,54	18,0
4	01004	5.040.000,00	223.928,56	4,4
5	01504	1.526.000,00	168.119,00	11,0
6	02004	998.000,00	486.607,03	48,8

Sementara itu, pengukuran nilai hambatan (Ω) pada lapisan perak dilakukan untuk menentukan suhu reaksi dan konsentrasi AgNO_3 optimum pengendapan perak, yang menghasilkan lapisan perak dengan nilai hambatan paling rendah. Nilai hambatan berbanding terbalik dengan nilai konduktivitas suatu benda. Semakin rendah nilai hambatan lapisan perak, maka semakin tinggi nilai konduktivitasnya, sehingga semakin baik kualitas elektroda perak yang dihasilkan.

Pada percobaan yang dilakukan dengan dua variasi suhu reaksi, yakni pada suhu tinggi (60°C) dan pada suhu rendah (4°C) dapat diketahui bahwa kecenderungan nilai hambatan pada kedua suhu berbeda untuk setiap konsentrasi AgNO_3 . Pada gambar 4.2 terlihat bahwa nilai hambatan 01060 jauh lebih tinggi dibandingkan nilai hambatan pada 01004. Sementara itu, nilai hambatan 01560 sedikit lebih tinggi daripada nilai hambatan 01504, dan nilai hambatan 02060 jauh lebih rendah daripada nilai hambatan 02004.



Gambar 4.3 Kurva Nilai Hambatan pada Berbagai Konsentrasi AgNO_3 .

Pengaruh suhu terhadap nilai hambatan pada lapisan perak yang sesuai dengan literatur [30] hanya dicapai pada konsentrasi AgNO_3 0,2 M, yakni nilai hambatan pada suhu reaksi yang tinggi lebih

rendah dibandingkan pada suhu rendah. Nilai rata-rata hambatan dicapai pada 02060, yakni sebesar 14,1 Ω . Dengan demikian suhu reaksi optimum pengendapan perak terhadap daya hantar diperoleh pada suhu 60°C.

Kurva pada gambar 4.3 menunjukkan kecenderungan nilai hambatan yang menurun dengan meningkatnya konsentrasi AgNO₃ pada suhu 60°C, sedangkan pada suhu 4°C, kecenderungan nilai hambatannya tidak stabil. Pada suhu 4°C, nilai hambatan terendah dicapai pada 01004, diikuti dengan 02004 kemudian 01504. Hasil penelitian pada suhu 4°C tersebut tidak sesuai dengan literatur [33], yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi AgNO₃, maka semakin rendah nilai hambatannya.

Tabel 4.3 Hasil pengamatan penampakan lapisan perak sebelum, setelah uji korosif, dan setelah uji sonikasi.

Kode Sampel	Penampakan Fisik	Uji Korosif	Uji Sonikasi
01060	Lapisan berwarna abu-abu, terdapat celah putih kecil yang tersebar pada lapisan.	Warna lapisan menjadi kekuningan, terdapat celah putih yang tersebar pada lapisan.	Warna lapisan tidak ada, karena lapisan perak terkelupas habis.
01560	Lapisan berwarna abu-abu gelap, terdapat celah putih kecil yang tersebar pada lapisan.	Warna abu-abu lapisan menjadi pudar, terdapat celah putih yang pada lapisan.	Warna abu-abu pada lapisan memudar, terdapat banyak celah putih pada lapisan.
02060	Lapisan berwarna putih, terdapat celah putih kecil yang tersebar pada	Warna lapisan menjadi kekuningan, terdapat celah putih pada	Warna lapisan menjadi lebih kuning, terdapat banyak celah putih pada

	lapisan.	lapisan.	lapisan.
01004	Lapisan berwarna abu-abu terang, terdapat celah putih kecil yang tersebar pada lapisan.	Warna lapisan menjadi kekuningan. terdapat celah putih pada lapisan.	Warna lapisan tidak berubah, terdapat banyak celah putih pada lapisan.
01504	Lapisan berwarna abu-abu gelap, terdapat celah putih yang tersebar pada lapisan.	Warna abu-abu lapisan menjadi sedikit pudar, terdapat celah putih pada lapisan.	Warna lapisan tidak berubah, terdapat banyak celah putih pada lapisan.
02004	Lapisan berwarna abu-abu, terdapat celah putih kecil yang tersebar pada lapisan.	Warna abu-abu lapisan menjadi pudar, terdapat celah putih pada lapisan.	Warna lapisan tidak berubah, terdapat banyak celah putih pada lapisan.

Uji daya tahan secara kimia dilakukan dengan merendam elektroda perak pada larutan HCl dan NaOH secara bergantian. Hasil penampakan elektroda perak setelah dilakukan uji ketahanan kimia dapat dilihat pada tabel 4.3 dan gambar 4.4. Pada tabel dan gambar tersebut dapat diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan perubahan pada lapisan perak dengan suhu reaksi 60°C dan 4°C. Perlakuan dengan kedua suhu tersebut sama-sama menghasilkan lapisan perak dengan warna lebih kekuningan atau memudar dan terdapat celah putih pada lapisan setelah direndam dengan larutan HCl dan NaOH. Hasil tersebut menunjukkan bahwa lapisan perak yang dihasilkan kurang tahan terhadap korosi pada suasana asam dan basa.

Setelah dilakukan uji korosi, lapisan perak mengalami perubahan yang hampir sama pada konsentrasi AgNO₃ yang berbeda, yakni warna lapisan yang menguning pada 01060, 02060, dan 01004, serta memudar pada 01560, 01504, dan 02004. Hanya saja, pada 01060 dan 01004 perubahan warnanya lebih terlihat dengan jelas.



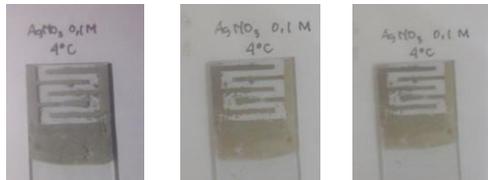
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 4.4
Perubahan penampakan elektroda perak sebelum dilakukan uji (kiri); setelah dilakukan uji korosif (tengah); dan setelah diuji sonikasi, (a) 01060; (b) 01560; (c) 02060; (d) 01004; (e) 01504; dan (f) 02004.

Sedangkan perubahan warna pada 01560, 01504, 02060, dan 02004 tidak terlalu mencolok. Dengan demikian dapat diketahui bahwa semakin rendah konsentrasi AgNO_3 , maka semakin mudah lapisan perak mengalami korosi. Konsentrasi AgNO_3 optimum dicapai pada 0,2 M.

Uji daya tahan secara fisik dilakukan dengan sonikasi pada elektroda perak untuk mengetahui tahan tidaknya lapisan perak yang dihasilkan jika diberi getaran dengan frekuensi di atas 20 kHz. Berdasarkan gambar 4.4, lapisan perak yang dihasilkan pada suhu reaksi 4°C lebih rapi dibandingkan dengan lapisan perak yang dihasilkan pada suhu reaksi 60°C . Hal ini diperkuat dengan terkelupasnya seluruh lapisan perak pada 01060 (kanan), sedangkan pada 01004 (kanan) tidak begitu terlihat perbedaan sebelum dan setelah dilakukan sonikasi.

Pada konsentrasi yang berbeda, semakin tinggi konsentrasi AgNO_3 maka semakin kecil perubahan fisik yang terjadi setelah dilakukan sonikasi. Hal ini dapat diketahui dari gambar 4.3 (a); (b); dan (c) bahwa pada konsentrasi terendah seluruh lapisan perak terkelupas, sedangkan lapisan perak pada konsentrasi yang lebih tinggi hanya sedikit mengalami pengelupasan. Sementara itu, pada gambar 4.4 (d); (e); dan (f) terlihat bahwa tidak ada perubahan yang signifikan pada penampakan lapisan elektroda. Hanya saja, pada 01504 (gambar 4.3 (e, tengah)) terjadi sebagian pengelupasan pada lapisan, karena terkena air saat sonikasi. Oleh karena itu, konsentrasi AgNO_3 optimum dicapai pada 0,2 M.