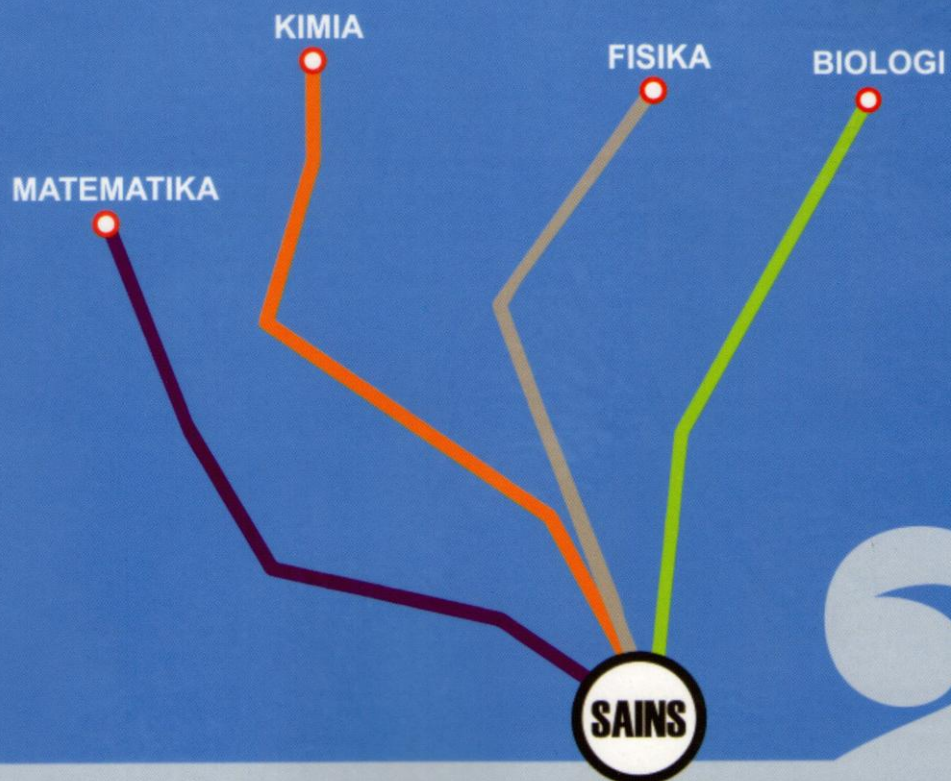


ISSN : 2085-9872

# JURNAL SAINS DASAR

Jurnal Nasional memuat Kajian Teoritik, Review  
dan hasil Penelitian dari Semua Aspek Sains Dasar  
(Matematika, Kimia, Fisika, dan Biologi)



J. Sains Dasar

Vol. 2

No. 1

Hal. 1 - 102

April 2013

## Dewan Redaksi

- Pengarah** : Dr. Hartono  
Dr. Suyanta
- Ketua** : Dr. Ariswan  
E-mail : ariswan@uny.ac.id  
Jurdik Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)  
Kampus Karangmalang, Sleman, DI Yogyakarta, 55281  
tel./fax. (0274) 548203
- Anggota** : Dr. Cahyorini K  
Dr. Tien Aminatun  
Atmini Dhoruri, M.Si  
Agus Purwanto, M.Sc  
Dr. Hari Sutrisno  
Wipzar Sunu Brams Dwardaru, M.Sc, Ph.D  
Prof. Dr. IGP Surya Darma  
Dr. Agus Maman Abadi

## Tata Usaha dan Keuangan:

Galuh Titisari, S.Si  
Mega Yuniati P, S. Kom  
Fajar Dwi Wijayanto, S.E  
Drs. Abdulgani

---

### *Tujuan dan Ruang Lingkup*

Jurnal Sains Dasar (J. Sains Dasar) adalah jurnal nasional yang memuat kajian teoritik, review dan hasil penelitian dari semua aspek sains dasar yang meliputi matematika, kimia, fisika dan biologi dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Jurnal Sains Dasar diterbitkan 2 kali pertahun di bulan April dan Oktober oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Negeri Yogyakarta (UNY).

---

### Alamat Redaksi :

Kantor Jurnal. Sains Dasar, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)  
Kampus Karangmalang, Sleman, DI Yogyakarta, 55281 tel./fax. (0274) 548203  
e-mail: ariswan@uny.ac.id

### Penerbit :

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA),  
Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

## DAFTAR ISI

<b>Pengembangan instrumen pendukung identifikasi protein berbasis <i>molecularly imprinted polymer</i> melalui <i>imprinted PMAA-BSA</i></b> (Annisa Fillaeli dan Marfuatun)	1
<b>Studi fisiologis daun sirih 'temurose'</b> (Ekosari R dan Lili Sugiyarto)	7
<b>Penerapan algoritma koloni semut untuk optimisasi rute distribusi pengangkutan sampah di kota Yogyakarta</b> (Himmawati Puji Lestari dan Eminugroho Ratna Sari)	13
<b>Eksplorasi metode sterilisasi dan macam media untuk perbanyak durian (<i>Durio zibethinus</i>, L.) secara <i>In Vitro</i></b> (Lili Sugiyarto dan Paramita Cahyaningrum Kuswandi)	20
<b>Sifat-sifat nilai eigen dan vektor eigen matriks atas aljabar Maxplus</b> (Musthofa dan Nikenasih Binatari)	25
<b>Sintesis dan karakterisasi senyawa <math>Sr_xBa_{1-x}SnO_3</math> (<math>x = 0,00; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 0,90</math> dan <math>1,00</math>) dengan metode keramik</b> (M. Pranjoto Utomo, AK. Prodjosantoso, dan Regina Tutik Padmaningrum)	32
<b>Pengaruh konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi terhadap efisiensi elektrodposisi <math>Ag^+</math> dalam limbah cair elektroplating</b> (Siti Marwati, Regina Tutik Padmaningrum, Susila Kristianingrum dan Sunarto)	41
<b>Pemanfaatan limbah bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol</b> (Sunarto, Sulistyani dan Siti Marwati)	48
<b>Towards studying non-equilibrium statistical mechanics through dynamical density functional theory</b> (Wipsar Sunu Brams Dwandaru)	53
<b>Analisis sifat mekanik dan foto mikroskopis keramik berbahan dasar lempung bersisik (<i>scaly clay</i>) formasi Karangsembung Kebumen</b> (Delvita Puspitasari, Agus Yulianto, dan Sulhadi)	58
<b>Kajian model <i>automatic clustering-fuzzy time series-markov chain</i> dalam memprediksi data historis jumlah kecelakaan lalu lintas di kota Malang</b> (Eko Haryono, Agus Widodo, Sobri Abusini)	63

<b>Aplikasi <i>low density polyethylene</i> (LDPE) pada pembuatan magnet ferrite komposit</b> (Lucky Zaehir Maulana, Agus Yulianto, dan Sulhadi)	72
<b>Pembuatan dan karakterisasi magnet komposit berbahan dasar barium ferit dengan pengikat karet alam</b> (Rahmawan Wicaksono, Agus Yulianto, dan Sulhadi)	79
<b>An extension of Gibbs variational principle for canonical partition function</b> (Elisabeth Pratidhina Founda Noviani and Wipsar Sunu Brams Dwandaru)	85
<b>Induksi keragaman somaklonal bunga kertas (<i>Zinnia</i> sp.) sebagai upaya pengembangan bunga potong daerah tropis</b> (Paramita Cahyaningrum Kuswandi dan Lili Sugiyarto)	90
<b>Pengaruh air limbah ipal Sewon terhadap bioakumulasi merkuri pada ginjal ikan tombro (<i>Cyprinus Carpio</i>, L.)</b> (Sukiya, Tri Harjana, dan Suhandoyo)	95

### Editorial

Jurnal ini merupakan Jurnal Sains Dasar volume kedua nomor pertama tahun 2013. J. Sains Dasar ini menampilkan enam belas (16) artikel yang terdiri dari empat (4) artikel bidang Kimia, empat (4) artikel bidang Biologi, tiga (3) artikel bidang Matematika, dan lima (5) artikel bidang Fisika. Semoga artikel-artikel tersebut dapat menjadi referensi dan menambah wawasan keilmuan untuk para dosen, peneliti, mahasiswa, dan peminat sains-teknologi. Selanjutnya, diberikan gambaran umum beberapa artikel yang telah dimuat dalam jurnal ini.

Annisa Fillaeli dan Marfuatun telah berhasil mengidentifikasi protein atau turunannya dalam matriks yang kompleks melalui *molecularly imprinted polymer* (MIP) yaitu *imprinted PMAA-BSA*. Pada spektra IR PMAA-BSA terdapat pita serapan penciri gugus amida sekunder pada  $1634\text{ cm}^{-1}$ . Pengukuran filtrat BSA pada tahap pembentukan *imprinted PMAA-BSA* dan tahap ekstraksinya menunjukkan *recovery* dan *reproducibility* terbaik 94,85% dan 8,029%.

Musthofa dan Nikenasih Binatari telah mengkaji sifat-sifat nilai eigen dan vektor eigen matriks atas aljabar Maxplus. Setiap matriks persegi atas aljabar Maxplus selalu mempunyai nilai eigen. Suatu matriks persegi  $A$  atas aljabar Maxplus akan mempunyai nilai eigen tunggal jika  $A$  irreduksibel. Jika  $\lambda$  merupakan nilai eigen  $A$  maka  $\lambda$  juga merupakan nilai eigen dari  $A^T$ . Tetapi sifat ini tidak berlaku untuk vektor eigennya.

Lili Sugiyarto dan Paramita Cahyaningrum Kuswandi telah mendapatkan metode sterilisasi dan media yang tepat untuk perbanyakan durian secara *in vitro*. Penambahan BAP dalam media MS mampu memicu pertumbuhan tunas pada eksplan nodia durian pada konsentrasi 2 dan 4 ppm. Penambahan 2,4-D mampu menginduksi kalus pada daun durian. Pada konsentrasi 1 ppm kalus yang dihasilkan berwarna putih, berair dengan daun yang tidak terlalu menggulung. Sedangkan konsentrasi 0,4 dan 1,5 ppm menghasilkan kalus hijau dengan daun yang menggulung.

Lucky Zaehir Maulana, Agus Yulianto, dan Sulhadi berhasil membuat komposit magnet dari campuran *ferro ferrite* ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ )/stronsium *ferrite* ( $\text{SrO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan plastik *low density polyethylene* (LDPE). Ketahanan kuat tekan sampel *ferro ferrite* mencapai  $725.84\text{ kg/cm}^2$ . Sampel stronsium *ferrite* memiliki ketahanan rata-rata sebesar  $500\text{ kg/cm}^2$  saat sampel mulai terdeformasi. Dari uji magnetisasi diketahui sampel merupakan *hard magnet* dengan medan remanen 0,1 kG sampai 0,97 kG. Medan koersif berkisar 1.011 kOe sampai 1.297 kOe.

Yogyakarta, April 2013

Dewan Redaksi J. Sains Dasar

## Pengaruh Konsentrasi Formaldehid sebagai Agen Pereduksi Terhadap Efisiensi Elektrodeposisi $\text{Ag}^+$ dalam Limbah Cair Electroplating

(The Influence of Formaldehyde as a Reducing Agent Towards Electrodepositing Efficiency of  $\text{Ag}^+$  in Electroplating Liquid Waste)

Siti Marwati, Regina Tutik Padmaningrum, Susila Kristianingrum dan Sunarto

Juridik Kimia FMIPA UNY / Telp.(0274) 565411 dan email: watikimuny@yahoo.co.id

### Abstrak

penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam limbah cair elektroplating dan mengetahui karakter logam Ag hasil elektrodeposisi. Proses elektrodeposisi dengan elektroda platina sebagai anoda dan katoda. Konsentrasi larutan formaldehid divariasikan yaitu 0,4; 0,3; 0,2; 0,1 M dan tanpa penambahan formaldehid. Ion  $\text{Ag}^+$  yang masih tersisa dalam limbah cair elektroplating dilakukan analisis konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  dengan menggunakan AAS. Untuk mengetahui struktur kristal deposit dilakukan analisis dengan menggunakan XRD. Hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi berpengaruh terhadap berat deposit yang dihasilkan. Konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi berpengaruh terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam limbah cair elektroplating. Efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  paling besar diperoleh pada penambahan formaldehid 0,2 M. Karakter deposit yang dihasilkan menunjukkan bahwa di dalam deposit terdapat logam Ag dan Cu yang terdepositasikan. Adanya formaldehid menyebabkan susunan atom-atom deposit Ag di setiap bidang kisi menjadi tidak teratur dan menurunkan tingkat kekristalannya.

Kata kunci: formaldehid,agen pereduksi, elektrodeposisi, perak

### Abstract

This research aims to know the influence of formaldehyde as a reducing agent towards electrodepositing efficiency of  $\text{Ag}^+$  ions in electroplating liquid waste and character of Ag deposits. Electrodeposition process with a platinum electrode as the anode and cathode. The variation of formaldehyde concentration are 0.1, 0.2, 0.3 0.4 M and without addition of formaldehyde. To determine the  $\text{Ag}^+$  remaining in electroplating liquid waste AAS analysis was used. To determine the crystal structure of the Ag deposited XRD analysis was used. The result of this research are the concentration of formaldehyde as reducing agent influence the deposits weight. The concentration of formaldehyde as a reducing agent influence the efficiency of  $\text{Ag}^+$  ions in electroplating liquid waste. The most efficient Ag deposited obtained in the addition of formaldehyde 0.2 M. The character of the deposited indicated that there were Ag and Cu metals. The presence of formaldehyde cause deposit arrangement of Ag atoms in each lattice surface become irregular and lower levels of crystallinity.

Key words: formaldehyde, reducing agent, electrodeposited, silver

## Pendahuluan

Kegiatan elektroplating, selain menghasilkan produk yang berguna juga menghasilkan limbah padat, cair dan emisi gas. Limbah cair elektroplating di sentra industri kerajinan perak Kotagede mengandung anion klorida, bromida, iodida, sianida, tisanat, oksalat, karbonat, nitrit, nitrat, dan fosfat serta kation  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , dan  $\text{Zn}^{2+}$  [1]. Kadar anion dan kation dalam limbah cair elektroplating masih relatif tinggi sehingga memerlukan pengolahan dan pemanfaatan lebih lanjut.

Berbagai metode pengolahan limbah cair elektroplating telah banyak ditemukan diantaranya metode pengendapan, elektrokimia, penyaringan dan penetralan. Akan tetapi, tidak semua industri menerapkan metode-metode tersebut karena memerlukan biaya yang relatif besar. Salah satu metode yang biasa dilakukan oleh suatu industri dalam menangani limbah cair adalah metode pengambilan kembali (*recovery*) logam-logam berharga yang masih terkandung dalam limbah cair elektroplating. Logam-logam yang biasa diambil kembali adalah logam emas (Au) dan perak (Ag). Berdasarkan hasil penelitian Justina Dura [2], menunjukkan bahwa dalam limbah cair elektroplating mengandung ion logam  $\text{Ag}^+$  adalah 186 ppm pada sampel limbah yang dipekatkan menjadi seperlima volume semula. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan ion  $\text{Ag}^+$  masih relatif besar dan potensial untuk diambil kembali (*recovery*).

Proses pengambilan perak dalam limbah cair yang biasa dilakukan oleh suatu industri adalah proses elektrodeposisi atau proses pengendapan dengan menggunakan arus listrik. Proses ini masih mengalami kendala karena tidak semua ion  $\text{Ag}^+$  terdepositasi secara maksimal. Berdasarkan data kandungan ion  $\text{Ag}^+$  sebelum dan sesudah proses elektrodeposisi yang dilakukan oleh para pelaku industri elektroplating tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan [3]. Hal ini disebabkan karena proses elektrodeposisi hanya memperhatikan parameter-parameter tertentu.

Beberapa parameter yang mempengaruhi keberhasilan proses elektrodeposisi khususnya ion  $\text{Ag}^+$  adalah suhu larutan, waktu elektrodeposisi, beda potensial yang digunakan dan adanya bahan aditif untuk mengoptimalkan proses elektrodeposisi. Suhu larutan memberikan efek termal yang dapat meningkatkan energi kinetik. Waktu elektrodeposisi mempengaruhi banyaknya ion logam yang terdepositasi. Beda potensial yang digunakan akan mempengaruhi pergerakan elektron [4].

Selain mengoptimalkan beberapa parameter elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dilakukan pula penambahan bahan aditif sebagai agen pereduksi untuk meningkatkan kualitas deposit. Bahan aditif biasanya ditambahkan untuk tujuan tertentu, sebagai contoh untuk meningkatkan stabilitas larutan elektrolit atau meningkatkan mutu dan sifat logam yang terdepositasi/ketahanan terhadap korosi, kecemerlangan endapan, kekuatan mekanis dan keawetan. Dalam penambahan bahan aditif pada larutan elektrolit harus memperhatikan konsentrasi penambahan yang efektif agar dapat memberikan pengaruh positif pada proses elektrodeposisi [5].

Salah satu bahan aditif yang digunakan untuk proses elektrodeposisi adalah formaldehid. Formaldehid dapat bertindak sebagai agen pereduksi yang digunakan untuk logam Cu dan Ag. Formaldehid mempunyai potensial reduksi lebih negatif ( $E = + -1,11$  Volt) daripada logam Ag ( $E = + 0,80$  Volt) sehingga dapat digunakan sebagai agen pereduksi [6].

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian tentang pengaruh formaldehid sebagai agen pereduksi terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam limbah cair elektroplating telah dilakukan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk memaksimalkan pemanfaatan kembali limbah cair elektroplating khususnya melalui pengambilan kembali (*recovery*) Ag.

## Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif yang bertujuan untuk

mengetahui pengaruh konsentrasi formaldehid sebagai Agen pereduksi terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam limbah cair elektroplating.

Alat yang diperlukan adalah Peralatan gelas, elektroda platina, kertas saring, neraca analitik, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), XRD, dan satu set alat potensiometer.

Bahan yang diperlukan adalah limbah cair elektroplating, larutan standar  $\text{AgNO}_3$ , larutan  $\text{HNO}_3$ , formaldehid 37 %, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , aseton, aquades.

Plat platina sebagai katoda dan anoda dipotong dengan ukuran 1 x 2,5  $\text{cm}^2$ . Plat platina dicuci dengan  $\text{HNO}_3$  0,1 M dilanjutkan dengan aquades. Setelah itu, elektroda platina dicuci dengan aseton kemudian dikeringkan. Plat platina ditimbang sebagai berat elektroda awal.

Sampel limbah cair sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 100 mL. Ditambahkan larutan formaldehid 37 % sebanyak 0,4 mL untuk menghasilkan konsentrasi formaldehid 0,1 M. Kedua elektroda platina sebagai anoda dan katoda dihubungkan dengan potensiometer. Elektroda katoda dihubungkan dengan kutub negatif dan elektroda anoda dihubungkan dengan kutub positif. Kedua elektroda dicelupkan ke dalam larutan sampel dengan jarak kedua elektroda tertentu. Elektrodeposisi dilakukan selama 1 jam pada potensial 4 Volt. Setelah dilakukan elektrodeposisi, dilakukan pengeringan dan dilanjutkan dengan penimbangan elektroda katoda sebagai berat katoda akhir. Untuk mengetahui ion  $\text{Ag}^+$  yang masih tersisa dalam limbah cair elektroplating dilakukan analisis konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  dengan menggunakan AAS. Untuk mengetahui struktur kristal deposit dilakukan analisis deposit dengan menggunakan XRD. Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali dan hasilnya dirata-rata.

Selanjutnya dilakukan proses elektrodeposisi dengan cara yang sama dan konsentrasi larutan formaldehid divariasikan yaitu 0,4; 0,3; 0,2; 0,1 M dan tanpa penambahan formaldehid.

Data berupa berat katoda awal, berat katoda setelah elektrodeposisi pada berbagai variasi formaldehid sebagai agen

pereduksi dan data absorbansi sampel yang telah dielektrodeposisi hasil pengukuran dengan AAS. Berat deposit dihitung dengan persamaan:

Berat deposit = berat katoda akhir – berat katoda awal.

Efisiensi elektrodeposisi dihitung dengan persamaan:

$$\text{Efisiensi}(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

$C_1$  = konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  sebelum elektrodeposisi

$C_2$  = konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  sesudah elektrodeposisi

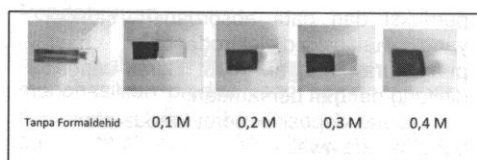
Konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  diperoleh dari data absorbansi hasil pengukuran dengan AAS. Absorbansi diinterpolasikan pada kurva standar sehingga diperoleh konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  sisa dalam sampel. Kualitas deposit diketahui dengan analisis struktur kristalnya dengan menggunakan XRD.

## Hasil dan Diskusi

Proses elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dilakukan dengan sampel berupa limbah cair elektroplating sebagai larutan elektrolitnya dan merupakan sumber ion  $\text{Ag}^+$ . Pada proses ini ditambah dengan larutan  $\text{HNO}_3$  4 M sebagai depolarisator yaitu untuk mencegah terjadinya polarisasi yang menyebabkan arus listrik berjalan lebih lambat. Selain itu ditambah larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang berfungsi sebagai elektrolit pendukung. Sebagai agen pereduksi digunakan larutan formaldehid.

Elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam penelitian ini dilakukan pada potensial 4 Volt selama 1 jam dengan variasi konsentrasi formaldehid adalah 0,1; 0,2, 0,3; dan 0, 4 M serta dilakukan pula elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  tanpa penambahan formaldehid. Setelah proses elektrodeposisi selesai elektroda katoda dicuci dengan aquades, dilanjutkan dengan aseton kemudian dikeringkan dan ditimbang serta diamati secara visual. Hasil pengamatan secara visual dapat dilihat pada gambar 1.





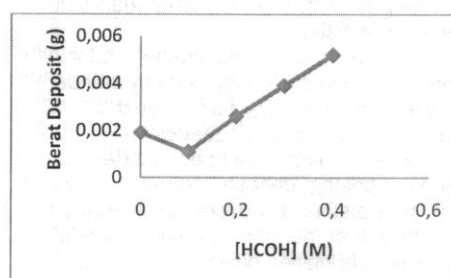
**Gambar 1.** Hasil pengamatan deposit pada berbagai variasi konsentrasi formaldehid.

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa elektrodeposisi dengan berbagai variasi konsentrasi formaldehid mempengaruhi deposit yang dihasilkan. Untuk elektrodeposisi tanpa penambahan formaldehid menunjukkan permukaan deposit yang tidak rata dan deposit yang menempel pada permukaan elektroda katoda lebih tipis dibandingkan dengan deposit pada penambahan formaldehid.

Gambar 1 menunjukkan bahwa secara umum semakin besar konsentrasi formaldehid yang ditambahkan pada proses elektrodeposisi maka semakin tebal dan warna deposit semakin pekat. Hasil deposit pada penambahan formaldehid 0,1 M permukaan yang lebih halus meskipun deposit yang menempel pada elektroda katoda lebih tipis daripada yang lainnya. Hasil deposit untuk penambahan formaldehid 0,2 M menunjukkan bahwa permukaan halus dan lebih mengkilat daripada deposit yang lain. Hasil deposit yang ditambahkan formaldehid 0,3 dan 0,4 M mulai terlihat adanya pelapisan deposit yang kasar dan menggelembung.

Kenaikan konsentrasi dapat mengakibatkan peningkatan pendeposisian logam sehingga semakin tinggi konsentrasi formaldehid maka semakin tebal deposit yang dihasilkan. Selain itu, menurut Cardoso, *et. al.* [7] mengatakan bahwa semakin besar penambahan formaldehid dapat menyebabkan berkurangnya rapat arus. Kerapatan arus yang kecil menyebabkan ion berkecepatan rendah. Pada keadaan ini pertumbuhan kristal deposit akan lebih besar daripada kecepatan pembentukan kristal sehingga deposit yang terbentuk mempunyai struktur kristal yang kasar [5].

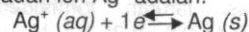
Jika ditinjau dari pengaruh penambahan formaldehid terhadap berat deposit yang diperoleh maka adanya penambahan formaldehid pada berbagai variasi konsentrasi mempengaruhi berat deposit yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.



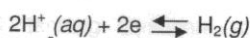
**Gambar 2.** Kurva [HCOH](M) Vs Berat Deposit (g)

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan bahwa secara umum konsentrasi formaldehid yang ditambahkan pada proses elektrodeposisi mempengaruhi berat deposit yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi formaldehid yang ditambahkan maka semakin besar deposit yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi formaldehid yang ditambahkan maka semakin banyak ion-ion yang tereduksi pada katoda. Jika dilihat pada deposit tanpa penambahan formaldehid dibandingkan dengan deposit yang ditambahkan formaldehid sebesar 0,1 M maka elektrodeposisi tanpa penambahan formaldehid menghasilkan deposit yang lebih besar. Hal ini karena tanpa penambahan formaldehid proses elektrodeposisi tetap berlangsung dan pengaruh penambahan formaldehid dapat terlihat pada konsentrasi lebih besar dari 0,1 M.

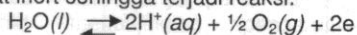
Jika ditinjau dari reaksi yang terjadi pada proses elektrodeposisi dalam penelitian ini dan hanya dibatasi pada peninjauan ion  $Ag^+$  adalah:



Ion  $Ag^+$  tereduksi menjadi logam Ag dan terdepositasi pada katoda. Ion  $H^+$  dari larutan asam mengalami reduksi membentuk gas  $H_2$  dengan reaksi:

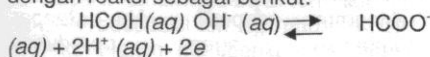


Anion  $\text{SO}_4^{2-}$  dan  $\text{NO}_3^-$  mengalami reaksi pada anoda. Spesies yang bertindak sebagai anoda adalah platina yang bersifat inert sehingga terjadi reaksi:

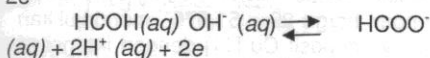
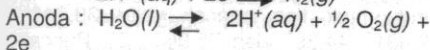
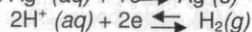
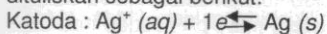


Adanya gas-gas yang terbentuk pada anoda terlihat adanya gelembung-gelembung gas yang timbul pada permukaan elektroda anoda. Karena sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair yang mengandung berbagai macam ion pada elektroda anoda juga terbentuk endapan berwarna hijau kekuningan yang dimungkinkan terjadinya endapan sulfur (S) dari ion  $\text{S}^{2-}$ .

Jika ditinjau dari peranan formaldehid sebagai agen pereduksi maka formaldehid ini mengalami oksidasi dengan reaksi sebagai berikut:



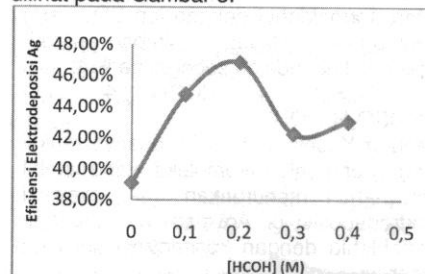
Reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda secara keseluruhan dapat dituliskan sebagai berikut:



Meskipun hanya tertulis beberapa reaksi yang terjadi di anoda dan katoda bukan berarti hanya reaksi-reaksi tersebut yang terjadi tetapi masih terdapat beberapa reaksi yang terjadi jika ditinjau dari beragamnya kandungan ion yang terdapat pada sampel limbah cair elektroplating yang digunakan dalam penelitian ini.

Pengaruh konsentrasi formaldehid terhadap efisiensi deposisi ion  $\text{Ag}^+$  diketahui dengan melakukan elektrodeposisi limbah cair elektroplating dengan penambahan formaldehid pada variasi konsentrasi yaitu 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 serta tanpa penambahan formaldehid. Ion  $\text{Ag}^+$  yang terdeposisi di katoda dapat diketahui dengan menganalisis konsentrasi ion  $\text{Ag}^+$  dengan menggunakan AAS sebagai ion  $\text{Ag}^+$  sisa yang tidak terdeposisi pada katoda. Berdasarkan data ion  $\text{Ag}^+$  sisa akan diketahui ion  $\text{Ag}^+$  yang terdepositkan pada katoda sehingga

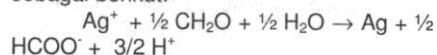
efisiensi deposisi dapat diketahui. Kurva hubungan antara konsentrasi formaldehid dengan efisiensi elektrodeposisi  $\text{Ag}^+$  dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva  $[\text{HCHO}]$ (M) Vs Efisiensi Elektrodeposisi Ion  $\text{Ag}^+$

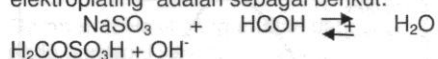
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi formaldehid berpengaruh terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$ . Berdasarkan kurva tersebut terlihat adanya titik optimum yaitu pada penambahan formaldehid dengan konsentrasi 0,2 M menghasilkan efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  maksimal yaitu 46,86 %. Jika dibandingkan dengan efisiensi elektrodeposisi tanpa penambahan formaldehid maka adanya formaldehid ini cukup efektif meningkatkan efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dalam limbah cair elektroplating yaitu dari 39,10 % menjadi 46,86 % untuk penambahan formaldehid 0,2 M.

Jika ditinjau dari peranan penambahan formaldehid pada berbagai konsentrasi yang berfungsi sebagai agen pereduksi terhadap ion  $\text{Ag}^+$  karena mempunyai potensial reduksi lebih negatif daripada potensial reduksi ion  $\text{Ag}^+$ . Potensial reduksi ion  $\text{Ag}^+$  adalah +0,80 sedangkan potensial reduksi dari formaldehid adalah -1,11. Hal ini akan mempengaruhi spontanitas proses reaksi redoks selama elektrodeposisi [8]. Peranan formaldehid sebagai agen pereduksi ion perak dapat dituliskan sebagai berikut:



Jika ditinjau dari sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah cair yang mengandung beberapa

anion, konsentrasi formaldehid yang semakin besar dapat menyebabkan terbentuknya kompleks yang stabil. Contoh reaksi terbentuknya kompleks antara formaldehid dengan ion  $\text{SO}_3^-$  yang terkandung dalam limbah cair elektroplating adalah sebagai berikut:

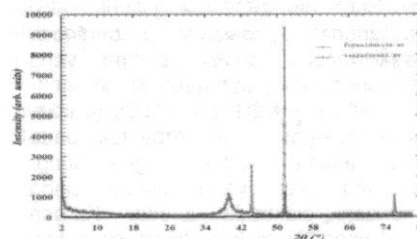


Menurut Kashlan, H. M [9] adanya reaksi yang membentuk kompleks yang stabil dapat menurunkan efisiensi elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  pada penambahan formaldehid dengan konsentrasi semakin besar.

Oleh karena itu seperti yang dikatakan oleh Purwanto dan Syamsul Huda [5] bahwa penambahan agen pereduksi bersifat kritis pada kondisi konsentrasi tertentu. Penambahan aditif akan efektif bila berada pada rentang konsentrasi yang ditetapkan. Penambahan aditif dengan konsentrasi yang tidak tepat akan menimbulkan masalah terhadap proses pendeposisian atau sifat deposit yang dihasilkan. Hal ini juga didukung oleh data pengamatan secara visual yang menunjukkan bahwa pada penambahan formaldehid 0,2 M menghasilkan deposit yang paling mengkilat daripada deposit yang lain. Dengan demikian formaldehid dapat berperan sebagai agen pereduksi secara optimal untuk elektrodeposisi ion  $\text{Ag}^+$  dengan penambahan formaldehid dengan konsentrasi 0,2 M.

Karakterisasi deposit Ag dengan XRD bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan formaldehid terhadap mikrostruktur deposit Ag. Karakterisasi dilakukan pada deposit Ag yang menghasilkan efisiensi deposisi maksimal dan deposit Ag hasil elektrodeposisi tanpa penambahan formaldehid. Karakterisasi dilakukan dengan membandingkan kedua difraktogram yang diperoleh.

Hasil karakterisasi deposit Ag dengan XRD dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Difraktogram deposit dengan penambahan formaldehid 0,2 M dan tanpa penambahan formaldehid.

Berdasarkan gambar 4 deposit yang dihasilkan didominasi deposit logam Cu daripada logam Ag. Hal ini ditunjukkan oleh harga  $2\theta$  pada kedua difraktogram. Difraktogram deposit Ag tanpa penambahan agen pereduksi formaldehida memiliki struktur kubik berpusat muka (FCC) untuk deposit logam Ag dengan parameter kisi sebesar 4,0340 Å dan memiliki bidang kisi (111), (111), (200) dan (311) pada posisi  $2\theta$  berturut-turut untuk tiap puncak yaitu 39,241°, 39,681°, 44,36°, dan 75,96° [10]. Puncak dengan harga  $2\theta = 51,676^\circ$ , menunjukkan adanya deposit Cu [11] dengan intensitas yang tinggi (100 %). Hal ini berarti bahwa selain logam Ag terdapat kandungan logam Cu di dalam limbah cair elektroplating.

Pola difraksi sinar-X deposit Ag dengan penambahan agen pereduksi formaldehida 0,2 M memiliki struktur kubik berpusat muka (FCC) dengan parameter kisi sebesar 4,0676 Å dan memiliki bidang kisi (111), (200), dan (311) pada posisi  $2\theta$  berturut-turut untuk tiap puncak yaitu 39,84°, 44,5°, 76,021°, dan 76, 256°. Puncak dengan harga  $2\theta = 51,76^\circ$  menunjukkan adanya deposit Cu dengan intensitas yang tinggi (100 %).

Jika ditinjau dari kedua difraktogram menunjukkan bahwa pada harga  $2\theta$  yang menunjukkan adanya ciri khas logam Ag maka terlihat adanya perubahan intensitas yang cenderung lebih kecil pada difraktogram untuk deposit dengan adanya penambahan formaldehid. Intensitas difraksi pada difraktogram memberikan

informasi tentang susunan atom-atom pada kisi [4]. Ketinggian intensitas menunjukkan keteraturan dan ketebalan logam yang telah dideposisikan [4]. Dengan demikian adanya penambahan formaldehid menunjukkan pengaruh adanya keteraturan susunan atom dan tingkat kekristalan deposit Ag menjadi lebih kecil. Akan tetapi jika dilihat harga  $\theta$  yang menunjukkan ciri khas logam Cu menunjukkan bahwa intensitasnya maksimum dan terjadi perubahan luas area puncak. Hal ini menunjukkan bahwa logam Cu terdeposit dengan bagus dan mempunyai tingkat kekristalan yang tinggi serta adanya formaldehid memberikan pengaruh menyebabkan ukuran kristal menjadi lebih lembut sehingga tekstur deposit terlihat lebih rata.

Secara umum adanya formaldehid pada elektrodeposisi ion  $Ag^+$  pada limbah cair elektroplating memberikan pengaruh positif terhadap efisiensi deposisi. Adanya formaldehid tidak memberikan pengaruh positif pada tekstur deposit jika ditinjau dari deposit Ag yang dideposisikan tetapi memberikan pengaruh positif terhadap tekstur deposit jika ditinjau dari logam Cu yang dideposisikan.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi berpengaruh terhadap berat deposit yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi maka semakin berat deposit yang dihasilkan. Konsentrasi formaldehid sebagai agen pereduksi berpengaruh terhadap efisiensi elektrodeposisi ion  $Ag^+$  dalam limbah cair elektroplating. Efisiensi elektrodeposisi ion  $Ag^+$  paling besar diperoleh pada penambahan formaldehid 0,2 M. Karakter deposit yang dihasilkan menunjukkan bahwa di dalam deposit terdapat logam Ag dan Cu yang terdeposit. Adanya formaldehid menyebabkan susunan atom-atom deposit Ag di setiap bidang kisi menjadi tidak teratur dan menurunkan tingkat kekristalannya.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta sebagai penyandang dana pelaksanaan penelitian ini.

### Pustaka

- [1]. Siti Marwati, Regina Tutik Padmaningrum, Marfuatun, Laporan Penelitian FMIPA UNY, tidak dipublikasikan, 2007.
- [2]. Justina Dura, Laporan Penelitian FMIPA UNY, tidak dipublikasikan, 2009.
- [3]. Andi Bastian, Laporan Penelitian FMIPA UNY, tidak dipublikasikan, 2008.
- [4]. Luluk Khotimah, Laporan Penelitian SMK 2 Lamongan, tidak dipublikasikan, 2007.
- [5]. Purwanto, Syamsul Huda, Teknologi Industri Elektroplating, Cetakan ke 1, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang, 2007, hal. 13-17.
- [6]. N. Kanani, Electroplating Basic Principles, Process and Practice, Oxford: Elsevier Advance Technology, New York, 2004, 336-339.
- [7]. L. Cardoso, G. Sebastiao, D.S. Filho, Quim. Nova, Vol 34, No. 4, (2011), 641-645.
- [8]. K. Chou, Yu-Chieh Lu, H.H. Lee, Journal of Materials Chemistry and Physics 94, (2005), 429-433.
- [9]. H.M. Kashlan, American Journal of Applied Sciences 5(3), (2008), 234-241, ISSN 1546-9239.
- [10]. T. Theivasanthi, M. Alagar, Centre for Research and Post Graduate Department of Physics, Ayya Nadar Janaki Ammal College, India, 2011.
- [11]. T. Anik, M. Ebn Touhami, K. Him, S. Schireen, R.A. Belkhmima, M. Abouchane, M. Cisse, International Journal Electrochemical Science, 7, (2012), 2009-2018.