

Kelarutan CdS dan CuS Dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* Sistem Air, Surfaktan SDBS dan Pentanol

Rahmi Fauziah, Minda Azhar, Hary Sanjaya, Ali Amran*

Chemistry Department, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Indonesia

*aliamran@fmipa.unp.ac.id

Abstract -Surfactants are active compounds that act on the surface of a liquid, which can reduce the surface tension between oil and water. The purpose of this study was to determine the solubility of yellow and black inorganic pigments in water in oil microemulsion gelation, which was applied to ballpoint ink. The method used for sol preparation is the gelation method (sol-gel process). The sol gel process is the process of forming inorganic compounds through chemical reactions in solution, and occurs at a temperature of 65oC. The sol gel process undergoes a phase change from the colloid suspension (sol) and finally forms a network called a gel. Dye solubility was observed by the amount of yellow and black inorganic pigment solutes in water in oil microemulsion. The solubility of the yellow pigment is 0.096 grams, while the black pigment is 0.088 grams. To see the density of the pigment, a density test was carried out. The total density produced in yellow inorganic pigment is 0.933 gram / cm³ and black inorganic pigment is 0.914 gram / cm³. Measurement of the refractive index and turbidity (turbidity) to determine the homogeneity of the yellow and black pigments was carried out using an ABBE refractometer and a turbidimeter. The results of the refractive index measurement are associated with pigment solubility, the greater the pigment solubility, the higher the refractive index and turbidity values.

Keywords: *solubility, water in oil microemulsion, gelation, SDBS, inorganic pigments*

I. PENDAHULUAN

Surfaktan merupakan molekul yang memiliki gugus (hidrofilik) dan gugus (hidrofobik) pada molekul yang sama, sehingga kedua gugus tersebut dapat menyatukan dua senyawa yang tidak saling bercampur [1]. Kegunaan surfaktan sangat banyak dalam berbagai bidang, seperti pada bidang farmatologi, industri cat, tinta, pertambangan, tekstil, dan lainnya [2]. Berdasarkan gugus hidrofiliknya, dikenal 4 jenis surfaktan yaitu: kationik, non ioinik, zwiterionik, dan anionik [3]. Surfaktan anionik diproduksi sekitar 70% dari jutaan ton surfaktan yang dihasilkan setiap tahunnya dan penggunaannya secara luar adalah dalam bidang industri dan kosmetik [4]. Surfaktan anionik banyak digunakan karena proses pembuatannya mudah serta biayanya murah. Salah satu contoh surfaktan anionik adalah SDBS (*Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*).

SDBS adalah surfaktan yang tidak dipengaruhi oleh pH, harganya tergolong murah, dan termasuk golongan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), dan dapat terurai secara biologis [5]. Jika bereaksi dengan air dan minyak, suatu surfaktan akan membentuk struktur asosiasi. Struktur asosiasi yang terbentuk dapat digambarkan dengan suatu diagram yang disebut dengan diagram terner [6]. Gejala asosiasi yang dihasilkan berupa kristal cair dan mikroemulsi. Mikroemulsi adalah suatu cairan yang stabil secara termodinamika,

transparan, isotropic yang terdiri dari tiga campuran yang terdiri dari air, minyak, dan surfaktan [7]. Mikroemulsi terbagi menjadi 2 yaitu mikroemulsi *water in oil* dan mikroemulsi *oil in water*.

Suatu mikroemulsi memiliki keunggulan diantaranya, proses pembuatannya mudah, tegangan antarfasa yang sangat rendah, area antar muka lebar, dan transparan [8]. Mikroemulsi juga memiliki kelarutan yang tinggi. Salah satunya mampu melarutkan cairan yang tidak saling larut, sehingga mikroemulsi dapat digunakan untuk melarutkan zat warna. Berdasarkan materi penyusunnya zat warna atau pigmen dibagi dua yaitu pigmen organik dan anorganik [9]. Pigmen anorganik yang digunakan adalah pigmen kuning dan hitam yang memiliki sifat non polar dengan kelarutan yang sangat rendah di dalam air. Kelarutan zat warna dalam mikroemulsi sangat penting terutama karena dapat diaplikasikan pada industri cat [10]. Zat warna anorganik kuning dan hitam ini akan digunakan untuk tinta *ballpoint*.

Tinta adalah cairan atau pasta yang mengandung bahan pewarna untuk mewarnai suatu permukaan [11]. Secara umum tinta terdiri dari pigmen, zat pengikat, dan zat aditif. Semua komponen dari tinta memiliki fungsi masing-masing dalam pembuatan tinta, seperti pigmen yang digunakan sebagai bahan pewarna, zat pengikat sebagai pengikat pigmen warna

dan zat aditif untuk mengatur aliran ketebalan dan bentuk tinta ketika kering [12].

Untuk memperbesar kelarutan zat warna, dapat digunakan metode gelasi (proses sol-gel). Metoda sol - gel adalah metode sintesis padatan dengan temperatur rendah yang melibatkan fasa sol yaitu suatu sistem koloid padatan yang terdispersi dalam cairan dan gel merupakan sistem padatan yang mengandung cairan [13]. Berdasarkan hal itu, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul Kelarutan Pigmen Anorganik Kuning dan Hitam dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* Sistem Air, Surfaktan SDBS dan Pentanol Untuk Tinta *Ballpoint*.

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah surfaktan SDBS, pentanol tetra etil orto silikat (TEOS), etanol, aquabidestilata, NaOH 2M, HCl 3 M, CaCl₂ 1 M, CuSO 1 M.

B. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari peralatan gelas (Erlenmeyer, tabung reaksi, gelas kimia), pipet tetes, vortex maxi mix, neraca analitik, magnetic stirrer, spatula, parafilm, water bath, dan termometer raksa.

C. Prosedur Penelitian

A. Preparasi Mikroemulsi Water In Oil (W/O)

Tahap ini dimulai dengan penentuan suatu titik pada koordinat mikroemulsi air dalam minyak dari diagram terner, kemudian dilakukan perhitungan komposisi untuk presentase air, surfaktan *Sodium Dodecyl benzene Sulfonate* (SDBS) dan pentanol. Selanjutnya dilakukan pengubahan persentase komposisi tersebut kedalam perbandingan massa, sehingga massa total ketiga komponen menjadi 1 gram. Kemudian dihomogenkan menggunakan vortex maxi mix selama 15 menit.

B. Preparasi Sol Gel

Preparasi sol dilakukan dengan menambahkan TEOS dan etanol pada mikroemulsi air dalam minyak dengan perbandingan mol TEOS dan air 1:8. Kemudian di homogenkan menggunakan vortex maxi mix dan terbentuk cairan bening yang disebut sol. Selanjutnya pembentukan gel yang dilakukan dengan pemanasan pada suhu 65°C sampai terbentuk gel. Sampel mikroemulsi air dalam minyak yang di preparasi menjadi gel diambil berdasarkan pemetaan diagram fasa oleh Deni (2017) [14].

C. Preparasi Pigmen Anorganik Kuning

Preparasi pigmen kuning dilakukan dengan mereaksikan larutan CdCl₂ 1M dengan gas H₂S, gas H₂S dihasilkan dari proses pencampuran logam FeS dengan HCl 3M. Kemudian akan dihasilkan endapan kuning dari CdS yang digunakan sebagai pigmen anorganik warna kuning.

D. Preparasi Pigmen Anorganik Hitam

Preparasi pigmen hitam dilakukan dengan mereaksikan larutan CuSO₄ 1M dengan gas H₂S, gas H₂S dihasilkan dari proses pencampuran logam FeS dengan HCl 3M. Kemudian akan dihasilkan endapan hitam dari CuS yang digunakan sebagai pigmen warna hitam.

E. Uji Kelarutan Pigmen Anorganik Kuning dan Hitam Dalam Gelasi Mikroemulsi Air Dalam Minyak

Uji kelarutan pigmen anorganik kuning dan hitam dilakukan dengan menambahkan masing-masing sampel pigmen anorganik kuning dan hitam ke dalam sol yang berbeda. Penambahan dilakukan dengan menambahkan sedikit demi sedikit sambil terus ditimbang. Penambahan dihentikan ketika mulai terbentuknya warna kuning dan hitam yang homogen pada sol. Massa pigmen anorganik kuning dan hitam yang ditambahkan sampai terbentuk larutan tepat jenuh yang merupakan kelarutan optimum dari pigmen anorganik kuning dan hitam dimaksud.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Sol dari Mikroemulsi Water In Oil

Sol dipreparasi dari mikroemulsi *water in oil* yang merupakan campuran air, SDBS, dan pentanol. Tujuan preparasi sol mikroemulsi *water in oil* adalah untuk memperbesar kelarutan pigmen anorganik kuning dan hitam, sehingga dapat digunakan sebagai tinta ballpoint. Preparasi sol mikroemulsi *water in oil* terdiri dari dua tahap, yaitu tahap pembentukan mikroemulsi *water in oil*, dan pembentukan sol. Perbedaan mikroemulsi *water in oil*, sol dan gel pada sistem air, surfaktan, dan pentanol dapat dilihat dari **Gambar 1**.



Gambar 1. (a) mikroemulsi w/o (b) sol (c) gel

Sol merupakan partikel halus dengan sistem koloid dari partikel padat yang terdispersi dalam zat cair. Tahap pembentukan sol dilakukan dengan menambahkan TEOS pada mikroemulsi *water in oil*, sampai dihasilkan cairan bening transparan. Penambahan TEOS dilakukan untuk membentuk matriks silika dalam gelasi, sehingga kerapatan

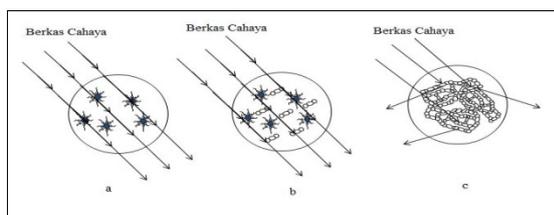
water in oil menjadi lebih kecil. Selain itu interaksi antara gugus hidroksil dan gugus etoksi dari TEOS semakin kuat dan tidak mudah putus.

Pembentukan matriks silika terjadi selama proses hidrolisis ketika gugus etoksi pada TEOS bereaksi dengan molekul air membentuk intermediet dengan substitusi gugus hidroksil. TEOS akan terhidrolisis dengan penambahan pelarut organik seperti etanol, membentuk silanol (Si-OH), kemudian pada proses kondensasi gugus silanol akan membentuk gugus siloksan (Si-O-Si) (Guido, 2015) [15].

Titik yang digunakan pada penelitian ini yaitu titik dengan jumlah komposisi air 13%, SDBS 15%, dan pentanol 72% karena pada titik ini dihasilkan mikroemulsi *water in oil* yang lebih transparan. Jumlah TEOS yang ditambahkan sebanyak 1:8 mol terhadap mol air dalam mikroemulsi *water in oil*. Kemudian dilakukan penambahan etanol yang berfungsi sebagai pelarut organik dari TEOS.

Jumlah etanol yang ditambahkan maksimal sebanding dengan jumlah TEOS. Setelah itu, terbentuk cairan keruh yang membentuk awan putih dengan kekentalan yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya, untuk menghilangkan kekeruhan dilakukan pengadukan dengan vortex mix. Cairan yang telah di vortex berbentuk transparan disebut sol. Konsentrasi awal TEOS berbanding terbalik dengan ukuran partikel yang dihasilkan sehingga konsentrasi TEOS yang lebih tinggi akan menyebabkan ukuran partikel lebih kecil karena jumlah situs nukleasi lebih banyak. Hal ini akan menyebabkan densitas sol menurun dan kekentalan meningkat. Dapat dikatakan bahwa ukuran partikel dan proses terbentuknya gel di pengaruhi oleh konsentrasi reaktan dan suhu.

Suhu pembentukan gel terjadi pada suhu 65°C, pada suhu ini terjadi ikatan silang (crosslinking). Ikatan silang ini terbentuk dari tahap hidrolisis dan kondensasi pada saat pembuatan gel. Gel merupakan sistem padatan yang mengandung cairan. Penampilan gel seperti padatan yang lunak namun pada suhu tertentu memiliki bentuk seperti fluida (mengalir).



Gambar 2. Ilustrasi Jarak Antar Partikel (A) Mikroemulsi w/o, (B) Sol Mikroemulsi w/o, (C) Gel Mikroemulsi w/o (Akmal, 2014)

Berdasarkan berat, kebanyakan gel seharusnya tergolong zat cair, namun gel juga memiliki sifat seperti benda padat. Setelah pemanasan selama 4-9 jam, terbentuk gel padat yang tidak transparan. Perbedaan antara mikroemulsi *water in oil*, sol dan gel dijelaskan pada penelitian sebelumnya oleh Akmal (2014) seperti pada Gambar 2.

Dari gambar diatas dapat dilihat mikroemulsi *water in oil* diberi seberkas cahaya, sehingga cahaya tersebut akan diteruskan antara partikel pada mikroemulsi *water in oil* saling

berjauhan, sama halnya dengan sol mikroemulsi *water in oil*, walaupun jarak antar partikelnya berdekatan, berkas cahaya tetap diteruskan karena sol mikroemulsi *water in oil* yang dihasilkan berbentuk cairan yang transparan. Sedangkan pada gel mikroemulsi *water in oil* yang berbentuk bening namun tidak transparan, berkas cahaya tidak diteruskan karena antar partikel gel sangat berdekatan membentuk jaringan, yang mengakibatkan cahaya tidak diteruskan.

B. Kelarutan, Kepekatan (Densitas), Indeks Bias, dan Turbiditas Pigmen Kuning dan Hitam dalam Gelasi Mikroemulsi Water In Oil Untuk Tinta Ballpoint

Pigmen anorganik merupakan salah satu jenis pewarna yang dapat digunakan sebagai penambah dan pengubah suatu warna. Pigmen anorganik yang digunakan merupakan pigmen kuning dari endapan CdS dan pigmen hitam dari endapan CuS. Pigmen anorganik kuning dan hitam yang telah dihasilkan dicampurkan dengan sol. Penambahan pigmen terus dilakukan sampai pigmen tidak dapat larut lagi dalam sol, kemudian kelarutan pigmen dalam sol ditimbang. Kelarutan pigmen kuning dan hitam dalam sol mikroemulsi *water in oil* dapat dilihat pada Tabel 1.

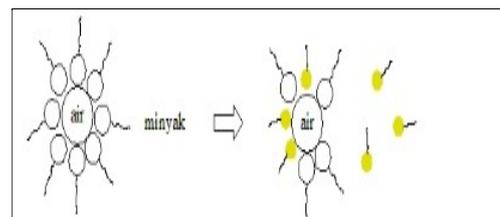
TABEL 1.
KELARUTAN PIGMEN ANORGANIK KUNING DAN HITAM

No	Sampel	Sol Murni (gram)	Sol + Pigmen (gram)	Kelarutan (gram)
1	Kuning	13,641	13,737	0,096
2	Hitam	13,562	13,65	0,088

Tabel 1. menunjukkan Kelarutan pigmen anorganik kuning dalam sol mikroemulsi *water in oil* lebih besar yaitu 0,096 gram dibandingkan kelarutan pigmen anorganik hitam dalam sol mikroemulsi *water in oil* yaitu 0,088 gram.

Kelarutan pigmen anorganik hitam dalam sol mikroemulsi *water in oil* rendah karena CuS sukar larut terhadap air didalam sol. Sedangkan kelarutan pigmen anorganik kuning dalam sol mikroemulsi *water in oil* lebih besar jika dibandingkan dengan pigmen hitam.

Pigmen anorganik kuning memiliki nilai kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pigmen anorganik hitam. Hal ini karena pigmen kuning dari CdS merupakan suatu anion anorganik. Anion dari ion sulfida, jika direaksikan dengan molekul air dalam sol maka akan terjadi reaksi yang menyebabkan sulfida bersifat basa akibat penangkapan ion H⁺ dari molekul air, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Pigmen Kuning dengan Molekul Air

Jika dibandingkan kelarutan antara pigmen anorganik kuning dan hitam dalam gel mikroemulsi *water in oil*, maka kelarutan pigmen anorganik kuning lebih tinggi dibandingkan kelarutan pigmen anorganik hitam. Pigmen kuning memiliki solubilitas yang optimum dalam *water in oil dalam* keadaan asam. Solubilitas yang optimum terjadi karena pigmen kuning terstabilkan. Struktur pigmen anorganik kuning stabil karena adanya gugus polar pada kedua ujung strukturnya, sehingga dalam sistem *water in oil*, gugus polar pada salah satu ujung pigmen anorganik kuning terlarut dalam air dari sistem sedangkan gugus kromofor yang non polar akan larut dalam minyak pada sistem.

Setelah kelarutan pigmen anorganik kuning dan hitam dalam sol mikroemulsi *water in oil*, diketahui atau dapat dihitung, selanjutnya dapat dilakukan pengujian untuk mengetahui kualitas tinta yang dihasilkan. Uji yang dilakukan pada penelitian ini yaitu uji berat jenis (densitas) untuk mengetahui kerapatan dari tinta, uji indeks bias untuk mengetahui kehomogenan tinta, uji turbiditas untuk mengetahui kekeruhan tinta, dan uji stabilitas untuk mengetahui bagaimana kestabilan tinta yang akan di aplikasikan ke dalam *ballpoint*.

Hasil dari pengujian densitas didapatkan nilai densitas pigmen anorganik kuning lebih tinggi dibandingkan dengan pigmen anorganik hitam. Densitas pigmen anorganik kuning sebesar 0,933 gram/cm³ dan pigmen anorganik hitam sebesar 0,914 gram/cm³. Semakin besar pigmen anorganik warna yang terdapat pada komposisi tinta maka nilai kerapatan atau berat jenis tinta akan semakin besar pula (Salam, 2017) [16]. Hasil berat jenis tinta yang dihasilkan memenuhi standar densitas atau berat jenis yang ditentukan SNI tinta dengan nomor 06-1567-19999 yaitu 0,9–1 gram/cm³ (Rengganis, 2017) [17].

Uji indeks bias dilakukan untuk melihat homogenitas tinta yang dihasilkan. Disini didapatkan bahwa nilai indeks bias menurun seiring dengan meningkatnya komposisi air. Hal ini terjadi karena semakin banyak komposisi air dalam sampel tersebut maka nilai indeks bias akan semakin mendekati nilai indeks bias air (1,328) (Mahda, 2015) [18], semakin besar kelarutan zat warna semakin tinggi nilai indeks biasnya.

IV KESIMPULAN

Preparasi gelasi dapat dilakukan dengan menggunakan metoda sol gel dengan gel yang dihasilkan berbentuk semi-padat yang tidak transparan terhadap cahaya.

Kelarutan pigmen anorganik kuning pada sol mikroemulsi *water in oil* sistem air, SDSB dan pentanol lebih tinggi dibandingkan kelarutan pada sampel pigmen hitam.

Jumlah kelarutan pigmen kuning dalam sol ialah 0.096 gram, sedangkan pigmen hitam dalam sol ialah 0.088 gram.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Dosen Pembimbing dan rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam penulisan artikel ini. Selanjutnya terimakasih kepada seluruh Analis Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas sarana dan dukungannya.

REFERENSI

- [1] Wang, Y.(2014). Preparation of Nano and Microemulsions using Phase Inversion and Emulsion Titration Methods. Massey University, Auckland, New Zealand.
- [2] Rosen, Milton J. 2003. *Surfactants and Interfacialphenomena*. Third Edition. Surfactant Research Institute Brooklyn College The City University Of New York : John Wiley & Sons, Isbn 0-471-47818-0
- [3] Cheng, H, dkk. 2004 Thermodynamic Modelling of Surfactant Solution. Denmark : Konges Lyngby. ISBN : 87-91435-00-5
- [4] Bosnar, Milan. Sak.2009. Determination of Anionic Surfactants in Industrial Effluents Using a New Highly Sensitive Surfactant- Selective Sensor. *Sensor Lett*, Vol 7 : 1-7.
- [5] Iskandar, Alex. 2008. "Modifikasi Zeolit Alam Clinoptillolite dengan Polyacrylic Acid Sebagai Adsorben Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide dan Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate." Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Depok.
- [6] Amran, A., & Beri, D.2013. *Solubilitas Zat Warna (Dyes) dalam Mikroemulsi dan Kristal Cair dari sistem Air, Surfaktan dan Kosurfaktan*. Padang: Universitas Negeri Padang
- [7] Basheer, H.S, Ibrahim Noordin, M, & Ghareeb, M.m (2013). Characterization of Microemulsion Prepared Using isopropyl palmitate with various surfactants and cosurfactants. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12 (3), 305-310. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v12i3.5>
- [8] Sudheer, Preeth., dkk. 2015. Microemulsion a Ver *satile Dimension of Novel Drug Delivery System*. India : RGUHS J Pharm Sci. Vol 5 Issue 1.
- [9] Azhari, Futhri. 2016. *Sintesis dan Karakter Pigmen Merah Besi (III) Oksida dari Serbuk limbah Bubut Logam*. Bandung: Universitas Islam Sunan Gunung Jati.
- [10] Garcia Vior M C, Monteagudo E, Dicio L E and Awruch J. 2011. *Dyes and Pigments*. 91 2 208–214.

- [11] Salam, Rezky. 2017. *Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan pada Tinta Print dengan Bahan Dasar Arang Sabut Kelapa*. Makassar : Universitas Negeri Alaudin
- [12] Adhi, A, & Sebastinus Adi S. (2013). Pengaruh Pemilihan Tinta Terhadap Kualitas Cetak. *Dinamika Teknik Vol. VII*, No.1, 9-16 Saxena, A., Bhardwaj, M., Allen, T., Kumar, S., &
- [13] Ismunandar, 2006. *Padatan Oksida Logam Struktur, dan Sifat sifatnya*. Bandung: ITB. Hlm 125-126.
- [14] Deni, N. 2017. *Struktur Asosiasi dan Kelarutan Dari Methy Yellow dan Carbon Black Dalam Sistem Air, Surfaktan Anionik SDBS, Dan Pentanol*. Padang: Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
- [15] Guido, Kicklebick. 2015 . "Nanoparticles and Composites". In Levy, David; Zayat, Marcos. *The Sol-Gel Handbook: Synthesis, Characterization and Applications*. 3. John Wiley & Sons. pp. 227–244. ISBN 9783527334865.
- [16] Salam, Rezky. 2017. *Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan pada Tinta Print dengan Bahan Dasar Arang Sabut Kelapa*. Makassar : Universitas Negeri Alaudin
- [17] Rengganis, A.P., A.Yulianto, I. 2017. Pengaruh Variasi Konsentrasi Arang Ampas Kopi terhadap Sifat Fisika Tinta Spidol Whiteboard. *Jurna MIPA* 40(2). 2017: 92-96.
- [18] Mahda, Atia. 2015. "Struktur Asosiasi Dan Kelarutan Methyl Red Dan Methylene Blue Dalam Sistemair, Surfaktan Anionik, dan Pentanol." Skripsi, Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang, Padang.