

# Kelarutan Zat Warna Organik dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* dari Sistem Air, Surfaktan Nonionik (*Brij 35*) dan Pentanol

Hanny Sri Asih, Ananda Putra\*

Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Barat, Padang - Sumatera Barat – Indonesia

\*anandap@fmipa.unp.ac.id

**Abstract** – Research on solubility from organic pigments of turmeric (*Curcuma longa* Linn) and telang flower (*Clitoria ternatea* L.) in water-in-oil microemulsion gelation on system of water, nonionic surfactant (Brij 35) and pentanol has been studied. The purpose of this research was the preparation of water-in-oil microemulsion gelation, determines solubility, density, and bias index of organic pigments in water-in-oil microemulsion gelation on system of water, nonionic surfactant (Brij 35) and pentanol. The method used is the sol-gel method. The solubility in water-in-oil microemulsion gelation of turmeric is 2,41832% (pH 4,5) and 2,61402% (pH 9,5) and telang flower is 1,21274% (pH 4,5) and 1,6136% (pH 9,5). The bias index of turmeric is 1,4024 (pH 4,5) and 1,4034 (pH 9,5) and telang flower is 1,4004 (pH air 4,5) and 1,4014 (pH 9,5). The density of turmeric is 0,88778g/cm<sup>3</sup> (pH 4,5) and 0,88912g/cm<sup>3</sup> (pH 9,5) and telang flower is 0,8793g/cm<sup>3</sup> (pH 4,5) and 0,8872g/cm<sup>3</sup> (pH 9,5).

**Keywords** — Solubility, Organic Pigments, Brij 35, Bias indeks, Density

## I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah dan disebut sebagai Megabiodiversity di kawasan Asia tenggara. Hasil bumi yang tersebar luas dapat dilihat dari berbagai bidang, seperti bidang pertanian, peternakan, kelautan, kehutanan dan pertambangan. Tanaman dapat tumbuh dengan baik dan subur dikarenakan wilayah geografis Indonesia berada pada garis khatulistiwa dan ber-iklim tropis. Potensi tersebut dapat dimanfaatkan masyarakat dengan cara mengolah menjadi pigmen (zat warna) alami. Pigmen alami adalah molekul yang terdiri dari gabungan zat organik yang tidak jenuh. Molekul yang berfungsi sebagai pemberi warna disebut dengan kromofor sedangkan pengikat antara warna dengan serat disebut ausokrom [1].

Zat warna alami yang berasal dari tanaman memiliki warna bervariasi mulai dari merah, kuning, biru, coklat dan hitam berdasarkan variasi tanaman serta cara memperolehnya. Tanaman dapat menghasilkan zat warna sekitar 2000 pigmen dan 150 diantaranya sudah digunakan. Selain itu, tanaman yang diekstraksi menjadi zat warna alami dapat diklasifikasikan menjadi obat yang berguna sebagai anti bakteri [2]. Beberapa pigmen organik yang dapat dimanfaatkan berasal dari kunyit dan bunga telang yang dapat diekstrak menjadi powder halus dan digunakan sebagai tinta *ballpoint*/printer. Zat warna pada telang disebabkan karena adanya pigmen antosianin yang berperan dalam memberikan warna biru sebagai pewarna

alami [3]. Zat kurkumin yang terdapat pada kunyit mampu memberikan warna kuning [4].

Setiap tahun lebih dari 10.000 macam pigmen dapat menghasilkan 7 x 10<sup>5</sup> ton diseluruh dunia. Penggunaan pigmen dalam cakupan yang lebih luas terdapat pada industri tekstil, kosmetik, kertas, percetakan makanan dan sebagian besar terdapat pada bidang surfaktan [5]. Surfaktan (*Surface Active Agent*) memiliki dua ujung yang bersifat polar (hidrofilik) dan non-polar (hidrofobik). Senyawa ini mampu mengurangi tegangan yang terdapat dipermukaan serta menghasilkan emulsi yang berbentuk mikro sehingga senyawa hidrokarbon mampu berikatan serta larut dalam air [6]. Surfaktan memiliki empat golongan diantaranya surfaktan kation, anion, nonion, dan amfoter [7]. Surfaktan memiliki struktur asosiasi yaitu misel (mikroemulsi minyak dalam air), kristal cair (*lamelar* atau *heksagonal*), *visikel* dan *mikroemulsi*.

Mikroemulsi merupakan lapisan antar muka dari molekul surfaktan yang menstabilkan sistem dispersi antara air dengan minyak. Mikroemulsi memiliki kelebihan daripada emulsi. Mikroemulsi bersifat stabil secara termodinamika, transparan, viskositasnya rendah dan memiliki daya solubilitas yang tinggi [7]. Air yang digunakan ialah aquabidest yaitu air yang dihasilkan dari proses destilasi bertingkat (dua kali proses destilasi). Dalam penelitian ini memanfaatkan surfaktan nonionik (*Brij 35*). Surfaktan nonionik merupakan bahan esensial yang memiliki tingkat toksisitas yang banyak digunakan sebagai deterjen, emulgator dan bersifat *biodegradable*. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Puti Lara Gobah [8] yaitu pembuatan gel. Hasil pemetaan yang didapatkan oleh Gobah berupa struktur asosiasi

yang terbentuk yaitu emulsi, mikroemulsi *o/w*, kristal cair dan mikroemulsi *w/o* dengan bentuk heksagonal dari model air, surfaktan nonionik (*brij 35*) serta pentanol.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Alat

Pada penelitian ini menggunakan alat berupa pipet volume 5ml, Pipet tetes, gelas kimia (500ml, 250ml, dan 50ml), labu ukur 100ml, gelas ukur 250ml, tabung reaksi dengan screw cap, magnetik stirrer, pH meter, neraca analitik, parafilm, vortex, termometer raksa, penjepit kayu, waterbath, spatula, refraktometer, piknometer (5ml).

### B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah aquabidest, surfaktan nonionik (*brij 35*), pentanol, larutan  $\text{HNO}_3$ , larutan KOH, TEOS, etanol, dan bubuk zat warna organik (kunyit dan bunga telang).

### C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan merujuk pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Puti Lara Gobah tahun 2014 dimodifikasi sesuai kebutuhan.

#### 1. Pembuatan Bubuk Kunyit dan Bunga Telang

##### a. Pembuatan Bubuk Kunyit

Pilih kunyit yang berkualitas bagus dan ukurannya besar sebanyak 500 gram, kunyit dikupas dan dibersihkan dibawah air mengalir. Kemudian, dipotong menjadi bagian yang sisiran tipis dan halus. Selanjutnya, sisiran kunyit melewati tahap pengeringan dibawah sinar matahari. Kemudian kunyit kering di blender hingga membentuk tepung, langkah terakhir yaitu di saring hingga diperoleh kunyit berbentuk powder halus.

##### b. Pembuatan Bubuk Bunga Telang

Bunga telang 250 gram disortasi dengan memilih bunga yang masih segar dan utuh, selanjutnya bunga terpilih dibersihkan menggunakan air mengalir kemudian ditiriskan. Langkah selanjutnya, bunga telang dihamparkan diatas kertas dan dikeringkan dibawah sinar matahari langsung. Pengeringan bunga telang dimulai jam 8 pagi sampai jam 12 siang selama 2 hari. Bunga telang kering selanjutnya dilumatkan menjadi serbuk menggunakan blender. Selanjutnya, diayak secara perlahan hingga didapatkn bunga telang bubuk halus.

#### 2. Preparasi Air $\text{pH} = 4,5$

Sejumlah 250ml aquabidest dimasukkan kedalam gelas kimia 500ml, kemudian ditambahkan larutan  $\text{HNO}_3$  0,5M setetes demi setetes sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer, kemudian diamati perubahan pH air dengan menggunakan pH meter hingga diperoleh pH air 4,5 konstan [9].

#### 3. Preparasi Air $\text{PH} = 9,5$

Aquabidest dimasukkan ke gelas kimia 500 ml sejumlah 250 ml, kemudian ditambahkan larutan KOH 0,5M setetes demi setetes sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer,

kemudian diamati perubahan pH air dengan menggunakan pH meter hingga diperoleh pH air 9,5 tetap (konstan) [9].

#### 4. Preparasi Mikroemulsi Water in oil

Pada preparasi mikroemulsi *Water in oil* dilakukan dengan mengambil sampel dari diagram terner. Kemudian, dilakukan penghitungan persentase komposisi air, *brij-35* serta pentanol yang dikonversi ke massa sehingga memperoleh massa di masing – masing komponen dengan besaran 1 gr. Selanjutnya, dilakukan penimbangan sesuai dengan takaran yang telah ditetapkan. Seluruh komponen dilakukan proses homogenisasi selama lima menit dengan vortex. Selanjutnya, lakukan pengamatan secara visual dengan bentuk transparan (bening) serta gunakan parafilm untuk memperoleh mikroemulsi *water in oil* (gelap) [9].

#### 5. Preparasi Gelasi

Pada proses gelasi, dilakukan penambahan TEOS dan etanol pada mikroemulsi *water in oil* dengan perbandingan 1:8 (mol TEOS: air). Selanjutnya, dilakukan proses homogenisasi dengan waktu lima belas menit menggunakan vortex sehingga membentuk sol selama tiga puluh menit. Kemudian, dilakukan pemanasan dengan *waterbath* dengan suhu  $65^\circ\text{C}$  sampai membentuk gel [10].

#### 6. Uji kelarutan Zat Warna Organik dalam Gelasi Mikroemulsi Water in oil

Sampel sol mikroemulsi *water in oil* yang telah tersedia dilakukan penambahan pewarna organik dengan memperhatikan pH air di masing – masing komponen. Penambahan zat warna dilakukan hingga tidak lagi larut dalam sol [9].

#### 7. Pengukuran Densitas Zat Warna Organik dalam Gelasi Mikroemulsi Water in oil

Pada tahap ini, dilakukan penimbangan sol yang telah ditambahkan pewarna organik. Selanjutnya, dilakukan penimbangan piknometer kosong serta dilakukan pencatatan hasil. Kemudian, sol ditimbang pada pikometer lalu dilakukan pencatatan data hasil yang telah diperoleh. Sampel sol akhir ditimbang kembali dan dilakukan pencatatan [9].

#### 8. Pengukuran Indeks Bias Zat Warna Organik dalam Gelasi Mikroemulsi Water in oil

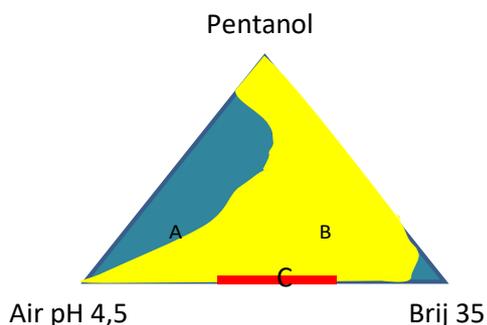
Pada tahap ini, dilakukan kalibrasi alat refraktometer dengan aquabidest. Sampel diteteskan pada prisma pengukur kemudian hidupkan alat serta dilakukan pengaturan terhadap indeks bias pada skala 1:30. Pembacaan dan pengukuran indeks bias dilakukan pada bayangan gelap terang yang berada pada skala pembacaan. Indeks bias diukur disesuaikan dengan suhu ruangan serta dikonversi pada suhu  $20^\circ\text{C}$  [9].

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

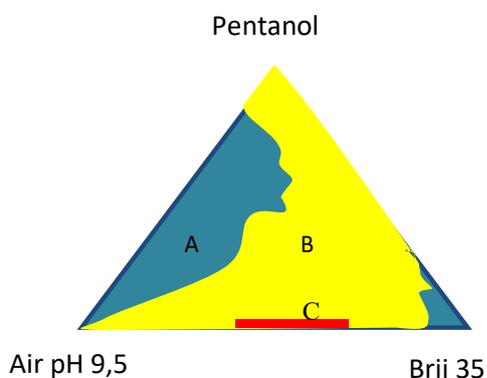
### A. Gel dari mikroemulsi Water in oil

Pada penelitian ini, tiga diagram fasa pada model air, *Brij 35* serta pentanol dengan pH 4,5 dan 9,5. Campuran dari ketiga komponen itu akan menghasilkan beberapa struktur

asosiasi. Struktur asosiasi yang terbentuk berupa emulsi, mikroemulsi, dan Kristal cair.

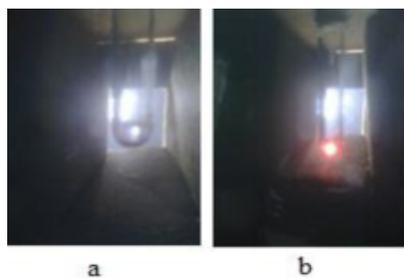


Gambar 1. Wilayah asosiasi air pH 4,5, Brij 35 dan Pentanol  
A = Emulsi  
B = Mikroemulsi  
C = Kristal cair heksagonal



Gambar 2. Wilayah asosiasi air pH 9,5, Brij 35 dan Pentanol  
A = Emulsi  
B = Mikroemulsi  
C = Kristal cair heksagonal

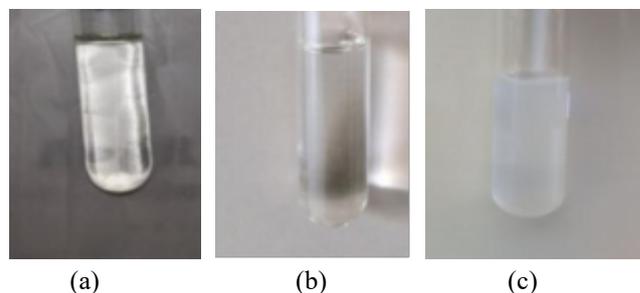
Penambahan TEOS dan etanol pada mikroemulsi *water in oil* akan menghasilkan gel. Pada daerah mikroemulsi *water in oil* diperoleh diagram fasa tiga komponen, dimana komponen tersebut terdiri dari komposisi air sebesar 25%, surfaktan (Brij 35) 37% dan pentanol sebesar 38% dan total seluruhnya yaitu 100%. Fasa emulsi, mikroemulsi dan kristal cair dapat dibedakan secara visual dengan menggunakan parafilm. Sampel mikroemulsi ketika dilihat menggunakan parafilm akan terlihat gelap. Sedangkan kristal cair dilihat menggunakan parafilm akan terlihat terang.



Gambar 3. (a) Mikroemulsi w/o dan (b). kristal cair dari air, Brij 35 dan pentanol

Cara kerja dari parafilm adalah mengubah arah rambat sinar tampak yang digunakan menjadi satu bidang. Parafilm memiliki dua jenis cahaya yang bekerja sebagai polarisator dan analisator. Cahaya yang berasal dari sumber cahaya merupakan sinar polikromatik. Ketika sinar polikromatik melewati polarisator akan berubah menjadi sinar monokromatik dengan arah rambat cahaya yang terpolarisasi secara vertikal. Ketika cahaya monokromatik tersebut melewati sampel yang berupa kristal cair yang bersifat anisotropik, maka cahaya yang semulanya memiliki arah vertikal akan dibelokkan menjadi arah horizontal dan akan dapat melewati analisator, sehingga menyebabkan kristal cair terlihat terang. Sedangkan pada sampel mikroemulsi yang bersifat isotropik, cahaya monokromatik dengan arah rambat cahaya yang telah terpolarisasi secara vertikal tidak dapat dibelokkan, dikarenakan memiliki arah cahaya yang sama sebelum dan sesudah melewati mikroemulsi. Akibatnya, cahaya tersebut tidak dapat melewati analisator. Oleh karena itu, mikroemulsi tidak bercahaya (gelap) ketika diamati dengan parafilm [11].

Mikroemulsi *water in oil* dapat dilihat pada gambar 4a dengan warna yang bening. Penambahan TEOS dan etanol pada mikroemulsi *water in oil* akan menghasilkan sol serta membentuk matriks silika dengan laju reaksi yang lambat dibandingkan dengan mikroemulsi seperti terlihat pada gambar 4b. Setelah terbentuk lalu dipanaskan pada suhu 65°C akan membentuk gelasi dengan laju reaksi yang lebih lambat daripada sol seperti terlihat pada gambar 4c. Wilayah mikroemulsi *water in oil* terjadi pada dua suasana, yaitu suasana asam pada pH 4,5 dan suasana basa pada pH 9,5.



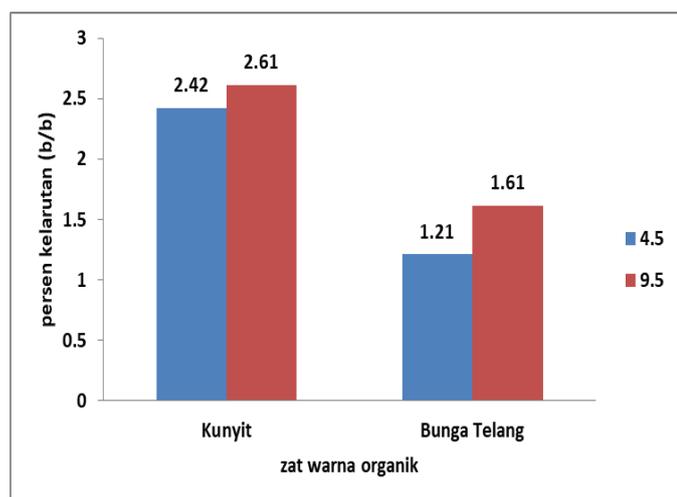
Gambar 4. (a) mikroemulsi w/o, (b) Sol mikroemulsi w/o, (c)gel mikroemulsi w/o dari air pH 4,5 dan pH 9,5, Brij 35 dan pentanol

Matriks silika terjadi selama proses hidrolisis ketika gugus etoksi pada TEOS bereaksi dengan dengan molekul air membentuk intermediet dengan substitusi gugus hidroksil. Penambahan pelarut organik etanol akan menghasilkan silanol (Si-OH) yang mengakibatkan TEOS mengalami hidrolisis. Kemudian pada proses kondensasi gugus silanol akan membentuk gugus siloksan (Si-O-Si) [12]. TEOS dan etanol yang ditambah dalam mikroemulsi dengan perbandingan 1:8 mol terhadap mol air yaitu 1,77 gram TEOS dan etanol dan 1,25 gram air pada mikroemulsi *water in oil*. Pembentukan cairan keruh dan struktur kental sebagai akibat dari penambahan TEOS dan etanol. Pada proses pembentukan sol dilakukan pengadukan dengan *vortex mix* untuk menghasilkan cairan transparan [12].

Pembentukan gel dilakukan pada suhu 65°C, yang akan membentuk ikatan silang, melalui tahap hidrolisis dan kondensasi. Proses pemanasan dilakukan selama 7-10 jam dan pembentukan gel terjadi sekitar 2 minggu yang menghasilkan gel sedikit keruh dan kurang transparans. Hal ini disebabkan karena surfaktan yang digunakan (Brij 35) memiliki tekstur padat berwarna putih seperti gumpalan padat yang sulit larut membutuhkan waktu yang lama untuk membentuk gel.

### B. Kelarutan Zat Warna Organik

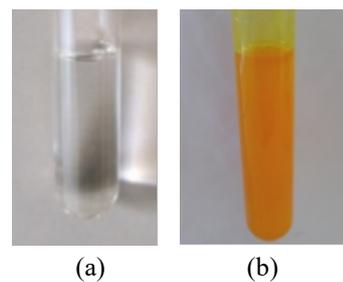
Pewarna yang digunakan bersumber dari bahan organik yaitu pigmen kuning dari buah kunyit dan pigmen biru dari bunga telang yang diolah menjadi bubuk untuk dilarutkan dalam campuran mikroemulsi *w/o* untuk dilakukan pengujian kelarutan dari zat warna organik tersebut. Setelah diperoleh serbuk dari masing masing zat warna kemudian dimasukkan kedalam sol mikroemulsi *w/o* yang sudah disiapkan sebelumnya, kemudian ditimbang hingga zat warna tersebut tidak larut lagi. Kelarutan zat warna organik dalam gelas mikroemulsi *water in oil* disajikan pada gambar 5.



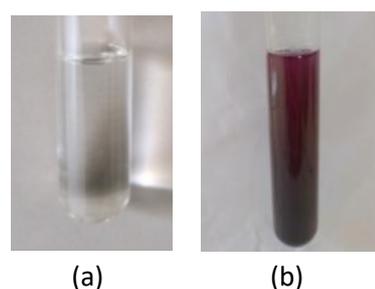
Gambar 5. Grafik Kelarutan zat warna organik

Berdasarkan gambar 5, menunjukkan bahwa kelarutan zat warna organik kuning dan biru didalam mikroemulsi *water in oil* pada pH 4,5 dan pH 9,5. Didapatkan hasil bahwa kunyit memiliki nilai kelarutan lebih tinggi dibandingkan dengan bunga telang. Zat warna organik dapat larut dalam gel mikroemulsi *w/o* disebabkan karena struktur rongga-rongga antara partikel yang dimiliki gel yang menyebabkan zat warna dapat mengisi rongga-rongga tersebut. Dan juga disebabkan karena adanya interaksi antara partikel gel yang memiliki momen dipol positif berinteraksi dengan partikel zat warna yang memiliki momen dipol negatif. Dan ini salah satu menjadi faktor larutnya zat warna organik dalam gelas mikroemulsi *w/o*.

Pada gambar 6a merupakan sol sebelum dtambahkan zat warna organik kuning dari kunyit dan berwarna bening. Pada gambar 6b merupakan sol setelah ditambahkan zat warna organik kunyit dan berwarna kuning.



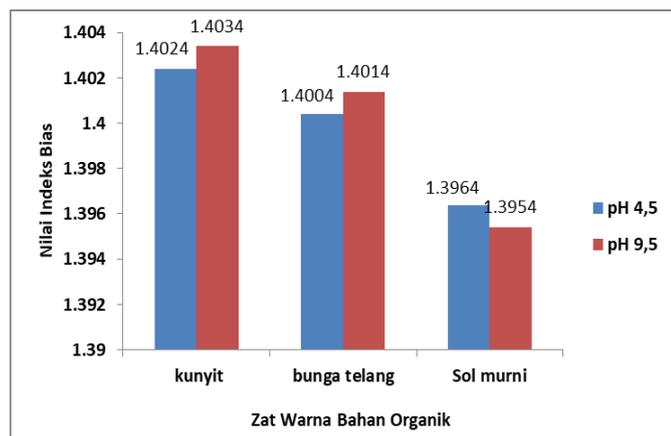
Gambar 6. (a). Sol sebelum dilarutkan pigmen kuning dari kunyit , (b). Sol setelah dilarutkan pigmen kuning dari kunyit



Gambar 7. (a). Sol sebelum dilarutkan pigmen biru bunga telang dan (b). Sol setelah dilarutkan pigmen kuning bunga telang

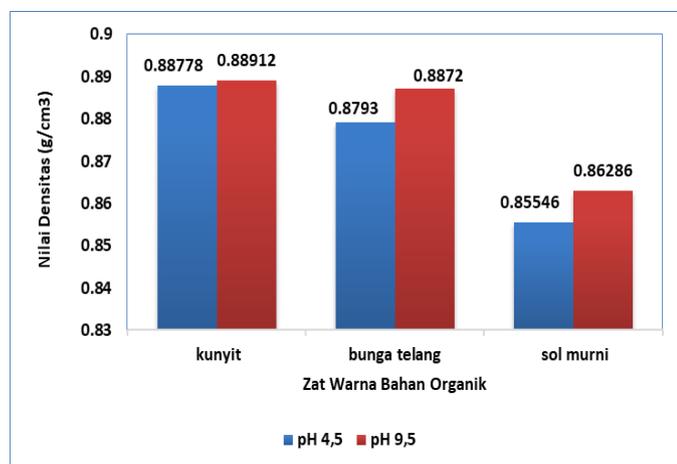
Pada gambar 7a merupakan sol sebelum ditambahkan zat warna organik dari bunga telang dan berwarna bening sedangkan gambar 7a merupakan sol setelah ditambahkan zat warna organik bunga telang dan menghasilkan warna biru. Setelah didapatkan nilai kelarutan zat warna organik kunyit dan bunga telang dalam sol mikroemulsi *w/o*, maka dilakukan uji fisika berupa indeks bias dan densitas. Indeks bias bertujuan untuk melihat bagaimana pengaruh sampel dan homogenitas zat warna dalam larutan mikroemulsi. pengukuran ini juga dapat memberikan informasi tentang hubungan penambahan zat warna dengan indeks bias sampel mikroemulsi tersebut. Sedangkan densitas bertujuan untuk menentukan kepekatan dari zat warna organik kunyit dan bunga telang. Nilai indeks bias disajikan pada gambar 8.

Pada Gambar 8 diperoleh bahwa sampel sol mikroemulsi *w/o* mendekati nilai indeks bias secara teoritis, dari nilai indeks bias dapat dilihat bahwa sampel sol mikroemulsi di tambah pigmen organik kuning memiliki kelarutan yang lebih besar dibandingkan sol pada pigmen organik merah dan sol pigmen organik biru. Hal ini disebabkan karena adanya serapan dari cahaya terhadap indeks bias yang dimana semakin banyak serapan cahaya terhadap pigmen organik maka semakin besar pula nilai indeks biasnya. Perubahan nilai indeks bias tersebut menunjukkan bahwa zat warna tersebut larut secara mikroskopik dalam mikroemulsi *water in oil*. Hal ini disebabkan karena zat warna yang larut tersebut mengubah susunan sol dalam mikroemulsi *water in oil* menjadi lebih rapat [14].



Gambar 8. Grafik peningkatan indeks bias setelah penambahan zat warna pada sistem air, brij 35 dan pentanol

Adapun pengukuran untuk densitas bertujuan untuk menentukan kepekatan dari zat warna organik kulit buah naga, kunyit dan bunga telang dalam aplikasi terhadap tinta *ballpoint*. Dimana alat yang digunakan adalah piknometer dengan cara mengukur massa yang dihubungkan dengan volume. Semakin tinggi nilai kelarutan dalam sol mikroemulsi *water in oil* maka semakin tinggi nilai densitas yang dihasilkan dari zat warna organik tersebut sehingga hasil yang diperoleh zat warna dengan kualitas yang baik. Berikut adalah gambar dari nilai densitas zat warna organik dari kunyit dan bunga telang biru.



Gambar 9. Grafik peningkatan densitas setelah penambahan zat warna pada sistem air, brij 35 dan pentanol

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa kunyit memiliki nilai densitas paling tinggi jika dibandingkan dengan bunga telang. Sol murni memiliki nilai densitas paling rendah dikarenakan tidak terjadi penambahan zat warna organik. Berdasarkan teori didapatkan nilai densitas tinta yang beredar dipasaran dimana memiliki SNI yaitu sebesar  $0,95 \text{ g/cm}^3$  [15].

#### IV. KESIMPULAN

Merujuk pada hasil penelitian, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Wilayah mikroemulsi w/o didapatkan titik komposisi air 25%, brij 35 37% dan pentanol 38% dilakukan menggunakan metode sol gel dimana gel yang dihasilkan berbentuk semi padat.
2. Jumlah kelarutan kunyit dalam sol mikroemulsi w/o sebesar 2,41832% (pH air 4,5) dan 2,61402% (pH air 9,5). Untuk bunga telang hanya 1,21274% (pH air 4,5) dan 1,6136% (pH air 9,5). Nilai indeks bias untuk kunyit 1,4024 (pH air 4,5) dan 1,4034 (pH air 9,5). Untuk bunga telang 1,4004 (pH air 4,5) dan 1,4014 (pH air 9,5). Nilai densitas untuk kunyit  $0,88778 \text{ g/cm}^3$  (pH air 4,5) dan  $0,88912 \text{ g/cm}^3$  (pH air 9,5). Untuk bunga telang  $0,8793 \text{ g/cm}^3$  (pH air 4,5) dan  $0,8872 \text{ g/cm}^3$  (pH air 9,5). Semakin tinggi kelarutan maka semakin bagus zat warna yang dihasilkan. Dari ketiga zat warna yang diperoleh, kunyit yang terbaik.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada seluruh dosen pendamping serta tim penelitian yang telah berupaya untuk menuntaskan dan menyelesaikan artikel ini. Serta, bapak dan ibu analis Laboratorium Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas fasilitas yang telah disediakan.

#### REFERENSI

- [1] Suheryanto. (2013). *Eksplorasi Pembuatan Zat Warna Alam dalam Bentuk Pasta dengan Teknik Evaporasi*. 3, 10–19.
- [2] Visalakshi, M., & Jawaharlal, M. (2013). Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences Healthy Hues – Status and Implication in Industries – Brief Review. *Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 2(3), 42–51.
- [3] Citramukti. (2008). Ekstraksi dan Uji Kualitas Pigmen Antosianin pada Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*) (Kajian Masa Simpan Buah dan Penggunaan Jenis Pelarut). *Agroindustri, L*, 4730015.
- [4] Fachry, A. ., Erila, B., & Farhan, M. (2013). Ekstraksi Senyawa Kurkuminoid dari Kunyit (*Curcuma Longa Linn*) sebagai Zat Pewarna Kuning pada Proses. Pembuatan Cat. *Jurnal Fisika Unnes*, 3(2), 108–111. <https://doi.org/10.15294/jf.v3i2.3818>

- [5] Yesilada, O., Asma, D., & Cing, S. (2003). Decolorization of textile dyes by fungal pellets. *Process Biochemistry*, 38(6), 933–938. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(02\)00197-8](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(02)00197-8)
- [6] Desai, J. D., & Banat, I. M. (1997). Microbial production of surfactants and their commercial potential. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*: MMBR, 61(1), 47–64. <https://doi.org/10.1128/61.1.47-64.1997>
- [7] Lawrence, M. Jayne dan Gareth D. Rees. 2000. *Microemulsion-based media as novel drug delivery systems*. Elsevier. *Advanced Drug Delivery Reviews* 89-121.
- [8] Gobah, P. L. (2014). *Struktur Asosiasi Dan Kelarutan Methyl Red Dan Methylene Blue Dalam Sistem Air, Brij-35 Dan Pentanol*. Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
- [9] A. Putra, S. Masriati, U.K. Nizar, and A. Amran, "The Association Structures and Sustainability of Methyl Red and Methylene Blue In Water System, A Nonionic Surfactants (Tween-40 and Tween-80) And Cyclohexane," *Int. J. Progress. Sci. Technol.*, vol. 17, No.2, pp.117-125,2019.
- [10] R. Fauziah, M. Azhar, H. Sanjaya, and A. Amran, "Kelarutan CdS Dalam Gelasi Mikroemulsi Water In Oil Sistem Air, Surfaktan SDBS dan Pentanol," vol.9, No.2, pp.1-5,2020.
- [11] Harfianto, R. (2014). *Struktur Asosiasi Dan Kelarutan Methyl Yellow dan Carbon Black dalam Sistem Surfaktan (Tween-20 Dan Tween-60), Air, dan Sikloheksana*. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Padang.
- [12] Dewi, W.Y. (2014). *Struktur Asosiasi Dan Kelarutan Methyl Yellow Dan Carbon Black dalam Sistem air, Surfaktan (Tween-40 Dan Tween-80), Dan Sikloheksana*. Jurusan Kimia. Universitas Negeri Padang
- [13] Brinker, C. S. dan Scherer, W. J. 1990. *Sol-gel Science : The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing*. San Diego : Academic Press.
- [14] D.A. Kunti Mulangsri, "Penyuluhan Pembuatan Bunga Telang Kering sebagai Seduhan Teh kepada Anak Panti Asuhan Putra Baiti Jannati," *Abdimas Unwahas*, vol. 4, No.2, pp. 2017-2020,2019, doi: 10.31942/abd.v4i2.3010.
- [15] Amran, A. (2013). *Mikroemulsi, Kristal Cair dan Aplikasinya*. Pidato pengukuhan guru besar tetap dalam bidang kimia fisika. Padang: Universitas Negeri Padang
- [16] A. P. Rengganis, "Pengaruh Variasi Konsentrasi Arang Ampas Kopi terhadap Sifat Fisika Tinta Spidol Whiteboard," *J. MIPA*, vol.40, no.2, pp.92-96,2017.