

Kelaruatan Zat Warna Organik dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* Sistem Air, Surfaktan Kationik *Hexadecyl Trimethyl Ammonium Bromide* (HTAB) dan Pentanol

Pamela Jurdilla, Hary Sanjaya, Sri Benti Etika, Ananda Putra*

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang

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

*anandap@fmipa.unp.ac.id

Abstract — Research on the solubility of organic dyes in gelation of water in oil (*w/o*) microemulsion of the system of water, cationic surfactant hexadecyl trimethyl ammonium bromide (HTAB) and pentanol the purpose was to prepare gels from microemulsions (*w/o*) using the sol-gel method and determine the solubility of organic dyes in microemulsion gelation (*w/o*), determine density values and refractive index in microemulsion gelation (*w/o*). Gel preparation was carried out using the sol-gel method by adding TEOS and ethanol in a ratio of 1:8 mol which is hydrolyzed with water to form a gel, the percentage of solubility of organic dyes in turmeric powder at pH 4.5 and 9.5, namely 3.92% and 3.95%, then for dragon fruit peel powder namely 1.96% and 1.93% at pH 4.5 and 9.5, respectively. Density testing can be done to see the concentration of the greatest value namely turmeric 0.9243 gram/cm³ and 0.9244 gram/cm³ for pH 4.5 and 9.5, Furthermore. the measurement of the refractive index to see the homogeneity of the largest solution, namely turmeric at pH 4.5 and 9.5 namely 1.4204 and 1,4219.

Keywords — Solubility, microemulsion of water in oil, organic dyes, sol-gel

I. PENDAHULUAN

Surfaktan dapat menarik perhatian para ilmuwan untuk melakukan penelitian karena aplikasinya berkenaan dalam aspek bidang ilmu serta teknologi, surfaktan dapat dijadikan bahan baku pembuatan tinta, obat, deterjen dan kosmetik serta berbagai industri lainnya. Alasan utama surfaktan dapat dijadikan alasan sebagai bahan baku diberbagai industri karena mampu menurunkan tegangan permukaan pada medium tertentu[1]. *Hexadecyl trimethyl ammonium bromide* (HTAB) merupakan salah satu contoh dari surfaktan kationik yang memiliki sifat mudah larut dan digunakan dalam bahan baku pembuatan tinta. Apabila surfaktan dimasukan kedalam campuran air dan minyak akan membentuk struktur asosiasi berupa emulsi, kristal cair dan mikroemulsi[2].

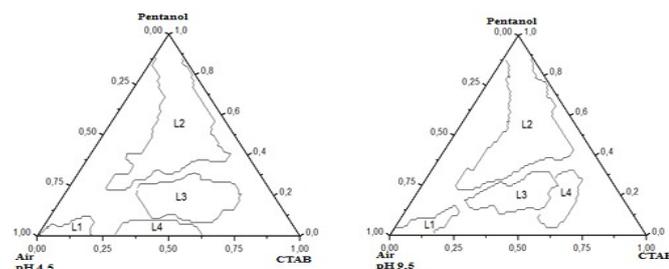
Mikroemulsi dapat terbagi menjadi dua sistem yaitu mikroemulsi *water in oil* dan mikroemulsi *oil in water*[3]. Kelebihan mikroemulsi ialah dapat melarutkan zat warna yang bersifat polar maupun non polar, sehingga dapat digunakan sebagai medium pelarut warna untuk zat penstabil[4]. Kelaruatan zat warna organik dapat diambil dari bubuk kunyit yang menghasilkan warna yang berbeda-beda tergantung pH yang digunakan. Alasan zat warna dapat menghasilkan warna

karena adanya pigmen kurkuminoid dan antosianin[5]. Alasan menggunakan zat warna organik yaitu tidak toksik terhadap lingkungan dan sifatnya mudah terurai.

Metode yang dapat digunakan ialah metode sol-gel melalui proses pembentukan ikatan fisika maupun kimia antar molekul cairan dengan adanya penambahan tetra etil orto silikat (TEOS) dan etanol sebagai prekursor terbentuknya gel yang bersifat semi padat, komposisi dari titik mikroemulsi *w/o* yang dapat dipreparasi untuk gel yaitu pentanol 35-45%, air 25-34% dan HTAB 31-32% pada diagram terner tiga komponen yang telah dilakukan oleh (Pratami, 2014). Kelaruatan zat warna organik dalam gelasi mikroemulsi *w/o* memiliki nilai ilmiah karena dapat diaplikasikan langsung dalam industri cat/paint[6]. Titik komposisi yang telah didapat pada wilayah mikroemulsi *w/o* hanya 1 yang dapat dipreparasikan untuk gelasi *w/o* karena jika ditambahkan TEOS dan etanol ada yang langsung berubah menjadi bentuk emulsi, sedangkan mikroemulsi sifatnya stabil dan transparan.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan fasa diagram tiga komponen oleh (Pratami, 2014) menggunakan surfaktan kationik *hexadecyl trimethyl ammonium bromide* (HTAB) yang biasa disebut juga dengan *cetyl trimethyl ammonium bromide* (CTAB) dengan melarutkan zat warna

anorganik dari methyl red dan methylene blue, hasil pemetaan dari diagram fasa tiga komponen didapatkan empat wilayah yaitu mikroemulsi *o/w*, mikroemulsi *w/o* kristal cair lamelar dan kristal cair hexagonal dengan air pH 4,5 dan 9,5[7]. Hasil pemetaan dapat dilihat pada gambar 1. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Redho, 2014) dengan melarutkan 2 zat warna anorganik dari *methyl red*, *methyl yellow*, *methylen blue* dan *carbon black* dalam mikroemulsi *w/o* dan gelas mikroemulsi *w/o*. dalam penelitian tersebut zat warna mudah larut dalam gelas mikroemulsi *w/o*.



Gambar 1. Diagram fasa sistem (1) air pH 4,5 (2) air pH 9,5, CTAB dan Pentanol [7]

Diagram fasa tiga komponen yang didapat dari pemetaan diatas menggunakan air pH 4,5 dan 9,5 untuk membentuk struktur asosiasi pada sistem air, surfaktan dan minyak yang telah didapat dari pemetaan yang telah dilakukan oleh (Redho, 2014). Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik dan berkeinginan untuk melarutkan zat warna dari bahan organik yang berasal dari kunyit dan kulit buah naga dalam gelas mikroemulsi *w/o* dalam sistem air, karena sampel didapat dari bahan alami yang bersifat biodegradable, mudah didapat dan tidak bersifat toksik. Sedangkan penelitian sebelumnya menggunakan bahan anorganik yang sifatnya sulit terurai pada lingkungan, zat warna organik dapat dilarutkan pada wilayah gelas mikroemulsi *w/o* karena nilai kelarutan zat warna yang didapat lebih besar pada wilayah gelas mikroemulsi *w/o* dibandingkan mikroemulsi *w/o*.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas kimia laboratorium, magnetic stirrer, vortex mixer, pH meter (Hanna Instruments HI 2211/ORP Meter), neraca analitik (ABS220-4), tabung reaksi dengan screwcap, parafilm, oven, waterbath, refraktometer abbe (ATAGO NAR-2T), penjepit kayu, thermometer raksa, piknometer 5 mL, ayakan (100 mesh), *hexadecyl trimethyl ammonium bromide* (HTAB) (merck), Pentanol (merck), Aquabides, HNO₃ (merck), KOH (merck), tetra etil orto silikat (TEOS), Etanol (merck) serta bubuk kunyit dan kulit buah naga.

B. Penyiapan Bahan

1. Preparasi air pH 4,5

Menyiapkan gelas kimia 500 mL yang telah berisi aquabides 250 mL, lalu masukan HNO₃ 0,5 M tetes demi tetes. Diaduk dengan magnetic stirrer serta amati perubahan pH dengan pH meter hingga diperoleh pH 4,5 konstan[7]

2. Preparasi air pH 9,5

Menyiapkan gelas kimia 500 mL yang telah berisi aquabides 250 mL, lalu masukan KOH 0,5 M tetes demi tetes. Diaduk dengan magnetic stirrer serta amati perubahan pH dengan pH meter hingga diperoleh pH 9,5 konstan[7].

3. Preparasi mikroemulsi w/o

Mengambil titik wilayah mikroemulsi *w/o* yang telah ditentukan berdasarkan koordinat pada diagram terner Anugra (2014). Campuran HTAB, air dan pentanol dihomogenkan dengan vortex mixer. Kemudian amati larutan secara visual, selanjutnya mengamati kristal cair dan mikroemulsi dengan parafilm jika didapatkan wilayah yang gelap dan tidak meneruskan cahaya maka daerah tersebut ialah mikroemulsi[7].

4

5

4. Preparasi gelas mikroemulsi w/o

Menambahkan TEOS dan etanol dengan perbandingan 1:8 mol pada wilayah mikroemulsi *w/o*, tidak semua titik yang dapat diambil dalam mikroemulsi *w/o* untuk preparasi gel karena ketika ditambahkan TEOS dan etanol ada yang tidak stabil dan berubah menjadi emulsi jadi hanya 1 titik yang dapat diambil. Kemudian, Homogenkan dengan vortex selama 15 menit hingga terbentuk sol. Selanjutnya panaskan dengan waterbath pada suhu 65°C sampai terbentuk gel.

5. Pembuatan bubuk kunyit

kunyit dikupas secara manual dengan pisau dan dicuci bersih dengan air mengalir, selanjutnya kunyit diiris tipis dan dijemur dibawah sinar matahari selama 4-5 hari. Kemudian diblender hingga halus dan diayak dengan ayakan 100 mesh hingga mendapatkan bubuk halus.

6. Pembuatan bubuk kulit buah naga

Buah dikupas secara manual dengan pisau dan memisahkan daging buah dari kulit luar, selanjutnya cuci dan diiris tipis, kemudian dioven selama 24 jam dengan suhu 42°C, lalu diblender dan ayak dengan ayakan 100 mesh hingga didapatkan bubuk halus.

2

3

7. Uji kelarutan zat warna organik

Menimbang sol murni, kemudian menambahkan zat warna kunyit ke dalam sol mikroemulsi *w/o* dimasukan sedikit demi sedikit hingga zat warna tidak larut lagi. Kemudian di vortex dan menimbang zat warna dalam sol tersebut.

4

5

8. Pengukuran densitas

Menimbang berat piknometer kosong 5 mL kemudian menimbang sampel sol yang telah dilarutkan zat warna, selanjutnya catat hasil.

6

7

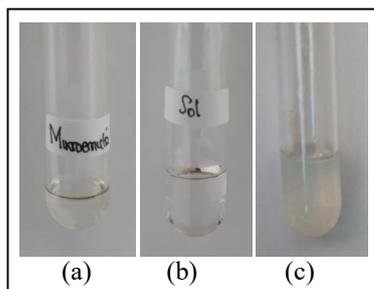
9. Pengukuran indeks bias

Sampel zat warna organik yang telah larut didalam sol ditetaskan sebanyak tiga tetes ke atas prisma pengukur lalu penutup prisma dikunci. Kemudian atur skala indeks bias 1,30 lalu mengukur sampel hingga diperoleh bayangan gelap-terang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gel dari Mikroemulsi w/o

Metode yang digunakan untuk preparasi gel dari wilayah mikroemulsi w/o ini ialah metode sol-gel[8]. Tujuan adanya preparasi gel adalah untuk memperbesar kelarutan zat warna bubuk kunyit dan kulit uah naga dalam gel mikroemulsi w/o. Tahapan pembuatan gel ada tiga yaitu mikroemulsi w/o, sol w/o dan gel w/o dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Mikroemulsi w/o, sol w/o, gel w/o

Titik preparasi untuk wilayah mikroemulsi w/o air pH 4,5 ialah 25%, HTAB 32% dan pentanol 43% sedangkan untuk pH 9,5 ialah air 34%, HTAB 31% dan pentanol 35% maka dihasilkan wilayah yang stabil dan transparan untuk pembentukan gel. Sol terbentuk dengan adanya penambahan TEOS dan etanol pada mikroemulsi w/o sebagai prekursor pembentukan matriks silika sedangkan etanol sebagai pelarut organik yang akan menghidrolisis TEOS[9].

Sol merupakan partikel padat yang terlarut dalam zat cair yang termasuk dalam sistem koloid[10]. Penambahan TEOS dan air kedalam mikroemulsi w/o dengan perbandingan mol 1:8, jika penambahan TEOS semakin banyak maka konsentrasi TEOS semakin besar jadi ukuran partikel semakin kecil sehingga dapat mempercepat proses pembentukan gel, adapun faktor yang dapat mempengaruhi pembentukan gel ialah konsentrasi dan suhu[11]. Pembentukan gel didapatkan dengan pemanasan pada suhu 65°C, kemudian gel dapat terbentuk selama 4-9 jam pada suhu ruang maka dihasilkan gel dengan struktur semi padat. Dapat dilihat pada tabel 1 jumlah TEOS yang ditambahkan.

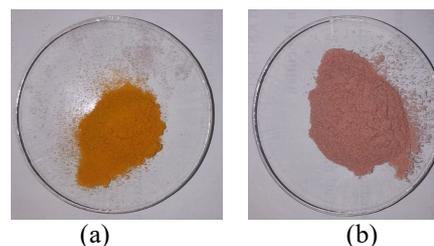
TABEL 1
JUMLAH TEOS YANG DITAMBAHKAN PADA PH 4,5 DAN 9,5

No	pH	Pentanol (gr)	Air (gr)	HTAB (gr)	TEOS (gr)
1.	4,5	0,43	0,25	0,32	0,36
2.	9,5	0,35	0,34	0,31	0,49

B. Kelarutan Zat Warna Organik

Zat warna organik berasal dari kunyit dan kulit buah naga, adapun tahap pembuatannya dengan proses pengeringan yaitu

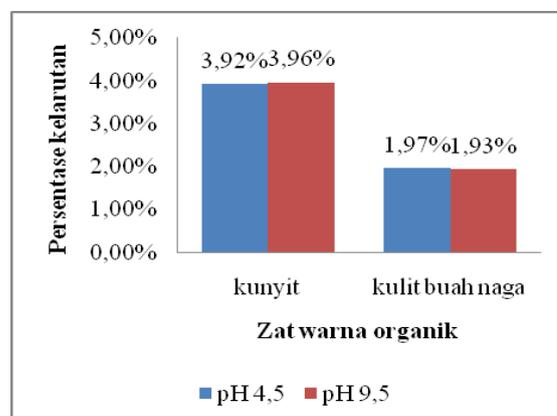
menghilangkan sebagian air dari sampel dengan menguapkan air tersebut dengan energi panas. Tujuan dilakukan pengeringan yaitu memperpanjang umur simpan dan menghilangkan kadar air sehingga tidak ada mikroorganisme yang tumbuh. Kunyit diiris tipis untuk mempercepat proses pengeringan dan menghilangkan kadar air dibawah sinar matahari selama 3-5 hari. Sedangkan proses pembubukan kulit buah naga dioven selama 24 dengan suhu 42°C yang tujuannya untuk mempertahankan warna dan pigmen yang ada didalam sampel tidak rusak[12]. Setelah itu diblender serta diayak dengan ayakan 100 mesh hingga menjadi bubuk halus, dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. (a) Bubuk kunyit (b) bubuk kulit buah naga

Zat warna organik yang ada pada kulit buah naga mengandung pigmen antosianin, pada pH rendah (asam) akan berubah menjadi merah namun apabila pada pH tinggi (basa) warnanya akan berubah menjadi kuning kecoklatan dan stabilitas antosianin yang terkandung akan menurun [13]. Kandungan kurkumin pada kunyit akan berubah sesuai dengan pH yang mempengaruhinya, dalam suasana alkali akan berwarna merah kecoklatan sedangkan dalam suasana asam berwarna kuning[14].

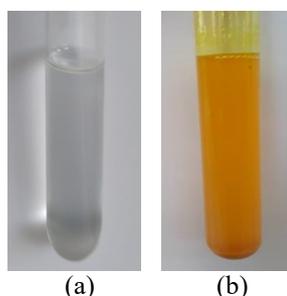
Dalam penelitian ini, zat warna organik dari bubuk kunyit dan kulit buah naga dapat dilarutkan dalam gel mikroemulsi w/o, adapun tujuan melarutkan zat warna ini ialah untuk mengetahui komposisi sampel zat warna yang terlarut dalam sol w/o, jika diukur dalam gel bubuk zat warna organik tidak dapat larut didalamnya karena telah berbentuk semi padat, adapun grafik persen kelarutan dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Perbandingan persentase kelarutan pada pH 4,5 dan 9,5

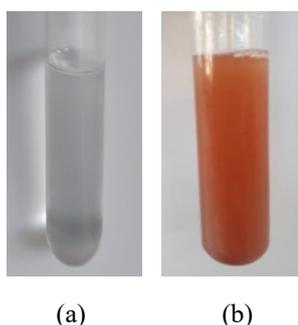
Berdasarkan gambar 4 diatas persentase kelarutan zat warna organik kunyit dan kulit buah naga menunjukkan hasil

yang berbeda-beda sesuai dengan kelarutannya didalam sol mikroemulsi *w/o* . Rata-rata persentase kelarutan bubuk kunyit pada (pH=4,5) 3,92% dan (pH=9,5) 3,96% yang dihitung dalam persen berat 1 gram sampel dan akan menghasilkan warna kuning pada gel mikroemulsi *w/o*.



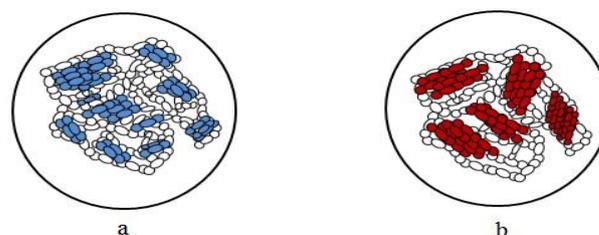
Gambar 5. (a) Sol mikroemulsi *w/o* sebelum dilarutkan kunyit (b) sol mikroemulsi *w/o* setelah dilarutkan kunyit

Persentase kelarutan pada bubuk kulit buah naga pada (pH=4,5) 1,97% dan (pH=9,5) 1,93% dalam persen berat 1 gram sampel yang dilarutkan dalam sol mikroemulsi *w/o* akan menghasilkan warna rosewood. Dapat dilihat pada gambar 6 sol *w/o* sebelum dan setelah ditambahkan zat warna.



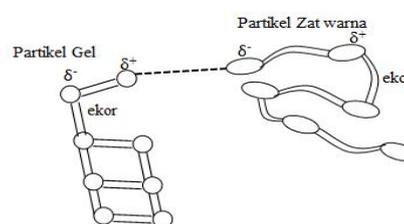
Gambar 6. (a) Sol mikroemulsi *w/o* sebelum dilarutkan kulit buah naga (b) sol mikroemulsi *w/o* setelah dilarutkan kulit buah naga

Berdasarkan nilai kelarutan zat warna organik bubuk kunyit memiliki persentase yang lebih tinggi karena adanya kandungan pigmen kurkuminoid yang tergolong senyawa flavonoid yang tidak larut dalam air akan tetapi dapat larut dalam etanol yang termasuk pelarut semipolar[15], sedangkan zat warna dari kulit buah naga memiliki nilai kelarutan yang rendah disebabkan karena memiliki kandungan pigmen antosianin yang dapat larut dalam air[16] sehingga sesuai dengan sistem yang digunakan yaitu gel mikroemulsi *w/o* yaitu komposisi minyak lebih banyak dibandingkan air, jadi kunyit yang lebih mudah larut dengan nilai persen kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan kulit buah naga. Zat warna yang telah larut dalam sol mikroemulsi akan menjadi gel yang berbentuk semi padat. Alasan zat warna dapat larut pada gel karena terdapat rongga diantara partikel yang memungkinkan pigmen warna organik untuk masuk dan mengisi rongga gel, dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Ilustrasi zat warna organik yang memasuki rongga pada gel

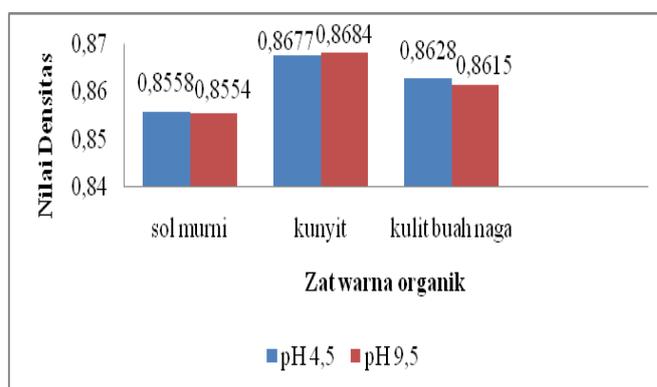
Selain adanya rongga antar partikel, juga ada interaksi antar gel dan zat warna organik yang memiliki momen dipol positif dan momen dipol negatif sehingga dapat mengakibatkan kelarutan zat warna pada gel mikroemulsi *w/o* lebih tinggi, dapat diilustrasikan seperti gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Ilustrasi interaksi partikel zat warna dan gel

C. Penentuan Densitas zat warna organik

Nilai densitas dari zat warna kunyit dan kulit buah naga yang terlarut dalam sol mikroemulsi *w/o* dapat diukur dengan alat piknometer dengan cara mengukur massa yang dihubungkan dengan volume. Tujuan dari penentuan nilai densitas ini untuk mengetahui nilai kerapatan dan kepekatan zat warna yang terlarut dalam sol mikroemulsi *w/o*. Hasil pengukuran nilai densitas zat warna kunyit dan kulit buah naga dapat dilihat pada gambar 9.



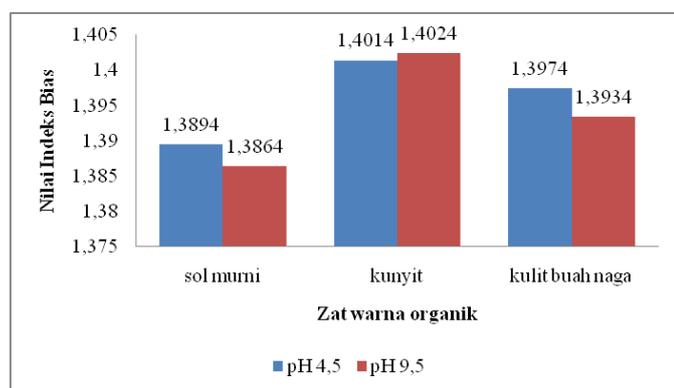
Gambar 9. Grafik pengukuran densitas zat warna organik

Berdasarkan gambar 9 dapat dilihat nilai densitas dari kunyit lebih tinggi yaitu 0,8677 gram/cm³ pada pH 4,5 dan 0,8684 gram/cm³ pada pH 9,5, sedangkan nilai densitas yang

dihasilkan dari bubuk kulit buah naga lebih rendah, jadi kelarutan berbanding lurus dengan nilai densitas dimana semakin besar massa setiap satuan volumenya maka semakin besar pula massa jenisnya [17]

D. Penentuan Indeks bias zat warna organik

Pengukuran indeks bias zat warna kunyit dan kulit buah naga yang bertujuan untuk melihat kehomogenan zat warna yang terlarut dalam sol mikroemulsi w/o dan melihat pengaruh komposisi sebelum dan sesudah ditambahkan zat warna. Hasil pengukuran indeks bias dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengukuran indeks bias zat warna organik

Dari gambar 10 tersebut dapat dilihat nilai indeks bias dari kunyit lebih tinggi dari pada kulit buah naga yaitu pH 4,5 1,4014 dan pada pH 9,5 1,4024, adanya kenaikan nilai indeks bias pada sol mikroemulsi w/o dan setelah ditambahkan zat warna yang diakibatkan karena zat warna yang terlarut secara mikroskopis sehingga dapat mengubah susunan dalam sol mikroemulsi w/o yang tergantung dengan kelarutan zat warna didalam sol tersebut. Berdasarkan teori, nilai indeks bias berkaitan dengan kelarutan yaitu semakin banyak zat warna organik yang terlarut maka nilai indeks bias akan semakin tinggi, sehingga semakin banyak serapan cahaya yang melalui medium tersebut[18]

IV. KESIMPULAN

1. Titik komposisi pada wilayah mikroemulsi w/o pada pH 4,5 yaitu air 25%, HTAB 32%, dan pentanol 43%, sedangkan pada pH 9,5 yaitu air 34%, HTAB 31% dan pentanol 35%. Preparasi gel didapatkan dari metode sol gel dengan kelarutan zat warna dalam sol mikroemulsi w/o kemudian menghasilkan gel berbentuk semi-padat
2. Jumlah kelarutan kunyit lebih tinggi dibandingkan kulit buah naga yaitu pada (pH=4,5) 3,924% dan (pH=9,5) 3,958% , semakin tinggi nilai kelarutan maka zat warna yang dihasilkan akan semakin bagus
3. Nilai indeks bias dan densitas untuk kunyit lebih tinggi dibandingkan kulit buah naga pada (pH=4,5) dan 1, 4014 (pH=9,5) 1,4024, sedangkan untuk nilai densitas kunyit pada (pH=4,5) adalah 0,8677 gram/cm³ dan (pH=9,5)

adalah 0,8684 gram/cm³, nilai indeks bias dan densitas sangat berkaitan dengan persen kelarutan yaitu semakin tinggi kelarutan maka volume dan kerapatan akan semakin tinggi serta kehomogenan suatu zat warna yang terlarut dalam sol mikroemulsi w/o akan semakin tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing yang sangat berkontribusi dalam penelitian dan study saya, ucapan terimakasih kepada bapak/ibu pihak laboratorium kimia, Jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang yang menyediakan fasilitas dan dukungan.

REFERENSI

- [1] L. L. Schramm and S. M. Kutay, "Emulsions and Foams in the Petroleum Industry," *Surfactants*, pp. 79–118, 2010, doi: 10.1017/cbo9780511524844.004.
- [2] A. Amran, R. Harfianto, W. Y. Dewi, D. Beri, "Solubility dynamic of methyl yellow and carbon black in microemulsions and lamellar liquid crystal of water, non ionic surfactant and cyclohexane system," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 107, no. 1, 2016, doi: 10.1088/1757-899X/107/1/012021.
- [3] E. Kissa, *Fluorinated Surfactants and Repellents, 2nd ed., rev. and expanded.* 2001.
- [4] P. Bidyut, "Uses and applications of microemulsions," vol. 80, no. 8, pp. 990–1001, 2001.
- [5] R. Manurung, R. Hasibuan, and Irvan, "Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob – Aerob," *J. Kim. e-USU*, no. June, pp. 1–19, 2004.
- [6] R. F. Akmal, "Kelarutan Zat Warna Organik Dalam Gelasi Mikroemulsi Water In Oil pada Sistem Air, Surfaktan, dan Pentanol," vol. 5, 2014, Universitas Negeri padang.
- [7] A. Pratami, "Struktur Asosiasi dan Kelarutan Methyl red dan Methylene blue dalam sistem air, Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) dan Pentanol," 2014, <http://repository.unp.ac.id/id/eprint/7689>.
- [8] M. F. Zawrah and H. M. Abd-el-, "Facile and economic synthesis of silica nanoparticles," *J. Ovonic Res.*, vol. 5, no. 5, pp. 129–133, 2009.
- [9] C. J. dan G. W. S. Brinker, "Sol Gel Science," in *The Physics and Chemistry of Sol-gel Processing*, New York: Academic Press INC, 1990.
- [10] K. Guido, "Nanoparticles and Composites," in *The Sol-Gel Handbook: Synthesis, Characterization and Applications*, 3rd ed., Chamridge: The Royal Society, 2015, pp. 227–244.
- [11] C. Bogush, G.H.; Tracy, M.A.; Zukoski, "Preparation of monodisperse silica particles: Control of size and mass fraction," *J. Non. Cryst. Solids*, vol. (1), no. 104, pp. 95–106, 1988, doi: 10.1016/0022-3093(88)90187-1.
- [12] F. Fathordoobady, H. Mirhosseini, J. Selamat, and M. Y. A. Manap, "Effect of solvent type and ratio on betacyanins and antioxidant activity of extracts from *Hylocereus polyrhizus* flesh and peel by supercritical fluid extraction and solvent extraction," *Food Chem.*, vol. 202, pp. 70–80, 2016, doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.121.
- [13] R. S. Harjanti, "Pemungutan Kurkumin dari Kunyit (*Curcuma domestica* val.) dan Pemakaiannya Sebagai Indikator Analisis Volumetri," *J. Rekayasa Proses*, vol. 2, no. 2, pp. 49–54, 2012, doi: 10.22146/jrekpros.557.
- [14] N. Nugroho, "Pemanfaatan Dan Efisiensi Kurkumin Kunyit (*Curcuma Domestica* Val) Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa," *Teknoin*, vol. 22, no. 8, pp. 595–601, 2016, doi: 10.20885/teknoin.vol22.iss8.art5.
- [15] A. A. I. S. Wahyuningtyas, S. E. P., Permana, I. D. G. M., & Wiadnyani, "Pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan senyawa kurkumin dan aktivitas antioksidan ekstrak kunyit (*Curcuma domestica* Val.)," *J. Itepa*, vol. 6, no. (2), pp. 61–70, 2017, <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/36950/22387>.

- [16] H. Sahraeni, S., Harjanto, & Rahim, "Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga Merah sebagai Pewarna Alami," *Proseding Seminar Hasil Penelitian.*, pp. 105–109, 2018.
- [17] R. Salam, "Uji Kerapatan, Viskositas dan Tegangan Permukaan pada Tinta Print dengan Bahan dengan Bahan Dasar Arang Sabut Kelapa," vol. 1, no. 1, pp. 19–20, 2017.
- [18] A. A. Nurul Khasyi'ah, Ananda Putra, "Kelarutan Methyl Red dan Methylen Blue dalam Gelasi Mikroemulsi Water In Oil Sistem dari Air, Triton X-100 dan Sikloheksana Serta Aplikasinya Untuk Tinta Ballpoint," *Menara Ilmu*, vol. 13, no. 2, pp. 1–6, 2019, <https://jurnal.umsb.ac.id>.