

**KELARUTAN ZAT WARNA BAHAN ORGANIK DALAM GELASI
MIKROEMULSI *WATER IN OIL* DARI SISTEM AIR SURFAKTAN
NON IONIK (TRITON X-100) DAN SIKLOHEKSANA SERTA
APLIKASI UNTUK TINTA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains*



Oleh
Mery Khasanah
17036095/2017

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

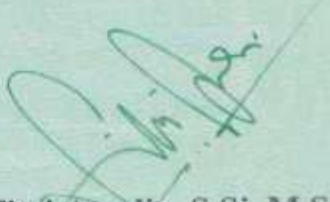
PERSETUJUAN SKRIPSI

**KELARUTAN ZAT WARNA BAHAN ORGANIK DALAM GELASI
MIKROEMULSI *WATER IN OIL* DARI SISTEM AIR SURFAKTAN
NON IONIK (TRITON X-100) DAN SIKLOHEKSANA SERTA
APLIKASI APLIKASI UNTUK TINTA**

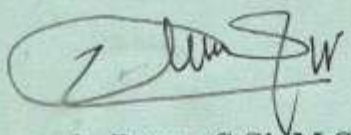
Nama : Mery Khasanah
NIM : 17036095
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 09 Agustus 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19800819 200912 2 002

Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19720127 199702 1 002

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

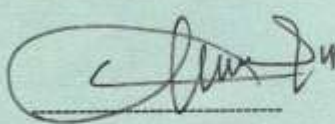


Nama : Mery Khasanah
NIM : 17036095
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

KELARUTAN ZAT WARNA BAHAN ORGANIK DALAM GELASI MIKROEMULSI *WATER IN OIL* DARI SISTEM AIR SURFAKTAN NON IONIK (TRITON X-100) DAN SIKLOHEKSANA SERTA APLIKASI UNTUK TINTA

*Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, 09 Agustus 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Dr. Desy Kurniawati, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Mery Khasanah
NIM : 17036095
Tempat/Tanggal lahir : Koto Birah/ 02 Mai 1999
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Kelarutan Zat Warna Bahan Organik Dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* Dari Sistem Air Surfaktan Non Ionik (Triton X-100) Dan Sikloheksana Serta Aplikasi Untuk Tinta**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi

Padang, 09 Agustus 2021

Yang menyatakan

Mery Khasanah
NIM : 17036095

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak. Peneliti secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu, terkhusus kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan secara moral, material dan tidak lepas dari do'a restu mama dan papa yang telah mengantarkan saya meraih gelas sarjana ini. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih atas bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan kepada:

1. Kedua saudara saya (abang Mezi dan adek Nanda) yang saya cintai.
2. Teman teman seperjuangan Kimia NK 2017 (Egi, Viva, Naha, Shelly, dll).
3. Teman-teman satu tim penelitian (Rahmi, Hany, dan Pamela) dan seluruh teman satu bimbingan skripsi
4. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu

Padang,09 Agustus 2021

Penulis

Kelarutan Zat Warna Bahan Organik dalam Gelasi Mikroemulsi *Water In Oil* dari Sistem Air Triton X-100 dan Sikloheksana serta aplikasi untuk tinta

Mery Khasanah

ABSTRAK

Kelarutan zat warna dari bahan organik serbuk kunyit, kulit buah naga dan bunga telang biru dalam gelasi mikroemulsi water in oil dari sistem air (pH 4,5 dan pH 9,5), Triton X-100, sikloheksana serta aplikasi untuk tinta dengan metoda sol-gel. Sol yaitu suatu sistem koloid padatan yang terdispersi dalam cairan. Gel adalah sistem sistem padatan yang mengandung cairan. Penelitian ini bertujuan untuk mempreparasi gel dalam mikroemulsi water in oil dari sistem air (pH 4,5 dan pH 9,5), Triton X-100 dan sikloheksana, menggunakan pH air 4,5 (dikontrol oleh asam nitrat) dan untuk air pH 9,5 (dikontrol oleh kalium hidroksida), Tetraethylortosilicate (TEOS) yang mengalami hidrolisis dengan air untuk membentuk gel. Hal ini ditunjukkan dengan kelarutan zat warna organik dalam gelasi mikroemulsi water in oil air pH 9,5 serbuk kulit buah naga sebesar 0,0215 dan pH terendah 4,5 serbuk bunga telang biru yaitu 0,0120

Kata kunci : zat warna organik, gel, mikroemulsi air dalam minyak, tinta

**Dye Solubility Of Organic Ingredients In Gelation Of Water In Oil
Microemulsion Surfactan Non-Ionic From (Triton X-100),
System Water and Cyclohexane and Application For Ink**

Mery Khasanah

abstract

Solubility of dyes from organic matter powder of dragon fruit peel of blue telang flower and turmeric in the gelation of water in oil mikroemulsion of the system of water (pH 4,5 and pH 9,5), Triton X-100, cyclohexane and its application for ink. For water pH 4,5 (controlled by nitric acid) and water pH 9,5 (controlled by potassium hydroxide), the formation of gel from water in oil microemulsion was crieddent using the so-gel mhetod by Tetraethylorthosilicate (TEOS) which underwent hydrolysis with water for from a gel. It was indicated that the solubility of the dye from organic matter in the gelation of water in oil microemulsion is at pH 9,5 dragon fruit peel powder at 0,0215 and the lowest pH 4,5 powder of blue telang flower powder is 0,0120

Keywords — solubility, organic dyes, gel, water in oil microemulsion.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Kelarutan Zat Warna dari Bahan Organik dalam Gelasi Mikroemulsi *water in oil* Sistem dari Air Surfaktan Non Ionik (Triton X-100) dan Sikloheksana Serta Aplikasi untuk Tinta** . Skripsi ini diajukan untuk memenuhi mata kuliah Ujian Skripsi pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing.
2. Ibu Melindra Mulia, S.Si, M.Si sebagai dosen Penasihat akademik.
3. Ibu Fitri Amelia, S.Si. M.Si, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Kimia
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP dan sekaligus dosen pembahas.
5. Ibu Dr. Desy Kurniawati, M.Si sebagai dosen pembahas.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal ‘Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum lengkap dan sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran dari para pembaca semoga skripsi ini bermanfaat.

Padang, 09 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Mikroemulsi	6
B. Tetra Ethyl Ortho Silicate (TEOS).....	10
C. Etanol	10
D. Gelasi.....	11
E. Kelarutan (solubility)	12
F. Zat warna.....	12
G. Kepekatan (Densitas)	15
H. Indeks Bias	15
I. Tinta	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17
B. Variabel Penelitian	17
C. Alat dan Bahan Penelitian.....	17
D. Prosedur Kerja.....	18
E. Skema Penelitian	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Preparasi Sampel.....	23

B. Uji zat warna pada masing-masing air pH	24
C. Diagram Fasa dari Struktur Asosiasi.....	25
D. Gel dari Mikroemulsi Water in Oil	29
E. Kelarutan, Kepekatan (Densitas), Indeks Bias Zat Warna dari Bahan Organik	31
F. Aplikasi Kelarutan Zat Warna dari Bahan Organik untuk Tinta Ballpoint.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA.....	37
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram fasa tiga komponen (diagram terner) a) pH=4,5 b) pH=9,5.....	7
2. a) jenis mikroemulsi O/W b) W/O	8
3. a) molekul surfaktan dan b) struktur surfaktan nonionik Triton X-100.....	9
4. Struktur sikloheksana	10
5. Struktur tetraethyl ortho silicate (TEOS)	10
6. Struktur etanol	11
7. Buah naga	13
8. Kunyit.....	13
9. Bunga Telang	14
10. (a) Serbuk kulit buah naga, (b)Serbuk kunyit, (c) Serbuk bunga telang biru ..	23
13. Diagram fasa air sistem (pH 4,5),triton x-100, dan sikloheksana	26
14. (a). Mikroemulsi <i>w/o</i> (b). Kristal cair diamati dengan para film	27
15. Diagram fasa air (pH 9,5), triton x-100, dan sikloheksana	28
16. Perbedaan fisik pH 4,5 (a) Mikroemulsi water in oil (b) sol mikroemulsi <i>water in oil</i> (c) gel mikroemulsi <i>water in oil</i>	29
17. Perbedaan fisik pH 9,5 (a) Mikroemulsi water in oil (b) sol	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil warna pada masing-masing air pH	24
2. Perbandingan kelarutan, kepekatan (Densitas), dan indek bias dari zat warna bahan organik dalam Gelasi Mikroemulsi Water In Oil	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Preparasi Air pH= 4,0	41
2. Preparasi Air pH= 4,0	42
3. Preparasi Mikroemulsi <i>Water In Oil</i>	43
4. Preparasi Gelasi.....	44
5. Kelarutan Zat Warna dari Bahan Organik Ekstrak Kulit Buah	45
6. Pengukuran Densitas Zat Warna dari Bahan Organik Ekstrak	46
7. Pengukuran Indeks Bias Zat Warna dari Bahan Organik	47
8. Ekstrak kulit buah naga.....	48
9. Ekstrak Kunyit	49
10. Ekstrak Bunga Telang Biru.....	50
11. Perhitungan Mol TEOS.....	56
12. Perhitungan indeks bias.....	57

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri saat ini, pewarna merupakan suatu zat yang banyak digunakan dalam berbagai proses industri, dan setiap tahunnya pasar menggunakan zat warna lebih dari 7×10^5 ton/tahun (Hossan, 2018). Salah satu bagian dari pewarna adalah pigmen anorganik. Pigmen anorganik banyak digunakan dalam produk cat juga tinta karena memiliki stabilitas termal dan ultraviolet yang tinggi dibandingkan dengan pigmen organik (Wendusu, 2015)

Kelarutan zat warna dalam mikroemulsi memiliki nilai penting dari segi ilmiah dan teknologi karena dapat diterapkan dalam industri cat, tinta, apotek, kosmetik, dan beberapa manufaktur lainnya (García Vior *et al.* 2011). Salah satunya kelarutan zat warna *methyl red* dan *methyl blue* dalam sistem surfaktan nonionik (Triton X-100), air dan sikloheksana yang telah dilakukan menghasilkan tinta dalam mikroemulsi berwarna merah, kuning dan biru. Zat warna ini untuk selanjutnya akan digunakan sebagai tinta *ballpoint* (Amran *et al.* 2016).

Tinta *ballpoint* umumnya terdiri dari beberapa warna diantaranya, yaitu merah, kuning, biru dan hitam. Untuk ketersediaan warna merah, kuning dan hitam telah dilakukan oleh Harfiyanto, sedangkan untuk warna biru permanen dapat dihasilkan dari *methylene blue* dan warna merah permanen dapat juga dihasilkan dari *methyl red* yang telah dilakukan oleh Nurul Khasyi'ah. *Methyl red* mempunyai perubahan warna dari merah menjadi kuning pada pH 4,4 sampai 6,2 (Adowei. 2012). Penentuan pH berdasarkan data penelitian yang

telah dilakukan sebelumnya, dimana untuk menghasilkan warna biru yang permanen pH air yang digunakan ialah pH 9,5. Warna merah yang permanen dihasilkan dari *methyl red* dalam air pH 4,5 (Mahda, 2015).

Pada penelitian sebelumnya kelarutan zat warna *methyl red* dan *methyl blue* di preparasi dalam gel dari mikroemulsi *water in oil* yaitu proses perubahan suatu cairan menjadi padatan dalam cairan. Metode sol gel adalah metoda yang akan digunakan untuk proses gelasi. Sol adalah suatu sistem koloid padatan yang terdispersi dalam cairan. Gel adalah sistem padatan yang mengandung cairan (Ismunandar, 2006).

Proses pembentukan gel dari mikroemulsi pada wilayah *water in oil* dengan komposisi titik sampel sikloheksana lebih banyak sekitar 55% - 64% dibandingkan air sebanyak 3% - 4%. Surfaktan yang dilarutkan dalam air sikloheksana terbentuk larutan bening transparan disebut mikroemulsi *water in oil* merupakan salah satu bentuk struktur asosiasi. Cairan yang tidak dapat bercampur adalah air dan sikloheksana, sehingga digunakan surfaktan yang merupakan suatu zat yang mampu menyatukan dua senyawa berbeda polaritas dalam satu molekul yang sama. Struktur surfaktan terdiri dari bagian kepala (hidrofilik) dapat larut dalam air atau larut dalam zat polar bagian ekor (hidrofobik) rantai hidrokarbon yang larut dalam zat non polar (Milton, J, *et.al.* 2012). Surfaktan memiliki fungsi sebagai penstabil. Pada penelitian ini menggunakan Triton X-100, salah satu surfaktan nonionik. Surfaktan Triton X-100 berupa cairan tidak berwarna, sangat kental pada suhu ruang, mudah dicampurkan dengan zat lainnya, dan digunakan dalam proses kimia dan industri (Zdziennicka, 2009).

Hidrokarbon melingkar sebagai oil yang sesuai untuk preparasi gel dalam mikroemulsi *water in oil* disebut sikloheksana (Riswiyanto. 2009). Sebelumnya telah dilakukan penelitian tentang kelarutan *Methyl Red* dan *Methylen Blue* dalam gelas mikroemulsi *water in oil* dari sistem air, Triton X-100 dan sikloheksana aplikasinya untuk tinta ballpoint oleh Nurul Khasyi'ah (2017). Kelarutan zat warna *methyl red* dan *methylen blue* dalam mikroemulsi *water in oil* dan gelas dapat larut, sehingga dapat dibuktikan perbandingannya menggunakan surfaktan dan oil lainnya seperti surfaktan Triton X-100 dan sikloheksana yang dilakukan oleh Muhammad Fadli (2017) tentang kelarutan zat warna *methyl red* dan *methylen blue* dalam mikroemulsi *water in oil* yang juga dapat larut. Dengan demikian, penulis tertarik melakukan penelitian **kelarutan zat warna dari bahan organik dalam gelas mikroemulsi *water in oil* sistem dari air, surfaktan nonionik (Triton X-100) dan sikloheksana serta aplikasi untuk tinta.**

B. Identifikasi Masalah

1. Menentukan kelarutan zat warna dari bahan organik ekstrak kulit buah naga, bunga telang biru dan kunyit dalam gelas mikroemulsi dalam sistem surfaktan non ionik, air dan sikloheksana belum pernah dilakukan
2. Diperlukan penelitian lanjutan untuk melengkapi data akan ketersediaan warna untuk tinta *ballpoint* yang lebih ramah lingkungan

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Wilayah mikroemulsi yang digunakan adalah mikroemulsi *water in oil* larutan bening dan transparan.

2. Surfaktan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Triton X-100*,
3. Pelarut yang digunakan adalah air dan sikloheksana
4. Zat warna organik yang digunakan adalah kunyit (kuning), kulit buah naga (merah), dan bunga telang (biru)
5. Pengatur pH 4,5 digunakan larutan HNO_3 dan pengatur air pH 9,5 untuk KOH

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah mikroemulsi *water in oil* sistem air, Triton X-100 dan sikloheksana dapat di preparasi menjadi gel ?
2. Bagaimana kelarutan zat warna bahan organik ekstrak kulit buah naga, kunyit, dan bunga telang biru dalam gel mikroemulsi *w/o* sistem air, sikloheksana dan surfaktan non ionik Triton X-100 ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisa posisi wilayah komposisi mikroemulsi water in oil yang sesuai dengan zat warna dari bahan organik, ekstrak kulit buah naga, kunyit, dan bunga telang biru, untuk tinta.
2. Preparasi tinta menggunakan metoda sol-gel (gelasi).
3. Melihat kelarutan zat warna dari bahan organik ekstrak dari kulit buah naga, kunyit, dan bunga telang biru.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini di harapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan memberi informasi mengenai kelarutan zat warna dari bahan organik dalam gelas mikroemulsi *water in oil* sistem dari air surfaktan nonionik (Triton X-100) dan sikloheksana serta aplikasi untuk tinta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa

1. sistem air (ph 4,5 dan 9,5), surfaktan triton x-100, dan sikloheksana menghasilkan 5 struktur asosiasi yaitu emulsi, mikroemulsi w/o, mikroemulsi o/w, kristal cair lamellar, dan kristal cair heksagonal.
2. Posisi komposisi wilayah mikroemulsi water in oil mempengaruhi kelarutan zat warna dari bahan organik serbuk kulit buah naga, serbuk bunga telang biru dan serbuk kunyit dalam tinta ballpoint
3. Kelarutan zat warna serbuk dari kulit buah naga pH 4,5 lebih tinggi dibandingkan pH 9,5, kelarutan serbuk kunyit pH 9,5 lebih tinggi dibandingkan pH 4,5 dan kelarutan serbuk bunga telang biru pH 4,5 dan pH 9,5 sama dalam gel dari mikroemulsi *water in oil*.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk melakukan penelitian mengenai kelarutan zat warna dari bahan organik pada gelasi mikroemulsi water in oil menggunakan surfaktan, pelarut non polar dan zat warna lainnya serta uji stabilitas ketahanan tinta saat di tuliskan di atas kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Acosta, E., O. Chung, and X. Y. Xuan. 2011. "Lecithin-Linker Microemulsions in Transdermal Delivery." *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 21(1): 77–87.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1773-2247\(11\)50007-3](http://dx.doi.org/10.1016/S1773-2247(11)50007-3).
- Aisyah, N. (2015). Kelarutan Zat Warna Organik Dalam Gel Mikroemulsi Water In Oil Pada Sistem Air, Surfaktan Dan Sikloheksana. Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
- Amran, A. et al. 2016. "Solubility Dynamic of Methyl Yellow and Carbon Black in Microemulsions and Lamellar Liquid Crystal of Water, Non Ionic Surfactants and Cyclohexane System." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 107(1).
- Arjasa & J. Raharjo. 2012. Synthesis Of Silica Nanoparticles In Water Based Medium. *jurnal sains materi indonesia*.
- Aubert, Tangi et al. 2010. "Functional Silica Nanoparticles Synthesized by Water- in-Oil Microemulsion Processes." *Journal of Colloid and Interface Science* 341(2): 201–8.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcis.2009.09.064>.
- Coumbaros, J. 2009. Aplikation Analysis of Ballpoint Pen Inks on Paper. *Forensic Science International*.
- Daniel, R, Bloch. 2014. *Organik Chemistry*. EGC : Buku Kedokteran
- 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
- Estain, Yazid. 2005. *Kimia Fisika*. Yogyakarta : Andi
- Fernandes, Benny, Rio. 2012. *Sintesis Nanopartikel SiO₂ Menggunakan Metoda Sol-Gel*. Universitas Andalas : Jurnal Kimia.
- Ismunandar. 2006. *Padatan Oksida Logam Struktur, Sintesis, dan sifat-sifatnya*. Bandung : ITB
- García Vior, María C., Ezequiel Monteagudo, Lelia E. Dixelio, and Josefina Awruch. 2011. "A Comparative Study of a Novel Lipophilic Phthalocyanine Incorporated into Nanoemulsion Formulations: Photophysics, Size, Solubility and Thermodynamic Stability." *Dyes and Pigments* 91(2): 208–14.