

**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI RIMPANG
BANGLE (*Zingiber purpureum* Roxb.) MENGGUNAKAN
PENYALUT β -SIKLODEKSTRIN**

SKRIPSI

**LOVELYTA BARANI
A 183 021**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2020**

**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI RIMPANG
BANGLE (*Zingiber purpureum* Roxb.) MENGGUNAKAN
PENYALUT β -SIKLODEKSTRIN**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**LOVELYTA BARANI
A 183 021**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2020**

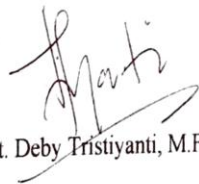
**MIKROENKAPSULASI MINYAK ATSIRI RIMPANG BANGLE (*Zingiber
purpureum* Roxb.) MENGGUNAKAN PENYALUT β -SIKLODEKSTRIN**

**LOVELYTA BARANI
A183021**

September 2020

Disetujui oleh:

Pembimbing



apt. Deby Tristiyanti, M.Farm.

Pembimbing



apt. Ledianasari, M.Farm.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebut nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

*He has made everything beautiful in its time (Ecclesiastes 3:11).
Yang terutama dari segalanya, sembah sujud serta syukur kepada
Tuhan Yesus Kristus atas perlindungan dan penyertaan-Nya
dalam setiap nafas kehidupanku, Haleluya. Skripsi ini
kupersembahkan untuk Papi, Mami dan adikku Semy yang sangat
kukasih. Terima kasih atas segala cinta yang telah diberikan pada
penulis.*

ABSTRAK

Minyak atsiri rimpang bangle memiliki banyak manfaat bagi kesehatan dan berpotensi tinggi untuk dijadikan sebagai bahan baku dalam industri farmasi. Namun, minyak atsiri mempunyai kekurangan yaitu tidak mudah terdispersi dalam bahan kering, mudah mengalami degradasi akibat adanya oksigen, cahaya, temperatur tinggi dan tidak stabil pada suhu ruang. Cara mengatasi hal tersebut adalah dengan mikroenkapsulasi. β -siklodekstrin merupakan jenis penyalut yang baik dalam mikroenkapsulasi minyak atsiri. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui persentase efisiensi hasil penyalutan minyak atsiri rimpang bangle dan karakteristik termostabilitas dari mikroenkapsulat minyak atsiri rimpang bangle. Mikroenkapsulasi minyak atsiri rimpang bangle dilakukan menggunakan β -siklodekstrin sebagai penyalut, dengan perbandingan 1:20 dan 1:30 yang dilarutkan dengan etanol 70%. Minyak atsiri yang digunakan diperoleh dari destilasi uap air rimpang bangle. Proses mikroenkapsulasi menggunakan metode *freeze drying*. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi mikroenkapsulat perbandingan 1:20 dan 1:30 masing-masing adalah 71,8750% dan 87,6034%. Konstanta degradasi mikroenkapsulat 1:20 pada uji termostabilitas dengan suhu 50°C dan ambient yaitu 0,0183 dan 0,0066 dengan waktu paruh 50,7174 jam dan 105 jam, untuk mikroenkapsulat 1:30 adalah 0,0075 dan 0,0042 dengan waktu paruh 92,4000 jam dan 165 jam. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa efisiensi tertinggi ialah pada perbandingan 1:30 dengan persentase 87,6034%. Pada uji termostabilitas, mikroenkapsulat 1:30 lebih terlindungi dibandingkan mikroenkapsulat 1:20.

Kata kunci : rimpang bangle, minyak atsiri, β -siklodekstrin, mikroenkapsulasi, *freeze drying*

ABSTRACT

Bangle rhizome essential oil has many efficacies and high potency to be used as raw material in the pharmaceutical industry. However, essential oils have disadvantages, namely that they are not easily dispersed in dry material, easily degraded due to the presence of oxygen, light, high temperatures and are unstable at room temperature. Therefore, microencapsulation is necessary to do to overcome those problems. β -cyclodextrin is a good coating type in essential oil microencapsulation. This study aims to determine the efficiency percentage of bangle rhizome essential oil coating results and thermostability characteristics of the bangle rhizome essential oil coating. The microencapsulation of bangle rhizome essential oil was carried out using β -cyclodextrin as a coating, in a ratio of 1:20 and 1:30 dissolved in 70% ethanol. The essential oil used was obtained from hydro-steam distillation of bangle rhizomes. The microencapsulation process used freeze drying method. The results showed that the microencapsulate efficiency ratio of 1:20 and 1:30 was 71.8750% and 87.6034%, respectively. The microencapsulate degradation constant of 1:20 on the thermostability test with a temperature of 50°C and ambient, namely 0,0183 and 0,0066 with a half-life of 50.7174 hours and 105 hours, for microencapsulate of 1:30 it 0,0075 and 0,0042 with a half-life of 92,4000 hours and 165 hours. Based on the research results, it was concluded that the highest efficiency is in the ratio of 1:30 with a percentage of 87.6034%. On the thermostability test, the 1:30 microencapsulate was better protected than the 1:20 microencapsulate.

Keywords : *bangle rhizome, essential oil, β -cyclodextrin, microencapsulation, freeze drying*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas berkat kasih dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) Menggunakan Penyalut β -Siklodekstrin.”**

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing apt. Deby Tristiyanti, M.Farm. dan apt. Ledianasari, M.Farm. atas bimbingan yang diberikan. Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. apt. Adang Firmansyah, M.Si. selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
2. apt. Revika Rachmaniar, M.Farm. selaku Kepala Program Studi,
3. apt. Ledianasari, M.Farm. selaku Dosen Wali,
4. Seluruh staf dosen, staf administrasi serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia,
5. Ayah, Ibu, adik dan keluarga penulis yang telah banyak mendukung serta senantiasa mendoakan penulis selama ini,
6. Sahabat-sahabat penulis “Elva, Cindy, Yosy, Nita, Nina, Nurul, Dhia dan Esse”, dan team “Youth GII BN” yang telah memberikan semangat, motivasi dan dukungan selama ini,
7. Teman-teman seperjuangan mahasiswa konversi 2018 yang telah memberikan inspirasi, kegembiraan dan bantuannya selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan karena pengetahuan yang masih terbatas. Penulis berharap semoga tugas akhir ini memberikan manfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Kegunaan Penelitian.....	4
1.5. Waktu danTempat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Bangle	5
2.1.1 Deskripsi Bangle.....	5
2.1.2 Khasiat dan Manfaat Bangle	6
2.1.3 Kandungan Senyawa Kimia.....	6
2.2. Penyulingan Minyak Atsiri	6
2.2.1 Penyulingan dengan Air	6
2.2.2 Penyulingan Uap dan Air	7
2.2.3 Penyulingan Uap.....	7
2.3. Mikroenkapsulasi	7
2.3.1 Definisi Mikroenkapsulasi.....	7
2.3.2 Keuntungan dan Kerugian Mikroenkapsulasi	7
2.3.3 Tujuan dan Fungsi Mikroenkapsulasi.....	8
2.3.4 Faktor-Faktor Mikroenkapsulasi	8

2.4. Siklodekstrin	9
2.5. Metode-Metode Mikroenkapsulasi	11
2.5.1 <i>Freeze Drying</i>	11
2.5.2 <i>Spray Drying</i>	11
2.5.3 Koaservasi	12
2.6 Karakterisasi Mikroenkapsulat dengan SEM.....	12
2.7 Karakterisasi Mikroenkapsulat dengan Spektrofotometri	
UV-Vis.....	13
2.8 Uji Termostabilitas Minyak Atsiri	14
BAB III TATA KERJA	15
3.1. Alat	15
3.2. Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	15
3.3.1 Determinasi Tanaman	15
3.3.2 Pengumpulan dan Pengeringan Bahan Baku	15
3.3.3 Karakterisasi Simplisia.....	16
3.3.4 Penapisan Fitokimia	17
3.3.5 Penyulingan Minyak Atsiri	19
3.3.6 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle....	19
3.3.7 Karakterisasi Mikroenkapsulat Minyak Atsiri Rimpang Menggunakan SEM.....	19
3.3.8 Penentuan Kadar dan Efisiensi Minyak Atsiri Rimpang Bangle dalam Mikroenkapsulat.....	19
3.3.9 Uji Termostabilitas Mikroenkapsulat Minyak Atsiri Rimpang Bangle	20
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Determinasi Tanaman	22
4.2 Penyiapan Bahan Baku.....	22
4.3 Karakterisasi Simplisia	22
4.4 Hasil Skrining Fitokimia Rimpang Bangle dan Minyak Atsiri	24
4.5 Penyulingan Minyak Atsiri Rimpang Bangle	25
4.6 Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle	26

4.7 Hasil Karakterisasi Mikroenkapsulat Minyak Atsiri Rimpang Bangle Menggunakan SEM	28
4.8 Penentuan Kadar Minyak Atsiri Rimpang Bangle dalam Mikroenkapsulat	30
4.9 Termostabilitas.....	32
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA..	34
5.1. Simpulan.....	34
5.2. Alur Penelitian Selanjutnya	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	41

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Karakteristik Siklodekstrin	10
4.1 Karakterisasi Simplisia	23
4.2 Hasil Skrining Fitokimia	25
4.3 Hasil Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Bangle	25
4.4 Hasil Penentuan Kadar	31
4.5 Hasil Konstanta Degradasi dan WaktuParuh Pada Suhu 50°C dan Suhu <i>Ambient</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Tumbuhan Bangle dan Rimpang Bangle	5
2.2 Struktur Kimia Siklodekstrin	9
2.3 Skema Pembentukan Kompleks Inklusi	9
2.4 Skema Ilustratif Mekanisme Terjadinya Pengeringan Beku	11
4.1 Minyak Atsiri Rimpang Bangle	26
4.2 Mikroenkapsulat 1:20 dan 1:30	28
4.3 Hasil SEM β -Siklodekstrin	28
4.4 Hasil SEM Mikroenkapsulat 1 : 20	29
4.5 Hasil SEM Mikroenkapsulat 1 : 20	29
4.6 Kurva Kalibrasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Determinasi Tanaman Bangle.....	41
2. Skrining Fitokimia Simplisia Rimpang Bangle	42
3. Skrining Fitokimia Minyak Atsiri Rimpang Bangle.....	44
4. Penetapan Kadar Abu Total	46
5. Penetapan Kadar Abu Tidak Larut Asam	47
6. Susut Pengerinan.....	48
7. Hasil Penetapan Kadar Air.....	49
8. Hasil Rendemen Minyak Atsiri Rimpang Bangle.....	50
9. Perhitungan Pembuatan Kurva Kalibrasi	51
10. Perhitungan <i>Total Oil</i> , <i>Surface Oil</i> Dan Efisiensi Mikroenkapsulasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle	54
11. Hasil Termostabilitas	59
12. Dokumentasi Penelitian	64

DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotri, N., *et al.* 2012. "Microencapsulation-A Novel Approach in Drug Delivery". *Indo Global Journal of Pharmaceutical Sciences* 2 (1): 1-20.
- Aldilla, D. N. 2010. "Penggunaan Siklodekstrin Untuk Mengurangi Rasa Langu (*Off-Flavour*) Pada Susu Kedelai". *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Hal. 2-5.
- Almansyuri, Wardatun, S. dan Nuraeni, L. 2012. "Perbedaan Cara Pengirisan dan Pengeringan Terhadap Kandungan Minyak Atsiri dalam Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe.Sunti Valetton)". *Buletin Penelitian Kesehatan* 40 (3): 123 – 129.
- Aschida, C. J., Adhitiyawarman dan Destiarti, L. 2014. "Enkapsulasi dan Uji Stabilitas Pigmen Karotenoid dari Buah Tomat yang Tersalut Carboxy Methyl Cellulose (CMC)". *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. 3 (2): 44-49.
- Astarina, N. W. G., Astuti, K. W., dan Warditiani, N. K.. 2013. "Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.)". *Jurnal Farmasi Udaya*.
- Azizah, A. N. 2017. "Uji Kinerja Alat Destilasi Menggunakan Bahan Baku Daun Salam (*Sygzium polyanthum wigh walp*) Dengan Menggunakan Metode Water Steam Untuk Menghasilkan % Rendemen Minyak Atsiri". *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Badan POM RI. 2008. *Taksonomi Koleksi Tanaman Obat*. Jakarta
- Batubara, I., dkk. 2018. "Hubungan Lama Distilasi, Kandungan Senyawa dan Bioautografi Antioksidan Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum*)". *Indonesian Journal of Essential Oil*. 3(1).
- Behera, S., *et al.* 2012. "UV-Visible Spectrophotometric Method Development and Validation of Assay of Paracetamol Tablet Formulation". *Journal of Analytical & Bioanalytical Techniques* 3(6): 1-2.
- Bestari, A. N. 2014. "Penggunaan Siklodekstrin dalam Bidang Farmasi". *Majalah Farmaseutik* 10(1): 197-201.

- Bhuiyan, N. I., Chowdhury, J. U., and Begum, J. 2008. "Volatile Constituents of Essential Oils Isolated from Leaf and Rhizome of *Zingiber cassumara* Roxb.". *Journal of the Bangladesh Pharmacological Society*. DOI: 10.3329/bjp.v312.844
- Cakrawati, D., *et al.* 2018. "Microencapsulation by Freeze Drying of Limonin Using Beta-Cyclodextrin and its Stability in Different pH Solution". *Journal of Engineering Science and Technology* 13(8)(2018) 2287 – 2298.
- Capelezzo, P., *et al.* 2018. *Cyclodextrin - A Versatile Ingredient*. Chapter 7: β -Cyclodextrins as Encapsulating Agents of Essential Oils. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.69187
- Champagne, C. P and Fustier, P. 2007. Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Current Opinion in Biotechnology*. 18:184–190.
- Chun, Y., *et al.* 2012. "Characterization of β -cyclodextrin Self-Aggregates for Eugenol Encapsulation". *International Journal of Food Engineering*. Vol. 8 (2).
- Darusman, F., dan Rahayu, E. 2017. "Penentuan Parameter Termodinamika Pembentukan Kompleks Inklusi Glimepirid-Betasiklodekstrin". *IJPST* Vol. 4 (3): 112-117.
- Depkes RI. 2000. *Acuan Sediaan Herbal*. Jakarta: Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta
- Dima, C., *et al.* 2014. "Encapsulation of Coriander Essential Oil in Beta-Cyclodextrin: Antioxidant and Antimicrobial Properties Evaluation". *Romanian Biotechnological Letters*: University Of Bucharest. 19 (2): 9128-9140.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2006. *Daftar Komoditi Binaan Direktorat Jenderal Perkebunan Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Nomor 511/Kpts/Pd.310/9/2006*. Jakarta: Kementerian Perkebunan.
- Effendi, V. P., dan Widjarko, S. B. 2014. "Distilasi dan Karakterisasi Minyak Atsiri Rimpang Jeringau (*Acorus calamus*) dengan Kajian Lama Waktu Distilasi dan Rasio Bahan : Pelarut". *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 2(2):1-8.

- Evizal, R. 2013. *Tanaman Rempah dan Fitofarmaka*. Lampung: Lembaga Penelitian Universitas Lampung. Hal: 51-52.
- Farnsworth, N.F. 1966. *Biological and Phytochemical Screening Of Plants, Journal Of Pharmaceutical Sciences*. Americans Pharmacist Association 55(3).
- Fatmawati, A., Nisa, M., dan Rezki, R. 2019. *Teknologi Sediaan Farmasi*. Yogyakarta: Deepublish
- Hanutami, B., dan Budiman, A. 2017. "Review Artikel: Penggunaan Teknologi Nano Pada Formulasi Obat Herbal". *Jurnal Farmaka*. 15(02).
- Harjadi W. 1993. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Hariyadi, P. 2013. "Freeze Drying Technology for Better Quality & Flavor of Dried Products". *Food Review Indonesia* Volume 8 (2): 52-57.
- Hasrini, F., dkk 2017. "Mikroenkapsulasi Minyak Sawit Mentah dengan Penyalut Maltosiklodekstrin dan Isolat Protein Kedelai". *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 28(1).
- Hastuti, I. 2017. "Karakterisasi Butiran Sub Mikron Nanomaterial Karbon Batok Kelapa dengan Variasi Waktu Pengadukan Bahan yang Digunakan untuk Filtrasi Logam Fe dari Limbah Air Selokan Mataram Berdasarkan Uji UV-Vis, XRD, SEM dan AAS". *Jurnal Fisika* Vol. 6 (4): 308-318.
- Hermansyah, B., dan Utami, W., 2015. "Bioaktivitas Senyawa Hasil Fraksi Ekstrak Bangle (*Zingiber Cassumunar Roxb.*) Terstandar (FEBT) Sebagai Terapi Komplementer Untuk Mencegah Komplikasi Pada Malaria". *Journal of Agromedicine and Medical Sciences*. 1(2).
- Ibrahim, S., dan Marham S. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Yogyakarta: Graha Ilmu. Hal: 11-14.
- Jayanudin, J., Rochmadi, R., Renaldi, M. K., and Pangihutan, P. 2017. "The Influence Of Coating Material On Encapsulation Efficiency Of Red Ginger Oleoresin". *ALCHEMY Journal*. 13(2).
- Julianto, T. 2016. *Buku Minyak Atsiri Bunga Indonesia*. Deepublish: Yogyakarta.
- Kasih, N. 2014. "Formulasi dan Karakterisasi Mikropartikel Ekstrak Etanol 50% Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan Metode Semprot Kering (Spray Drying)". *Skripsi*. Program Studi Farmasi. Jakarta: UIN Jakarta.
- Kemenkes. 2013. *Suplemen III Farmakope Herbal Indonesia*, Edisi I. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

- Kementerian Perdagangan RI, 2017. *Info Komoditi Tanaman Obat*. Badan Pengkajian dan Pengembangan Perdagangan Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.
- Kementerian Pertanian RI, 2018. *Statistik Pertanian 2018*. Pusat Data dan Sistem Informasi Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Khopkar, S.M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.
- Kotronia, M., *et al.* 2017. "Encapsulation of Oregano (*Origanum onites* L.) Essential Oil in β -Cyclodextrin (β -CD): Synthesis and Characterization of the Inclusion Complexes". *Journal of Bioengineering*. MDPI. Vol. 4(74).
- Lachman, L., & Lieberman, H. A., 1994, *Teori dan Praktek Farmasi Industri, Edisi Kedua*. Jakarta: UI Press.
- Li, D., *et al.* 2018. "Microcapsule Of Sweet Orange Essential Oil Encapsulated In Beta-Cyclodextrin Improves The Release Behaviours In Vitro And In Vivo". *European Journal of Lipid Science and Technology*.
- Mahmudah, N. L. 2015. "Enkapsulasi Minyak Mawar (*Rosa damascena* Mill.) dengan Penyalut β -Siklodekstrin dan β -Siklodekstrin". *Skripsi*. Jurusan Kimia FMIPA. Semarang: Universitas Semarang.
- Manalu, L., P., dan Adinegoro, H. 2016. "Kondisi Proses Pengeringan Untuk Menghasilkan Simplisia Temuputih Standar". *Jurnal Standardisasi*.18(1): 62 – 68
- Marques, C. 2010. "A Review on Cyclodextrin Encapsulation of Essential Oils and Volatiles". *Journal Flavour and Fragrance: Review*. Hal. 313-326.
- Martin, A., Salima, V., Alexander N and Maria J. C., 2010. "Encapsulation and Co Precipitation Processes with Supercritical Fluids: Applications with Essensial Oils". *The Open Chemical Engineering*. 4(31): 31-40.
- Masrukan and Santoso, U. 2019. "Microencapsulation of Clove Leaf Essential Oil (*Syzygium aromaticum*) with Buffalo Gelatin Encapsulant Using Spray Drying Method". *Journal of Agricultural Technology*. 20(1).
- Menezes, P., *et al.* 2018. "Inclusion Complex Of (2)-Linalool And B-Cyclodextrin". *Thermocim Acta*.
- Neldawati., Ratnawulan dan Gusnedi. 2013. "Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat". *Pillar of Physics* Vol. 2: 76-83.
- Ningsih, I. Y. 2016. *Modul Sainifikasi Jamu Penanganan Pasca Panen*. Jember: Bagian Biologi Farmasi Fakultas Farmasi Universitas Jember.

- Padmasari, P. D., Astuti, K. W., dan Warditiani, N. K., 2013. "Skrining Fitokimia Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.)". *Jurnal Udayana*.
- Patel, R. P., Patel, M. P., and Suthar, A. M., 2009. "Spray drying technology: an overview". *Indian Journal of Science and Technology*. 2(10).
- Pradana, N. A., Hamzah, T., dan Titisari, D. 2016. "Stirrer Magnetic Hot Plate dilengkapi Sensor Infrared". Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan: Surabaya.
- Priambodo, OS., Cahyono, E., dan Kusuma, S.B.W. 2017. "Enkapsulasi Minyak Lemon (Citrus limon) Menggunakan Penyalut β -Siklodekstrin Terasetilasi". *Jurnal MIPA Unnes*. Vol 40 (2) (2017): 111-117.
- Rakmai, J., *et al.* 2018. "Antioxidant and Antimicrobial Properties Of Encapsulated Guava Leaf Oil In Hydroxypropyl-Beta-Cyclodextrin". *Industrial Crops & Products*.
- Rina, S. N. 2017 "Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar* R.) dan Biji Pala (*Myristica fragrand* H.) Terhadap *Staphylococcus* ATCC 25923". *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Setia Budi: Jawa Tengah
- Setianingsih, T. 2017. *Mikroskop Elektron Transmisi*. Malang: UB Press.
- Sirojuddin, Adhitiyawarman, dan Lia Destiarti. 2015. "Fotostabilitas Dan Termostabilitas Pigmen Buah Tomat (*Solanum Lycopersicum* L.) Hasil Enkapsulasi Menggunakan Maltodekstrin." *Jkk*.
- Sitorus, M. 2010. *Kimia Organik Umum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sumitra, O. 2010. *Memproduksi Minyak Atsiri Biji Pala*. Jakarta: Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Hal: 15.
- Singh, Cb., *et al.* 2015. "Ethnobotany, Phytochemistry and Pharmacology of *Zingiber cassumunar* Roxb". *Journal Of Pharmacognosy and Phytochemistry*. Institut of Bioresourcer: India. Hal: 1-2.
- Siswanto, Y. W, 2004. *Penanganan Hasil Panen Tanaman Obat*. Penebar Swadaya: Jakarta
- Sobel, R., Versic, R., and Gaonkar, A. G. 2014. "Introduction to Microencapsulation and Controlled Delivery in Foods. Chpt. 1 in "Microencapsulation in the Food Industry". Academic Press, California.

- Utami, Y. P., dkk. 2017. "Standardisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Leilem (*Clerodendrum minahassae* Teijsm. & Binn.). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*. 2(1)
- Voight, R. 1994. *Buku Pengantar Teknologi Farmasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Wanda, P., Wibowo, M. A., dan Destiarti, L. 2017. "Enkapsulasi dan Uji Stabilitas Ekstrak Metanol Daun Pepaya (*Carica papaya*. Linn)". *JKK* Vol 6(1), Halaman: 25-29.
- Wulandari, D., Ayu, D. F., dan Ali, A. 2018. "Pengaruh Minyak Atsiri Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) sebagai Antibakteri terhadap kualitas sabun cair". *Jurnal Agroindustri* 4(1). Riau. Hal: 1-2.
- Wonorahardjo, S. 2013. *Metode-Metode Pemisahan Kimia*. Jakarta: Akademia Permata.
- .
- .