



## TOTAL FENOL NANOENKAPSULASI EKSTRAK TEMULAWAK (*CURCUMA XANTHORIZA ROX.B*) DENGAN VARIASI PENYALUT

### *THE TOTAL PHENOL NANOENCAPSULATION OF TEMULAWAK EXTRACT (CURCUMA XANTHORIZA ROX.B) WITH THE VARIATIONS OF COATING*

Ali Rosidi<sup>1</sup>, Annisa Puspitasari<sup>1</sup>, Addina Rizky Fitriyanti<sup>1</sup>, Yuliana Noor SU<sup>1</sup>, Nurhidajah<sup>2</sup>, Aniatun Linafi'ah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

<sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

<sup>3</sup>Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang

Corresponding author : [alirhesa@yahoo.co.id](mailto:alirhesa@yahoo.co.id)

#### Abstrak

Rimpang temulawak mengandung senyawa fitokimia yang bersifat sebagai antioksidan seperti total fenol, namun senyawa tersebut memiliki kelemahan yaitu mudah mengalami reaksi oksidasi akibat pengaruh suhu, pH, dan intensitas cahaya, selain itu temulawak memiliki rasa pahit serta aroma yang khas. Proses enkapsulasi menggunakan penyalut kitosan-STPP diharapkan mampu memperbaiki sifat dan stabilitas zat aktif dari ekstrak temulawak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nanoenkapsulasi pada ekstrak temulawak dengan berbagai variasi penyalut terhadap kadar total fenol. Penentuan kadar total fenol menggunakan metode Spektrofotometri UV-Vis dengan larutan standar asam galat. Metode penelitian yang digunakan adalah *true experimental* dengan desain penelitian yang dipilih yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian kadar total fenol tertinggi yaitu 261,9 mg GAE/gram sampel dengan konsentrasi penyalut kitosan 0,1% : STPP 0,05%. Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) perbedaan konsentrasi penyalut berpengaruh terhadap kadar total fenol ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dan STPP maka kandungan total fenolnya semakin rendah.

**Kata Kunci:** Ekstrak Temulawak, Nanoenkapsulasi, Total Fenol

#### Abstract

*Temulawak rhizome contains phytochemical compounds as antioxidants such as total phenol, but these compounds have a weakness that is easy to oxidated due to the influence of temperature, pH and light intensity, besides that, Temulawak has a bitter taste and a unique smell. The encapsulation process used chitosan-STPP's coating that have ability to repair stability and characteristic of temulawak extract active compound. The purpose of this research is to determine the nanoencapsulation's effect on temulawak extract with every coating variation based on the concentration of total phenol. The determination of total phenol concentration using the spectrophotometric UV-Vis method with the standard of gallic acid. The research's method are through true experimental with the chosen research's design are rancangan acak lengkap (RAL). The result of the research is the highest concentration of total phenol 261,9 mgGAE/gram with the coating concentration of chitosan 0,1% : STPP 0,05%. Based on the ANOVA, the difference of coating concentration effect the concentration of total phenol ( $p < 0,05$ ). It shows that the higher chitotan and STPP concentration, the lower total phenol concentration is.*

**Keywords:** Temulawak Extract, Nanoencapsulation, Total Phenol



## PENDAHULUAN

Senyawa fenol merupakan senyawa yang bersifat antioksidan yang mudah teroksidasi dengan adanya cahaya, oksigen dan panas, sehingga khasiat dari senyawa aktif tersebut dapat menurun (Duru, 2013). Mekanisme senyawa fenolik sebagai antioksidan menurut Janeiro dan Brett (2004), yaitu dengan cara mendonorkan atom hidrogennya melalui transfer elektron, proses ini mengubah total fenol menjadi radikal enoksil yang dapat menstabilkan diri sehingga tidak terjadi reaksi berantai pembentukan radikal. Sumber radika bebas diantaranya efek samping dari metabolisme tubuh, polusi udara dan makanan tertentu, untuk mencegah kerusakan sel akibat paparan radikal bebas maka tubuh membutuhkan antioksidan (Soeksmanto *et al.*, 2007). Senyawa total fenol menjadi antioksidan utama dibanyak spesies tanaman tingkat tinggi seperti sayuran, buah dan tanaman pangan fungsional (Jimenes-Escrig *et al.*, 2001; Cai *et al.*, 2004; Soong & Barlow, 2004; Li *et al.*, 2007).

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*) merupakan salah satu tanaman rempah yang banyak tumbuh di Indonesia (Prana, 2008). Temulawak termasuk ke dalam famili *Zingiberaceae* (suku jahe-jahean) yang dapat tumbuh merumpun, bagian temulawak yang dapat dimanfaatkan adalah rimpang yaitu bagian yang mengandung zat antioksidan (Jayaprakhasha, 2006). Menurut Hayani (2006) rimpang temulawak mengandung beberapa zat bioaktif diantaranya yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid, glikosida, fenolik. Senyawa fenolik total merupakan metabolit sekunder terbesar pada tumbuhan, yang terdiri dari fenol, tanin, asam fenolat, lignin dan flavonoid (Watson, 2014).

Nanoenkapsulasi merupakan salah satu cara untuk mempertahankan kestabilan suatu senyawa melalui proses penyalutan dalam bentuk nanopartikel (Mohanraj dan Chen, 2006). Nanoenkapsulasi ini bertujuan untuk mengatasi kelarutan zat aktif yang sukar larut, meningkatkan bioavailabilitas yang buruk, modifikasi sistem penghantaran zat sehingga dapat langsung menuju target, meningkatkan stabilitas zat aktif dari degradasi lingkungan (penguraian enzimatik, oksidasi, hidrolisis) dan meningkatkan absorpsi (Mohanraj and Chen, 2006). STPP merupakan polianion yang akan bereaksi secara ionik untuk berikat silang (*cross link*), sehingga dapat mempengaruhi jumlah bahan aktif yang akan tersalut (Kurniawan, 2012). Penelitian Jayanudin *et al.*, (2017) penambahan agen *crosslink* STPP akan lebih menguatkan jaringan di sistem, STPP akan berinteraksi dengan kitosan, sehingga rantai-rantai polimer kitosan akan semakin rapat. Kitosan akan bertaut silang dengan bantuan tripolifosfat karena muatan positif dari kitosan akan berinteraksi dengan muatan negatif dari tripolifosfat, sementara itu komponen ekstrak akan terjebak dalam matriks kitosan yang bertaut silang (Mardiyati, El Muttaqien, Setyawati, 2012). Tween 80 digunakan sebagai *emulsifying agent* (nonionik surfaktan) pada emulsi minyak dalam air (Rowe *et al.*, 2009). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar total fenol pada ekstrak temulawak dengan variasi penyalut menggunakan metode nanoenkapsulasi.

## METODE

### Jenis dan Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu eksperimental laboratorium, dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini terdiri dari 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Tempat Penelitian yaitu di Laboratorium Kimia Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang, Laboratorium Universitas Katolik Soegijapranata yang dilaksanakan mulai januari 2021 – April 2021.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik, *freeze dryer*, sonikator, Shaker (vortex), Spektrofotometer UV-Vis, kertas alumunium foil, Sentrifugator.

Bahan yang digunakan berupa ekstrak temulawak yang sudah diekstraksi berasal dari PT. Java Plant, Kitosan berasal dari Biotechsurindo, asam asetat 1%, STPP dari Toko kimia indrasari, Tween 80 Toko kimia indrasari, Akuades, Etanol, Folin ciocalteu 50%,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5%

### Tahapan Penelitian

#### 1. Ekstraksi

Prosedur penelitian ekstraksi temulawak mengacu pada penelitian Rosidi, A. *et al.*, (2014) ekstrak etanol temulawak diekstraksi kembali menggunakan n-heksan dengan perbandingan ekstrak etanol temulawak dan n-heksan 1 : 3. Ekstrak etanol temulawak dimasukkan bersama n-heksan kedalam corong pisah kemudian dikocok hingga homogen. Larutan didiamkan kurang lebih 2 jam sampai muncul 2 lapisan yang terdiri dari lapisan atas n-heksan dan lapisan bawah ekstrak etanol temulawak. Endapan yang diperoleh dipisahkan sebagai ekstrak murni. Proses ekstraksi ini bertujuan untuk meningkatkan komponen zat bioaktif yang ada pada ekstrak temulawak.

#### 2. Nanoenkapsulasi Ekstrak Temulawak

Nanoenkapsulasi menggunakan metode gelasi ionik. Prosedur pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak temulawak mengacu pada penelitian Sari *et al.*, (2018) formulasi terbaik yang dihasilkan yaitu pada konsentrasi kitosan : STPP 0,2% : 0,1% (g/mL).

Tabel 1. Variasi Konsentrasi Penyalut

Formula	Konsentrasi Penyalut			
	Sampel	Kitosan	STPP	Tween 80
F1	0,3 g	0,1 %	0,02 gram	200 $\mu\text{L}$
F2	0,3 g	0,2 %	0,04 gram	200 $\mu\text{L}$
F3	0,3 g	0,3 %	0,06 gram	200 $\mu\text{L}$
F4	0,3 g	0,4 %	0,08 gram	200 $\mu\text{L}$



Keterangan :

F = Variasi penyalut

Proses nanoenkapsulasi dimulai dengan pembuatan formulasi penyalut 1 yaitu melarutkan kitosan 0,1 gram ke dalam 100 mL asam asetat 1% (b/v) sehingga menghasilkan konsentrasi 0,1% kemudian sebanyak 0,02 gram STPP dilarutkan ke dalam 40 mL aquades sehingga didapatkan konsentrasi 0,05%. Larutan STPP ditambahkan ke dalam larutan kitosan bersamaan dengan tween 80 sebanyak 200 µL, dan terakhir ditambahkan sebanyak 0,3 gram sampel lalu larutan diaduk hingga homogen menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan aliran 0,75 ml/menit selama 2 jam (Sari *et al.*,2018).

### 3. Uji Kadar Total Fenol(Yangthong *et al.*, 2009)

Pengujian total fenol bertujuan untuk menentukan senyawa fenolik yang terkandung dalam sampel, jika kandungan senyawa fenolik di dalam sampel tinggi maka aktivitas antioksidannya akan tinggi (Gross 1991).

#### a. Pembuatan kurva standar asam galat :

Sebanyak 0,01 gram asam galat dilarutkan dengan 100 ml aquades, kemudian pipet sebanyak 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml, 2 ml, dan 2,5 ml kedalam labu ukur sehingga dihasilkan konsentrasi 1,2, 3, 4 dan 5 ppm. Ditambahkan 10 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5% dan 0,5 ml larutan Folin-Ciocalteau 50%. Kemudian divortex selama 1 menit. Tambahkan aquades kedalam labu ukur hingga mencapai 50 ml kemudian diamkan selama 30 menit dalam ruangan gelap. Diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 765 nm dan didapat kurva kalibrasi asam galat serta persamaan garis linier  $y = ax - b$ .

#### b. Penetapan kadar total fenol

Sebanyak 0,02 gram ekstrak etanol temulawak dilarutkan dalam 200 ml etanol. Diambil larutan sebanyak 5 ml dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Ditambahkam 10 ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>5% dan 0,5 ml Folin-Ciocalteu 50%. Kemudian divortex selama 1 menit. Larutan didiamkan selama 30 menit diruangan gelap.Ukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm.

Nilai total fenol dinyatakan dalam mg Galic Acid Equivalent (GAE)/gram sampel. Standar kurva yang digunakan adalah asam galat.Adapun perhitungan total fenol sebagai berikut :

Total fenolik (mg GAE/gram)

$$= \frac{\text{Konsentrasi (ppm)} \times \text{Volume sampel (L)} \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Bobot Sampel (gram)}}$$

#### 4. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang diperoleh diuji kenormalan menggunakan uji shapiro wilk, jika  $p > 0,05$  artinya data terdistribusi normal sehingga dilakukan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%. Perbedaan dianggap signifikan secara statistik jika  $p < 0,05$  maka analisis statistik dilanjutkan dengan uji Duncan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a. Nanoenkapsulasi ekstrak temulawak

Dari hasil ekstraksi yang dilakukan, tampilan hasil berupa ekstrak kental, berwarna coklat kekuningan, memiliki bau yang khas, sukar larut dalam air tapi larut dalam alkohol. Hasil ekstrak etanol dan n heksan memiliki warna kuning, hal ini menunjukkan sampel mengandung kurkumin. Ekstrak temulawak memiliki kandungan pigmen berupa kurkumin. Senyawa kurkumin termasuk jenis pigmen polar sehingga dapat larut dalam pelarut polar. Suatu senyawa akan larut pada pelarut yang kepolarannya sama sehingga penggunaan jenis pelarut memberikan pengaruh terhadap senyawa fitokimia yang dihasilkan (Anggitha, 2012)

Hasil enkapsulasi ekstrak temulawak berdasarkan variasi rasio penyalut kitosan dan STPP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1:

Sampel enkapsulasi ekstrak etanol temulawak

Gambar 1 menunjukkan hasil nanoenkapsulasi ekstrak temulawak yang terdiri dari F1, F2, F3 dan F4 dimana setiap formula memiliki bentuk dan warna yang berbeda. Masing-masing formula memiliki konsentrasi bahan inti yang sama yaitu 0,3 gram ekstrak temulawak dengan konsentrasi penyalut (Kitosan-STPP) yang berbeda yaitu 0,1%:0,05, 0,2%:0,1, 0,3%:0,15% dan 0,4%:0,2% pada setiap formula ditambahkan tween 80 sebanyak 200 $\mu$ L. Karakteristik hasil enkapsulasi ekstrak temulawak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Karakteristik hasil enkapsulasi ekstrak temulawak

Formula	Warna	Tekstur	Bentuk
F1	Kuning gelap	Kasar	Mengkerut
F2	Kuning kecoklatan	Kasar	Mengkerut
F3	Kuning muda	Lembut	Bervolume
F4	Kuning muda	Lembut	Bervolume

Menurut Pamekes (2007) kitosan mampu membentuk lapisan film yang membungkus permukaan produk dan mengatur pertukaran gas dan kelembaban. Semakin tinggi konsentrasi penyalut, produk enkapsulasi yang dihasilkan semakin bervolume dengan terbentuknya benang-benang halus yang membentuk rongga. Konsentrasi penyalut yang semakin tinggi akan menghasilkan matriks dengan rantai polimer yang semakin rapat dan kuat, hal tersebut dikarenakan bahan penyalut STPP sebagai *crosslink agent* berinteraksi dengan kitosan membentuk polimer yang kuat (Jayanudin *et al.*, 2017).



Gambar 2. Larutan sampel enkapsulasi ekstrak temulawak

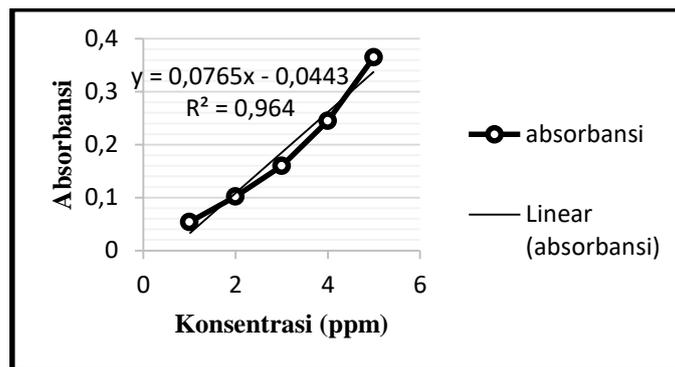
Gambar 2 merupakan larutan sampel nanoenkapsulasi ekstrak temulawak yang sudah dilarutkan dengan etanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa F1 memiliki warna lebih keruh dan semakin meningkatnya konsentrasi penyalut pada F2, F3 dan F4 maka warna larutan semakin jernih. Meningkatnya rasio kitosan dalam sistem meningkatkan kejernihan dari dispersi yang terbentuk (Fitri, *et al.* 2020).

#### **b. Penetapan Kandungan Total Fenol**

Penetapan kadar fenol total dilakukan dengan metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan pereaksi Folin-Ciocalteu. Prinsip dari metode ini adalah terbentuknya senyawa berwarna biru akibat reaksi antara senyawa fenolik dengan Folin-Ciocalteu yang dapat diukur pada panjang gelombang 765 nm (Biofarmaka, 2013). Pereaksi ini mengoksidasi fenolik-hidroksi mereduksi asam heteropoli (fosfomolibdat-fosfotungstat) yang terdapat dalam pereaksi Folin-Ciocalteu menjadi satu kompleks molibdenum-tungsten berwarna biru yang dapat dideteksi dengan spektrofotometer. Senyawa fenolik bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu hanya dalam suasana basa agar terjadi disosiasi proton pada senyawa fenolik menjadi ion fenolik. Suasana basa ini dibentuk dengan menambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5% (Alfian dan Susanti, 2012). Senyawa fenol yang digunakan sebagai pembanding adalah asam galat. Pemilihan asam galat berdasarkan pada ketersediaan substansi yang stabil dan murni (Rahmawati, 2009).

#### **Hasil penentuan kurva kalibrasi asam galat**

Uji kadar total fenolik yang dilakukan menggunakan kurva standar asam galat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Asam Galat pada panjang gelombang 765 nm

Hasil pengukuran absorbansi larutan standar asam galat dibuat kurva kalibrasi hubungan antara konsentrasi (C) dengan absorbansi (A) dan diperoleh persamaan garis linear  $y = 0,0765x - 0,0443$  dengan nilai  $R^2 = 0,964$  atau mendekati 1 menunjukkan bahwa kurva kalibrasi tersebut linear dan terdapat hubungan kuat antara konsentrasi asam galat dengan serapan, dapat dilihat pada Gambar 3.

#### Hasil pengukuran kadar total fenol

Kadar total fenol dihitung dengan mensubstitusikan nilai absorbansi (y) sampel larutan ekstrak etanol temulawak ke dalam persamaan regresi linear  $y = ax - b$  yang diperoleh dari kurva kalibrasi asam galat sehingga diperoleh konsentrasinya (x). Nilai x kemudian disubstitusikan dalam rumus perhitungan kadar total fenol. Pengukuran kadar total fenol dilakukan dengan pengulangan sebanyak 3 kali dan diambil rerata. Hasil pengukuran kadar total fenol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Rerata kandungan total fenol

Formulasi	Rerata kadar Total Fenol (mg GAE/g sampel)	Nilai p
F1	261,997 ± 1,305 <sup>a</sup>	0,000
F2	18,207 ± 0,265 <sup>b</sup>	
F3	8,797 ± 9,265 <sup>c</sup>	
F4	7,750 ± 0,250 <sup>c</sup>	

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ( $p < 0,05$ ). F: Formula

Rerata kadar total fenol pada nanoenkapsulasi ekstrak temulawak berkisar antara 7,75 mg GAE/gram sampel sampai dengan 261,997 mg GAE/gram sampel. Berdasarkan analisis ragam (ANOVA) ada perbedaan konsentrasi penyalut berpengaruh terhadap kadar total fenol ( $p < 0,05$ ). Analisis statistik dilanjutkan dengan uji Duncan dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata kadar total fenol antara F1 dengan F2, kecuali F3 dan F4.

Berdasarkan Tabel 3 hasil pengukuran rerata kadar total fenol pada nanoenkapsulasi ekstrak temulawak mulai dari yang terendah yaitu F4 7,75 mg GAE/gram sampel hingga yang tertinggi F1 sebesar 261,997 mg GAE/gram. Kadar total fenol pada nanoenkapsulasi ekstrak temulawak menurun sejalan dengan



penambahan konsentrasi penyalut. Peningkatan konsentrasi penyalut (Kitosan-STPP) yang digunakan dapat menyebabkan terjadinya penggumpalan dan pembentukan dinding yang tebal sehingga bahan aktif yang tersalut menjadi sedikit (Jayanudin *et al.*, 2015). STPP merupakan polianion yang akan bereaksi secara ionik untuk berikat silang, sehingga dapat mempengaruhi jumlah bahan aktif yang akan tersalut (Jayanudin *et al.*, 2017). Hasil penelitian lain menunjukkan semakin tinggi konsentrasi penyalut (STPP – Kitosan) maka ikatan yang terbentuk semakin rumit dan pori-pori yang terbentuk semakin kecil sehingga terjadi penurunan penyerapan senyawa inti (Gayo, 2013). Penelitian sebelumnya telah dilaporkan oleh Wu *et al.* (2005) peningkatan konsentrasi kitosan menurunkan efisiensi enkapsulasi pada preparasi nanopartikel senyawa amonium *glycyhizinate* dengan menggunakan metode gelasi ionik. Efisiensi enkapsulasi merupakan perbandingan antara kandungan total fenolik yang terenkapsulasi dengan kandungan total fenolik dari larutan sebelum enkapsulasi (%) dilakukan sesuai dengan Isailovic *et al.* (2012).

Hasil penelitian Kawiji *et al.* (2015) pada oleoresin temulawak dengan beberapa perlakuan yaitu pengeringan menggunakan sinar matahari langsung memiliki kadar total fenol sebesar 9,291% dan pengeringan menggunakan solar dryer sebesar 15,160%. Susilowati *et al.*, 2014 menyatakan bahwa kandungan total fenol pada ekstrak temulawak dengan proporsi pelarut yaitu 1 : 3 yaitu 6,89 gram/100 gram ekstrak rimpang temulawak, dari hasil penelitian tersebut kadar total fenol pada ekstrak temulawak lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar total fenol pada F1 nanoenkapsulasi ekstrak temulawak. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kandungan total fenol pada ekstrak temulawak lebih tinggi dibandingkan dengan temu ireng. Besarnya kandungan total fenol secara berurutan yaitu 139,15 dan 51,49 mg TAE/gram untuk temulawak dan temu ireng (Nurcholis, *et al.* 2017). Hal ini menunjukkan bahwa kadar total fenol pada nanoenkapsulasi ekstrak temulawak lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu kadar total fenol pada ekstrak temulawak sebesar 139,15 mg TAE/gram ini.

## KESIMPULAN

Ada pengaruh variasi rasio penyalut terhadap kadar total fenol enkapsulasi ekstrak temulawak. Semakin tinggi rasio penyalut maka kandungan total fenol semakin rendah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfian, R., dan Susanti, H. 2012. Penetapan Kadar Fenolik Total Ekstrak Metanol Kelopak Bunga Rosella Merah (*Hibiscus sabdariffa* Linn) dengan Variasi Tempat Tumbuh secara Spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 2(1) : 73-80
- Ali R, Ali K, Budi S, Hadi R, Dodik B. 2014. Potensi Temulawak (*Curcuma xanthoriza* Roxb) sebagai Antioksidan. Universitas Muhammadiyah Semarang



- Anggitha, I. 2012. Performa Flokulasi Bioflokulan DYT pada Beragam Keasaman dan Kekuatan Ion terhadap Turbiditas Larutan Kaolin. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Fitri, D., Kiromah N.Z.W., Widiastuti T.C. 2020. Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daum Salam (*Syzygium polyanthum*) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan dengan Metode Gelasi Ionik. Journal Pharmaceutical Science Clinical Research.Vol.01, 61-69
- Gross, J..1991. Pigments of Vegetables. Chlorophylls and Carotenoid. An avi Book. Van Nostrdan Reinhold. New York, p 351.
- Hayani, E. 2006. Analisis Kandungan Kimia Rimpang Temulawak. Departemen Pertanian. Bogor
- Isailovic, B., Kalusevic, A., Zurzul, N., Coelho, M. T., Dordevic, V., Alves, V. D., Sousa, I.,  
Janeiro, P., Brett, A.M.O., 2004. Catechin Electrchemical Oxidation Mechanisms.Analytica Chimica Acta, 518, 109-115.
- Jayanudin, Rochmadi, Wiratni, Yulvianti, M, Barleany, D.R, and Ernayati, W., 2015. Encapsulation red ginger oleoresin (*Zinger officinale var.rubrum*) with chitosan-alginate as wall material using spray drying. Research Journal of Pharma and Bio Sciences 3, 509-531
- Jayanudin., Rochmadi., Renaldi, M. K., Pangihutan.2017. Pengaruh Bahan Penyalut terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah. Alchemy Jurnal Penelitian Kimia. 13(2) : 275-287
- Jayaprakasha,G.K., L. Jaganmohan Rao and K. K. Sakariah. 2006. Antioxidant Activities of Curcumin, Demethoxycurcumin and Bidesmethoxycurcumin. Food Chemistry 98, 720-724.
- Kurniawan, E. 2012. Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Sambung Silang Kitosan-Natrium Tripolifosfat dalam Gel Verapamil Hidroklorida. Skripsi. Universitas Indonesia
- Mardliyati, E., El, S., & Ria, D. 2012. Sintesis Nanopartikel Kitosan-Trypolly Phosphate Dengan Metode Gelasi Ionik : Pengaruh Konsentrasi Dan Rasio Volume Terhadap Karakteristik Partikel. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bahan*, 90:93
- Mohanraj, V.J. dan Chen, Y. 2006. Nanoparticles a review. Tropical Journal of Pharmaceutical Research Article 5Botrel, D.A., de Barros Fernandes, R.V., Borges, S.V., Yoshida, M.I. 2014. Influence of wall matrix systems on the properties of spray-dried microparticles containing fish oil. Food Res. Int. 62, 344–352.: 561–573.
- Moldao- Martins, M., Bugarski, B., dan Nedovic, V. A. 2012. Microencapsulation of natural antioxidants from *Pterospartum tridentatum* in different alginate and inulin systems. Central European Congress oFood 6: 1075-1081.



- Nugraha, A. D., Kawiji, Atmaka, W. 2015. Kadar Kurkuminoid, total fenol dan aktivitas antioksidan oleoresin temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dengan variasi teknik pengeringan dan warna kain penutup.
- Nurcholis, W., Bintang M. 2017. Perbandingan Aktivitas Antioksidan dan Kandungan Total Fenolik Temulawak dan Temu Ireng. *Jurnal Jamu Indonesia*.2(1):25-29
- Pamekas, K. 2007. Potensi ekstrak cangkang kepiting untuk mengendalikan penyakit pasca panen antraknosa pada buah cabai merah. *Jurnal Akta Agrosia*. Vol X: 72-75.
- Prana, M.S. 2008. *Beberapa Aspek Biologi Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb)*. Bogor. Biofarmaka IPB. Hal. 45.
- Rachmawati, H., Reker-Smit, C., Hooge, M.N.L., Loenen-Weemaes, A.M.V., Poelstra, K., Beljaars, L. 2007. Chemical Modification of Interleukin10 with Mannose 6-Phosphate Groups Yield a Liver-Selective Cytokine. *DMD*, 35 : 814-821.
- Rowe, R.C., J. S. Paul, J.W. Paul. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Exipients*. London:Pharmaceutical Press. 1-974
- Sari AK, Ayuchecaria N. 2017. Penetapan Kadar Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Beras Hitam (*Oryza Sativa L*) Dari Kalimantan Selatan. *J Ilm Ibnu Sina*.2(2):327–35.
- Wu et al. 2006. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry* Volume 95. Issue 2. 319-327.
- Yangthong, M., Nongporn, H.T. and Phromkunthong, W.2009. Antioxidant Activities of Four Edible Seaweeds from the Southern Coast of Thailand. 64:218-223.