

**LAPORAN PENELITIAN**

**EKSTRAKSI KITIN DARI JAMUR TIRAMPUTIH (*Pleurotus ostreatus*)  
DENGAN ULTRASONIKATOR DAN MICROWAVE**



**Disusun oleh:**

**BIMO MARTINO**

**3335170048**

**TAZKIA NURAVIARI ADELIANA**

**3335170099**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA - FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**CILEGON - BANTEN**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tazkia Nuraviari Adeliana

NIM : 3335170099

Program Studi : Teknik Kimia

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi karya tulis dengan judul

### **EKSTRAKSIKITINDARIJAMURTIRAMPUTIH(*Pleurotus ostreatus*)DENGAN ULTRASONIKATOR DAN MICROWAVE**

**(Penelitian pada Mata pelajaran Penelitian Tahun Ajaran 2021/2022).**

Ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan saya tidak melakukan plagiatisme atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam tradisi keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menerima tindakan/ sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila dikemudian ditemukan pelanggaran atas etika akademik dalam karya saya ini, atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini.

Cilegon, 02 januari 2023

Yang membuat pernyataan

  
METERAI  
TEMPEL  
35DA-X910412627

Tazkia Nuraviari Adeliana

## LEMBAR PENGESAHAN

### EKSTRAKSI KITIN DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) DENGAN ULTRASONIKASIDAN MICROWAVE

Disusun oleh :

BIMO MARTINO

3335170048

TAZKIA NURAVIARI ADELIANA

3335170099

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah dipertahankan di  
hadapan Dewan Penguji

Pada Tanggal : 04 April 2022

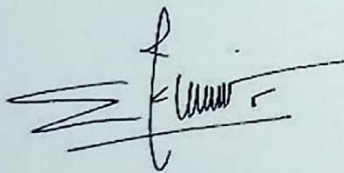
Dosen Pembimbing I



Nufus Kanani, S.T., M.Eng

NIP. 198408062012122003

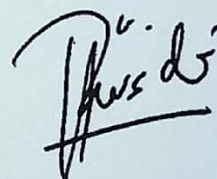
Dosen Penguji I



Dr. Eka Sari ST., M.Eng

NIP. 197406072003122001

Dosen Penguji



Rusdi S.T., M.T.

NIP. 19671125200501102

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Javanudin, S.T., M.Eng.

NIP. 197808112005011003

## ABSTRAK

### **EKSTRAKSI KITIN DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) DENGAN ULTRASONIKATOR DAN MICROWAVE**

Oleh :

Bimo Martino (3335170048)

Tazkia Nuraviari Adeliانا (3335170099)

Sebagai negara dengan biodiversitas yang tinggi, Sumber daya alam akuatik dan terestrial dapat digunakan untuk menghasilkan uang di Indonesia. Sebagai contoh, pemanfaatan dari *fungi* yang didalamnya mengandung zat kitin. Air dan beberapa pelarut organik mungkin tidak mudah melarutkan kitin. Ini bersifat hidrofobik dan memiliki reaktivitas kimia yang rendah, dan salah satu kegunaannya adalah sebagai makanan plastik yang dapat dimakan. Tahapan prosesnya yakni tahap deproteinasi dan demineralisasi yang dibantu hotplate, microwave dan sonikator dengan pelarut NaOH 2% (w/v) dan NaOH 3,5% (w/v) pada suhu 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C. Adapun untuk nilai kadar kitin diperoleh dengan metode kjedhal dengan hasil kadar kitin tinggi dengan NaOH 2%(w/v) pada alat sonikator dengan suhu 80°C yaitu 7,004% dan hasil kadar kitin alat microwave dengan suhu 80°C yaitu 7,105%. Sedangkan hasil kadar kitin tinggi dengan NaOH 3,5%(w/v) pada alat sonikator dengan suhu 80°C yaitu 6,902% dan hasil kadar kitin alat microwave dengan suhu 80°C yaitu 6,80%. Untuk membuktikan terdapat senyawa kitin dengan Spektrofotometer FT-IR serta dengan SEM pada perbesaran 2.500x, 5.000x dan 10.000x.

Kata kunci: Jamur Tiram, Deproteinasi, Demineralisasi

## ABSTRAK

### EXTRACTION OF CHITIN FROM WHITE OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*) USING ULTRASONICTOR AND MICROWAVE

Oleh :

Bimo Martino (3335170048)

Tazkia Nuraviari Adeliانا (3335170099)

Aquatic and terrestrial natural resources can be utilised in Indonesia to generate income due to the nation's tremendous biodiversity. Take the utilization of chitin-containing fungus as an example. Chitin may be difficult to dissolve in water and some organic solvents. It can be used as edible plastic food and has little chemical reactivity. It is hydrophobic. Deproteination and demineralization stages of the process are carried out with the assistance of hotplates, microwaves, and sonicators using 2% (w/v) and 3.5% (w/v) NaOH at temperatures of 50°C, 60°C, 70°C, and 80°C. Regarding the yield of chitin content in a microwave at 80°C and the value of chitin content produced by the Kjeldhal method with a high chitin content and 2% NaOH (w/v) in a sonicator at 80°C, respectively, those values are 7.004% and 7.105%. As opposed to the high chitin content with 3.5% (w/v) NaOH in the sonicator at 80°C, which was 6.902%, and the microwave at 80°C, which was 6.80%, To demonstrate the existence of chitin compounds using an FT-IR spectrophotometer and a SEM at magnifications of 2,500x, 5,000x, and 10,000x.

Keywords: Oyster Mushroom, Deproteination, Demineralization

## KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT. Karena atas izin, rahmat serta hidayahNya. Laporan Hasil Penelitian berjudul “**EKSTRAKSI KITIN DARI JAMUR TIRAM PUTIH (*Pleurotus ostreatus*) DENGAN ULTRASONIKASI DAN MICROWAVE**” bisa diselesaikan. Dukungan dan perjuangan keluarga penulis, teman – teman, dan pemangku kepentingan lainnya sangat penting untuk kemampuannya menyelesaikan laporan penelitian ini :

1. Pembimbing, Ibu Nufus Kanani,S.T., M.Eng yang telah memberi waktu, pikiran dan tenaga untuk membantu penulis dalam menyusun laporan ini, merupakan satu-satunya yang penulis ucapkan terimakasih.
2. Pengajar mata kuliah Penelitian dan Metode Penelitian Ibu Wardalia S.T.,M.T dan Ibu Rahmayetty S.T.,M.T yang telah menyampaikan petunjuk bagaimana penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang Tua penulis yang telah memberi segala kasih sayang dan dukungan serta doa dan dukungan tak terhingga sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.
4. Teman-teman kelas Teknik Kimia 2017 yang selalu memberikan semangat kepada sesama dan penulis.

Tanpa pertolongan dan hidayah Allah SWT, penulis tidak akan bisa menyelesaikan laporan penelitian ini dengan baik. Jika ada kekurangan dalam proposal penelitian ini, Penulis mohon maaf dan mengharapkannya untuk ditunjukkan. Penulis juga menyambut umpan balik dan rekomendasi yang akan membantunya membuat laporan penelitian menjadi lebih baik.

Maret, 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>LAPORAN PENELITIAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Jamur .....	3
2.2 Jamur Tiram Putih.....	3
2.3 Deproteinasi dan Demineralisasi .....	5
2.3.1 Deproteinasi .....	5
2.3.2 Demineralisasi .....	6
2.4 Kitin .....	6
2.5 Ekstraksi Kitin .....	8
2.5.1 Ekstraksi dengan Ultrasonikator.....	8
2.5.2 Ekstraksi dengan Microvawe .....	8
2.6 Pelarut .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Tahapan Penelitian.....	12
3.1.1 Tahap Deproteinasi dan Demineralisasi .....	12
3.1.2 Tahap Uji Kadar Nitrogen Total .....	13
3.1.3 Tahap Uji FTIR .....	13
3.1.4 Tahap Uji SEM.....	14
3.2 Prosedur Penelitian .....	14
3.2.1 Preparasi Bahan .....	14

3.2.2 Tahap Ekstraksi Kitin .....	14
3.2.3 Uji Kadar Nitrogen Total .....	15
3.2.4 Uji FTIR .....	15
3.2.5 Uji SEM .....	15
3.3 Alat dan Bahan .....	15
3.3.1 Alat .....	15
3.3.2 Bahan .....	16
3.4 Variabel Penelitian .....	16
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisa Data .....	17
3.5.1 Analisa Kadar Kitin .....	17
3.5.2 Analisa Spektrofotometri FTIR .....	17
3.5.3 Analisa SEM .....	17

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Variasi Waktu Ekstraksi dengan Hotplate dan Microwave .....	18
4.2 Perhitungan Kadar Kitin .....	20
4.3 Kebutuhan Listrik pada Microwave .....	23
4.4 Pengujian Kitin dengan FTIR .....	25
4.5 Pengujian Kitin dengan SEM .....	27

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran .....	29

#### **DAFTAR PUSTAKA .....**

#### **LAMPIRAN**

- A. DATA PERHITUNGAN**
- B. PERHITUNGAN DATA**
- C. DOKUMENTASI PENELITIAN**



## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Jamur Tiram Putih .....	4
Gambar 2.2 Reaksi Deproteinasi .....	5
Gambar 2.3 Reaksi Demineralisasi.....	6
Gambar 2.4 Struktur Kitin.....	7
Gambar 2.5 Skema Microwave Ekstraksi.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Deproteinasi dan Demineralisasi.....	12
Gambar 3.2 Diagram Alir Uji Kadar Nitrogen Total.....	13
Gambar 3.3 Diagram Alir Uji FTIR .....	13
Gambar 3.4 Diagram Alir Uji SEM.....	14
Gambar 4.1 Kadar Protein alat Microwave dan Hotplate.....	19
Gambar 4.2 Senyawa Protein .....	22
Gambar 4.3 Kadar Kitin.....	23
Gambar 4.4 Ekstraksi dengan Ultrasonikator pada 80°C .....	25
Gambar 4.5 FTIR Kitin Standar .....	26
Gambar 4.6 Hasil uji SEM perbesaran (A)2.500x, (B) 5000x, (C)10.000x .....	27
Gambar 4.7 Hasil uji SEM Kitin standar .....	28

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sumber Kitin Di Alam.....	7
Tabel 4.1 Kadar Protein dari alat hotplate dan microwawe .....	18
Tabel 4.2 Kadar Kitin .....	21
Tabel 4.3 Data Arus dan Daya Listrik Microwave.....	24
Tabel 4.4 Data Arus dan Daya Listrik Sonikator .....	24
Tabel 4.5 Hasil Karakterisasi FTIR .....	26

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, dengan berbagai macam sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan baik sumber daya air maupun sumber daya darat. Contoh penggunaannya adalah penggunaan ekstrak kitosan yang banyak digunakan. Saat ini sumber utama kitosan adalah kulit krustasea seperti udang dan kepiting yang membutuhkan waktu lebih lama untuk diperoleh, sedangkan budidaya jamur membutuhkan waktu lebih lama, namun dalam jumlah yang sedikit. Salah satu jamur yang bisa digunakan adalah jamur tiram. (Taufan & Zulfahmi.2010).

Diketahui beberapa penelitian sedang dilakukan untuk pembuatan chitin, chitosan, dan nanochitosan dari jamur tiram putih dan mengaplikasikannya ke berbagai bidang seperti pangan, farmasi, dan kosmetik. Salah satunya adalah penyimpanan daging ayam pada suhu ruang (26°C) menggunakan ekstrak jamur tiram (*Pleurotus spp.*). (Ivan.2017)

Jamur tiram menggambarkan jamur kayu yang tumbuh pada batang pohon lapuk dan termasuk dalam kelas Basidiomycota. Jamur tiram memiliki siklus hidup yang sangat singkat, sekitar 6 sampai 10 hari setelah inokulasi. Tudung jamur berdiameter 5–20 cm, tudung bertepi licin, beralur agak putih, dan permukaan hampir licin (Wijoyo, 2011). Jamur tiram memiliki banyak keunggulan, antara lain kitin yang dapat terurai secara hayati dan tidak beracun, yang memfasilitasi modifikasi kitin dengan tujuan meningkatkan kegunaannya dan memperluas bidang aplikasinya.

Proses pembuatan kitin terjadi melalui proses deproteinisasi dan kemudian proses desalting. Kitin memiliki turunan yaitu kitosan yang terdapat dari cara deasetilasi kitin menjadi kitosan. Kitosan adalah biopolimer unik yang mengendap dalam larutan basa dan larutan asam, kitosan memiliki sifat kationik dan bermuatan positif. (Unizal et al., 2001)

Biopolimer seperti Kitin, kitosan dan turunannya dapat diproduksi di Indonesia untuk digunakan dalam lingkungan kesehatan, industri makanan,

farmasi, kosmetik dan pertanian. Sebagai hasil dari biokompatibilitas unik kitosan, biodegradabilitas, aktivitas biologis, nontoksitas, nonalergenitas dan kapasitas untuk membentuk serat dan film.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Pemanfaatan kitin saat ini masih bergantung pada perolehan *crustacea* yang butuh waktu relatif lama dibandingkan dengan mengolah jamur yang waktu hidupnya lebih singkat. Selain itu, ekstraksi kitin memerlukan banyak pelarut dan waktu yang lama. Karena itu, dalam penelitian yang akan dilakukan, diinginkan diperoleh kitin berbasis jamur tiram melalui proses yang sederhana serta ramah lingkungan dengan bantuan sonikator dan microwave.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengekstrak kitin dari jamur tiram putih menggunakan bantuan gelombang mikro dan ultrasonik
2. Membandingkan hasil ekstraksi kitin berbasis jamur tiram dengan bantuan gelombang mikro dan gelombang ultrasonik.

### **1.4 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian meliputi lokasi penelitian, alat, dan bahan. Selain beberapa komponen pendukung lainnya, bahan yang digunakan antara lain asam lewis sebagai katalis dan jamur tiram putih sebagai reduktor. Metode yang dilakukan microwave dan ultrasonikator. Penelitian dilakukan di Laboratorium Analisis Kimia dan Laboratorium Operasi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, Herliyana,E.N., Yurti,O.A.F., & Hidayat, A.P. (2009). *Karakteristik fisiologi isolat Pleurotus spp.* Jurnal Littri, 15(1), 46-51
2. Agromedia, Redaksi. 2009. *Buku Pintar Budidaya Tanaman Buah Unggul Indonesia.* Jakarta: Redaksi Agromedia
3. Agrios, G.N. 1996. *Ilmu Penyakit Tumbuhan,* Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
4. Agus Budiyanto dan Yulianingsih. 2008. *Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakter Pektin (Citrus Nobilis).* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen. Pertanian Bogor
5. Anam,Choirul. Sirojudin dkk.(2007). *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR.* Berkala Fisika. Vol 10 no.1. 79 –85
6. Anna Poedjadi, 1994. *Dasar-Dasar Biokimia.* Penerbit UI-Press: Jakarta.
7. Bendicho, C., Lavilla, I. 2000. *Ultrasound extractions.* Spain: Academic Press
8. Calinescu, I., Ciuculescu, C., Popescu, M., Bajenaru, S., & Epure, G. 2001. *Microwaves Assisted Extraction of Active Principles from Vegetal Material.* Romanian International Conference on Chemistry and Chemical Engineering, 12, 1-6.
9. Chemat, F., Z. Huma., dan M. Kamran. 2011. *Applications of Ultrasound in Food Technology: Processing, Preservation and extraction.* Journal Ultrasonic Sonochemistry 18. 813-835.
10. Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A.G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A., Abert-Vian, M. 2016. *Ultrasound assisted extraction of food and natural products: mechanism, techniques, combinations, protocols and application.* Journal Ultrasonics Sonochemistry 34: 310-316. DOI: 10.1016/ j.ultsonch.2016.06.035.
11. Dhini Annisa Rahmasari Kanto, Agus Dana Permana, Rukman Hertadi. 2019. *Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan*

- from Black Soldier Fly (Hermetia illucens)*. Jurnal Farmako Bahari Vol.10 No.1.Halaman 23-32
12. Edison Munaf, Rahadian Zainul AA, Hermansyah Aziz, Syukri Arief, Syukri. (2015). *Design of Photovoltaic Cell with Copper Oxide Electrode by using Indoor Lights*. Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Science 6:353-61
  13. Eren Dagli C., Akgedik R, Aytekin I, Kurt AB.(2016). *Recurrent pneumonia due to olive aspiration in a healthy adult: a case report*. The clinical respiratory journal 10:809-10 (Suslick KS. 1990).
  14. E. V. Crisan and A. Sands, 1978. "The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms," Nutritional Value, Academic Press, New York, pp. 137-168.
  15. Garcia-Vaquero M, Rajauria G, O'Doherty JV, Sweeney T. 2017. *Polysaccharides from macroalgae: Recent advances, innovative technologies and challenges in extraction and purification*. Food research international 99:1011-20
  16. Hadwiger, Lee A. (2013). *Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype*. Plant science. 208 : 42–9.
  17. Hirano, S. (1986). *Chitin and Chitosan*. Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Republicka of Germany. 5th.ed. A6: 231 –232
  18. Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., & Shukla, S. S. (2009). *Microwave Assisted Extraction for Phytoconstituents – An Overview*. Asian Journal Research Chemistry, 1 (2), 19-25
  19. Junaidi, A.B., Kartini, I., Rusdiarso, B. (2009) *Chitosan preparation with multistagedeacetylation of chitin and investigation of its physicochemical properties*, Indo. J. Chem., 9, 369-372
  20. Kostova, I., dkk., 2008. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. Journal of natural products, 5(8), 440.
  21. Legowo, A.M., Nurwantoro. (2004). *Analisis Pangan*. Semarang : UNDIP Press.

22. Marganof.(2003). *Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal,Kadmium, dan Tembaga) di Perairan.*
23. Mukhriani.2014.*Ekstraksi Pemisahan Senyawa dan Identifikakasi Senyawa Aktif.* Jakarta.Jurnal Kesehatan. 7(2) : 361-167
24. Muzzarelli, R.A.A. and P.P. Joles. 2000. “*Chitin and Chitinases; Biochemistry of Chitinase.*” Birkhauser Verlag, Switzerland, hlm 220-230.
25. Nurmalasari (2011). *Analisis kadar nitrogen pada guano yang terdapat di Gua Andulan, Kabupaten Luwu.*Halaman 4-5
26. Peshkovsky AS, Peshkovsky SL, Bystryak S. (2013). *Scalable high-power ultrasonic technology for the production of translucent nanoemulsions.*Chem. Eng. Process.69:77-82
27. Rahadian Zainul BO, Indang Dewata. (2018). *Studi Dinamika Molekular dan Kinetika Reaksi pada Pembelahan Molekul Air untuk Produksi Gas Hidrogen.*
28. Sari, I. R. M. (2012).*Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Jamur Pleurotus ostreatus dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Teraktif.*Skripsi.Fakultas Matematika dan Ilmu PengetahuanAlam Universitas Indonesia. Jakarta. Hal 37.
29. Skoog, Hooler, Nieman 1998. *Principle of Instrumental Analysis.* Boston,USA
30. Susilawati & Budi Raharjo. (2010).*Petunjuk Teknis Budidaya Jamur Tiram (Pleourotus ostreatus var florida) yang ramah lingkungan (Materi Pelatihan Agribisnis bagi KMPH).*Sumatera.The Merang REDD Pilot Project (MRPP).
31. Tanasale, M. F., Killay, A., Laratmase, M. S. (2012). *Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (Portunus sanginolentus L.) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena.* Jurnal Natur Indonesia, 14 (2), 165-171
32. Taufan, M. R S. &Zulfahmi, 2010.*Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Anti Rayap (Bio-termitisida) pada Bangunan Berbahan Kayu.* Skripsi.Universitas Diponegoro, Semarang, 44 hal.

33. Usysus, Z., Richert, J.S., & Adamczyk, M.I. (2009). *Protein Quality and Functional Properties Os Shrimp Waste Protein Concentrate and Lyophilized Flour*. *Cienc Argotec, Lavras*. 36, (2), 189-194
34. Voight, R., 1994. *Buku Pengantar Teknologi Farmasi, 572-574*, Edisi V, Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
35. Waluyanti M. 2008. *Implementasi Hasil Penelitian Biologi (Studi Keanekaragaman Jamur Basidiomycota) sebagai Sumber Belajar Materi Fungi SMA Kelas X Semester Gajil Kurikulum KTSP*. Surakarta
36. Winarno, F.G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Halaman 206 halaman.
37. Wijoyo, P.M. 2011. *Cara Budi daya Jamur Tiram Yang Menguntungkan*. Jakarta: Pustaka Agro Indonesia
38. Yunizal dkk, (2001). *Ekstraksi Khitosan dari Kepala Udang Putih (Penaeus Merquensis)*. *J.Agric*. Vol.21 (3), Hal 113-117
39. Younes, I. and Rinaudo, M. 2015. 'Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications', *Marine Drugs*, 13(3), pp.1133–1174
40. Zhu, X.Y., dkk, 2011. *Homogenate Extraction of Isoflavones from Soybean Meal by Orthogonal Design*. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 70(6), 455–460.