

LAPORAN PENELITIAN

OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH LINGKUNGAN



Disusun oleh:

ALPI NURJANI 3335180054

HERU WAHYUDI 3335180006

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : ALPI NURJANI

NIM : 3335180054

JURUSAN : TEKNIK KIMIA

JUDUL : OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM
(*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH
LINGKUNGAN.

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari dosen pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon 2 November 2022



LAPORAN PENELITIAN
OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM
(*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH
LINGKUNGAN

diajukan oleh:

ALPI NURJANI 3335180054

HERU WAHYUDI 3335180006

telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I



Nufus Kanan, S.T., M.Eng.
NIP. 198408062012122003

Tanggal 08 Januari 2022

LAPORAN PENELITIAN
OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM
(*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH
LINGKUNGAN

Disusun oleh:

ALPI NURJANI
HERU WAHYUDI

3335180054
3335180006

Telah Disetujui Oleh Dosen Pembimbing dan Telah Dipertahankan di Hadapan
Dewan Penguji

Pada Tanggal 14 Januari 2022

Dosen Pembimbing



Nufus Kanani, S.T., M.Eng.
NIP. 198408062012122003

Dosen Penguji I



Dr. Alia Badra Pitaloka, S.T., M.T
NIP.197808022012122002

Dosen Penguji II



Endang Suhendi, S.T., M.Eng
NIP.1977070520033121001

Mengetahui.

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Javanudin, S.T., M.Eng.
NIP : 197808112005011003

ABSTRAK

OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH LINGKUNGAN

Oleh:

Alpi Nurjani	3335180054
Heru Wahyudi	3335180006

Kitosan merupakan senyawa biopolimer alami hasil dari proses deasetilasi kitin yang banyak terkandung didalam cangkang *crustacea* seperti udang dan kepiting. Jamur telah diketahui memiliki kandungan kitin yang berikatan dengan protein pada batang dan tudungnya. Kandungan kitin dalam jamur cukup tinggi yakni berkisar antara 5-20%. Indonesia, khususnya pulau jawa adalah daerah yang banyak membudidayakan berbagai jenis jamur, salah satunya adalah jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*). Tujuan dari penelitian ini adalah optimasi proses pembentukan kitosan dari jamur tiram dengan membandingkan metode ekstraksi konvensional dan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) menggunakan pelarut ramah lingkungan (campuran Gliserol-NaOH) yang biodegradable serta mudah didaur ulang dengan memvariasikan suhu reaksi, rasio kitin terhadap pelarut dan waktu reaksi untuk memperoleh kondisi yang optimal. Penelitian ini terdiri dari tahap preparasi bahan baku, tahap deproteinasi kitin dan tahap deasetilasi kitosan. Hasil kitosan optimal diperoleh pada variasi waktu 60 menit, suhu reaksi 60°C dan rasio kitin terhadap pelarut 1:40 dengan hasil %DD sebesar 71,09% menggunakan metode *microwave*. Recycle pelarut dapat dilakukan dengan maksimal 3 kali pengulangan pertama dengan hasil %DD sebesar >60%. Hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa morfologi dari sample kitosan memiliki struktur permukaan yang homogen serta kerapatannya tinggi dan hasil Spektrum IR sample kitosan menunjukkan bahwa puncak amida pada bilangan gelombang 1641,12; 3286,09 dan 1369,20 cm^{-1} yang bersesuaian dengan puncak-puncak yang khas pada kitosan.

Kata Kunci : *Deasetilasi, Deproteinasi, Green Solvent, Jamur Tiram, Kitosan*

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF CHITOSAN FORMATION FROM OYSTER MUSHROOM (*Pleurotus ostreatus*) USING ECOFRIENDLY SOLVENTS

By:

Alpi Nurjani 3335180054

Heru Wahyudi 3335180006

Chitosan is a natural result of biopolymer compound from the deacetylation of chitin which is widely contained in the shells of *crustacea* such as shrimp and crabs. Mushrooms have known contained chitin which binds to proteins in their stems and caps. The chitin in mushrooms is quite high, ranging from 5-20%. Indonesia, especially the java island, is one of the areas where many types of mushrooms are cultivated, one of which is the white oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). The purpose of this study was the formation of chitosan from white oyster mushrooms by comparing conventional extraction methods and *Microwave Assisted Extraction* (MAE) methods using ecofriendly solvents (mix Glycerol-NaOH) by varying the reaction temperature, ratio of chitin to solvent and reaction times to obtain optimal conditions. This research consisted of the raw material preparation stage, the chitin deproteination stage and the chitosan deacetylation stage. Optimal chitosan results were obtained at a time variation of 60 minutes, reaction temperature 60°C and solvent ratio 1:40 with a %DD result of 71.09% using the microwave method. Recycle solvent can be done with a maximum of the first 3 times with a %DD result of >60%. The results of the SEM test showed that the morphology of the chitosan sample had a homogen surface structure and high density and the results of the IR Spectrum of the chitosan sample showed that the amide peak was at wave number 1641.12; 3286,09 and 1369.20 cm⁻¹ which correspond to typical peaks in chitosan.

Keywords: *Deacetylation, Deproteination, Green Solvent, Mushroom, Chitosan*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan yang diberikan kepada Penulis, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini di waktu yang tepat, dengan judul **“OPTIMASI PROSES PEMBENTUKAN KITOSAN DARI JAMUR TIRAM (*Pleurotus ostreatus*) MENGGUNAKAN PELARUT RAMAH LINGKUNGAN”**. Laporan penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan Program Strata I di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan penelitian ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do'a yang luar biasa. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta yang telah memberikan segala rasa cinta dan kasih sayang yang tidak ada hentinya, serta memberikan dorongan dan dukungan baik moril maupun materil serta do'a kepada penulis.
2. Nufus Kanani, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing penelitian yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyusun laporan penelitian ini.
3. Dr. Rahmayetty, S.T., M.T. selaku koordinator penelitian.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah membimbing penulis dari awal sampai akhir perkuliahan
5. Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung.
6. Semua pihak yang telah mendukung terbentuknya laporan penelitian ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua amal kebaikan mereka. Penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, karena terbatasnya kemampuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, penulis berharap ada saran dan kritik yang membangun dari pembaca agar penulis dapat menjadi lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Cilegon, 14 Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DRAFT LAPORAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN FINAL	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jamur Tiram (<i>Pleurotus ostreatus</i>).....	4
2.2 Kitin.....	5
2.3 Kitosan.....	7
2.4 Sifat-Sifat Kimia Kitin dan Kitosan	8
2.5 Pelarut (<i>Solvent</i>)	9
2.6 Pelarut Gliserol	10
2.7 Proses Isolasi Kitosan	11
2.7.1 Deproteinasi	12
2.7.2 Deasetilasi	12
2.8 Ekstraksi	13
2.8.1 Metode Ekstraksi Konvensional	13
2.8.2 Metode Ekstraksi Modern	14
2.9 Karakterisasi Material	15
2.9.1 <i>Scanning Electron Miscroscopy</i> (SEM).....	15
2.9.2 Spektroskopi FTIR	16
2.10 Analisa Kadar Kitosan.....	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian	18
a. Deproteinasi Kitin	18
b. Deasetilasi Kitosan	19
3.2 Prosedur Penelitian	19
3.2.1 Proses Deproteinasi	19
3.2.2 Proses Deasetilasi	20
3.3 Alat dan Bahan	21
3.3.1 Alat	21
3.3.2 Bahan	21
3.4 Variabel Penelitian	22
3.5 Metode Pengumpulan dan Analisa Data	22

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan Metode Reaksi Terhadap Produk Kitosan	23
4.2 Pengaruh Metode Reaksi terhadap Perolehan Yield Kitosan	25
4.3 Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Perolehan DD Kitosan	28
4.4 Pengaruh Rasio <i>Green Solvent</i> Terhadap Perolehan DD Kitosan ..	30
4.5 Pengaruh Suhu Reaksi Terhadap Perolehan DD Kitosan	32
4.6 Pengaruh <i>Recycle</i> Pelarut Terhadap Perolehan DD Kitosan	34
4.7 Hasil Uji SEM	35
4.8 Hasil Uji FTIR	37

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jamur Tiram	4
Gambar 2.2 Struktur Kitin	6
Gambar 2.3 Mekanisme Reaksi Proses Deasetilasi dengan Katalis Basa.....	7
Gambar 2.4 Struktur Kimia Kitosan	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Deproteinasi Kitin	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Deasetilasi Kitosan Menggunakan <i>Green Solvent</i> ..	19
Gambar 4.1 Serbuk Jamur Tiram	23
Gambar 4.2 Mekanisme Reaksi Deproteinasi	24
Gambar 4.3 Kitosan ekstraksi konvensional dan ekstraksi MAE	25
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Rasio Terhadap % Yield Kitosan	26
Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Waktu Reaksi terhadap %DD	30
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Rasio Pelarut Terhadap %DD	32
Gambar 4.7 Pengaruh Suhu Reaksi Derajat Deasetilasi Kitosan	33
Gambar 4.8 Pengaruh Recycle Pelarut Terhadap DD Kitosan	35
Gambar 4.9 Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) Jamur Tiram	36
Gambar 4.10 Uji SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>) Kitosan	37
Gambar 4.11 Uji FTIR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>) Kitosan ..	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kedudukan Taksonomi Jamur Tiram	5
Tabel 2.2 Komposisi Kimia Jamur Tiram (100 gr)	5
Tabel 2.3 Persentasi Kitin pada Hewan dan Tumbuhan	6
Tabel 2.4 Kualitas Standar Kitosan	7
Tabel 4.1 Perbedaan Kitosan Hasil Penelitian dengan Kitosan Komersial	25
Tabel 4.2 Puncak Serapan FTIR pada Sampel Kitosan	39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kitosan merupakan biopolimer alami yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin dalam bentuk polisakarida yang terdiri dari monomer N-asetil glukosamin dan D-glukosamin (Lili, 2012). Kitin umumnya di ekstrak dari kulit hewan *crustacea* yang mana senyawa ini biasa ditemukan pada cangkang udang, kepiting, kerang, serangga, annelida serta beberapa dinding sel jamur dan alga (Hafdani, 2011). Menurut Kangas (2000), bahwa kepiting jenis *P. Pelagicus* saja mempunyai siklus hidup yang terdiri dari lima tingkat larva yang dilalui selama 26-45 hari, sehingga untuk memperoleh bahan baku kitosan dari kepiting maupun udang membutuhkan waktu yang sangat lama karena siklus hidupnya yang sangat panjang. Proses pembentukan kitosan secara keseluruhan melalui beberapa tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi dan deasetilasi yang berlangsung pada suhu tinggi ($T > 120^{\circ}\text{C}$), dengan waktu reaksi yang lama (> 24 jam) dan membutuhkan pelarut dalam jumlah banyak, sehingga menimbulkan pencemaran yang berdampak negatif terhadap lingkungan (Irawan, B.,2010). Oleh sebab itu, beberapa upaya dilakukan untuk memperoleh ekstrak kitosan dengan metode yang lebih singkat dan ramah lingkungan yakni dengan mengganti bahan baku kitosan dari cangkang *crustasea* dengan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*).

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan jumlah produksi jamur di tahun 2020 mencapai 33.163,319 ton, adapun Pulau Jawa menyumbang 9,4% dari produksi jamur nasional atau sebesar 3.126,817 ton (BPS,2020). Jamur tiram putih termasuk ke dalam kelas *Basidiomycota* yang mudah tumbuh pada berbagai media yang mengandung selulosa dengan siklus hidup yang singkat (10-15 hari) setelah masa inokulasi dan dapat terus dipanen setiap dua hari sekali selama 6 bulan (Wijoyo, 2011). Jamur tiram putih memiliki kandungan lemak dan kalori yang rendah, namun kaya akan protein, kitin, mineral dan vitamin (Chirinang dan Intarapichet,

2009). Kandungan kitin kasar dalam berat kering jamur tiram putih berkisar antara 23,4-24,90% (Anvir, 2020).

Ekstraksi konvensional pada proses pembuatan kitosan saat ini menimbulkan masalah terhadap pencemaran lingkungan karena penggunaan pelarut basa dalam jumlah banyak pada proses ekstraksinya. Hal tersebut mendorong penggantian metode ekstraksi yang lebih ramah lingkungan. Pembuatan kitosan dari kitin yang membutuhkan pelarut basa (NaOH atau KOH) dengan konsentrasi tinggi (40-60%), hal tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan yang parah dan meningkatkan biaya produksi, sehingga membatasi penggunaan kitosan secara luas. Dalam penelitian sebelumnya gliserol ditemukan dapat menjadi alternatif pelarut yang bersifat *non-toxic, reuseble*, tidak mudah menguap karena titik didihnya tinggi dan telah terbukti sebagai media reaksi yang ramah lingkungan (Liu, dkk., 2017).

Metode yang digunakan dalam proses ekstraksi juga sangat berperan penting terhadap hasil ekstrak yang diperoleh. Perbandingan penggunaan metode konvensional dan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dalam proses ekstraksi kitosan dengan menggunakan variasi pelarut dan waktu pelarutan untuk mengetahui metode yang lebih efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah membandingkan metode ekstraksi konvensional dengan metode ekstraksi berbantu gelombang mikro menggunakan *green solvent* yang divariasikan suhu reaksi (50, 60, 70°C) waktu reaksi (5, 10, 15, 20, 30, 60 dan 120 menit) serta rasio kitin terhadap pelarut (1:10, 1:20, 1:30, 1:40, 1:50 w/v) untuk memperoleh kondisi proses yang sederhana, singkat dan ramah lingkungan dalam pembuatan kitosan dari jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan dua metode ekstraksi Konvensional dan *Microwave Assisted Extraction* (MAE) untuk memperoleh metode yang lebih sederhana, singkat dan ramah lingkungan
2. Mengetahui pengaruh dua metode ekstraksi terhadap jumlah yield kitosan yang diperoleh
3. Mengetahui batas maksimal penggunaan pelarut sisa reaksi (*recycle*) berdasarkan kemurnian kitosan yang diperoleh
4. Menganalisa morfologi serta gugus serapan dari produk kitosan jamur tiram yang dihasilkan menggunakan Analisa SEM dan FTIR

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi bahan baku, metode penelitian yang digunakan dan tempat penelitian. Adapun bahan baku yang digunakan yaitu jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) yang diperoleh dari produsen jamur di Yogyakarta. Adapun metode ekstraksi yang digunakan meliputi metode deasetilasi dan deproteinasi dengan membandingkan dua metode konvensional dan *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, F., Fadli dan Drastinawati. 2017. Kinetika Reaksi Demineralisasi pada Isolasi Kitin dari Limbah Ebi. *Jurnal FREKNIK* 4 (2).
- Agus Setia Budi. 2012. Karakterisasi Material : Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia. *UPI PRES* : Bandung.
- Amin, A., Khairi, N., & Allo, E. K. (2019). Sintesis dan Karakterisasi Kitosan dari Limbah Cangkang Udang Sebagai Stabilizer Terhadap Ag Nanopartikel. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 86–91.
- Ashley, K. 2001. Ultrasonic Extraction As a Sample Preparation Technical For Atomic Spectrometry. *America John Wiley*.
- Azhar, M. Jon, M.L.E. Erda. S.Rahmi, dan N.Sri. 2010. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan KOH terhadap Derajat Deasetilasi Kitin dari Limbah Kulit Udang. *EKSAKTA* 1 tahun XI.
- Badan Pusat Statistik.2019. Produksi Tanaman Sayuran Jamur (Kg) Tahun 2019.*Badan Pusat Statistik* : Jakarta.
- Bastaman S. 1989. Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawn Shells [Dissertation]. *Dept Mechanical Manufacturing aeronautical and Chemical Engineering*. Queen's univ. Belfast.
- Cervera, M, F, J. Heinamaki, K. Krogas, dan A.C, Jorgensen. 2005. Solid-State and Mechanical Properties of Aqueous Chitosan-Amylose Starch Film Plasticized With Polyols. *AAPS PharmSciTech*. 5:15-20.
- Chang, K. L. B.; G. Tsai; J. Lee; and W. R. Fu. (1997). Heterogeneous N-deacetylation Of Chitin in Alkaline Solution. *Carbohydrate Research* 303 (1997) 327-332.
- Chirinang, P dan K.O, Intarapichet. 2009. Amino Acids and Antioxidant Properties of The Oyster Mushrooms, *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju*. *ScienceAsia* 35 : 326-331.
- Djaenudin. 2019. Ekstraksi Kitosan Dari Cangkang Rajungan Pada Lama Dan Pengulangan Perendaman Yang Berbeda. Universitas Indonesia: Depok

- Djarjah, Nunung Marlina dan Abbas Siregar Djarjah. 2001. Jamur Tiram Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Erdogan, S., Kaya, M., Akata, I., 2017, Chitin extraction and chitosan production from cell wall of two mushroom species (*Lactarius vellereus* and *Phyllophora ribis*). AIP Conference Proceedings, 1809, 020012.
- Fatimah Zahra Bougueraa, dkk .2020.Extraction of Chitosan From Shrimp Shell : Effect Of Deacetylation Time on the Morphological, Thermal Properties and the Value of Deacetylation Degree (DD). Springer International Publishing AG 2018.
- Hartati, F.K., dkk., (2002). Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Tahap Deproteinasi Menggunakan Enzim Protease Dalam Kitin Dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*), Biosain, 2
- Hafdani, F.N dan Sadeghinia, N.2011. A Review on Application of Chitosan as a Natural Antimicrobial. World Academy of Science. *Engineering and Technology*.
- Hendri J. 2008. Teknik Deproteinasi Kulit Rajungan (*Portunus Pelagious*) secara Enzimatis dengan menggunakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. Seminar Hasil Penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat. Universitas Lampung.
- Hwang. J. K and Shin H.H. 2001. Rheological Properties of Chitosan Solutions. Korea Australia Rheology Journal, Vol 12:3/4, 175-179.
- Irawan, B. 2010. Peningkatan Mutu Minyak Nilam Dengan Ekstraksi dan Destilasi Pada Berbagai Komposisi Pelarut. *Tesis*. Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- Kangas, M.I. 2000. Synpsis of The Biology and Exploitation of the Ble Swimmer Crab. *Portunus Plagicus* Linnaeus, in Western Australia Fisheries Research Report No. 121. Fisheries Western Australia. 22 p
- Kasminah. 2016. Aktivitas Rumput Laut *Halymenia durvillei* dengan Pelarut Non Polar, Semi Polar dan Polar. Universitas Airlangga Surabaya.

- K. Kalutharagedan D.L, Rathnasinghe.2019. A Study of Chitosan and Glukosamin Isolates From Sri Lankan Local Mushroom Schizophyllum Commune and Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Materials Today* :Proceedings.
- Kumar, M. N. 2000 A review Of Chitin and Chitosan Applications, Reactive and Functional Polymers. Vol 46, hal.1-27
- Liu, C, Wang, G, Sui, W, An, L, dan Si, C. 2017. Preparation and Characterization of Chitosan By A Novel Deacetylation Approach Using Gliserol as Green Reaction Solvent. *America Chemistry Society 2017*. 5 : 4690- 4698.
- Lee, S.,Cho.,J.S and Cho, G, 1999. Anti microbial and blood Repelent Finishes for cotton and Nonwoven Fabrics Based on Kitosan and Fluopolymers., *Text.Res J*.69 (2) : 104-112
- Matheis F.J.D.P, T. Adriani,B dan Natasya,S. 2018. Isolasi Kitosan Dari Tudung Jamur Merang (*Vollvariella volvaceae*) dan Aplikasinya Sebagai Absorben Logam Timbal (Pb). *Indonesian Journal Chemistry*. 6 :44-50.
- M. Anwar, AS. Anggraeni, dan MHA, Amin. 2017. Comparison of Green Method For Chitin Deacetylation. *AIP Conference Proceedings*.1923 (1) : 020071.
- Moran, L. A., Horton, R. H., Ocha, R. S., Rawn, J. D., dan Scrimgeour, K. G. 2002. "Principles of Biochemistry" 3rd edition. Prentice-Hall,Inc, New York. Hlm129-340.
- Muzzarelli, R.A.A., 1985. Chitin in the Polysaccharides, vol 3, pp.147.
- Nazarudin. 1992. Pengembangan Minyak Biji Karet di Indonesia. Surabaya : Indonesia Press.
- Said, Lili dan Giri.2012.Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Terhadap Nilai Derajat Deasetilasi Pada Pembuatan Chitosan Dari Cangkang Kepiting. *Universitas Sriwijaya* : TeknikKimia.
- Pasaribu dan Nuraida. 2004. Berbagai Ragam Pemanfaatan Polimer. Jurusan *Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan*, Universitas Sumatera Utara.

- Putri, W.S, Warditianidan N.K. Larasatnty, L.P.F. 2013. Skrinning Fitokimia Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana*L.). *Jurnal Farmasi Udayana*.2(4).
- Pratiwi, M. dan Hadisoewignyo, L., 2010. Optimasi Formula Tablet Lepas Lambat Kaptopril menggunakan metode Desain Faktorial. *Majalah Farmasi Indonesia*, 21 (4), 285-295.
- Rini I. 2010. Recovery dan karakterisasi kalsium dari limbah demineralisasi kulit udang jerbung [Skripsi]. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Rowe, R.C. et Al. (2009). *Handbook Of Pharmaceutical Excipients*, 6th Ed, The Pharmaceutical Press, London.
- Savitha, V. Dan Timothy, J.S. (1997). Chitosan Membrane Interaction And Their Propable Role in Chitosan – Medicated Transfection. *Biotechnology and Applied Biochemistry*,27, 265-267
- Setiautami, Asih. 2013. Pembuatan Kemasan Cerdas Indikator Warna Dengan Pewarna Bit (*B. Vulgaris L. Var Cicla L.*). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Sebastian, J, Rouissi, T, Brar, S.T, Hegde, K.dan Verma, M. 2019. Microwave-Assisted Extraction of Chitosan From *Rhizopus oryzae* NRRL 1526 Biomass. *INRS-ETE, Universite du Quebec, 490, Rue de la Couronne, Quebec, G1K 9A9, Canada*.431-440.
- Setiabudi, A,Hardian, R dan Mudzakir, A.2012. Karakteristik Material Prinsip dan Aplikasinya Dalam Penelitian Kimia. Edisi Ke-1. *UPI Press* : Bandung.
- Setyawati, A, Pranowo, D dan Kartini,I.2016. Green Chemistry : Effect of Microwave Irradiation Synthesis of Chitosan For Biomedical Grade Application of Biodegradable Materials. *Junal Ilmu-ilmu Mipa*.e.ISSN :2503-2364.
- Sudjadi,.1986. *Metode Pemisahan*. Penerbit kanisius : Yogyakarta
- Suhardi. 1992. Kitin dan kitosan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. PAU Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

- Sumantri, A. 2013. Kesehatan Lingkungan. Jakarta : Kencana Prenada Media Group
- Suriawira, U. 2006. Budidaya Jamur Tiram. *Kanisius* : Yogyakarta.
- Sudarmadji, Slamet. 1989. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty Yogyakarta Bekerja sama dengan pusat antar universitas pangan dan Gizi Universitas Gadjah mada. Yogyakarta.
- Standford, P. A and G.P Hutching. 1987. "Chitosan A-Natural Cationic Biopolymer Comercial Application." In *Industrial Polysaccharides*. Amsterdam. Elsevier. Pp. 365-371.
- Synowiecki, J And N.A. Al-Khateeb, 2003. Production, properties and some new applications of chitin and Its derivates, *Crit.rev.Food Sci.Nutr*;43(2); 145-171.
- Tan, Y., Lee, P., dan Chen, W. (2020). Dual extraction of crustacean and fungal chitosan from a single mucor circinelloides fermentation. *Fermentation*, 6(40), 1-11.
- Tanvir, K, MD, Shahinur, K, MD, Kamruzzaman, P, MD, Zahidul, I dan MD. Jahan, T.E. 2020. Production of chitosan From Oyster Mushroom For a-*Amylase Immobilization*. *Bangladesh J. Bot*, 48 (3) : 593-599.
- Tanasale MFJDP, Killay A. Laratmase MS. 2011. Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena. *Jurnal Natur Indonesia*. 14(2): 165-171
- 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.
- Wijoyo, P.M.2011. Cara Budidaya Jamur Tiram Yang Menguntungkan.*Pustaka Agro Indonesia* : Jakarta Selatan.
- Wolfson, A., Dlugy, C. & Shotland, Y. 2007.Gliserol as a green solvent for high product yields and selectivities. *Environ Chem Lett* 5, 67–71