

**PEMBUATAN NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL
(PVA) MENGGUNAKAN TEKNIK *ELECTROSPINNING* DAN
KARAKTERISASINYA**

TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan
Diploma Tiga Program Studi Analisis Kimia di Jurusan Teknik Kimia

Oleh :

**EVA PUSPITA
NIM: 161431012**



POLBAN

POLITEKNIK NEGERI BANDUNG

2019

**PEMBUATAN NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL (PVA) MENGGUNAKAN TEKNIK
ELECTROSPINNING DAN KARAKTERISASINYA**



Oleh :

EVA PUSPITA

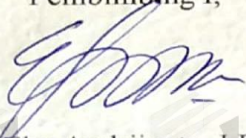
NIM: 161431012

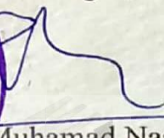
Menyetujui

Bandung, 8 Agustus 2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Eko Andrijanto, LRSC
NIP. 19660424 199403 1 001


Dr. Egg Muhamad Nasir
NIP. 199711230 199803 1 003

Ketua Jurusan Teknik Kimia


Dr. Shoerya Shoelarta, LRSC., MT
NIP. 19660723 199303 1 002



**PEMBUATAN NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL
ALKOHOL (PVA) MENGGUNAKAN TEKNIK
ELECTROSPINNING DAN KARAKTERISASINYA**

Oleh **POLBAN**

EVA PUSPITA

NIM: 161431012

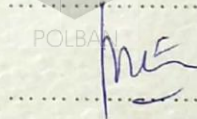
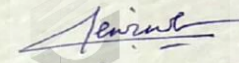
Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 29 Juli 2019
sesuai dengan ketentuan.

Tim Penguji:

Ketua : Tri Reksa Saputra, S.Si., M.Si
NIP.19870102 201504 1 004

Anggota 1 : Dra. Dewi Widyabudiningsih, MT
NIP.19610825 198812 2 001

Anggota 2 : Dra. Ari Marlina, M.Si
NIP. 19601007 198903 2 001





PERNYATAAN PENULIS

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan Judul **PEMBUATAN NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA) MENGGUNAKAN TEKNIK ELECTROSPINNING DAN KARAKTERISASINYA** adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiarism, dan sesuai dengan ketentuan tata tulis yang berlaku.

Penelitian dilakukan di Loka Penelitian Teknologi Bersih (LPTB) Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung. Hak atas Kekayaan Intelektual (HaKI) adalah milik LIPI.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarism, maka hasil penilaian dari Tugas akhir ini dicabut dan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dalam keadaan sadar sepenuhnya.

Bandung, 8 Agustus 2019



Eva Puspita
NIM: 161431012



ABSTRAK



Telah dilakukan penelitian mengenai pembuatan *nanofiber* komposit menggunakan teknik *electrospinning*. Polimer yang digunakan adalah Polivinil Alkohol (PVA) yang dikompositkan dengan kitin *nanofiber*, *Carbon Black (CB)*, CuO dan Fe₂O₃. Kitin yang digunakan merupakan hasil ekstraksi dari cangkang rajungan dan diubah menjadi kitin *nanofiber* menggunakan metode ultrasonikasi. Fe₂O₃ yang digunakan merupakan hasil sintesis dengan menggunakan metode *Microwave* dari prekursor Fe(NO₃)₃. Karakterisasi *nanofiber* komposit PVA-*Carbon Black*-Fe₂O₃-CuO-Kitin diamati menggunakan SEM-EDS, FTIR, TGA, sudut kontak dan uji antibakteri. Hasil analisis SEM menunjukkan *nanofiber* komposit yang dibuat mempunyai bentuk seragam dan permukaan yang halus serta mempunyai diameter rata-rata 150-300 nm, sedangkan hasil EDS menunjukkan adanya unsur C, O, Fe dan Cu. Analisis FTIR menunjukkan adanya pita serapan khas komponen penyusun yang ditambahkan dalam *nanofiber* komposit. Penambahan komposit pada *nanofiber* PVA menunjukkan adanya peningkatan kestabilan termal dan sudut kontak dengan air yang lebih baik serta hasil uji antibakteri dari *nanofiber* komposit PVA-*Carbon Black*-Fe₂O₃-CuO-Kitin memberikan hasil yang positif dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang ditandai dengan terbentuknya *clean zone* didaerah sekitar sampel.

Kata Kunci: *Electrospinning*, Fe₂O₃, Kitin, *Microwave*, *nanofiber* komposit, PVA, Ultrasonikasi





ABSTRACTS



Research has been conducted on the manufacture of composite nanofiber using electrospinning techniques. The polymers used were Polyvinyl Alcohol (PVA) which were compiled with nanofiber chitin, Carbon Black (CB), CuO and Fe₂O₃. Chitin used is the result of extraction from crab shells and converted to nanofiber chitin using ultrasonication methods. Fe₂O₃ used is the result of synthesis using the Microwave method of the Fe(NO₃)₃ precursor. The characterization of PVA-Carbon Black- Fe₂O₃-CuO-Chitin nanofiber composites was observed using SEM-EDS, FTIR, TGA, contact angle and antibacterial test. SEM analysis results show that nanofiber composites are made to have uniform shapes and smooth surfaces and have an average diameter of 150-300 nm, while the EDS results indicate the presence of elements C, O, Fe and Cu. FTIR analysis shows the presence of a typical absorption band of the constituent components added in nanofiber composites. The addition of composites to the PVA nanofiber showed an improved thermal stability and contact angle with water as well as the antibacterial test results of the nanofiber composite PVA-Carbon Black- Fe₂O₃-CuO-Chitin gave positive results that could inhibit the growth of Staphylococcus aureus bacteria characterized by the formation of clean zone in the region around sample.

Keywords: *Electrospinning, Fe₂O₃, Chitin, Microwave, composite nanofiber, PVA, Ultrasonication*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian di Loka Penelitian Teknologi Bersih Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung, dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **PEMBUATAN NANOFIBER KOMPOSIT POLIVINIL ALKOHOL (PVA) MENGGUNAKAN TEKNIK ELECTROSPINNING DAN KARAKTERISASINYA.**

Dalam menyusun Laporan Tugas Akhir ini tidak sedikit hambatan yang ditemui oleh penulis. Namun berkat bantuan, bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Ucapan Terimakasih penulis haturkan kepada:

1. Orang tua dan keluarga besar penulis yang selalu memberikan dukungan baik dalam bentuk doa maupun materi.
2. Bapak Dr. Eko Andrijanto LRSC selaku pembimbing I yang telah memberikan arahan dan ilmu secara teoritis kepada penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Muhamad Nasir selaku Pembimbing II yang telah mendampingi dan memberikan arahan serta ilmu baik secara teoritis maupun praktis kepada penulis.
4. Ibu Dra.Mentik Hulupi selaku Dosen Wali yang telah mendampingi dan memberi arahan kepada penulis selama masa studi
5. Ibu Riniati, S.Pd, M.Si. selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah memberikan petunjuk dan arahan bagi penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir.
6. Bapak Dr. Shoerya Shoelarta, LRSC., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
7. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Bandung yang telah memfasilitasi seluruh proses penelitian.

8. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Tata Usaha Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung yang telah memberikan pelayanan yang sangat baik bagi penulis selama masa studi
9. Teh Rana Ida Sugatri S.Si., teh Rihlatul Adni S.Si., teh Tri Anisa S.Si., M.Si., teh Putri Putih Puspa Asri S.Si, yang telah membantu, memotivasi dan memberikan saran selama melakukan penelitian.
10. Teh Naila, teh Regiana, teh Lidia dan Deri yang senantiasa sabar menjadi teman diskusi disela kebingungan penulis dan senantiasa menyemangati penulis.
11. Teman-teman Analis Kimia 2016 yang telah sama-sama berjuang hingga mencapai kesuksesan di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
12. Pihak-pihak lain tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang sudah mendukung dan membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga segala kebaikan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan diberi balasan yang lebih baik oleh Allah SWT. Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan kedepannya sehingga dapat terus melengkapi dan menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Bandung, 8 Agustus 2019

Penulis

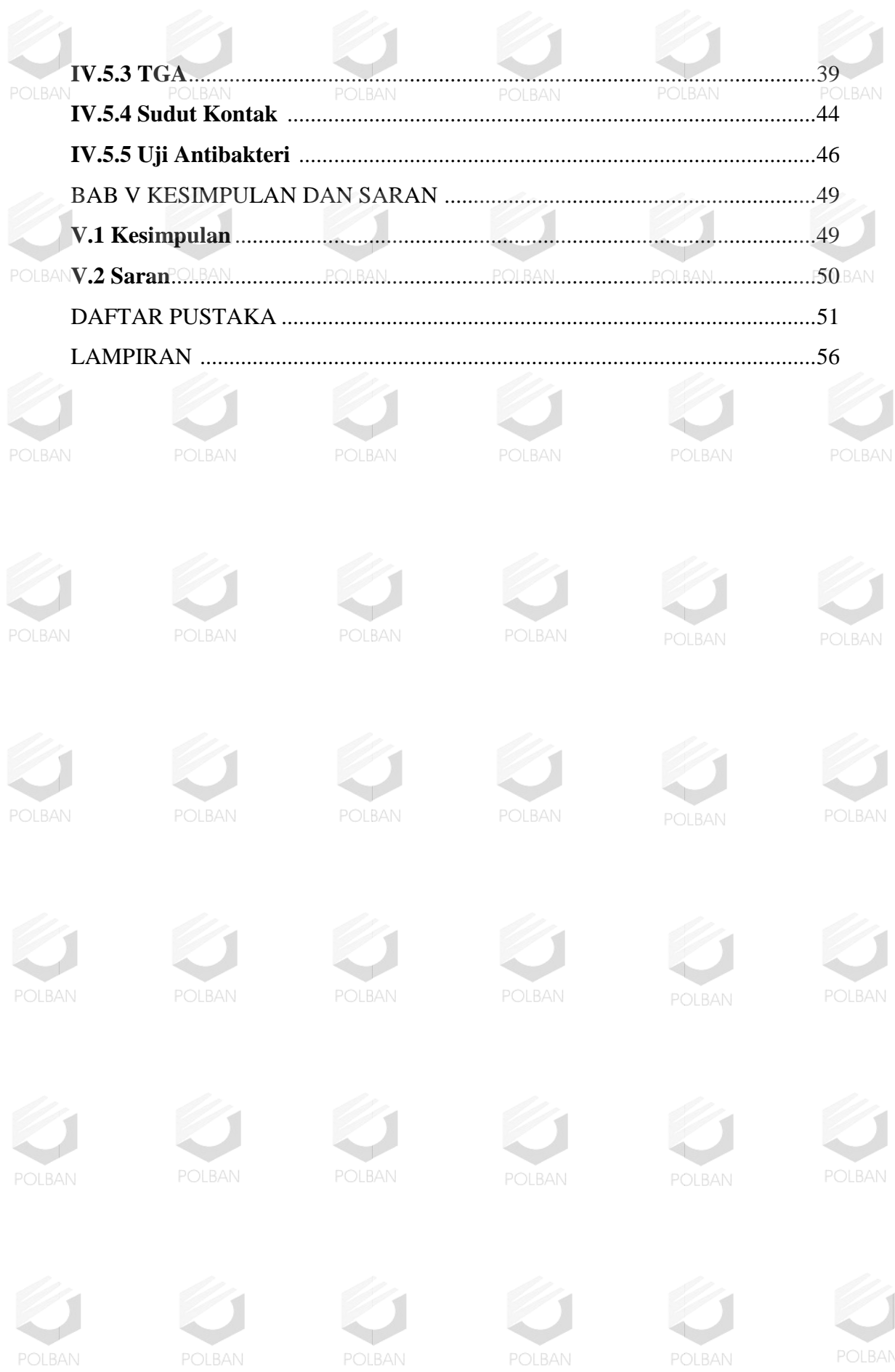


DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACTS	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	iv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Kitin	5
II.1.1 Kitin Nanofiber	6
II.1.2 Nanofiber Komposit	6
II.2 Polivinil Alkohol (PVA)	6
II.3 Carbon Black (CB)	7
II.4 Fe₂O₃	7
II.5 CuO	8
II.6 Ultrasonikasi	9
II.7 Electrosinning	9
II.8 Karakterisasi	11
II.8.1 Scanning Electron Microscope (SEM)	11



II.8.2 <i>Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)</i>	11
II.8.3 <i>Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR)</i>	12
II.8.4 <i>X-Ray Diffraksi (XRD)</i>	12
II.8.5 <i>Thermogravimetric Analysis (TGA)</i>	13
II.8.6 Sudut Kontak	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
III.1 Diagram Alir Penelitian	15
III.2 Waktu dan Tempat Penelitian	16
III.3 Peralatan dan Bahan Penelitian	16
III.3.1 Peralatan	16
III.3.2 Bahan	16
III.4 Prosedur Kerja	16
III.4.1 Ekstraksi Kitin	16
III.4.2 Sintesis kitin <i>nanofiber</i>	16
III.4.3 Sintesis Fe_2O_3 Nanopartikel	17
III.4.4 Pembuatan <i>Nanofiber</i> PVA dengan <i>Electrospinning</i>	17
III.4.5 Pembuatan <i>Nanofiber</i> Komposit Dengan <i>Electrospinning</i>	17
III.4.6 Karakterisasi <i>Nanofiber</i> Komposit	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
IV.1 Ekstraksi Kitin	19
IV.1.1 Proses Demineralisasi	19
IV.1.2 Proses Deproteinasi	20
IV.2 Sintesis Kitin <i>Nanofiber</i> dengan Metode <i>Ultrasonikasi</i>	21
IV.2.1 Karakterisasi Kitin <i>nanofiber</i>	22
IV.3 Sintesis Fe_2O_3 Nanopartikel Menggunakan Metode <i>Microwave</i>	24
IV.3.1 Karakterisasi Fe_2O_3 Nanopartikel	25
IV.4 Pembuatan <i>Nanofiber</i> Komposit dengan Teknik <i>Electrospinning</i>	28
IV.5 Karakterisasi <i>Nanofiber</i> Komposit	29
IV.5.1 SEM-EDS	29
IV.5.2 FTIR	35



IV.5.3 TGA	39
IV.5.4 Sudut Kontak	44
IV.5.5 Uji Antibakteri	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
V.1 Kesimpulan	49
V.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Daftar Riwayat Hidup.....57

Lampiran B Alat dan Bahan.....58

Lampiran C Metode dan Langkah Kerja.....59

Lampiran D Data Pengamatan dan Pengolahan Data62

Lampiran E Dokumentasi Penelitian88

Lampiran F Hasil Turnitin93





DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Struktur kitin.....	5
Gambar II.2 Skema Alat <i>Electrospinning</i>	10
Gambar II.3 Metode Persamaan $\tan^{-1} / 2$	14
Gambar III.1 Skema Alur Penelitian.....	15
Gambar IV.1. Hasil Analisis SEM Kitin.....	22
Gambar IV.2. Hasil SEM Diameter Kitin Nanofiber Perbesaran 30000x	22
Gambar IV.3. Hasil analisis FTIR Kitin dan kitin <i>nanofiber</i>	23
Gambar IV.4. Suspensi Fe ₂ O ₃ Hasil Sintesis.....	24
Gambar IV.5. Hasil Analisis SEM-EDS Fe ₂ O ₃ Hasil Sintesis Perbesaran30000x 25	
Gambar IV.6. Diktogram XRD Fe ₂ O ₃	26
Gambar IV.7. Kurva analisis PSA Fe ₂ O ₃ hasil sintesis	28
Gambar IV.8. Hasil Analisis SEM <i>Nanofiber</i> Komposit perbesaran 10000x	31
Gambar IV.9. Spektrum FTIR <i>Nanofiber</i> Komposit sebelum HT.....	36
Gambar IV.10. Spektrum FTIR <i>Nanofiber</i> Komposit sebelum HT.....	37
Gambar IV.11. Termogram TG <i>Nanofiber</i> Komposit	40
Gambar IV.12. Termogram DTG <i>Nanofiber</i> Komposit.....	40
Gambar IV.13. Sudut kontak <i>Nanofiber</i> Komposit	44
Gambar IV.14. Hasil Uji Antibakteri.....	44





DAFTAR TABEL

Tabel IV.1. Hasil Analisis EDS Fe₂O₃ Hasil Sintesis.....26

Tabel IV.2. Perbandingan Sudut 2 θ Fe₂O₃ Hasil Sintesis dengan JCPDS.....27

Tabel IV.3. Distribusi Ukuran Diameter *Nanofiber* Komposit.....32

Tabel IV.4. Hasil Analisis EDS *Nanofiber* Komposit35

Tabel IV.5. Hasil Analisis Spektrum FTIR *Nanofiber* Komposit sebelum HT36

Tabel IV.6. Hasil Analisis Spektrum FTIR *Nanofiber* Komposit setelah HT37

Tabel IV.7. Puncak-puncak DTG dan Perubahan Massa *Nanofiber* Komposit.....41

Tabel IV.8. Hasil Uji sudut kontak *Nanofiber* Komposit45

Tabel IV.9. Diameter *Clean Zone Nanofiber* Komposit E, F, G dan H.....48





DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
PVA	<i>Polivynil Alcohol</i>	2
CB	<i>Carbon Black</i>	2
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>	4
SEM	<i>Scanning Electron Microscope</i>	4
JCPDS	<i>Joint Committee on Powder Diffraction Standars</i>	27
XRD	<i>X-Ray Difrraction</i>	4
PSA	<i>Particel Size Analyzer</i>	29
EDS	<i>Energi Dispersive X-Ray Specroscopy</i>	4
HT	<i>Heat Treatment</i>	17

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, M. dan Khairurrijal. 2009, Review: Karakterisasi Nanomaterial. Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi. 2(1)

Afni Fitria N dan Mita Oktaviantri. Sintesis dan Pelapisan Nanofiber Kitin dengan Komposit Karbon-CuO Nanopartikel. Politeknik Negeri Bandung : Tugas Akhir. 2018

Ayyad, O. D. 2011. *Novel Strategies The Synthesis of Metal Nanoparticle and Nanostructure (Tesis)*. Universitas de Barcelona : Barcelona.

Chemat, F., Rombaut N., Silcaire, A.G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A.S., Abert Vian, M. 2016. *Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications A Review*. Ultrasonic Sonochemistry. Pp18-23

Chen, P.-Y., Lin, A. Y.-M., McKittrick, J., & Meyers, M.A. (2008). *Structure and mechanical properties of crab exoskeletons*. Acta Biomaterialia, 4(30), 587-596.

Chinchwade, S.S.; Landage, S.S. dan Bonsule, S., 2014, Super-Hydrophobicity on Textiles-A Review, *International Journal of Advanced Research in Engineering and Applied Sciences*, 3(7):3-4

Ding, bin. 2008. *Electrospun Nanomaterials for ultrasensitive sensors*. China. Donghua University.

Duhan Surender, Sunita Devi. 2010. *Synthesis and Structural Characterization of Iron Oxide-Silica Nanocomposites Prepared by the Solgel Method*. International Journal of Electronics Engineering. 2(1), pp.89-92

Fauziah Khairunnisa A, dan Dwi Fauziah A. Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi *Nanofiber* Selulosa Komposit dengan Metode *Electrospinning*. Politeknik Negeri Bandung : Tugas Akhir. 2018

Filipe C.C.J, J.C. Silva, J.P Borges. 2015. *Chitin-Based Nanocomposites: Biomedical Application*. CENIMAT/13N. Caparica Portugal

Fillipponi, luisa dan Sutherland, Dunca. 2013. *Nanotechnologies : Prinsiples, Application, Implications and Hands-on Activities*. Luxembourg: European Union

Guifu Zou, Hui Liu, Dawel Zhang, Kan Xiong, Chao Dong, dan Yitai Qian. *Well-Aligned Arrays of CuO nanoplatelets*. J. Phys. Chem B. 2006, 110,1632-1637

Herdiawan, H.; Juliandri, dan Muhammad, N., 2013, Pembuatan dan Karakterisasi Co-PVDF Nanofiber Komposit Menggunakan Metode *Electrospinning*, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*, 111-112

Ifuku,S dan Saimoto Hiroyuki. 2012. *Chitin nanofibers : prearations, modifications, and application*. Royal Society of Chemistry.

Jaggi, N, dkk. 2007. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Chapter 9.

Julianto, Henry, dkk. 2017. Ekstraksi Nanoselulosa dengan Metode Hidrolisis Asam sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 6, No. 2 . ISSN: 2337-2539.

Kijima, N.; Masashi, Y.; Junji, A. dan Junji, A., 2011. *Microwave Synthesis, Characterization, and Electrochemical Properties of γ -Fe₂O₃ Nanoparticles*, *Journal Solid State Ionics ELSIVIER*, 192

Krawitz, D.A., 2001. *Introduction To Diffraction In Materials Science and Engineering*. USA. John Wiley and Sons. Inc.

Kroschwitz, J., 1990, *Polymer Characterization and Analysis*, John Wiley and Sons, Canada

Kirk, R.E., dan Othmer, D.F. 1979 : *Encyclopedia of chemical technology, the Inter Science Encyclopedia*, Inc., New York

Kure i , Manja. 2012. *Electrospinning: Nanofiber Production Method*. University of Mariboru : Slovenia.

Masrukan. Wagiy. Aditoiyanto. 1999. *Pemeriksaan Mikrostruktur dan Analisis Unsur AlMgSil menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM)-EDS*. Prosiding seminar Nasional Hamburan Neutron dan Sinar X ke 2. Serpong.pp. 79-82.

Maylina Revi Tanjung. Sintesis *Nanofiber* Polivinil Alkohol/Kitosan dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Ion Logam Cd(II). ITB : Tesis. 2017.

Muhaimin, m., Astuti, W.D., Sosiati,H., dan Triyana,K (2014), Fabrikasi *Nanofiber* Komposit nanoselulosa/PVA dengan metode *electrospinning*, Prosiding Pertemuan ilmiah XXVIII HFI Jateng dan DIY, Yogyakarta, 28, 62-65

Nobarzad, A.M.E.; Khalilabad, M.M. dan Heirdari, K., 2014, *Phase Identification by X-ray Diffraction*, Presented at Le Genie Pour Industrie, SYS862, Autumn

Orion Engineered Carbons. 2015. *What is Carbon Black?*. Luxemburg.

Pradhan, Raunaq. 2012. *Design, Fabrication And Optimization Of Collector Set-Ups For Obtaining Aligned Nanofibers*. Department of Biotechnology & Medical Engineering National Institute of Technology Rourkela.

Pitriani, P. 2010. Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagius*) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan untuk Pemurnian natrium Silikat. Skripsi. UIN syarif Hidayatullah. Jakarta Indonesia.

Puspa, Putri Putih. Pembuatan nanofiber Komposit ZrO₂-SiO₂-PVDF Kopolimer sebagai Separator Baterai Litium dengan Menggunakan Metode *Electropinning*. Universitas Jendral achmadyani : Skripsi. 2016

Ratnasari, Popon. Sintesis dan Karakterisasi Nanokomposit Kaolin Capkala/Fe₂O₃ sebagai Material Pelapis Pada Membran dan *Nanofiber* PVDF Kopolimer/ZrO₂. Universitas Tanjung Pura : Skripsi .2018

Rhazi, M. Desbries, A. Tolaimate, A. Alagui, A. Vottero, P. 2000. Investigation of Different Natural Sources of Chitin: Influence of

Rochima, E. 2014. Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk bahan minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. Jurnal Akuatika V (I) Maret 2015. pp.71-82
The Source And Deacetylation Process on The Physicochemical Characteristics Of Chitosan. Polym Int 49. pp.337-344.

Roohani, M.; Youssef, H.; Naceur, M. B.; Ghanbar E.; Ali, N. K.; Alain D., 2011, *Cellulose whiskers reinforced polyvinyl alcohol copolymers Nanocomposites*. European Polymer Journal, 44, 2489–2498.

Sudrajat, A dan Bayuseno, A.P. Analisis Korosi dan Kerak Pipa *Nickel Alloy* N06025 Pada Waste Heat Boiler. Universitas Diponegoro. Skripsi : 2014

Sugiyana, Doni dan Tatang Wahyudi. 2011. *Pembuatan Serat Nano Menggunakan Metode Electrospinning*. Balai Besar Tekstil Bandung.

Suhaemi, Muhamad. Sintesis dan karakterisasi *Nanofiber* Komposit Polivinil Alkohol/Carbon Quantum Dots (PVA/CQD) Menggunakan Metode *Dip-Coating* dan *Electrospinning*. Universitas Jendral Achmad Yani. Skripsi 2018.

Sugatri Rana. I. Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kitosan Rajungan (*Portunus pelagicus*)/Ag NPs/ Nanosilika *nanofiber* PVDF (Polyvinylidene Flouride) Kopolimer. Universitas Jendral Achmad Yani. Skripsi. 2016

Tahid, 1994. *Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier* No. II Th. VII, Warta Kimia Analisis : Bandung.

Tran, T.H. dan Nguyen, V.T., 2014, *Review Article: Copper Oxide Nanomaterials Prepared by Solution Methods, Some Properties, and*

Triapriani, Yepi. 2016. Pembuatan Nanoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Metode Hidrolisis Asam. FMIPA Universitas Lampung : Lampung.

Wijaya, K.; Tahir, I. dan Haryanti, N., 2005, Synthesis of Fe₂O₃-Monmorillonite and its Application as a Photocatalyst for Degradation of Congo Red Dye, *Jurnal Kimia Indonesia*, 5(1):41-47

Winterowd, J. G. and P. A. Sandford. 1995. *Chitin and Chitosan, Dalam A. M. Stephen (Ed.) Food Polysaccharides and Their Applications*. pp. 441 – 456. Marcel Dekker Inc., New York.

Yuan, Y. dan Lee, T. R. 2013. *Chapter 1 Contact Angle and Wetting Properties. Surface Science Techniques, Springer Series in Surface in Surface Sciences 51*. pp. 3-34.

Zhang, X. Dan Qiaoling, L., 2008, Microwave Assisted Hydrothermal Synthesis and Magnetic Property of Hematite Nanorods, *Journal Materials Letters*, 73

