



**SINTESIS HIDROGEL POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-KITOSAN  
DENGAN TEKNIK BEKU-LELEH DAN IRADIASI GAMMA  
UNTUK PEMBALUT LUKA**

**Skripsi  
Untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar  
Sarjana Farmasi**


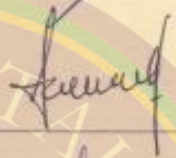




**Disusun Oleh:  
Sinta Octaviani  
1104015298**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2018**

Skripsi dengan Judul  
**SINTESIS HIDROGEL POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-KITOSAN  
DENGAN TEKNIK BEKU-LELEH DAN IRADIASI GAMMA  
UNTUK PEMBALUT LUKA**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh :  
**Sinta Octaviani, NIM 1104015298**

	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ketua</u> <u>Wakil Dekan I</u> <b>Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt.</b>		12/4/18
<u>Penguji I</u> <b>Dr. Supandi, M.Si., Apt.</b>		17/9 <sup>-18</sup>
<u>Penguji II</u> <b>Almawati Situmorang, M.Farm., Apt.</b>		20/9 <sup>-18</sup>
<u>Pembimbing I</u> <b>Hariyanti, M.Si., Apt.</b>		25/9 <sup>-18</sup>
<u>Pembimbing II</u> <b>Drs. Erizal APU</b>		22/9 <sup>-18</sup>
<u>Mengetahui :</u>  <b>Ketua Program Studi</b> <b>Kori Yati, M.Farm., Apt.</b>		25/9 <sup>-18</sup>

Dinyatakan lulus pada tanggal: **31 Agustus 2018**

## ABSTRAK

### SINTESIS HIDROGEL POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-KITOSAN DENGAN TEKNIK BEKU-LELEH DAN IRADIASI GAMMA UNTUK PEMBALUT LUKA

Sinta Octaviani  
1104015298

Dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat di bidang kesehatan khususnya pembalut luka, telah dilakukan sintesis hidrogel polivinil alkohol (PVA)-Kitosan dengan teknik iradiasi gamma pada dosis 20 kGy (laju dosis 2,5 kGy/ jam), larutan PVA 10% dicampurkan dengan larutan kitosan pada variasi konsentrasi 0,5-2%. Selanjutnya beku leleh (3 kali) dan diiradiasi sinar gamma pada dosis 20 kGy. Parameter yang diamati adalah fraksi gel, daya serap air, laju penguapan air, kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Hidrogel dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi kitosan dari 0,5-2% menyebabkan fraksi gel menurun dari 86% hingga 66%, kekuatan tarik menurun dari 0,7 MPa hingga 0,38 MPa, perpanjangan putus menurun dari 215% hingga 166%. Tetapi laju penguapan air naik dari 13% hingga 87% dan daya serap air naik dari 501% hingga 672%. Hasil pengukuran FTIR menunjukkan terjadinya ikatan silang antara PVA-Kitosan dan hasil pengukuran SEM menunjukkan hidrogel berpori tidak teratur. Hidrogel PVA-Kitosan dapat disintesis dengan teknik iradiasi gamma sebagai kandidat pembalut luka.

**Kata kunci:** Polivinil Alkohol (PVA), Kitosan, Pembalut Luka

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmannirrahim*

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul **“SINTESIS HIDROGEL POLIVINIL ALKOHOL (PVA)-KITOSAN DENGAN TEKNIK BEKU-LELEH DAN IRADIASI GAMMA UNTUK PEMBALUT LUKA”**.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana farmasi pada Program Studi Farmasi FFS UHAMKA, Jakarta.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hadi Suryono, M.Si., Apt., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
2. Bapak Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., Apt., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
3. Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
4. Ibu Ari Widayanti, M. Farm., Apt., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
5. Bapak Anang Rohwiyono, M. Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
6. Ibu Kori Yati, M. Farm., Apt., selaku Ketua Program Studi Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA, Jakarta.
7. Ibu Hariyanti M. Si., Apt., selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Bapak Drs. Erizal APU selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan mengarahkan penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
9. Ibu Dra. Sri Nevi Gantini, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik.
10. Seluruh dosen Fakultas Farmasi dan Sains Universitas Muhammadiyah Prof DR HAMKA yang telah memberikan segenap ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjalankan perkuliahan dan selama penulisan skripsi ini.
11. Pimpinan dan seluruh staf laboratorium Proses Radiasi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PATIR), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Pasar Jumat, Jakarta Selatan.
12. Ibu dan bapak tercinta atas doa dan dorongan semangatnya kepada penulis baik moril maupun material, serta kakak dan adik-adik tersayang yang memberikan dukungan kepada penulis.
13. Sahabat seperjuangan skripsiku Nur Utari yang tak pernah lelah untuk selalu memberi semangat serta tenaga baik materil maupun non materil dalam menyelesaikan skripsi ini.
14. Teman-teman angkatan '11 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, sahabat-sahabatku di Jakarta, terima kasih telah banyak membantu dan memberi semangat, keceriaan dan do'a selama menyelesaikan skripsi ini, serta kepada semua pihak terima kasih untuk semangat dan doa kalian.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun selalu

dinantikan demi penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, Agustus 2018

Penulis





## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Teori	4
1. Hidrogel	4
2. Sintesis Hidrogel	4
3. Sifat Fisika Kimia dan Sifat Biologi Hidrogel	5
4. Karakterisasi Hidrogel	7
5. Aplikasi Hidrogel	8
6. Polimer	10
7. Polivinil Alkohol (PVA)	11
8. Kitosan	12
9. Radiasi	13
10. Sinar Gamma	15
11. Spektrofotometer FTIR	16
12. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	18
13. <i>Freezing and Thawing</i>	19
B. Kerangka Berfikir	19
C. Hipotesis	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
A. Tempat Penelitian	21
B. Jadwal Penelitian	21
C. Alat Penelitian	21
D. Bahan Penelitian	21
E. Pola Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
A. Penampilan Fisik	25
B. Uji Karakteristik	25
1. Fraksi Gel	25
2. Daya Serap Air	27
3. Laju Penguapan Air	28
4. Perpanjangan Putus ( <i>Elongation at Break</i> ) dan Kekuatan Tarik ( <i>Tensile Strength</i> )	29
5. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	31
6. Analisis Permukaan Hidrogel dengan SEM	

	<i>(Scanning Electron Microscope)</i>	34
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	35
	A. Simpulan	35
	B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA		36
LAMPIRAN		38



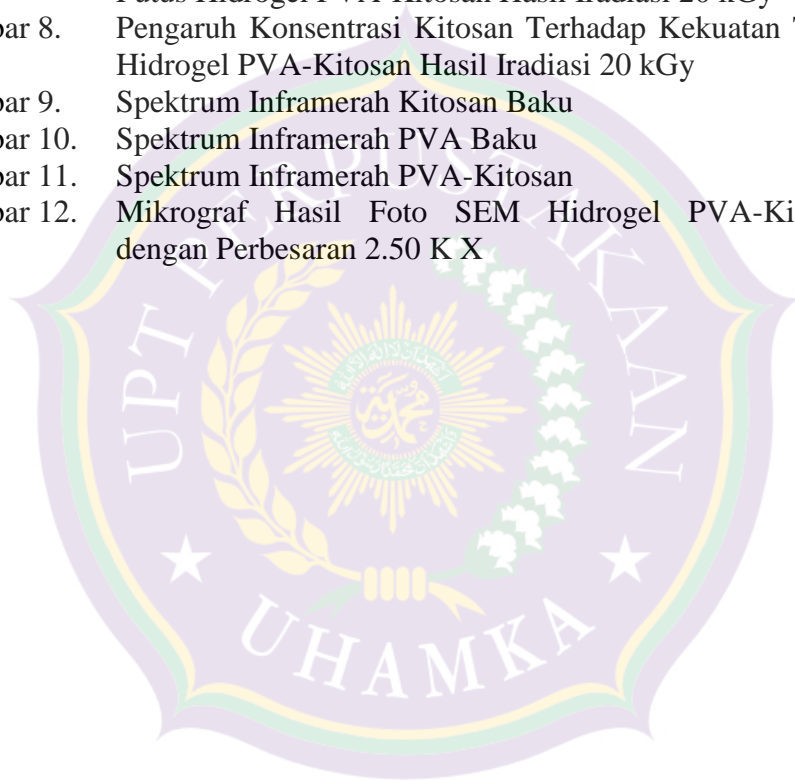
## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Frekuensi Absorbansi Daerah IR Daerah Dari Berbagai Gugus Fungsi (Dini 2015)	18
Tabel 2. Formulasi Sintesis Hidrogel PVA-Kitosan	21
Tabel 3. Penampilan Fisik Hidrogel dengan Variasi Konsentrasi Kitosan Setelah Diiradiasi Pada Dosis 20 kGy	25
Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Fraksi Gel Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	25
Tabel 5. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Terhadap Daya Serap Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	27
Tabel 6. Pengaruh Waktu Terhadap Laju Penguapan Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	28
Tabel 7. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Perpanjangan Putus dan Kekuatan Tarik Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	29
Tabel 8. Hasil Identifikasi Gugus Fungsi Dari Spektrum Inframerah Kitosan Baku	31
Tabel 9. Hasil Identifikasi Fungsi Dari Spektrum Inframerah PVA Baku	32
Tabel 10. Hasil Identifikasi Gugus Fungsi Dari Spektrum Inframerah PVA-Kitosan	33



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Struktur Molekul PVA	11
Gambar 2. Struktur Molekul Kitosan	12
Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Fraksi Gel Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	26
Gambar 4. Skema Mekanisme Reaksi Antara PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma 20 kGy	26
Gambar 5. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Terhadap Daya Serap Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy.	27
Gambar 6. Pengaruh Waktu Terhadap Laju Penguapan Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	28
Gambar 7. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Perpanjangan Putus Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	30
Gambar 8. Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Kekuatan Tarik Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi 20 kGy	30
Gambar 9. Spektrum Inframerah Kitosan Baku	31
Gambar 10. Spektrum Inframerah PVA Baku	32
Gambar 11. Spektrum Inframerah PVA-Kitosan	33
Gambar 12. Mikrograf Hasil Foto SEM Hidrogel PVA-Kitosan dengan Perbesaran 2.50 K X	34



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Skema Kerja Pembuatan Hidrogel PVA-Kitosan	38
Lampiran 2. Skema Kerja Penetapan Fraksi Gel Hidrogel PVA-Kitosan	39
Lampiran 3. Contoh Perhitungan Penetapan Fraksi Gel Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma	40
Lampiran 4. Skema Kerja Daya Serap Air Hidrogel PVA-Kitosan	41
Lampiran 5. Contoh Perhitungan Penetapan Daya Serap Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma	42
Lampiran 6. Skema Kerja Laju Penguapan Air Hidrogel PVA-Kitosan	43
Lampiran 7. Contoh Perhitungan Penetapan Laju Penguapan Air Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma	44
Lampiran 8. Skema Kerja Perpanjangan Putus dan Kekuatan Tarik Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma	45
Lampiran 9. Contoh Perhitungan Perpanjangan Putus dan Kekuatan Tarik Hidrogel PVA-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma	46
Lampiran 10. Data Hasil Fraksi Gel Hidrogel PVA-Kitosan Pada Dosis Iradiasi 20 kGy	47
Lampiran 11. Data Hasil Uji Daya Serap Dalam Air Hidrogel PVA-Kitosan Pada Dosis Iradiasi 20 kGy	48
Lampiran 12. Data Hasil Uji Laju Penguapan Air Hidrogel PVA-Kitosan Pada Dosis Iradiasi 20 kGy	50
Lampiran 13. Data Hasil Uji Perpanjangan Putus dan Kekuatan Tarik Hidrogel PVA-Kitosan Pada Dosis Iradiasi 20 kGy	52
Lampiran 14. Foto Bahan, Alat, dan Hasil Penelitian	53
Lampiran 15. Sertifikat Analisis Kitosan	55

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Saat ini pengembangan penggunaan bahan biomaterial dalam bidang kesehatan, kedokteran, dan farmasi untuk meningkatkan, memelihara ataupun memperbaiki kesehatan manusia terus dilakukan secara intensif. Sediaan tersebut dibuat dengan memanfaatkan bahan plastik, elastomer, atau polimer sebagai matriks pelepasan obat. Salah satu bahan biomaterial yang potensial akan dikembangkan adalah hidrogel (polimer hidrofilik). Hidrogel adalah bahan polimer hidrofilik yang mempunyai kemampuan mengembang dalam air (*swelling*), tidak toksik serta memiliki permeabilitas air yang tinggi sehingga hidrogel dapat digunakan sebagai matriks pelepasan obat, pembalut luka bakar, dan imobilisasi enzim atau obat. Hidrogel termasuk dalam kelompok besar heterogel yang kaya cairan sehingga kandungan air di dalamnya bisa mencapai lebih dari 75% (Tamat dkk 2007 dan Erizal 1999).

Hidrogel dapat disintesis dengan metode fisika, kimia atau iradiasi. Metode iradiasi mempunyai keunggulan di antaranya tidak membutuhkan katalisator sehingga tidak meninggalkan residu, reaksi dapat dikontrol dan berlangsung pada suhu rendah, pelarut dapat menginduksi reaksi, serta *shaping*, fabrikasi, dan sterilisasi dapat dilakukan secara serentak (Adimas 2011). Lebih jauh lagi, sesuai dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan akan bahan baru yang dapat diaplikasikan di bidang biomedis, salah satu aplikasi hidrogel dengan prospek yang menjanjikan adalah untuk pembalut luka.

Pembalut luka (*wound dressing*) merupakan salah satu alat kedokteran yang digunakan sebagai penutup luka dengan tujuan melindungi luka dari kontaminasi mikroba, mencegah dehidrasi yang berlebihan, dan membantu mempercepat proses penyembuhan luka. Pembalut luka berfungsi untuk menutupi atau melindungi jaringan baru, menyerap cairan yang keluar dari luka atau nanah, mengurangi rasa sakit dan juga diharapkan dapat mempercepat proses penyembuhan luka. Suatu pembalut luka yang ideal harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain dapat mengabsorpsi cairan tubuh, melekat dengan baik

pada luka, barrier terhadap mikroba, tidak bersifat toksik, mudah dalam pemakaian dan penggantian pembalut, dan sebagainya.

Salah satu bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan hidrogel adalah polivinil alkohol (PVA) yang merupakan bahan polimer hidrofilik yang relatif murah, tidak toksik, dan produk yang akan dihasilkan mempunyai kemampuan menyerap air yang relatif tinggi. Untuk tujuan aplikasi, pada umumnya PVA dimodifikasi menjadi bentuk PVA berikatan silang atau kopolimerisasi dengan polimer/monomer lainnya. Ditinjau dari struktur molekulnya, polimer PVA terdiri dari gugus fungsi yang pada umumnya sangat mudah mengalami reaksi ikatan silang. Jika larutan PVA diiradiasi gamma, maka radikal bebas dari hidrolisis air akan bereaksi dengan polimer PVA membentuk radikal-radikal bebas. Selanjutnya, radikal bebas polimer PVA akan mengikuti tahapan yang umum dari mekanisme reaksi ikatan silang metode radiasi (Erizal dkk 2003). Konsentrasi PVA yang umumnya dipakai untuk sintesis hidrogel adalah 10%. Hal ini disebabkan jika konsentrasi PVA < 10%, akan diperoleh hidrogel yang tipis. Sebaliknya jika konsentrasi PVA > 10% akan menghasilkan hidrogel yang tebal dan sangat kaku pada kondisi kering (Adimas 2011). Pada penelitian yang sebelumnya dilakukan (Adimas 2011) sintesis hidrogel optimum didapatkan pada dosis iradiasi 40 kGy, konsentrasi PVA 10%-Kitosan 2%. Namun hasil hidrogel ini masih menggunakan satu konsentrasi kitosan dan dosis iradiasi yang terlalu besar, sehingga pada penelitian ini akan dilakukan sintesis hidrogel konsentrasi PVA 10% dan variasi konsentrasi kitosan 0,5%; 1%; 1,5% dan 2% dengan dosis iradiasi 20 kGy (dosis steril) dengan menganalisa menggunakan karakteristik hidrogel yang didapatkan.

Kitosan merupakan polimer alam golongan polisakarida yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin, yang umumnya berasal dari limbah kulit hewan Crustacea. Kitosan memiliki sifat relatif lebih reaktif dari kitin dan mudah diproduksi dalam bentuk serbuk, pasta, film, serat. Kitosan merupakan bahan bioaktif dan aktivitasnya dapat diaplikasikan dalam bidang farmasi, pertanian, lingkungan industri. Dengan demikian kitosan dapat digunakan sebagai antibakteri/pengawet pada berbagai produk pangan karena aman, tidak berbahaya dan harganya relatif murah. Keunggulan dari kitosan adalah bersifat antimikroba, selain itu kitosan

juga dapat membantu pembentukan ikatan silang jika diiradiasi bersama polimer lain sehingga dapat digunakan sebagai pembalut luka yang bersifat antibakteri. Kitosan merupakan polimer dari bahan alam yang mudah terdegradasi apabila larutan kitosan diiradiasi (Adimas 2011).

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis hidrogel PVA-kitosan terdiri dari campuran PVA dengan konsentrasi 10% dan kitosan dengan variasi konsentrasi 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2%. Sampel sebelum diiradiasi diperlakukan *Freezing and Thawing* untuk membentuk ikatan silang secara fisika, setelah itu masing-masing sampel diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis iradiasi 20 kGy karena pada dosis tersebut proses pabrikan sterilisasi dapat dilakukan secara bersamaan (Erizal 2010). Hidrogel hasil iradiasi ini dianalisis sifat fisika kimianya yang meliputi fraksi gel, daya serap air, laju penguapan air, kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Selain itu, dilakukan pula analisis gugus fungsi hidrogel dengan spektrofotometer FTIR dan SEM untuk mengetahui porositas dari sampel.

#### **B. Permasalahan Penelitian**

Apakah dengan teknik beku-leleh dan iradiasi gamma pada dosis 20 kGy dengan konsentrasi PVA 10% dan variasi konsentrasi kitosan 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2% dapat dihasilkan hidrogel PVA-kitosan yang memenuhi karakteristik dari hidrogel yang ideal sebagai pembalut luka?

#### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat hidrogel PVA-Kitosan untuk pembalut luka dengan konsentrasi PVA 10% dan variasi konsentrasi kitosan 0,5%; 1,0%; 1,5% dan 2%, dengan dosis iradiasi 20 kGy dan karakteristiknya.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan hidrogel PVA-kitosan dengan proses beku-leleh dan iradiasi dapat dikembangkan dalam bidang kesehatan, kimia, dan farmasi khususnya sebagai pembalut luka.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1992. *Hydrogels: Speciality Plastic for Biomedical and Pharmaceutical Applications*. Hlm. 319-325.
- Anonymous. 2012. [www.wikipedia.org/wiki/Mikroskope\\_elektron.html](http://www.wikipedia.org/wiki/Mikroskope_elektron.html). Diakses tanggal 19 Maret 2018
- Azad AK, Sermshintam N, Chandkrachang S, Steven WF. 2004. *Chitosan Membrane As A Wound Healing Dressing: Characterization and Clinical Application*. 69(2). Hlm. 216-222.
- Darwis D. 2013. *Pengembangan Bahan Biomaterial Untuk Pemakaian Di bidang Kesehatan Dengan Teknik Radiasi Pengion*. Jakarta: BATAN. Hlm. 254-256.
- Damard A, Viton C, Percot A. 2003. *Optimization of Chitin Extraction from Shrimp Shells*. *Biomacromolecules*.p.12.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia*. Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Hlm. 39, 45-47, 1064-1067.
- Dusmadatu, A. 2011. Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Dari Hidrogel Polivinil Alkohol-Kitosan Hasil Kombinasi Beku-leleh dan Iradiasi Gamma. *Skripsi*. FF Pancasila, Jakarta. Hlm. 2-3, 20.
- Erizal. 1993. *Sintesis Hidrogel dengan Teknik Iradiasi Gamma dan Karakteristiknya*. Jakarta: BATAN. Hlm. 2-3, 5-19, 32-33.
- Erizal. 1999. *Sintesis Hidrogel dengan Teknik Iradiasi dan Karakteristiknya*. Jakarta. BATAN. Hlm. 3-5.
- Erizal, Rahayu C. 2003. *Hidrogel Peka Suhu Polivinil Alkohol (PVA)-ko-N-Isopropil Akrilamida (NIPAAm) hasil iradiasi- $\gamma$  sebagai matriks sistem pompa*. Jakarta. Hlm. 2-3.
- Erizal. 2009. *Sintesis Hidrogel Untuk Aplikasi Dibidang Energi, Kesehatan, Farmasi, dan Pertanian*. Jakarta: BATAN. Hlm. 1-15.
- Erizal. 2010. *Sintesis Hidrogel Dengan Teknik Radiasi Untuk Aplikasi Di Bidang Energi, Kesehatan, Farmasi, dan Pertanian*. Jakarta. Hlm. 106, 109-111, 113.
- Erizal, Abidin Z. 2011. *Sintesis Hidrogel Campuran poli(vinil alkohol) (PVA)-Natrium Alginat Dengan Kombinasi Beku-Leleh dan Radiasi Gamma Untuk Pembalut Luka*. Jakarta. Hlm. 22.
- Jonkman MF. 1991. *The Heal Ing Effect of Occlusive Wound Dressing*. Technomic publishing Co.Lauster, pemsylvania. Hlm. 155-161.



- Leswara, ND. 2005. *Buku ajar radiofarmasi. Departemen Farmasi MIPA Universitas Indonesia*. Jakarta. Hlm. 8-9.
- Moenadjat Y, Ramli M, Umbas R, Panigoro SS. 2000. *Luka Bakar, Penatalaksanaan Awal Dan Permasalahannya*. Jakarta.
- Motta, GJ. 1993. *How Moisture-Rentetive Dressing Promote Healing, The World's Largest Nursing*. Journal: Nursing 93, December Edition. Hlm. 26-33.
- Nabilah, D. 2015. Sintesis Hidrogel Polivinil Alkohol-Akrilamida Menggunakan Variasi Teknik Beku leleh-Iradiasi Gamma Dan Karakterisasi Fisika-Kimianya. *Skripsi*. FF Pancasila, Jakarta. Hlm 24.
- Prasetyo, Y. 2011. *Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscope*. <http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/.html>. Diakses 19 Maret 2018.
- Roekmantara R. 1999. *Proteksi Radiasi: Pengantar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*. Jakarta: BATAN. Hlm. 485.
- Rosiak JM, Ulanski P, Pajewski LA, Yoshii F, and Makuuchi K. 1995. *Radiation Formation of Hydrogel for Biomaterial Purposes*. London. Hlm. 161.
- Rowe Raymond C, Sheskey Paul J, Owen Sian C. 2006. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. London. Hlm. 151.
- Tamada M, Seko N, Yoshii F. 2004. *Application of Radiation-Grafted Material for Metal Adsorbent and Crosslinked Natural Polymer for Healthcare Product*. *Radiat.Phys.Chem*. Hlm. 221-225.
- Tamat SR, Erizal, Hendriyanto. 2007. Pengaruh Iradiasi Gamma dan Konsentrasi Polivinil Prolidon Pada Pembuatan Hidrogel Serta Kemampuan Imobilitas dan Pelepasan Kembali Propanolol HCl. Dalam: *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. Jakarta. Hlm. 1-6.
- Wade A, Weller J. 1994. *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. 2<sup>nd</sup> edition. London: The Pharmaceutical Press. Hlm. 392.