

**PENGARUH PENGERINGAN TERHADAP PENYERAPAN ^{99}Mo PADA
PENGEMBANGAN MATERIAL BERBASIS KITOSAN SEBAGAI
PENGISI KOLOM GENERATOR RADIOISOTOP MoTc
SKRIPSI
Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia**



**Oleh:
Nuraini Fitri Nugraheni
17106030007**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2022**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1114/Un.02/DST/PP.00.9/05/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Pengerinan terhadap Penyerapan Mo-99 pada Pengembangan Material Berbasis Kitosan sebagai Pengisi Kolom Generator Radioisotop MoTc

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NURAINI FITRI NUGRAHENI
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030007
Telah diujikan pada : Jumat, 30 Desember 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Endaruji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64538d03643b3



Penguji I
Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 644bcae67f12b



Penguji II
Priyagung Dhemi Widiakongko, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 64507e4d19737



Yogyakarta, 30 Desember 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6458e25b26d7e

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp :

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Nuraini Fitri Nugraheni

NIM : 17106030007

Judul Skripsi :PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP PENYERAPAN
⁹⁹Mo PADA PENGEMBANGAN MATERIAL BERBASIS
KITOSAN SEBAGAI PENGISI KOLOM GENERATOR
RADIOISOTOP MoTc

sudah dapat diajukan Kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 20 Juni 2022

Pembimbing I



Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

NIP. 19820205 201503 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nuraini Fitri Nugraheni
NIM : 17106030007
Tempat, Tanggal Lahir : Purworejo, 07 Juli 1999
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang berjudul “PENGARUH PENGERINGAN TERHADAP PENYERAPAN ^{99}Mo PADA PENGEMBANGAN MATERIAL BERBASIS KITOSAN SEBAGAI PENGISI KOLOM GENERATOR RADIOISOTOP MoTe ” adalah hasil karya pribadi yang tidak mengandung plagiarisme dan tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu yang penulis ambil sebagai acuan dengan tata cara yang dibenarkan secara ilmiah.

Jika terbukti pernyataan ini tidak benar, maka penulis siap mempertanggungjawabkan sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 20 Juni
2022

yang membuat
pernyataan




Nuraini Fitri Nugraheni
NIM. 17106030007

MOTTO

***KEBERUNTUNGAN AKAN DATANG SETIAP KALI DIRI BERANI
MENCIPTAKAN PELUANG
MENOMOR SATU KAN ALLAH, JANGAN MERASA MEMBERI, JANGAN
MENGHARAPKAN DIBERI, HIDUPLAH DENGAN CINTA (KH. JALAL S)***

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Karya skripsi dan penelitian ini ini penulis dedikasikan
Untuk almamater

Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
dan tempat penelitian

Pusat Riset Teknologi Radioisotop, Radiofarmaka, dan Biodosimetri-BRIN
Serpong, Tangerang Selatan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur penulis limpahkan ke hadirat Allah SWT yang telah sepenuhnya mencurahkan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai bentuk kewajiban dan syukur atas kesehatan dan kemampuan dalam menempuh pendidikan ke jenjang mahasiswa. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW yang dinanti-nantikan syafaatnya dunia dan akhirat.

Maksud dari penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh pengeringan terhadap penyerapan ^{99}Mo pada pengembangan material berbasis kitosan sebagai pengisi kolom generator radioisotop MoTc ” adalah untuk persyaratan mencapai strata sarjana bagi mahasiswa Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta serta harapannya juga bermanfaat untuk masyarakat luas terutama dalam bidang farmaka dan sebagai upaya pemanfaatan limbah kulit udang dimana masih menjadi masalah lingkungan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, semangat, dan berbagai hal positif yang mendukung terselesaikannya skripsi. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih secara khusus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag., MA. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Hj. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Anung Pujiyanto, S. Si, selaku Kepala Bidang Teknologi Radioisotop.

4. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang begitu telaten membimbing, mengarahkan, dan terus mendampingi dalam penulisan skripsi.
6. Bapak Indra Saptiama, M.Sc. selaku Pembimbing di Laboratorium Radioisotop, BATAN, Tangerang Selatan yang senantiasa sabar mendampingi dan membimbing selama penelitian.
7. Seluruh asisten laboratorium dan staff Radioisotop dan Radiofarmaka, BATAN yang dengan hati luas membimbing selama saya penelitian.
8. Seluruh Staff Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah banyak membantu sehingga dapat terselesaikannya penulisan skripsi ini.
9. Ibu, bapak, seluruh saudara dan keluarga penulis yang telah memberikan do'a, semangat, dan fasilitas selama penulis melakukan penelitian.
10. Seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu baik di lapangan maupun selama penulisan skripsi ini.

Harapannya skripsi ini bisa memberikan manfaat yang luas bagi kita semua. Dengan penuh kesadaran, penulis menyatakan bahwa masih banyak kekurangan sehingga diharapkan adanya kritik, saran, dan penelitian lebih lanjut demi menyempurnakan skripsi dan pengetahuan.

Yogyakarta, 20 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN SKRIPSI/ TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK.....	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori.....	10
9. Pembuatan Ikat Silang Material Berbasis Kitosan (MBK)	23

C. Kerangka Berfikir dan Hipotesis.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
B. Alat-alat Penelitian.....	28
C. Bahan Penelitian	28
D. Cara Kerja Penelitian.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
B. Uji FTIR	33
C. Penyerapan ⁹⁹ Mo.....	36
D. Elusi Tc/Mo	38
BAB V PENUTUP	44
A. Kesimpulan	44
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....	46
LAMPIRAN	49
CURRICULUM VITAE.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses reaksi kitin menjadi kitosan.....	11
Gambar 2. 2 Struktur kitosan (Thate, 2004).....	13
Gambar 4. 1 Grafik FTIR MBK- (24h, 48h, dan 72h).....	33
Gambar 4. 2 Grafik FTIR MBK-FD.....	35
Gambar 4. 3 Grafik % Mo terserap.....	37
Gambar 4. 4 Profil Elusi ^{99m}Tc , sampel kolom MBK-oven-24h.....	39
Gambar 4. 5 Profil Elusi Lolosan ^{99}Mo , sampel kolom MBK-oven-24h.....	41
Gambar 4. 6 Profil Elusi ^{99m}Tc , sampel kolom MBK-FD.....	40
Gambar 4. 7 Kemurnian Radiokimia Eluat ^{99m}Tc sampel MBK-Oven-24h.....	43
Gambar 4. 8 Kemurnian Radiokimia Eluat ^{99m}Tc sampel MBK-FD.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat larutan kitosan yang larut dalam larutan asam.....	12
Tabel 4. 1 Hasil Pengamatan Penyerapan Mo-99.....	36
Tabel 4. 2 Data dan hasil yield rerata pada sampel MBK-oven 24 jam dan MBK- FD	38
Tabel 4. 3 Kendali Kualitas Eluat ^{99m}Tc	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sintesis Material Berbasis Kitosan (MBK)	49
Lampiran 2 Penyerapan ⁹⁹ Mo.....	51
Lampiran 3 Proses Kromatografi Kertas.....	53
Lampiran 4 TLC	54
Lampiran 5 Data-data dan Hasil Uji	55

ABSTRAK

PENGARUH PENGERINGAN TERHADAP PENYERAPAN ^{99}Mo PADA PENGEMBANGAN MATERIAL BERBASIS KITOSAN SEBAGAI PENGISI KOLOM GENERATOR RADIOISOTOP MoTc

Oleh: Nuraini Fitri Nugraheni

NIM: 17106030007

Pembimbing 1: Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Pembimbing 2: Indra Saptiama, M.Sc.

Penelitian pengaruh pengeringan terhadap penyerapan ^{99}Mo pada pengembangan material berbasis kitosan sebagai pengisi kolom generator radioisotop MoTc telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan memahami karakteristik material berbasis kitosan berdasarkan jenis pengeringan menggunakan metode oven dan *freeze dryer*. Tujuan yang lain yaitu mensintesis kitosan-glutaraldehyd untuk menemukan kapasitas serap terbesar dari masing-masing sampel, menganalisis kemampuan penyerapan ^{99}Mo . Karakterisasi material dilakukan menggunakan metode spektrofotometri FTIR. Pembentukan ikat silang (*cross linked*) kitosan menggunakan glutaraldehyd. Hasil penelitian menunjukkan massa kitosan yang dihasilkan dengan pemanasan oven selama 24, 48, dan 72 jam, secara berturut-turut adalah 2,017; 2,009; 1,793 gram. Berdasarkan data kalibrasi didapatkan besar kapasitas serap secara berturut-turut yaitu 464,29; 312,92; 286,7 mgMo/g adsorben, serta diketahui besar persentasi penyerapan masing-masing sampel sebagai berikut 93,23; 63; 57,56%. Pemanasan dengan metode *freeze dryer* (FD) menghasilkan massa 1,2649 gram, dengan kapasitas sebesar 489,54 mgMo/g adsorben, dan besar persentasi penyerapan sampel yaitu 98,30%. Performa generator dengan hasil yang paling baik pada penelitian ini yaitu sampel dengan metode akhir pengeringan menggunakan *freeze dryer* (FD).

Kata kunci: Kitosan, Oven, Freeze Dryer (FD), FTIR, ^{99}Mo

ABSTRACT

THE EFFECT OF DRYING ON THE ABSORPTION OF ^{99}Mo ON THE DEVELOPMENT OF CHITOSAN-BASED MATERIALS AS A COLUMN FILLER FOR MoTc RADIOISOTOPE GENERATOR

by:

Nuraini Fitri Nugraheni

17106030007

Supervisor 1: Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Supervisor 2: Indra Saptiama, M.Sc.

Research on the effect of drying on the absorption of ^{99}Mo on the development of chitosan-based materials as a column filler for MoTc radioisotope generator has been carried out. This study aims to determine and understand the characteristics of chitosan - based materials based on the type of drying using oven and *freeze dryer*. Another objective is to synthesize chitosan-glutaraldehyde to find the largest absorption capacity of each sample, analyze the absorption ability of ^{99}Mo . Material characterization was carried out using the FTIR spectrophotometric method. Formation of cross- *linked* chitosan using glutaraldehyde. The results showed the mass of chitosan produced by heating the oven for 24, 48, and 72 hours, respectively, was 2,017; 2,009; 1,793 grams. Based on the calibration data, it is found that the absorption capacity is 464.29; 312.92; 286.7 mgMo/g adsorbent, and it is known that the absorption percentage of each sample is as follows 93.23; 63; 57.56%. Heating with the *freeze dryer* (FD) method produced a mass of 1.2649 grams, with a capacity of 489.54 mgMo/g of adsorbent, and the percentage of sample absorption was 98.30%. The generator performance with the best results in this study was the sample with the final drying method using a *freeze dryer* (FD).

Keywords: Chitosan, Oven, Freeze Dryer (FD), FTIR, Mo-99

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Produksi ^{99}Mo yang digunakan untuk pembuatan generator $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$, memiliki beberapa hal yang perlu dipertimbangkan. Seperti nilai ekonomis yang bersifat jangka panjang dan dampak negatif lainnya yang ditimbulkan. Hasil belah isotop ^{235}U untuk produksi ^{99}Mo , umumnya akan menghasilkan limbah dengan keradioaktifan sangat tinggi dan waktu paruh yang panjang. ^{235}U merupakan bahan spesifik pada senjata nuklir, sehingga dilakukan pengawasan yang sangat ketat. Pengawasan tersebut dilakukan guna menghindari penyalahgunaan dalam pemakaiannya (Gunawan, 2010). Reaktor suatu molibdenum alam (MoO_3) memiliki kemampuan menghasilkan ^{99}Mo . Namun, ^{99}Mo yang dihasilkan tersebut memiliki radioaktivasi yang tinggi. Ditambah baru-baru ini masalah telah diangkat untuk konversi target fisi ^{99}Mo dari uranium yang diperkaya tinggi menjadi uranium yang diperkaya rendah (LEU). Tingginya radioaktivitas tersebut memicu pencarian alternatif lain sebagai material pengganti penyerap Mo, khususnya untuk pembuatan generator $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ (Awaludin, 2010).

Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan ^{99}Mo atau target fisi ^{99}Mo dari uranium yang diperkaya rendah (LEU), seperti pemisahan *pertechmetate* (^{99}Mo). Pemisahan dilakukan melalui metode seperti ekstraksi cair-cair. Pada metode ini ^{98}Mo (material sebagai penyerap ^{99}Mo) dengan kapasitas yang berbeda-beda. Berbagai material yang pernah diujikan sebagai material penyerap ^{99}Mo seperti alumina dan zirkonium. Akan tetapi metode-metode tersebut belum

memberikan efisiensi dan efektifitas karena memerlukan massa material dalam jumlah yang besar sedangkan produk yang dihasilkan sangat rendah atau sedikit().

Radionuklida ^{99m}Tc didapatkan dengan cara melulusi generator $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ dengan larutan salin dan alumina sebagai penyerap ^{99}Mo (Adang, dkk, 2010). Adanya keterbatasan daya serap alumina terhadap molibdenum mengakibatkan sulitnya pengembangan generator teknesium. Oleh karena itu perlu adanya penelitian alternatif baru yang bisa menggantikan posisi alumina dengan kemampuan menyerap ^{99}Mo yang lebih baik dan dengan limbah yang lebih ramah.

Salah satu bahan yang memiliki potensi besar sebagai absorben adalah kitosan. Kitosan merupakan turunan dari kitin dengan struktur [β -9(1-4)-2-amino-2-deoksi-D-glukosa]. Kitosan merupakan hasil dari *deasetilasi* kitin. Kitosan dapat dibedakan dengan polimer kitin berdasarkan kandungan nitrogennya. Polimer kitin mempunyai kandungan nitrogen kurang dari 7%, sedangkan kitosan memiliki kandungan nitrogen lebih dari 7%. Kitosan merupakan suatu polimer yang bersifat polikationik. Keberadaan gugus hidroksil dan amino sepanjang rantai polimer mengakibatkan kitosan sangat efektif mengikat kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organik (protein dan lemak). Interaksi kation logam dengan kitosan terjadi melalui pembentukan kelat koordinasi oleh atom N gugus amino dan O gugus hidroksil (Tao-lee, dkk, 2001). Isu kitosan masih sangat minim diangkat menjadi penelitian absorben terlebih pada kasus radioisotop $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$.

Penelitian-penelitian yang sebelumnya dilakukan, umumnya pengeringan menggunakan metode oven. Akan tetapi, penelitian-penelitian tersebut belum memberikan hasil yang optimum. Oleh karenanya, pada penelitian ini akan

digunakan material berbasis kitosan (MBK) dengan dua metode pengeringan yaitu metode oven dan *freeze dryer* (FD). Pada metode oven akan dilakukan variasi terhadap waktu. Hasil terbaik dari metode oven akan dibandingkan dengan metode FD.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian penelitian-penelitian sebelumnya yang disajikan pada latar belakang, terdapat berbagai macam fokus yang diangkat untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji dan dibahas seperti:

1. Bahan mentah utama yang dipakai untuk pembuatan material adsorpsi generator Mo/Tc adalah serbuk kitosan PAIR.
2. Penelitian yang dilakukan menggunakan kitosan PAIR dengan berat molekul rendah.
3. *Glutaraldehyd* digunakan sebagai zat pembentuk ikat silang (*cross linked agent*).
4. *Monoethanolamine* (MEA) digunakan untuk menghilangkan sisa *glutaraldehyd* yang tidak bereaksi.
5. Radioisotop ⁹⁹molibdenum yang digunakan pada penelitian ini berasal dari molibdenum alam teraktivasi neutron di reaktor.
6. Diberlakukan dua perbedaan teknik pemanasan yaitu oven dan *freeze drying/ liofilisasi*. Waktu pada pemanasan menggunakan oven bervariasi yaitu 24, 48, dan 72 jam.
7. Analisis gugus fungsional kitosan menggunakan instrument *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

8. Metode kromatografi yang dipakai adalah kromatografi lapis tipis (KLT)/ *thin layer chromatography* (TLC).
9. Salah satu kriteria kendali kualitas yang dilakukan adalah dengan penentuan *yield* dalam eluat generator Teknesium-99m dimana teknik penentuan yang digunakan dalam penelitian ini berupa pemaparan hasil elusi *yield* menggunakan program komputer.
10. Perangkat pengukur aktivitas radioisotop yang dipakai adalah *dose calibrator*.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang dapat diambil antara lain:

1. Bagaimana keadaan visual dan kapasitas serap pada material berbasis kitosan (MBK) oven 24, 48, dan 72 jam, serta material berbasis kitosan (MBK) FD?
2. Bagaimana hasil pemisahan ^{99m}Tc dari sampel material berbasis kitosan (MBK) oven optimum (yang memiliki air cucian bening) dan material berbasis kitosan (MBK) FD?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian yang berjudul Pengaruh Pengeringan terhadap Penyerapan ^{99}Mo pada Pengembangan Material Berbasis Kitosan sebagai Pengisi Kolom Generator Radioisotop MoTc bertujuan untuk:

1. Memahami serta menganalisis keadaan visual dan kemampuan penyerapan dari masing-masing sampel yaitu MBK-oven 24, 48, 72 jam dan MBK-FD menggunakan data grafik FTIR.
2. Menganalisis kualitas sampel dari MBK- oven optimum dengan MBK-FD melalui karakteristik yang dihasilkan.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mengembangkan studi material berbasis kitosan sebagai pengisi kolom generator radioisotop Mo/Tc melalui metode pengeringan terhadap penyerapan ^{99}Mo .

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Masing-masing sampel memiliki karakteristik yang berbeda. Sampel dengan metode pemanasan oven, menghasilkan padatan akhir berwarna coklat tua yang semakin gelap dengan bertambahnya waktu pemanasan yang diberikan, padatan dengan tekstur keras, dan menghasilkan randemen yang terus menurun seiring lamanya pemanasan. Air cucian MBK-Oven 24h diketahui paling jernih dari sampel MBK oven lainnya. Sedangkan, sampel metode FD menghasilkan padatan dengan warna coklat terang, bertekstur lembut dan ringan. Kemampuan penyerapan Mo-99 dari masing-masing sampel dari yang tertinggi hingga terendah ditempati oleh MBK FD, oven-24h, oven-48h, dan oven-72h dengan nilai berturut-turut sebesar 98,3%; 93,23%; 62,84%; dan 57,57%.
2. Pemisahan Tc-99m berdasarkan hasil yang diperoleh dihasilkan persentasi pemisahan ^{99m}Tc terhadap ^{99}Mo ($yield^{99m}\text{Tc}$) rerata pada kolom MBK-FD jauh lebih baik dengan menuai hasil 2 kali lebih besar dibandingkan dengan kolom MBK-oven 24h yaitu 96,98% dan 40,42%.

Kualitas sampel MBK (MBK-24h dan MBK-FD) yang dihasilkan sangat baik dengan hasil uji berwarna jernih pada eluat ^{99m}Tc , pH yang diperoleh 4,5 untuk sampel MBK-24h dan 5,0 untuk MBK-FD.

Karakteristik MBK-FD lebih optimum dari MBK-oven 24h dengan nilai DD sebesar 99,24% : 97,02%.

B. Saran

Saran yang dapat saya berikan untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan uji-uji tambahan seperti dilakukan karakterisasi menggunakan metode XRD untuk mengidentifikasi perubahan struktur kristal selain itu bisa dilakukan uji DD untuk mengetahui berapa banyak sapel tereluat yang terbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adang H. G., Mutalib, Hotman. L., Rohadi. A., Sriyono. M., Subur, Yono. S., Sulaiman, Herlina, Abidin, Hambali. *Untuk Kerja Generator Mo-99/Tc-99m berbasis PZC (Poly Zircinium Compound) menggunakan Mo-99 Hasil Aktivasi Neutron dari Mo Alam dengan Aktivasi Mo-99 > 5 Ci*. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah-Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, 2011; Yogyakarta: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN. pp. 45-51.
- Agustina, Sry., I Made, D, S., dan I Nyoman Suartha. *Isolasi Kitin, Karakterisasi, dan Sintesis Kitosan Dari Kulit Udag*. Jurnal Kimia, 2015; Program Magister Kimia Terapan Fakultas Kedokteran Hewan Uniersitas Udayana Bali: 271-278
- Awaludin, R. *Radioisotop Teknesium-99m dan Kegunaannya*. Buletin Alara, 2011; Pusat Teknologi Keselamatan dan Meteorologi Radiasi. BATAN-Tangerang Selatan. Vol.3. No.2: 61-62.
- Astrilia, D dan Megawati. *Kualitas Carrageenan Hydrogel Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah melalui Crosslinking dengan Glutaraldehyd pada Variasi Suhu. Penelitian*. 2012. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Astuti, Beti Cahyaning. *Pengembangan Edibel Film Kitosan dengan Penambahan Asam Lemak dan Esensial Oil: Upaya Perbaikan Sifat Barrier dan Aktivitas Antimikroba*. Skripsi, 2008; Fakultas Teknologi Pertanian; Institusi Pertanian Bogor: Bogor.
- Bastaman, S. *Studies on Degradation and Extraction of Chitin and Chitosan from Prawns Shells*. 1989; J of Aeronautical and Chemical Engineering, 2(10): 188-297
- Bigi, A., Bracci, B., Cojazzi, G., Panzavolta, S., Rubini, K., dan Roveri, N. *Mechanical and Thermal Properties of Gelatin Films at Different Degrees of Glutaraldehyde Crosslinking*. 2001; Biomaterial Volume 22 Issue 8, 763-768.
- Chunyu Chang., Si Chen., Lina Zang. *Novel Hydrogels prepared via direct dissolution of chitin at low temperature: structure and biocompatibility*. J Mater Chem, 2011; (21): 3865-3871.
- Erizal., dan Redja, I Wayan. *Sintesis Hidrogel Superabsorben Poietilen Oksida-Alginat dengan Teknik Radiasi Gamma dan Karakterisasinya*. Jurnal Ilmu Kefarmasian. 2010; 8: 11-17.
- Gunawan, A.H. *Pengembangan Sistem Generator 99Mo/99mTc Berbasis PZC dengan menggunakan 99Mo dari Hasil Aktivasi Neutron IPTEK Nuklir: Bunga Rampai*. Pusat Desiminasi IPTEK Nuklir. BATAN- Tangerang Selatan. 2010; Vol.1 (1): 200-202.
- Gunawan, D., dan Mulyani, S. *Ilmu Obat Alam*. 2004; Jakarta: Penebar Swadaya.
- Gustian, Arfah R. P. *Sintesis dan Karakterisasi Membran Kitosan-PEG Sebagai Alternatif Pengontrol Sistem Pelepasan Obat*. Skripsi, 2013;

Jurusan

Kimia FMIPA UNNES. Dosen Pembimbing I: Mohammad Alaudin, M.Si,
Dosen Pembimbing II: Ir. Winarni Pratjojo, M. Si.

- Habibi, L. *Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Rumah Tangga*. 2008; Bandung: Titian Ilmu.
- Hargono., Abdullah., dan Sumantri. *Pembuatan Kitosan dan Limbah Cangkang Udang serta Aplikasinya dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing*. 2008; J Reaktor 12(1):53-57
- Hartuti, N., dan Sinaga, R, M. *Pengeringan Cabai*. 1997; Balai Penelitian Tanaman Sayuran: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Karmas, E. *Meat, Poultry, and Sea Food Technology. Journal*, 1982; USA: New Jersey.
- Mahatmanti, F. W. *Study Adsorben Logam Seng (II) dan Timbal (II) pada Kitosan dan Kitosan Sulfat dari Kulit Udang Windu*. Phenaus monodon, *Tesis*, 2001; Yogyakarta: UGM.
- Marganov. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan. Disertasi*, 2003; Bogor: IPB.
- Meriatna. *Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam. Tesis*, 2008; Medan.
- Odete, P. M. O., Struszczyk, M. K., dan Peter, M. G. *Characterization of Chitosan from Blowfly Larvae and Some Crustacean Species from Kenyan Marine Waters Prepared Under Different Conditions*. 2005. *Western Indian Ocean J Sci*, 4 (1): 99-107.
- Ornum, J. U. *Shrimp Waste Must It Be Wasted*. 1992; *Infofish* 6: 48-51
- Saha, Gopal B. *Fundamentals of Nuclear Pharmacy*. Fifth Edit, 2004; New York: Spinger-Verlag.
- Sanjaya, I., dan Yuanita, L. *Adsorpsi Pb(II) oleh Kitosan Hasil Isolasi Kitin Cangkang Kepiting Bakau (Scylla)*, *J Ilmu Dasar*, 2007; Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. 8(1) : 30-36
- Saptiama, I., E. Lestari, E. Sarmini, H. Lubis, Marlina, and A. Mutalib. *Development of ⁹⁹Mo/^{99m}Tc Generator System for Production of Medical Radionuclide ^{99m}Tc using a Material (ZBM) as Its Adsorben*. *Atom Indonesia Journal*, 2016; 42 (3): 115-121.
- Setiawan, D., Aziz, A., Marlina, dan M. Basit. *Penggunaan SepPaks Alumina sebagai Alat Uji Kualitas Sistem Gel Generator Tungsten-188/Renium-188*. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 2012; Vol.19. No.1:66-73.
- Stanford PA. *Chitosan comercial uses and potential application*. P 51-69. In Skjak-braek, G., T. Antoren, and P. Sanford. *Chitin and chitosan*, 1989;

Elsevier

Applied Science, London.

- Sutriyo, Joshita. D., dan Indah. R. *Perbandingan Pelepasan Propanolol Hidroklorida dari Matriks Kitosan, Etil Selulosa, dan Hidroksipropil Metil Selulosa*. 2005; Maj Ilmu Kefarmasian 2: 145-153.
- Tan, X.C., Tian., Y., Cai, P., dan Zou. *Biosensor Glukosa Berdasarkan Glukosa Oksidase yang diimmobilisasi dalam film komposit hybrid kitosan sol-gel pada elektroda karbon kaca yang termodifikasi pada Prussian Blue*. Jurnal Kimia Bioanalisis, 2005; Vol.381: 500-507.
- Tao-lee, S., Long Mi, F., Ju Shen., dan ShingShyu. *Equilibrium and Kinetic Studies of Copper(II) Ion Uptake by Chitosan-Tripolyphosphogate Chelating Resin*, 2001; J Polymer, 42 : 1879-1892.
- Thate MR. *Synthesis and Antibacterial Assessment of Water-Soluble Hydrophobic Chitosan Derivatives Bearing Quaternary Ammonium Functionality*. *Disertasi*, 2004; Louisiana.
- Tsmontides, S.C., Rajmak, Pham., Hunke, W.A., Placek, J., and Keynolds, S.D. 2004. *Freeze Drying-Principle and Practice*.
- Utami, R. T., Sunaryo, S. Sedjati. 2014. *Studi Penggunaan Kitosan terhadap Penurunan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Kilang Minyak Outlet Impounding Basin (OIB) Pertamina RU VI Balongan, Indramayu*. Jurnal of Marine Research, 3(1):20-26
- Wulandari, Y., L. Kurniasari, I. Riwayati. 2014. *Adsorpsi Logam Timbal dalam Larutan Menggunakan Kulit Ketela Rambat (Ipomoea batatas L)*. Prosiding SNST, 13(5):5-80.
- Yunizal, N. I., Murdinah, T. W., 2001. *Ekstraksi Kitosan dari Kepala Udang Putih (Penaeus merguensis)*. Vol. 21. 3. 3: 173: In Agritech
- Zahiruddin,W., Ariesta, A., dan Salamah, E., 2008, *Karakteristik Mutu dan Kelarutan Kitosan dari Ampas Silase Kepala Udang Windu (Penaeus monodon)*, Buletin Teknologi Hasil Perikanan, 11 (2) : 25-29.
- Zidni Azizati., 2019. *Pembuatan dan Karakterisasi Kitosan Kulit Udang Galah*. Walisongo Journal of Chemistry: Vol. 2, No.1; 10-16