



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**FORMULASI *SUPERPOROUS HYDROGEL* DENGAN
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.)
PADA SEDIAAN KAPSUL UNTUK PRAJURIT TNI**

MUHAMMAD RAIHAN ZULFIKAR 320200201014

**SKRIPSI YANG DITULIS UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN
PERSYARATAN DALAM MENDAPATKAN GELAR SARJANA**

**FAKULTAS FARMASI MILITER
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI**

BOGOR 2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Raihan Zulfikar
NIM : 320200201014
Program studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Judul Skripsi : Formulasi *Superporous Hydrogel* dengan
Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)
pada Sediaan Kapsul untuk Prajurit TNI

Dosen Pembimbing 1,



Dr. apt. Drs. Timbul Partogi Haposan
Simorangkir, M.Si., CIT
Kolonel Ckm NRP. 11940009051168
Tanggal: 12 Juni 2024

Dosen Pembimbing 2,



apt. Fahrul Nizar Novagusda, M.Farm.
NIP. 98711132022031001
Tanggal: 12 Juni 2024

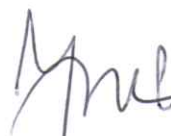
Mengetahui,

Kepala Program Studi
Sarjana Farmasi,



apt. Budi Sumaryono, S.Si., M.Farm., M.Han.
Letnan Kolonel Kes NRP. 527126
Tanggal: 12 Juni 2024

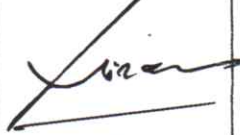
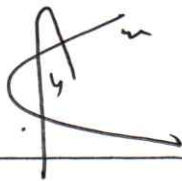
Dekan Fakultas Farmasi Militer,



Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, MS
NIP. 196409121990032003
Tanggal: 25 Juni 2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Raihan Zulfikar
 NIM : 320200201014
 Program studi : Sarjana Farmasi
 Fakultas : Farmasi Militer
 Judul Skripsi : Formulasi *Superporous Hydrogel* dengan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada Sediaan Kapsul untuk Prajurit TNI

No.	Pembimbing	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing 1: Dr. apt. Drs. Timbul Partogi Haposan Simorangkir, M.Si., CIT Kolonel Ckm NRP. 11940009051168		11/24 /6
2.	Dosen Pembimbing 2: apt. Fahrul Nizar Novagusda, M.Farm. NIP. 98711132022031001		11/24 /6
3.	Dosen Penguji 1 (Ketua Sidang): Laksma TNI Dr. apt. Widyati, M.Clin Pharm NRP. 9779/P		11/24 /6
4.	Dosen Penguji 2: Laksma TNI (Purn) apt. Drs. Taufik Riadi, M.Si. NIDN. 4718106201		13/24 /6
5.	Dosen Penguji 3: Kolonel Laut (Purn) apt. Drs. Arsyadi, M.Si. NIDN. 4705086401		12/24 /6

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu perguruan tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 11 Juni 2024



Muhammad Raihan Zulfikar

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul “Formulasi *Superporous Hydrogel* dengan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada Sediaan Kapsul untuk Prajurit TNI” dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI. Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada:

1. Letnan Jenderal TNI Jonni Mahroza, S.I.P., M.A., M.Sc., CIQnR., CIQaR., Ph.D., selaku Rektor Universitas Pertahanan RI.
2. Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, MS, selaku Dekan Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI.
3. Letnan Kolonel Kes apt. Budi Sumaryono, S.Si., M.Farm., M.Han., selaku Kepala Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI.
4. Kolonel Ckm Dr. apt. Drs. Timbul Partogi Haposan Simorangkir, M.Si., CIT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
5. apt. Fahrul Nizar Novagusda, M.Farm., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan serta selalu mendampingi penulis ketika proses penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Laksamana Pertama TNI Dr. apt. Widyati, M.Clin Pharm, selaku dosen wali akademik yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
7. Tesia Aisyah Rahmania, S.Si., M.Pharm SCi., dan Reynatha C.A. Pangsidang, S.Farm., M.S.Farm., yang telah memberikan masukan yang bermanfaat dalam penyusunan pembahasan penelitian skripsi.

8. Dosen, laboran, dan tenaga kependidikan Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian skripsi ini.
9. Ayahanda Supriyanto, S.Pt., Ibunda Ir. Sri Nurwahyuni, serta adik tersayang yang baru saja menjadi mahasiswa baru di prodi desain interior ITS Nabilla Rachmadani, untuk segala doa, dukungan, nasihat, dan motivasi sehingga skripsi ini bisa diselesaikan dengan baik.
10. Zulfikar, Udin, dan Novrizal yang telah menjadi *mood booster* dan sahabat penulis yang saling menyemangati dalam penyelesaian skripsi.
11. Keluarga asuh CTM *cohort* 1-4 yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam proses penyusunan skripsi.
12. Kadet Mahasiswa *cohort* 1 Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan RI sebagai rekan seperjuangan dalam penyelesaian skripsi yang telah kebersamai selama 4 tahun dan terus bersama hingga tahun-tahun kedepan.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya. Saya menyadari bahwa skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu dengan kerendahan hati mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi *stakeholder* terkait dalam upaya peningkatan performa fisik prajurit TNI di medan petempuran.

Bogor, 11 Juni 2024

Muhammad Raihan Zulfikar

ABSTRAK

FORMULASI SUPERPOROUS HYDROGEL DENGAN EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) PADA SEDIAAN KAPSUL UNTUK PRAJURIT TNI

Prajurit Tentara Nasional Indonesia (TNI) dituntut untuk memiliki fisik prima dalam mempertahankan negara. Hal ini dapat dicapai dengan nutrisi optimal. Akan tetapi, nutrisi prajurit TNI seringkali tidak terpenuhi karena situasi pertempuran yang dinamis. Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) merupakan tanaman yang kaya nutrisi dan berpotensi diformulasikan dalam sediaan farmasi. Pada penelitian ini, ekstrak daun kelor diformulasikan dalam sediaan kapsul *Superporous Hydrogel* (SPH) untuk pemenuhan nutrisi dan efek kenyang yang memanfaatkan mekanoreseptor lambung. SPH hibrid Kitosan/PVA dengan tipe jaringan interprenetasi (IPN) dipreparasikan dengan metode gas foaming menggunakan gliksal sebagai pengikat silang. Tiga formula dibuat dengan variasi kitosan 2%, 4%, dan 6%. SPH dibuat menggunakan *freeze dryer* untuk pembentukan pori dan dihancurkan menjadi granul yang dimasukkan ke dalam kapsul. Evaluasi *swelling*, *floating*, densitas, dan porositas dianalisis secara statistik. Evaluasi lain yang dilakukan adalah sifat alir, keseragaman bobot, waktu hancur, kadar protein, distribusi ukuran partikel, dan susut pengeringan. Perbedaan konsentrasi kitosan berpengaruh secara signifikan pada *swelling* dan *floating* serta tidak berpengaruh signifikan pada porositas dan densitas. Formula 1 menghasilkan SPH terbaik dengan *swelling ratio* 0,37, *swelling time* 20 menit, densitas 0,88 kg/l, porositas 0,41, *floating* 300 menit, waktu alir 16,2 g/s, sudut diam 32,07°, waktu hancur 9 menit, bobot seragam, dan kadar protein 1,25%. Penelitian selanjutnya diperlukan untuk meneliti efek kenyang sediaan kapsul SPH dengan ekstrak daun kelor secara *in vivo*.

Kata kunci: *superporous hydrogel*, *Moringa oleifera* Lam., kitosan, jaringan interprenetasi

ABSTRACT

SUPERPOROUS HYDROGEL FORMULATION WITH KELOR LEAF EXTRACT (*Moringa oleifera* Lam.) IN CAPSULE PREPARATION FOR INDONESIA ARMED FORCES SOLDIERS

Soldiers of the Indonesian National Armed Force (TNI) are required to have excellent physique in defending the country. This can be achieved with optimal nutrition. However, the nutrition of TNI soldiers is often not fulfilled due to dynamic combat situations. *Moringa oleifera* Lam. is a plant rich in nutrients and has the potential to be formulated in pharmaceutical preparations. In this study, *Moringa* leaf extract was formulated in a Superporous Hydrogel (SPH) capsule preparation for nutritional fulfillment and satiety effects that utilize gastric mechanoreceptors. Chitosan/PVA hybrid SPH with interpenetration network (IPN) type was prepared by gas foaming method using glyoxal as crosslinker. Three formulas were prepared with 2%, 4%, and 6% chitosan variations. SPH was prepared using a freeze dryer for pore formation and crushed into granules which were put into capsules. Evaluation of swelling, floating, density, and porosity were statistically analyzed. Other evaluations carried out were flow properties, weight uniformity, crushing time, protein content, particle size distribution, and drying shrinkage. The difference in chitosan concentration had a significant effect on swelling and floating and no significant effect on porosity and density. Formula 1 produced the best SPH with swelling ratio 0.37, swelling time 20 minutes, density 0.88 kg/l, porosity 0.41, floating 300 minutes, flow time 16.2 g/s, angle of repose 32.07°, disintegration time 9 minutes, uniform weight, and protein content 1.25%. Further research is needed to examine the satiety effect of SPH capsule preparation with *Moringa* leaf extract in vivo.

Keywords: superporous hydrogel, *Moringa oleifera* Lam., chitosan, interpenetration network

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xiv
DAFTAR BAGAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori.....	4
2.1.1 Kelor.....	4
2.1.2 Protein.....	7
2.1.3 Fisiologi Reseptor Tekan Lambung.....	7
2.1.4 <i>Superporous Hydrogel</i> (SPH).....	8
2.1.5 Metode Preparasi SPH.....	10
2.1.6 Ikatan Silang.....	12
2.1.7 Kitosan.....	13
2.1.8 Evaluasi SPH.....	16
2.1.9 Evaluasi Sediaan.....	18
2.1.10 Studi Preformulasi.....	23
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu.....	26

2.3	Kerangka Berpikir.....	27
2.4	Hipotesis	28
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1	Metode dan Desain Penelitian.....	29
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3	Alat dan Bahan.....	31
3.4	Variabel Penelitian	31
3.4.1	Variabel Bebas	31
3.4.2	Variabel Terikat.....	31
3.4.3	Variabel Pengganggu.....	31
3.5	Prosedur Penelitian.....	31
3.5.1	Formulasi	31
3.5.2	Penyiapan Larutan Stok	31
3.5.3	Pembuatan SPH	32
3.5.4	Evaluasi SPH	32
3.5.5	Evaluasi Sediaan	34
3.6	Metode Analisis.....	36
3.6.1	Uji Normalitas.....	37
3.6.2	Uji Homogenitas Levene	37
3.6.3	ANOVA One-way	37
3.6.4	Uji Kruskal Wallis	37
3.6.5	Uji Tukey HSD.....	38
3.6.6	Uji Mann Whitney U Test.....	38
BAB 4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Hasil.....	39
4.1.1	Sediaan.....	39
4.1.2	Evaluasi SPH	41
4.1.3	Evaluasi Sediaan	47
4.2	Pembahasan.....	53
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57

DAFTAR PUSTAKA.....	59
----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN:

LAMPIRAN 1 PEMBUATAN SEDIAAN	70
LAMPIRAN 2 DENSITAS SPH	85
LAMPIRAN 3 <i>SWELLING</i>	86
LAMPIRAN 4 POROSITAS.....	89
LAMPIRAN 5 <i>FLOATING</i>	90
LAMPIRAN 6 UJI STATISTIK.....	91
LAMPIRAN 7 DENSITAS SEDIAAN	95
LAMPIRAN 8 SIFAT ALIR	96
LAMPIRAN 9 KESERAGAMAN BOBOT.....	98
LAMPIRAN 10 WAKTU HANCUR	101
LAMPIRAN 11 KADAR PROTEIN	102
LAMPIRAN 12 DISTRIBUSI UKURAN PARTIKEL.....	104
LAMPIRAN 13 SUSUT PENGERINGAN	106
LAMPIRAN 14 <i>CERTIFICATE OF ANALYSIS (CoA)</i>	107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kelor	4
Gambar 2.2 Metode Freezing Thawing untuk Ikatan Silang PVA	13
Gambar 2.3 Struktur Kitin dan Kitosan	14
Gambar 2.4 Ikatan Silang antara Kitosan dan Glioksal	15
Gambar 4.1 Pengaruh pH terhadap Gelasi dan Foaming.....	39
Gambar 4.2 Larutan SPH Sebelum Masuk ke Freeze Dryer	40
Gambar 4.3 Hasil Akhir Sediaan	40



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Kelor dalam 100 Gram.....	6
Tabel 2.2 Karakteristik Aliran berdasarkan Indeks Kompresibilitas dan Rasio Hausner	18
Tabel 2.3 Nomor Kapsul dan Volumnya	18
Tabel 2.4 Persyaratan Laju Alir	19
Tabel 2.5 Persyaratan Sudut Diam.....	19
Tabel 2.6 Persyaratan Keseragaman Bobot.....	20
Tabel 2.7 Klasifikasi Serbuk berdasarkan Ukuran Partikel.....	23
Tabel 2.8 Studi Preformulasi Kitosan.....	23
Tabel 2.9 Studi Performulasi PVA	24
Tabel 2.10 Studi Preformulasi Glioksal.....	24
Tabel 2.11 Studi Preformulasi Natrium Bikarbonat	25
Tabel 2.12 Studi Preformulasi Aerosil.....	25
Tabel 2.13 Studi Preformulasi Talk.....	25
Tabel 2.14 Hasil Penelitian Terdahulu	26
Tabel 3.1 Rencana Jadwal Penelitian.....	29
Tabel 3.2 Formulasi SPH.....	31
Tabel 3.3 Penimbangan Bahan untuk 300 Sediaan.....	31
Tabel 3.4 Rumus BJ Nyata, BJ Mampat, Indeks Kompresibilitas, dan Rasio Hausner.....	34
Tabel 4.1 Rasio Swelling SPH.....	42
Tabel 4.2 Uji Homogenitas Levene dan Normalitas Shapiro-Wilk	44
Tabel 4.3 Uji Kruskal-Wallis dan ANOVA One-way	44
Tabel 4.4 Uji Tukey HSD	44
Tabel 4.5 Uji Mann Whitney U Test	45
Tabel 4.6 Nomor Kapsul berdasarkan BJ Mampat	47
Tabel 4.7 Hasil Evaluasi Sediaan	47
Tabel 4.8 Kadar Protein Sediaan.....	51

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 pH Larutan Sebelum dan Sesudah Foaming	39
Grafik 4.2 Densitas SPH	41
Grafik 4.3 Rasio Swelling SPH.....	42
Grafik 4.4 Porositas SPH	43
Grafik 4.5 Total Floating Time SPH.....	43
Grafik 4.6 Distribusi Ukuran Partikel F1.....	49
Grafik 4.7 Keseragaman Bobot F1.....	50
Grafik 4.8 Kurva Kalibrasi BSA	51



DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Kerangka Berpikir	27
--	----



DAFTAR SINGKATAN



TNI	: Tentara Nasional Indonesia
NKRI	: Negara Kesatuan Republik Indonesia
SPH	: <i>Superporous Hydrogel</i>
CSPH	: <i>Conventional Superporous Hydrogel</i>
SPHC	: <i>Superporous Hydrogel Composite</i>
SPHH	: <i>Superporous Hydrogel Hybrid</i>
PVA	: Polivinil Alkohol
GlcNAc	: <i>N-Acetylglucosamine</i>
GlcN	: Glukosamin
PD-L1	: <i>Programmed death-ligand 1</i>
AMPK	: <i>Adenosine 50-monophospate-activated Protein Kinase</i>
FDDS	: <i>Floating Drug Delivery System</i>
FI III	: Farmakope Indonesia III
BJ	: Berat Jenis
CBB	: <i>Coomassie Brilliant Blue</i>
BSA	: <i>Bovine Serum Albumin</i>
PBS	: <i>Phosphate Buffered Saline</i>
HCl	: <i>Hydrogen Chloride</i>
SPSS	: <i>Statistical Package for Social Science</i>
FLT	: <i>Floating Lag Time</i>
TFT	: <i>Total Floating Time</i>
CoA	: <i>Certificate of Analysis</i>
IPC	: <i>In Process Control</i>
AKG	: Angka Kecukupan Gizi

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Raihan Zulfikar
NIM : 320200201014
Program Studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Formulasi *Superporous Hydrogel* dengan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) pada Sediaan Kapsul untuk Prajurit TNI

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada tanggal : 26 Juni 2024
Yang menyatakan



Muhammad Raihan Zulfikar
NIM. 320200201014