

**PENGEMBANGAN FORMULA HIDROGEL SEBAGAI PEMBALUT LUKA
(WOUND DRESSING) MENGGUNAKAN KOMBINASI POLIMER
GALAKTOMANAN DAN PVA**

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Persyaratan

Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi



Oleh :

Dyas Retno Ariany

NIM. 155070501111014

PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2019

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGEMBANGAN FORMULA HIDROGEL SEBAGAI PEMBALUT LUKA
(WOUND DRESSING) MENGGUNAKAN KOMBINASI POLIMER
GALAKTOMANAN DAN PVA**

Oleh :

Dyas Retno Ariany

NIM : 155070501111014

Telah diuji pada :

Hari : Senin

Tanggal : 8 Juli 2019

Dan dinyatakan lulus oleh :

Penguji I

Ferri Widodo, S.Si., M.Biomed., Apt.

NIP. 2009127503151001

Penguji II/ Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II

Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD.

Apt.

NIP. 196811011993032004

Oktavia Eka Puspita, S.Farm., M.Sc.,

NIP. 2011068510252001

Mengetahui,

Ketua program Studi Sarjana Farmasi

Alvan Febrian Shalas., M.Farm., Apt

NIP. 2011068502181001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dyas Retno Ariany

NIM : 155070501111014

Program Studi : Program Studi Sarjana Farmasi

Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 Juli 2019

Yang membuat pernyataan,



(Dyas Retno Ariany)

NIM. 155070501111014

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (*Wound Dressing*) Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVA”**.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penyelesaiannya, antara lain:

1. Alvan Febrian Shalas., M.Farm., Apt, selaku Ketua Program Studi Farmasi yang telah membimbing penulis menuntut ilmu di Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
2. Hananditia Rachma Pramestutie S.Farm., M.Farm.Klin., Apt. selaku ketua tim Tugas Akhir Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
3. Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD. selaku dosen pembimbing pertama yang dengan sabar telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran yang membangun dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Oktavia Eka Puspita, M.Sc., Apt. selaku dosen pembimbing kedua dan pemilik proyek penelitian yang telah memberikan ide dan gagasan penelitian ini, dengan sabar telah membimbing penulisan, dan memberi semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ferri Widodo, S.Si., Apt., M.Biomed., selaku penguji yang telah memberikan banyak masukan pada penulis untuk menyempurnakan Tugas Akhir.
6. Segenap anggota tim Pengelola Tugas Akhir Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah membantu melancarkan urusan



administrasi, sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan lancar.

7. Segenap Laboran di Laboratorium Farmasetika yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian sehingga penulis dapat melaksanakan Tugas Akhir dengan lancar.
8. Kedua orang tua saya, Bapak Joni Setiyanto dan Ibu Hariani serta adik saya, Gelegar Yoga Buana yang senantiasa memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan dalam penelitian ini, Dewi Wuragil R. dan Elsi Rahmaprilia S yang telah bekerja sama dalam menyelesaikan penelitian ini, membantu serta menemani hingga penulisan Tugas Akhir ini selesai.
10. Sahabat-sahabatku Nabila Aulia Y., Savvy Augustin T., Fatchur Rohmi L., Nisa Rahma D., dan Titi Annisa B., yang senantiasa menjadi pendengar yang baik, penasihat, pendukung dan penyemangat bagi penulis.
11. Teman dekat, Agus Suwardi yang secara tidak langsung telah sabar mendengar keluh kesah serta memberikan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis sadar bahwa tidak ada yang sempurna di dunia ini, demikian pula dengan penulis Tugas Akhir yang penulis yakin masih sangat jauh dari kesempurnaan sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat.

Malang, 10 Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Ariany, Dyas. 2019. **Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (*Wound Dressing*) Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan Dan PVA.** Tugas Akhir, Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD (2) Oktavia Eka Puspita, S. Farm, M. Sc., Apt

Luka merupakan gangguan pada lapisan epitel dari kulit atau mukosa yang disebabkan dari kerusakan fisik atau termal. Angka kejadian luka secara nasional sebesar 8,2%, angka kejadian luka meningkat dari tahun 2007 yaitu sebesar 7,5%. Sehingga sangat diperlukan pengembangan terkait terapi untuk luka yang memiliki mekanisme cepat dan efektif untuk masyarakat agar dapat mengobati luka sendiri. Salah satu cara penanganan luka yang aman dan efektif yaitu dengan menggunakan hidrogel. Hidrogel dapat mengembang didalam air dan memiliki ikatan silang yang dihasilkan oleh reaksi dari satu atau lebih monomer. Hidrogel mampu menyerap air dikarenakan adanya gugus fungsi hidrofilik pada polimer. Hidrogel dibagi menjadi dua berdasarkan sumber materialnya yaitu hidrogel berbahan sintetis dan hidrogel berbahan alam. Polimer sintetis maupun alam memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga untuk mendapatkan hidrogel dengan hasil yang baik perlu dilakukan kombinasi antara polimer sintetis dan alam. Kombinasi kedua polimer bertujuan untuk meningkatkan viskositas, memperbaiki rasio swelling, dan membentuk membran hidrogel yang baik dengan sifat fisik yang lentur, kuat, lembut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui rasio kombinasi polimer galaktomanan dan PVA pada formulasi sediaan hidrogel yang optimal sebagai pembalut luka berdasarkan karakteristik keadaan fisik, uji rasio *swelling*, dan fraksi gel. Kombinasi polimer galaktomanan dan PVA yang digunakan yaitu 1:0,3; 1:0,5; dan 1:0,7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi polimer galaktomanan dan PVA yang optimal adalah 1:0,7. Sediaan dari formula optimum dapat menghasilkan karakteristik fisik, rasio *swelling* dan fraksi gel yang baik apabila dibandingkan dengan formula hidrogel dengan menggunakan polimer tunggal galaktomanan maupun polimer tunggal PVA.

Kata kunci: Hidrogel, galaktomanan, PVA (*Polivinil Alkohol*)

ABSTRACT

Ariany, Dyas. 2019. **Development of Wound Hydrogel Dressing Formula Using a Combination of Galactomannan and PVA Polymers**. Final Assignment, Pharmacy Program, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD (2) Oktavia Eka Puspita, S. Farm, M. Sc., Apt

Wounds are a disorder of the epithelial layer of the skin or mucosa caused by physical or thermal damage. National incidence of injuries is 8,2%, the incidence of injuries has increased from 2007 at 7,5%. So it is necessary to develop related therapies for wounds that have a fast and effective mechanism for the community to be able to treat their own wounds. One way to treat wounds that is safe and effective is by using a hydrogel. Hydrogels can expand in water and have cross bonds produced by the reaction of one or more monomers. Hydrogels can absorb water due to the presence of a hydrophilic functional group on polymers. Hydrogels are divided into two based on the source of the material namely synthetic hydrogels and natural hydrogels. Both synthetic and natural polymers have advantages and disadvantages so that to get a good result of the hydrogel a combination of synthetic and natural polymers is needed. The combination of the two polymers aims to increase viscosity, improve swelling ratio, and form a good hydrogel membrane with flexible, strong, soft physical properties. The purpose of this study was to determine the ratio of the combination of galactomannan and PVA polymers to the optimal hydrogel formulation as wound dressing based on the characteristics of the physical condition, swelling ratio, and gel fraction. The combination of galactomannan and PVA polymers used was 1:0.3; 1:0.5; and 1:0.7. The results showed that the combination of galactomannan polymer and optimal PVA was 1:0.7. Preparations from the optimum formula can produce physical characteristics, good swelling ratio and good gel fraction when compared with the hydrogel formula using a single polymer galactomannan or a single polymer PVA.

Keywords: Hydrogel, galactomannan, PVA (Polyvinyl Alcohol)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan	i
Lembar Keaslian Tulisan	ii
Kata Pengantar.....	iii
Abstrak	v
Abstract	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran	xiv
Daftar Singkatan.....	xv
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.3.1 Tujuan Umum	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Akademik	6
1.4.2 Manfaat Praktis.....	7
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Luka.....	8
2.1.1 Klasifikasi Luka	8

2.1.2	Kedalaman Luka	10
2.1.3	Jumlah Eksudat dan Efek pada Luka	11
2.1.4	Tipe Eksudat Berdasarkan Warna dan Konsistensinya	12
2.1.5	Patologi Luka	13
2.2	Pembalut Luka.....	14
2.2.1	Hidrokoloid	15
2.2.2	Film Semi-Permeabel.....	15
2.2.3	Busa Semi-Permeabel	16
2.2.4	Hidrogel.....	16
2.2.5	Pembalut Alginat	17
2.3	Polimer	18
2.3.1	Alam.....	18
2.3.1.1	Galaktomanan.....	18
2.3.2	Sintetik	18
2.3.2.1	PVA.....	18
2.4	Freeze-Thaw.....	19
2.5	Mekanisme Pembentukan Ikatan Silang	20
2.6	Karakteristik.....	21
2.6.1	Rasio <i>Swelling</i>	21
2.6.2	Fraksi Gel.....	21
2.7	Monografi Bahan	22
2.7.1	Guar Gum	22
2.7.2	PVA.....	24
2.7.3	PEG	25
2.7.4	Gliserin.....	27



2.7.5	Akuades	28
2.7.6	Agar	30

BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1	Kerangka Konsep	32
3.2	Pejelasan Kerangka Konsep.....	33
3.3	Hipotesis Penelitian	34

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1	Rancangan Penelitian.....	35
4.2	Variabel Penelitian.....	35
4.2.1	Variabel Terikat	35
4.2.2	Variabel Bebas.....	35
4.3	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	35
4.4	Alat dan Bahan	36
4.4.1	Alat.....	36
4.4.2	Bahan.....	36
4.5	Definisi Operasional.....	36
4.6	Skema Kerja	38
4.7	Prosedur Penelitian.....	43
4.8	Rancangan Formula	47
4.8.1	Formula Hidrogel.....	48
4.8.2	Perhitungan.....	48
4.9	Rasionalisasi Formula.....	49
4.10	Evaluasi Sediaan Hidrogel.....	50
4.10.1	Uji Organoleptis	50
4.10.2	Uji Ketebalan	50



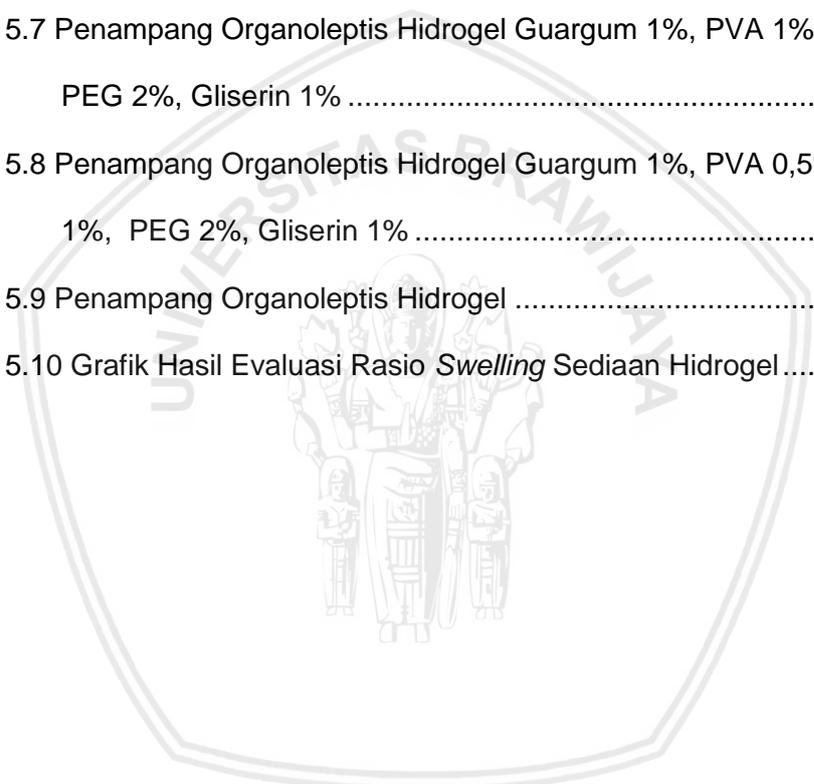
4.10.3 Uji pH.....	50
4.10.4 Uji Rasio Swelling	51
4.10.5 Uji Fraksi Gel	52
4.10.6 Uji Daya Tahan Lipatan.....	52
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA	
5.1 Hasil Optimasi Formula yang Digunakan	54
5.2 Hasil Organoleptis Sediaan Hidrogel	60
5.3 Hasil Uji pH Sediaan Hidrogel.....	63
5.4 Hasil Evaluasi Karakteristik Fisik Sediaan Hidrogel.....	63
5.5 Hasil Evaluasi Sediaan Hidrogel	65
BAB 6 PEMBAHASAN	
6.1 Pembahasan.....	69
6.2 Keterbatasan Penelitian.....	75
BAB 7 PENUTUP	
7.1 Kesimpulan.....	76
7.2 Saran.....	76
Daftar Pustaka.....	77
Lampiran	81

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme Pembentukan Hidrogel dengan Metode <i>Freeze Thaw</i> .	20
Gambar 2.2 Struktur Kimia Guar Gum	22
Gambar 2.3 Struktur Kimia PVA	24
Gambar 2.4 Struktur Kimia PEG	25
Gambar 2.5 Struktur Kimia Gliserin	27
Gambar 2.6 Struktur Kimia Akuades.....	28
Gambar 2.7 Struktur Kimia Agar	30
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Formulasi Hidrogel Pembalut Luka	32
Gambar 4.1 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer Galaktomanan dan PVA	38
Gambar 4.2 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer Galaktomanan	39
Gambar 4.3 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer PVA.....	40
Gambar 4.4 Kerangka Alur Kerja Proses <i>Freeze-Thaw</i> Pembuatan Hidrogel	41
Gambar 4.5 Kerangka Alur Kerja Uji Evaluasi Sediaan Hidrogel.....	42
Gambar 5.1 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 7,5%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	54
Gambar 5.2 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 10%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	55
Gambar 5.3 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 12,5%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	56



Gambar 5.4 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	57
Gambar 5.5 Penampang Organoleptis Hidrogel PVA 12,5%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	57
Gambar 5.6 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 0,5%, PEG 2%, Gliserin 1%.....	58
Gambar 5.7 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 1%, Agar 1%, PEG 2%, Gliserin 1%	59
Gambar 5.8 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 0,5%, Agar 1%, PEG 2%, Gliserin 1%	60
Gambar 5.9 Penampang Organoleptis Hidrogel	62
Gambar 5.10 Grafik Hasil Evaluasi Rasio <i>Swelling</i> Sediaan Hidrogel	67



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kedalaman Luka berdasarkan Tingkat Keparahan.....	10
Tabel 2.2 Jumlah Eksudat dan Efek pada Luka	11
Tabel 2.3 Tipe Eksudat Berdasarkan Warna dan Konsistensinya	12
Tabel 4.1 Perbandingan Formula Hidrogel dengan Kombinasi Polimer	
Galaktomanan dan PVA	48
Tabel 5.1 Hasil Uji Organoleptis Sediaan Hidrogel.....	61
Tabel 5.2 Hasil Uji pH Sediaan Hidrogel	63
Tabel 5.3 Hasil Uji Diameter Sediaan Hidrogel	63
Tabel 5.4 Hasil Uji Ketebalan Sediaan Hidrogel.....	64
Tabel 5.5 Hasil Uji Daya Lipat Sediaan Hidrogel.....	64
Tabel 5.6 Hasil Evaluasi Rasio <i>Swelling</i> Sediaan Hidrogel	66
Tabel 5.7 Hasil Evaluasi Fraksi Gel Sediaan Hidrogel	67

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Evaluasi Organoleptis Hidrogel.....	81
Lampiran 2. Hasil Uji pH Hidrogel.....	83
Lampiran 3. Hasil Uji Diameter Hidrogel.....	83
Lampiran 4. Hasil Uji Ketebalan Hidrogel.....	84
Lampiran 5. Hasil Uji Daya Lipat.....	84
Lampiran 6. Hasil Uji Rasio <i>Swelling</i> Hidrogel.....	85
Lampiran 7. Hasil Uji Fraksi Gel Hidrogel.....	87
Lampiran 8. <i>Certificate of Analysis</i> Guar Gum.....	88
Lampiran 9. <i>Certificate of Analysis</i> PVA.....	89
Lampiran 10. Surat Izin Peminjaman Alat Mikrometer Sekrup Laboratorium Fisika Dasar Universitas Brawijaya.....	90

DAFTAR SINGKATAN

PVA	: Polivinil Alkohol
PEG	: Polietilen Glikol
CMC	: Carboxymethylcellulose
TNF- α	: <i>Tumor Necrosis Factor α</i>
F-T	: <i>Freeze-Thaw</i>



HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGEMBANGAN FORMULA HIDROGEL SEBAGAI PEMBALUT LUKA (*WOUND DRESSING*) MENGGUNAKAN KOMBINASI POLIMER GALAKTOMANAN DAN PVA

Oleh :

Dyas Retno Ariany

NIM : 155070501111014

Telah diuji pada :

Hari : Senin

Tanggal : 8 Juli 2019

Dan dinyatakan lulus oleh :

Penguji I

Ferri Widodo, S. Si., M.Biomed., Apt.
NIP. 2009127503151001

Penguji II/ Pembimbing I

Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD.
NIP. 196811011993032004

Penguji III/ Pembimbing II

Oktavia Eka Puspita, S.Farm., M.Sc., Apt.
NIP. 2011068510252001

Mengetahui,

Ketua program Studi Sarjana Farmasi



Alvan Febrin Shalas, M.Farm., Apt
NIP. 2011068502181001



ABSTRAK

Ariany, Dyas. 2019. **Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (*Wound Dressing*) Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan Dan PVA.** Tugas Akhir, Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD (2) Oktavia Eka Puspita, S. Farm, M. Sc., Apt

Luka merupakan gangguan pada lapisan epitel dari kulit atau mukosa yang disebabkan dari kerusakan fisik atau termal. Salah satu cara penanganan luka yang aman dan efektif yaitu dengan menggunakan hidrogel. Hidrogel dapat mengembang didalam air dan memiliki ikatan silang yang dihasilkan oleh reaksi dari satu atau lebih monomer. Hidrogel mampu menyerap air dikarenakan adanya gugus fungsi hidrofilik pada polimer. Hidrogel dibagi menjadi dua berdasarkan sumber materialnya yaitu hidrogel berbahan sintetik dan hidrogel berbahan alam. Polimer sintetik maupun alam memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga untuk mendapatkan hidrogel dengan hasil yang baik perlu dilakukan kombinasi antara polimer sintetik dan alam. Kombinasi kedua polimer bertujuan untuk meningkatkan viskositas, memperbaiki rasio swelling, dan membentuk membran hidrogel yang baik dengan sifat fisik yang lentur, kuat, lembut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui rasio kombinasi polimer galaktomanan dan PVA pada formulasi sediaan hidrogel yang optimal sebagai pembalut luka berdasarkan karakteristik keadaan fisik, uji rasio *swelling*, dan fraksi gel. Kombinasi polimer galaktomanan dan PVA yang digunakan yaitu 1:0,3; 1:0,5; dan 1:0,7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi polimer galaktomanan dan PVA yang optimal adalah 1:0,7. Sediaan dari formula optimum dapat menghasilkan karakteristik fisik, rasio *swelling* dan fraksi gel yang baik apabila dibandingkan dengan formula hidrogel dengan menggunakan polimer tunggal galaktomanan maupun polimer tunggal PVA.

Kata kunci: Hidrogel, galaktomanan, PVA (*Polivinil Alkohol*)

ABSTRACT

Ariany, Dyas. 2019. **Development of Wound Hydrogel Dressing Formula Using a Combination of Galactomannan and PVA Polymers**. Final Assignment, Pharmacy Program, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) Dra. Diana Lyrawati, Apt., M.Kes., PhD (2) Oktavia Eka Puspita, S. Farm, M. Sc., Apt

Wounds are a disorder of the epithelial layer of the skin or mucosa caused by physical or thermal damage. One way to treat wounds that is safe and effective is by using a hydrogel. Hydrogels can expand in water and have cross bonds produced by the reaction of one or more monomers. Hydrogels can absorb water due to the presence of a hydrophilic functional group on polymers. Hydrogels are divided into two based on the source of the material namely synthetic hydrogels and natural hydrogels. Both synthetic and natural polymers have advantages and disadvantages so that to get a good result of the hydrogel a combination of synthetic and natural polymers is needed. The combination of the two polymers aims to increase viscosity, improve swelling ratio, and form a good hydrogel membrane with flexible, strong, soft physical properties. The purpose of this study was to determine the ratio of the combination of galactomannan and PVA polymers to the optimal hydrogel formulation as wound dressing based on the characteristics of the physical condition, swelling ratio, and gel fraction. The combination of galactomannan and PVA polymers used was 1:0.3; 1:0.5; and 1:0.7. The results showed that the combination of galactomannan polymer and optimal PVA was 1:0.7. Preparations from the optimum formula can produce physical characteristics, good swelling ratio and good gel fraction when compared with the hydrogel formula using a single polymer galactomannan or a single polymer PVA.

Keywords: Hydrogel, galactomannan, PVA (Polyvinyl Alcohol)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luka merupakan masalah yang sering dialami oleh semua kalangan baik anak-anak maupun orang dewasa dan dilakukan pengobatan sendiri. Luka sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari karena luka dapat terjadi dimana saja dan kapan saja. Luka dapat disebabkan akibat dari pekerjaan sehari-hari yang dilakukan, misalnya dapat diakibatkan karena kecelakaan lalu lintas, kecelakaan industri, dan kebakaran. Penyebab terjadinya luka dibagi menjadi 3 yaitu penyebab yang disengaja, penyebab yang tidak disengaja, dan penyebab yang tidak bisa ditentukan (Peden *et al.*, 2008). Angka kejadian luka secara nasional sebesar 8,2%, angka kejadian luka meningkat dari hasil yang dikumpulkan pada tahun 2007 yaitu sebesar 7,5%. Penyebab luka dan angka kejadiannya yaitu luka jatuh 40,9%, kecelakaan sepeda motor 40,6%, terkena benda tajam atau tumpul 7,3%, transportasi darat lain 7,1% dan kejatuhan 2,5% (Riskesdas, 2013).

Luka dapat menyebabkan kematian 950.000 kematian pada anak-anak dan remaja di bawah 18 tahun pada setiap tahunnya. Total 90% dari kasus luka yang terjadi merupakan luka yang tidak disengaja (Peden *et al.*, 2008). Penduduk Indonesia sebanyak 26,4% melakukan pengobatan sendiri dengan membeli obat di warung atau toko obat tanpa resep dokter (Riskesdas, 2013). Sehingga sangat diperlukan pengembangan terkait terapi untuk luka yang memiliki mekanisme cepat dan efektif untuk masyarakat agar dapat mengobati luka sendiri.

Perkembangan teknologi dalam bidang farmasi dengan tujuan penanganan luka masih banyak dikembangkan sampai saat ini. Salah satunya yaitu pemanfaatan bahan alam sebagai zat aktif maupun sebagai zat tambahan yang digunakan dalam formulasi obat. Dengan memanfaatkan teknologi yang ada guna menghasilkan sediaan farmasi yang aman dan efektif dalam proses pengobatan. Salah satu contoh pengembangan di bidang kefarmasian yaitu pengembangan formula dari hidrogel sebagai pembalut luka.

Beberapa tahun terakhir banyak dilakukan penelitian dan pengembangan penggunaan hidrogel. Hidrogel yang paling umum adalah hidrogel yang dapat mengembang didalam air dan memiliki ikatan silang yang dihasilkan oleh reaksi dari satu atau lebih monomer. Hidrogel mampu menyerap air dikarenakan adanya gugus fungsi hidrofilik pada polimer (Ahmed, 2013). Hidrogel merupakan biomaterial yang dapat bermanfaat sebagai bahan kosmetika dan pembalut luka. Sifat lembut dan elastis dari hidrogel mempermudah dalam aplikasi dan pembersihan setelah luka sembuh tanpa kerusakan apapun. Suhu dari luka kulit dapat menurun dengan penggunaan hidrogel karena memberikan efek menenangkan dan pendinginan. Hidrogel digunakan untuk luka kronis kering, luka nekrotik, ulkus tekanan dan luka bakar (Dhivya, dkk , 2015). Hidrogel digunakan sebagai pembalut luka didasarkan pada sifat fisik lainnya dari hidrogel yaitu kemampuannya dalam menyerap air, bersifat sebagai pembasah permukaan dan biokompatibel terhadap tubuh.

Hidrogel saat ini yang tersedia dipasaran contohnya *Intrasite™* dengan menggunakan polimer CMC. *Adapula Nu-Gel™* dan *Purilon™* merupakan hidrogel yang diformulasikan dengan menggunakan kombinasi Alginate (Finnegan dan Percival, 2014). Di pasaran belum terdapat hidrogel yang

menggunakan kombinasi antara polimer alam dan sintetik. Polimer sintetik maupun alam memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga perlu dilakukan kombinasi antara polimer sintetik dan alam untuk dapat saling memperbaiki kekurangan karakteristik fisikokimia masing-masing.

Salah satu polimer berbahan alam yang dapat digunakan dalam pembuatan hidrogel yaitu galaktomanan. Galaktomanan dapat diaplikasikan pada pengembangan produk farmasi, biomedis, kosmetik dan makanan karena dapat digunakan sebagai stabilisator emulsi, dan tidak beracun (Srivastava dan Kapoor, 2005). Kemampuan galaktomanan untuk memodifikasi viskositas dan membentuk matriks gel menjadikannya berpotensi untuk aplikasi berbagai bidang industri, dan terapi. Struktur galaktomanan yang memiliki banyak gugus hidroksil menjadikan suatu kelebihan yaitu mampu mengikat dan menyerap air tinggi (Prajapati, 2013). Sehingga apabila galaktomanan di formulasikan untuk pembuatan hidrogel diharapkan dapat menyerap eksudat dengan kemampuan mengikat dan menyerap air yang tinggi.

Galaktosa antar molekul polimer galaktomanan memiliki fungsi sebagai halangan sterik yang dapat mempengaruhi sifat kelarutan galaktomanan dalam air. Sehingga, kelarutan galaktomanan meningkat seiring dengan meningkatnya substitusi galaktosa. Perbedaan struktur galaktomanan yang didapatkan dari berbagai sumber dapat menyebabkan perubahan pada sifat kelarutan, viskositas, dan interaksi dengan polisakarida lain (Prajapati, 2013).

Pada penelitian ini digunakan galaktomanan yaitu guar gum yang sifatnya mudah larut dalam air dan kemampuannya untuk membentuk gel rendah (Prajapati, 2013). Kemampuan guar gum yang rendah dalam membentuk gel

dibuktikan dengan penelitian Murdinah (2011) nilai kekuatan gel yang dihasilkan dengan formulasi agar dikombinasi dengan guar gum yaitu 62-287 g/cm². Penggunaan polimer alam tunggal pada sediaan hidrogel kurang diminati, dimana dinilai masih belum cukup untuk menghasilkan sediaan yang lebih awet, lebih stabil, dan lebih kuat seperti sediaan dari polimer sintetik (Biswas, Maje, dan Animikh, 2016). Sehingga untuk menghasilkan hidrogel yang baik diperlukan adanya kombinasi dengan polimer sintetik yang mampu memperbaiki karakteristik fisik dari hidrogel galaktomanan.

Polimer sintesis yang dapat dikombinasikan dengan guar gum salah satunya adalah PVA. Dasar pemilihan penggunaan PVA untuk aplikasi di dunia medis dan kosmetik karena memiliki sifat mudah larut dalam air, kestabilan mekanik dan fleksibel, mudah dalam membentuk gel dan tidak beracun (Parida et al., 2011, Marin et al., 2014). Diharapkan penggunaan PVA dapat memperbaiki kekurangan penggunaan guar gum tunggal yaitu kemampuan membentuk gel yang rendah dan dapat menghasilkan hidrogel yang fleksibel.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurrahmi dkk, 2016, digunakan kombinasi polimer sintetik PVA dan polimer alam karaginan dihasilkan hidrogel dengan daya serap air baik pada konsentrasi PVA paling rendah yaitu 7,5%, fraksi gel dan daya tarik yang baik pada konsentrasi PVA yang optimum yaitu 12,5% tetapi memiliki daya serap air (rasio *swelling*) yang kurang baik. Faktor yang dapat menentukan karakteristik dari hidrogel yaitu rasio polimer yang digunakan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Gadri dkk, 2015, digunakan kombinasi polimer PVA dan k-karagenan, hidrogel dapat terbentuk tetapi memiliki kekuatan mekanik yang rendah sehingga mudah sobek. Dikarenakan

ikatan silang yang terbentuk antara k-karagenan dan PVA sedikit jumlahnya. Menurut Muppalaneni and Omidian (2013), kemampuan PVA untuk mengembang sangat rendah sehingga kurang optimal untuk dapat menyerap eksudat pada luka.

Campuran berbagai polimer alam atau sintetik dapat saling memperbaiki kekurangan karakteristik fisikokimia masing-masing dan dapat menghasilkan karakteristik baru pada campuran. Dalam penelitian ini dibuat hidrogel dengan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA. Polimer galaktomanan yang digunakan pada penelitian ini yaitu guar gum memiliki kelebihan yaitu mampu mengikat dan menyerap air tinggi, kekurangan guar gum yaitu kemampuan untuk membentuk gel rendah. Polimer PVA dapat membantu guar gum karena memiliki kelebihan yaitu kestabilan mekanik dan fleksibel dan mudah membentuk gel. Polimer PVA memiliki kekurangan yaitu kemampuan PVA untuk mengembang sangat rendah. Kombinasi dari kedua polimer bertujuan untuk membentuk membran hidrogel yang memiliki rasio *swelling* dan fraksi gel yang baik. Sehingga hidrogel yang dihasilkan memiliki kemampuan menyerap eksudat yang tinggi serta memiliki sifat fisik yang lentur, kuat, dan lembut.

Berdasarkan alasan tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan rasio dari kombinasi polimer galaktomanan dan PVA dalam sediaan hidrogel balutan luka terhadap sifat-sifat keadaan fisik, uji derajat *swelling*, dan uji fraksi gel.

1.2 Rumusan Masalah

Berapa rasio kombinasi polimer galaktomanan dan PVA untuk menghasilkan hidrogel pembalut luka (*wound dressing*) yang optimal berdasarkan rasio swelling dan fraksi gel sediaan yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

- a. Mengetahui rasio kombinasi polimer galaktomanan dan PVA pada formulasi sediaan hidrogel yang optimal sebagai pembalut luka berdasarkan karakteristik keadaan fisik, uji derajat swelling, dan fraksi gel.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui pengaruh penggunaan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA pada karakteristik sediaan hidrogel
- b. Mengetahui derajat swelling dan fraksi gel dari sediaan hidrogel dengan menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

- a. Memberikan tambahan pengetahuan formula dari pembuatan sediaan hidrogel untuk pembalut luka dengan menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA.
- b. Manfaat keilmuan terhadap perkembangan ilmu farmasi dan sebagai dasar penelitian lebih lanjut terkait penggunaan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA.

1.4.2 Manfaat Praktis

- a. Memberikan pengetahuan kepada masyarakat terkait penggunaan hidrogel yang dapat digunakan sebagai pembalut luka sehingga membantu dalam penyembuhan luka.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Luka

Luka didefinisikan sebagai gangguan pada lapisan epitel dari kulit atau mukosa yang disebabkan dari kerusakan fisik atau termal. Berdasarkan durasi dan sifat proses penyembuhan, luka dikategorikan menjadi luka akut dan kronis: (Dhivya, dkk , 2015)

1. Luka akut adalah cedera pada kulit yang terjadi tiba-tiba karena kecelakaan atau cedera bedah. Waktu penyembuhannya dapat diprediksi dan diharapkan biasanya dalam 8-12 minggu tergantung pada ukuran, kedalaman dan tingkat kerusakan pada lapisan epidermis dan dermis kulit.
2. Luka kronis merupakan kegagalan perkembangan tahap penyembuhan yang normal dan tidak dapat diperbaiki secara teratur dan tepat waktu. Luka kronis umumnya dihasilkan dari ulkus dekubitus, ulkus tungkai dan luka bakar.

2.1.1 Klasifikasi Luka

Luka diklasifikasikan sebagai luka terbuka dan luka tertutup berdasarkan penyebab terbentuknya luka dan sebagai luka akut dan kronis berdasarkan fisiologi penyembuhan luka (Radhika, P. V. Dan K. V. Arun Kumar,2017).

1. Luka Terbuka

Meskipun darah luka terbuka keluar dari tubuh dan perdarahan terlihat jelas. Luka terbuka diklasifikasikan lebih lanjut berdasarkan objek terjadinya luka:

- Luka Gores

Luka ini tanpa disertai kehilangan jaringan atau kerusakan jaringan minimal. Luka ini disebabkan oleh benda tajam seperti pisau. Pendarahan dalam kasus seperti itu bisa sangat banyak, jadi tindakan segera harus diambil.

- Abrasi atau Luka Dangkal

Luka ini disebabkan karena terjatuh ke permukaan yang kasar. Selama abrasi, lapisan kulit paling atas yaitu epidermis dikerok yang mengekspos ujung saraf yang mengakibatkan luka menjadi menyakitkan. Kehilangan darah mirip dengan luka bakar dapat terjadi akibat lecet yang serius.

- Luka Robek

Luka ini adalah cedera yang tidak berkaitan dengan pembedahan bersamaan dengan beberapa jenis trauma, yang mengakibatkan cedera dan kerusakan jaringan.

- Luka Tusukan

Luka ini disebabkan oleh beberapa benda yang menusuk kulit, seperti jarum atau kuku. Peluang terjadinya infeksi di dalamnya umum terjadi karena kotoran dapat masuk ke kedalaman luka.

- Luka Tembak

Luka ini disebabkan oleh peluru atau sejenisnya mengenai ke atau melalui tubuh.

- Luka Penetrasi

Luka penetrasi disebabkan oleh benda seperti pisau masuk dan keluar dari kulit

2. Luka Tertutup

Pada luka tertutup darah keluar dari sistem sirkulasi tetapi tetap di dalam tubuh. Ini termasuk memar, heamatoma atau tumor darah, dan cedera.

- Memar

Memar disebabkan oleh trauma gaya tumpul yang merusak jaringan di bawah kulit.

- Hematoma atau tumor darah

Mereka disebabkan oleh kerusakan pada pembuluh darah akibatnya menyebabkan darah menumpuk dibawah kulit.

- Cedera Timpa

Cedera Timpa disebabkan ketika sejumlah besar atau ekstrim kekuatan diberikan pada kulit dalam jangka waktu yang lama.

2.1.2 Kedalaman Luka (Jensen, 2001)

Tabel 2.1 Kedalaman Luka berdasarkan Tingkat Keparahan

Tingkat Keparahan Luka	Kedalaman Luka
1	Terdapat kerusakan jaringan tetapi tidak terdapat kerusakan pada permukaan kulit
2	Superfisial, abrasi, kulit lecet atau kedalaman luka dangkal.

3	Kedalaman luka dalam dengan atau tanpa adanya batasan yang jelas pada jaringan
4	Visualisasi dari lapisan jaringan tidak mungkin karena nekrosis
5	Hilangnya jaringan subcutan yang melibatkan otot, tendon dan atau/ tulang

2.1.3 Jumlah Eksudat dan Efek pada Luka (Jensen, 2001)

Tabel 2.2 Jumlah Eksudat dan Efek pada Luka

Volume	Efek pada Luka
Tidak ada (None)	Jaringan luka kering
Lembab (Scant)	Jaringan luka lembab
Sedikit (Small)	Jaringan luka basah, kelembaban merata pada luka, cairan sekitar 25% dari dressing
Sedang (Moderate)	Jaringan luka jenuh (saturasi), kelembaban mungkin merata atau tidak pada luka, cairan sekitar 25-75 % dari dressing
Banyak (Copious)	Jaringan luka sangat basah, cairan sekitar membasahi seluruh dressing atau merembes

2.1.4 Tipe Eksudat Berdasarkan Warna dan Konsistensinya (Jensen, 2001)

Tabel 2.3 Tipe Eksudat Berdasarkan Warna dan Konsistensinya

Tipe Eksudat	Warna dan Konsistensi
Serous	Eksudat bening atau kuning pucat yang berisi plasma cair
Sanguineous	Eksudat berisi darah segar dengan konsistensi kental atau cair. Eksudat ini biasanya terdapat pada luka yang akut
Serosanguineous	Eksudat berisi plasma dan sel darah merah dengan konsistensi kental atau cair
Purulent	Eksudat mengandung sel darah putih, organisme hidup/mati, warna kuning, hijau atau coklat sebagai tanda infeksi serta dengan konsistensi kental atau cair berbuih dan berbau. Eksudat ini biasanya terdapat pada luka kronis

2.1.5 Patologi Luka

Luka adalah cedera fisik yang menyebabkan pembukaan atau kerusakan kulit. Penyembuhan luka merupakan proses tubuh untuk memulihkan jaringan kulit dan epidermis. Mekanisme penyembuhan luka kulit dibagi menjadi empat fase : (Radhika, P. V. Dan K. V. Arun Kumar,2017)

1. Hemostasis

Pendarahan memulai proses hemostasis. Pembuluh darah berkontraksi, agregat trombosit dan gumpalan terbentuk. Leukosit tertarik ke daerah yang terluka.

2. Peradangan

Prostaglandin dan protein dilepaskan, yang menyebabkan vasodilatasi dan peradangan. Neutrofil (yang fungsinya adalah fagositosis bakteri) dan makrofag (yang mengontrol proses penyembuhan) berkembang biak di luka.

3. Granulasi

Jaringan pendukung baru terbentuk seperti perancah, bersama dengan perkembangan pembuluh darah baru, yang dikenal sebagai angiogenesis, dan luka mulai berkontraksi.

4. Epitelisasi

Sel-sel kulit baru muncul dari tepi kulit dan folikel rambut, perlahan-lahan menyatukan tepi luka.

2.2 Pembalut Luka

Pembalut luka modern telah dikembangkan untuk memfasilitasi luka bukan hanya untuk menutupinya. Pembalut ini difokuskan untuk menjaga luka dari dehidrasi dan mempromosikan penyembuhan. Pembalut luka modern biasanya didasarkan pada sintesis polimer dan diklasifikasikan sebagai pasif, interaktif dan bioaktif produk. Produk pasif bersifat non-oklusif, seperti kasa dan *tulle dressing*, digunakan untuk menutupi luka untuk mengembalikan fungsinya di bawah. Pembalut interaktif bersifat semi oklusif atau oklusif, tersedia dalam bentuk film, busa, hidrogel dan hidrokoloid. Pembalut ini bertindak sebagai penghalang terhadap penetrasi bakteri ke lingkungan luka (Dhivya, dkk, 2015).

Berdasarkan jenis luka, harus dipilih bahan pembalut luka yang sesuai. Pemilihan pembalut luka Menurut Dhivya, dkk (2015) harus didasarkan pada kemampuannya untuk

- a) memberikan atau menjaga lingkungan yang lembab
- b) meningkatkan migrasi epidermis
- c) mempromosikan angiogenesis dan sintesis jaringan ikat
- d) memungkinkan pertukaran gas antara jaringan yang terluka dan lingkungan
- e) menjaga suhu jaringan yang sesuai untuk meningkatkan aliran darah luka dan meningkatkan migrasi epidermal
- f) menyediakan perlindungan terhadap infeksi bakteri dan
- g) mudah dilepas setelah penyembuhan
- h) harus dapat bertindak sebagai debridemen untuk meningkatkan migrasi leukosit dan mendukung akumulasi enzim
- i) harus steril, tidak beracun dan tidak menyebabkan alergi.

2.2.1 Hidrokoloid

Pembalut hidrokoloid adalah salah satu pembalut luka yang banyak digunakan dan terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan koloidal pada bagian dalam dan lapisan luar yang kedap air. Pembalut ini terdiri dari kombinasi zat pembentuk gel seperti karboksimetilselulosa, gelatin dan pektin ditambah dengan bahan lain seperti elastomer dan perekat. Hidrokoloid permeable untuk uap air tetapi kedap terhadap bakteri dan juga memiliki sifat debridement dan menyerap eksudat luka. Pembalut hidrokoloid digunakan pada luka ringan sampai sedang, seperti luka tekan, luka bakar ringan dan luka traumatis (Dhivya, dkk, 2015).

Pembalut ini juga direkomendasikan untuk manajemen perawatan luka pediatrik, karena tidak menyebabkan rasa sakit saat dilepaskan dari luka. Ketika hidrokoloid ini kontak dengan luka eksudat dapat membentuk gel dan menyediakan lingkungan lembab yang membantu dalam perlindungan jaringan granulasi dengan menyerap dan mempertahankan eksudat. Kerugian hidrokoloid adalah mereka tidak diindikasikan untuk ulkus neuropatik atau luka yang sangat eksudat (Dhivya, dkk, 2015).

2.2.2 Film Semi-Permeabel

Pembalut ini terdiri dari poliuretan transparan dan memungkinkan transmisi dari uap air, O₂ dan CO₂ dari luka dan juga dapat lisis/menguraikan jaringan yang rusak di lokasi luka dan kedap air terhadap bakteri. Film dibuat dari turunan nilon dengan polietilen sebagai pendukung yang membuatnya oklusif. Pembalut film yang berasal dari nilon awalnya tidak digunakan untuk luka yang sangat eksudat karena kapasitas penyerapannya yang terbatas dan menyebabkan maserasi luka dan jaringan sehat di sekitar luka . Pembalut ini

sangat elastis dan fleksibel, dan dapat menyesuaikan dengan bentuk apa pun. Pemeriksaan luka juga dapat dilakukan tanpa menghilangkan pembalut luka karena film yang transparan. Oleh karena itu, balutan ini direkomendasikan untuk luka epitelisasi, luka superfisial, dan luka dangkal dengan eksudat rendah. Pembalut film yang tersedia di pasaran berbeda-beda dalam hal permeabilitas uapnya, karakteristik adhesif, dan ekstensibilitas (Dhivya, dkk, 2015). Penggunaan pembalut film dikontraindikasikan penggunaannya pada luka terinfeksi dan memiliki banyak eksudat (Kartika, 2015).

2.2.3 Busa Semi-Permeabel

Pembalut busa terdiri dari busa hidrofobik dan hidrofilik terkadang disertai dengan perekat adhesif. Sifat hidrofobik pada lapisan luar melindungi dari cairan tetapi memungkinkan pertukaran gas dan uap air. Cetakan busa karet berbasis silikon (silastik) untuk bentuk luka. Busa memiliki kemampuan untuk menyerap eksudat luka tergantung pada ketebalan luka. Terdapat Pembalut busa dengan perekat adhesif maupun tanpa perekat adhesif. Pembalut busa sesuai digunakan untuk ulkus pada tungkai bawah dan luka sedang sampai berat.

Kerugian dari pembalut busa yaitu membutuhkan pembalutan luka yang sering dan tidak cocok untuk luka dengan eksudat rendah, luka kering dan bekas luka kering karena pembalut busa menyerap eksudat untuk penyembuhannya (Dhivya, dkk , 2015).

2.2.4 Hidrogel

Hidrogel adalah bahan hidrofilik tak larut yang terbuat dari polimer sintesis seperti poli (metakrilat) dan polivinil pirolididin. Kandungan hidrogel yang tinggi (70-90%) membantu granulasi jaringan dan epitel di lingkungan yang lembab. Sifat lembut dan elastis dari hidrogel mempermudah dalam aplikasi dan

pembersihan setelah luka disembuhkan tanpa kerusakan apapun. Suhu dari luka kulit dapat menurun dengan penggunaan hidrogel karena memberikan efek menenangkan dan pendinginan. Hidrogel digunakan untuk luka kronis kering, luka nekrotik, ulkus tekanan dan luka bakar (Dhivya, dkk , 2015).

Hidrogel dibagi menjadi dua berdasarkan sumber materialnya yaitu hidrogel berbahan sintetik dan hidrogel berbahan alam. Hidrogel yang berbahan sintetik memiliki beberapa kelemahan yaitu termasuk reaksi inflamasi, migrasi bahan serta sulit dihilangkan. Pada saat ini mulai dikembangkan hidrogel yang biokompatibel (Li et al., 2012).

2.2.5 Pembalut Alginat

Pembalut alginat dibuat dari garam natrium dan kalsium yang terdiri dari unit mannuronat dan asam guluronat. Alginat yang dapat menyerap dan terurai secara alami berasal dari rumput laut. Kemampuan penyerapannya dengan cara membentuk gel hidrofilik yang kuat, yang membatasi eksudat luka dan meminimalkan kontaminasi bakteri. Menurut Thomas et al., (2000) alginat dapat mempercepat proses penyembuhan dengan mengaktifkan makrofag untuk menghasilkan TNF- α yang menginisiasi sinyal inflamasi. Pembalut alginat cocok untuk luka sedang hingga berat, luka pada pediatrik dan tidak disarankan untuk luka kering, luka bakar derajat ketiga dan luka parah dengan tulang yang terbuka. Lapisan memerlukan pembalut sekunder karena dapat mendehidrasi luka yang menunda penyembuhan (Dhivya, dkk , 2015).

2.3 Polimer

2.3.1 Alam

2.3.1.1 Galaktomanan

Galaktomanan dapat ditemukan pada endosperma berbagai tanaman, khususnya Leguminosae, dan mereka memiliki beberapa fungsi, termasuk sebagai cadangan karbohidrat. Galaktomanan adalah polisakarida yang tersusun dari 2 komponen yaitu rantai utama mannosa (β -(1-4)-d-mannan) dan rantai samping galaktosa pada α -(1-6). Rasio mannose / galactose (M / G) mereka berbeda menurut spesies. Galaktomanan merupakan hidrokoloid yang larut dalam air yang membentuk larutan berair sangat kental dan stabil. Galaktomanan adalah bahan serbaguna yang digunakan untuk sebagai zat untuk *stiffeners* yang sangat baik dan penstabil emulsi, dan tidak adanya toksisitas memungkinkan penggunaannya dalam industri tekstil, farmasi, biomedis, kosmetik dan industri makanan (Cerquiera, 2009).

2.3.2 Sintetik

2.3.2.1 PVA

Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer hidrofilik sintetik yang umumnya sebagai kopolimer vinil alkohol dan vinil asetat. Sifat struktural polimer PVA tergantung pada tingkat polimerisasi dan tingkat hidrolisis, yaitu rasio dari dua monomer. Karena gugus fungsi reaktif pada strukturnya, PVA mengalami perubahan kimia seperti esterifikasi dan eterifikasi, serta perubahan fisik seperti kristalisasi dan kompleks ion-polimer. Struktur PVA yang dimodifikasi secara kimia dan fisik

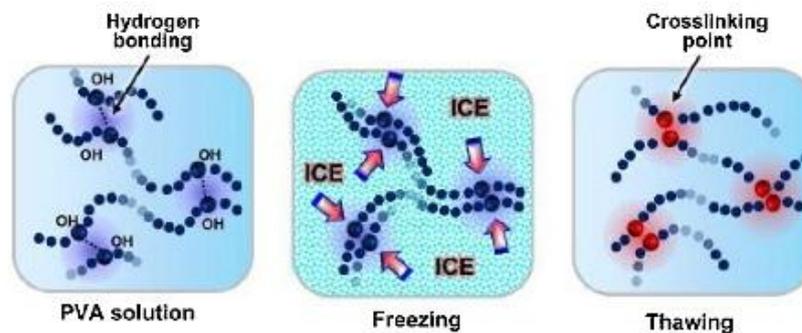
memiliki berbagai aplikasi di bidang biomedis dan farmasi (Muppalaneni and Omidian, 2013).

PVA sediaan hidrogel rentan terhadap ikatan hidrogen dan kristalisasi yang berlebihan, umumnya kemampuan untuk mengembangnya sangat rendah (Muppalaneni and Omidian, 2013).

2.4 Freeze-Thaw

Metode pembuatan membran hidrogel adalah menggunakan metode *freeze-thaw (F-T) cycle* untuk menginduksi terjadinya reaksi *crosslink* antara galaktomanan dengan molekul polimer kombinasi. Terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh dari hidrogel yang terhubung secara *crosslink* dengan proses *freeze thawing* yaitu tidak beracun, non karsinogenik, dan biokompatibilitas. Hidrogel yang dihasilkan memiliki kekuatan mekanik yang baik dan tidak menggunakan zat pengikat silang atau inisiator dalam sintesis hidrogel (Hamedi *et al.*, 2018).

Selama langkah *freezing*, terjadi pemisahan fase cair-cair dan pembentukan kristal es. Rantai polimer akan membentuk ikatan hidrogen dan kristalin. Selain itu, prosedur *thawing* memfasilitasi interaksi dan pembentukan kristalin antara polimer yang mengarah ke pembentukan jaringan hidrogel. Kristal es bertindak sebagai pengikat silang pada pembentukan hidrogel dan membentuk struktur berpori pada hidrogel, karena adanya ruang yang tersisa dari kristal es yang meleleh selama tahap pencairan. Kristal es yang terbentuk meningkat seiring dengan jumlah siklus *Freeze Thaw* (Hamedi *et al.*, 2018).



Gambar 2.1 Mekanisme Pembentukan Hidrogel dengan Metode *Freeze Thaw*

(Afshari *et al.*, 2015)

2.5 Mekanisme Pembentukan Ikatan Silang

Upaya untuk menghasilkan ikatan silang salah satunya dengan menggunakan metode *Freeze-Thaw*. Gel membentuk ikatan silang dengan cara memaparkan campuran pada siklus *Freeze-Thaw* berulang yang menginduksi kristalisasi dan membentuk jaringan pada struktur hidrogel. Pada proses pembekuan terjadi pemisahan fasa antara polimer dengan pelarut, pelarut membentuk kristal es sedangkan rantai polimer saling berikatan hidrogen. Ketika terjadi proses pelelehan/ *Thawing* maka kristal es akan meleleh dan memasuki rongga yang terbentuk diantara ikatan hidrogen pada polimer. Derajat kistalinitas gel dan ukuran kristal meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah fase *Freeze-Thaw*. Jumlah ikatan silang yang terbentuk tergantung pada konsentrasi polimer yang digunakan dan jumlah siklus *Freeze-Thaw* (Kamoun *et. al.*, 2015)

2.6 Karakteristik

2.6.1 Derajat Swelling

Rasio *swelling* adalah evaluasi yang dilakukan pada sediaan hidrogel untuk mengetahui kemampuan mengembang dari hidrogel untuk dapat menyerap air. Derajat *swelling* merupakan perbandingan berat hidrogel dalam keadaan menyerap air (*swelling*) terhadap berat keringnya (Gadri *et al.*, 2014).

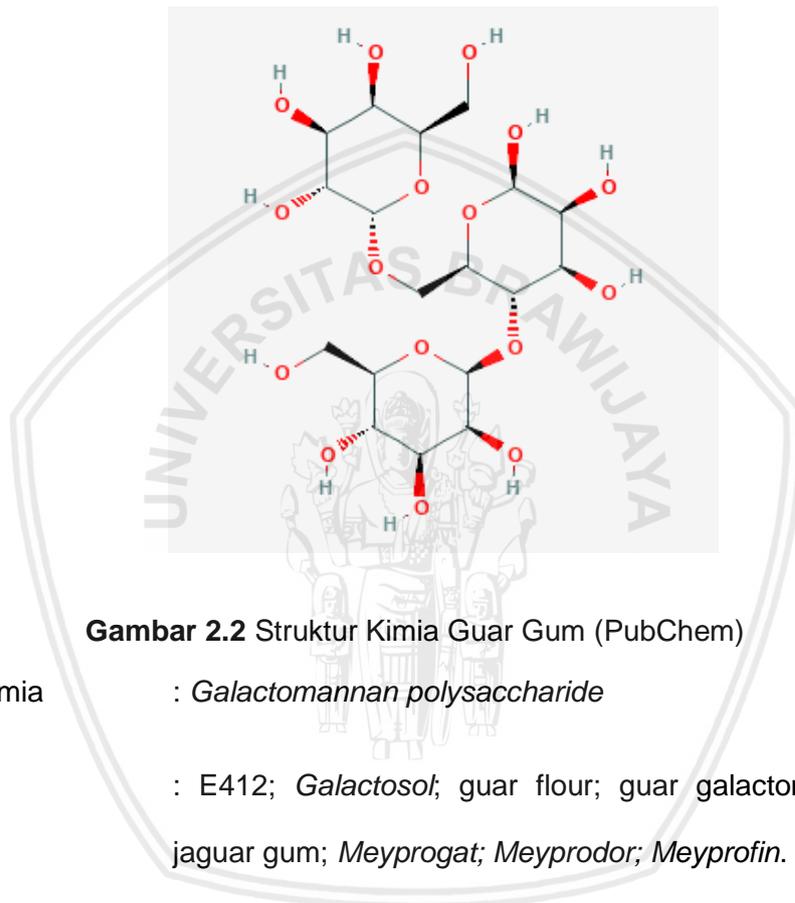
2.6.2 Fraksi Gel

Fraksi gel adalah ukuran jumlah ikatan silang (*crosslink*) antar rantai molekul polimer yang dapat terbentuk dari proses *freezing and thawing* dan dinyatakan dalam persen (Gadri *et al.*, 2014).

2.6 Monografi Bahan Sediaan Hidrogel

2.6.1 Guar Gum (Rowe *et al.*, 2009)

Rumus struktur dari Guar Gum ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Struktur Kimia Guar Gum (PubChem)

- Nama Kimia : *Galactomannan polysaccharide*
- Sinonim : E412; *Galactosol*; guar flour; guar galactomannanum; jaguar gum; *Meyprogat*; *Meyprodor*; *Meyprofin*.
- Pemerian : Guar gum berupa bubuk tidak berbau atau hampir tidak berbau, putih sampai putih kekuningan dengan rasa lembut.
- Kelarutan : Tidak larut dalam pelarut organik. Dalam air dingin atau panas, galaktomanan terdispersi dan mengembang untuk membentuk sol thixotropic yang sangat kental. Tingkat hidrasi optimal terjadi pada pH 7,5-9,0.

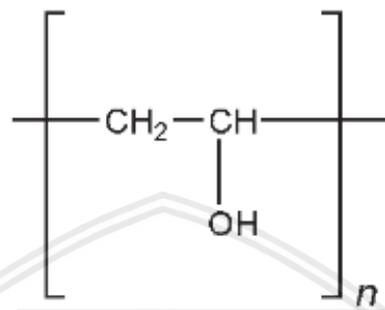
Diperlukan dua hingga empat jam dalam air pada suhu kamar untuk mengembangkan viskositas maksimum

pH	: 5,0-7,0
Fungsi	: Meningkatkan viskositas
Titik didih	: -
Titik leleh	: -
Stabilitas	: Dispersi guar gum dalam air memiliki aksi buffering dan stabil pada pH 4.0-10.5. Pemanasan yang lama mengurangi viskositas dispersi. Stabilitas bakteriologis dari dispersi guar gum dapat ditingkatkan dengan penambahan campuran 0,15% metilparaben dan 0,02% propilparaben sebagai pengawet.
Inkompatibilitas	: Guar gum kompatibel dengan sebagian besar hidrokoloid tanaman lain seperti tragacanth. Guar gum tidak kompatibel dengan aseton, etanol (95%), tanin, asam kuat, dan alkali. Ion borat.

Wadah dan Penyimpanan : Disimpan dalam wadah yang tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering

2.6.2 PVA (Rowe *et al.*, 2009)

Rumus struktur dari PVA ditunjukkan pada gambar 2.3



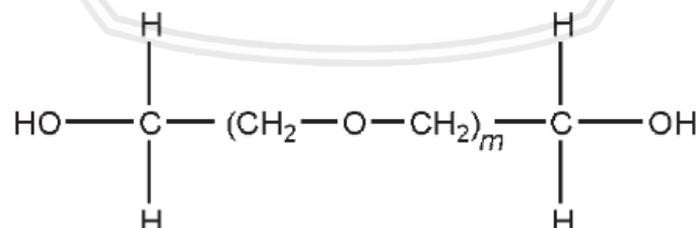
Gambar 2.3 Struktur Kimia PVA

Nama Kimia	: <i>Ethenol, homopolymer</i>
Sinonim	: Airvol, Alcotex, Celvol, Elvanol, Gelvatol, poly(alcohol vinylicus), Polyvinol, PVA, vinyl alcohol polymer
Pemerian	: PVA tidak berbau, putih sampai berwarna krem berbentuk serbuk granular
Kelarutan	: Larut dalam air; sedikit larut dalam etanol (95%); tidak larut dalam pelarut organik. Disolusi membutuhkan dispersi (pembasahan) padatan dalam air pada suhu kamar diikuti dengan memanaskan campuran sekitar 90°C selama kurang lebih 5 menit. Pencampuran harus dilanjutkan saat larutan yang dipanaskan didinginkan sampai suhu kamar
PH	: 5,0-8,0

Fungsi	: <i>coating agent</i> ; pelumas; zat penstabil; meningkatkan viskositas
Titik didih	: -
Titik leleh	: 228°C untuk terhidrolisis penuh; 180–190°C untuk nilai terhidrolisis parsial
Stabilitas	: PVA stabil dalam wadah tertutup dan tahan korosi, stabil terkena paparan cahaya.
Inkompatibilitas	: Polivinil alkohol mengalami reaksi khas suatu senyawa dengan gugus hidroksi sekunder, seperti esterifikasi.
Wadah dan Penyimpanan	: PVA disimpan dalam wadah yang tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering.

2.6.3 PEG (Rowe *et al.*, 2009)

Rumus struktur dari PEG ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Struktur Kimia PEG

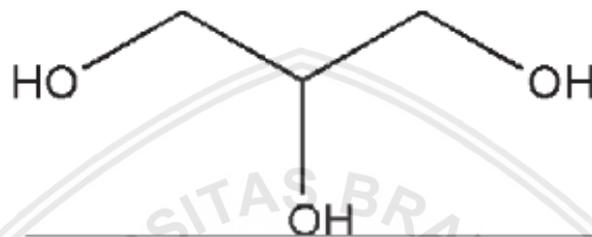
Nama Kimia	: α -Hydro- ω -hydroxypoly(oxy-1,2-ethanediyl)
Sinonim	: <i>Carbowax</i> ; <i>Carbowax Sentry</i> ; <i>Lipoxol</i> ; <i>Lutrol E</i> ; <i>macrogola</i> ; PEG; <i>Pluriol E</i> ; polyoxyethylene glycol.

Pemerian	: Polietilen glikol <i>grades</i> 200-600 berbentuk cairan. Cairan PEG 200-600 muncul sebagai cairan kental bening, tidak berwarna atau agak berwarna kuning. Mereka memiliki sedikit bau dan rasa pahit, sedikit terbakar.
Kelarutan	: Polietilen glikol larut dalam air. Polietilen glikol cair larut dalam aseton, alkohol, benzena, gliserin, dan glikol. Polietilen glikol padat larut dalam aseton, diklorometana, etanol (95%), dan metanol; mereka sedikit larut dalam hidrokarbon alifatik dan eter, tetapi tidak larut dalam lemak, minyak tetap, dan minyak mineral.
pH	: 4,0-7,0
Fungsi	: sebagai dasar pembuatan salep; <i>plasticizer</i> ; pelarut; basis supositoria; tablet dan pelumas kapsul
Titik didih	: -
Titik leleh	: 37–40°C untuk PEG 1000; 44–48°C untuk PEG 1500; 40–80°C untuk PEG 1540; 45–50°C untuk PEG 2000; 48–54°C untuk PEG 3000; 50–58°C untuk PEG 4000
Stabilitas	: Polietilen glikol secara kimiawi stabil di udara dan dalam larutan. Polietilen glikol tidak mendukung pertumbuhan mikroba, dan mereka tidak menjadi tengik.
Inkompatibilitas	: Polietilen glikol inkompatibel dengan zat pewarna, serta antibiotik penisilin, dan bacitracin

Wadah dan Penyimpanan : Polietilen glikol harus disimpan dalam wadah yang tertutup rapat di tempat yang sejuk dan kering.

2.6.4 Gliserin (Rowe *et al.*, 2009)

Rumus struktur dari Gliserin ditunjukkan pada gambar 2.5



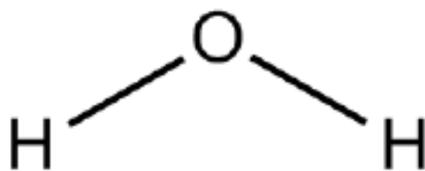
Gambar 2.5 Struktur Kimia Gliserin

Nama Kimia	: <i>Propane-1,2,3-triol</i>
Sinonim	: <i>Croderol; E422; glicerol; glycerine; glycerolum; Glycon G-100; Kemstrene; Optim; Pricerine; 1,2,3-propanetriol; trihydroxypro-pane glycerol.</i>
Pemerian	: Gliserin adalah cairan higroskopis yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau, kental, memiliki rasa manis, sekitar 0,6 kali manis sukrosa
Kelarutan	: Larut dalam aseton, benzene, kloroform, etanol (95%), metanol, minyak, dan air.
Fungsi	: Sebagai antimikroba; <i>cosolvent; emollient; humectan; plasticizer</i> ; pelarut; zat pemanis.
Titik didih	: -

- Titik leleh : -
- Stabilitas : Gliserin bersifat higroskopis. Gliserin murni tidak rentan terhadap oksidasi oleh atmosfer dalam kondisi penyimpanan biasa, tetapi terurai pada pemanasan. Campuran gliserin dengan air, etanol (95%), dan propilen glikol stabil secara kimia.
- Inkompatibilitas : Gliserin dapat meledak jika dicampur dengan zat pengoksidasi kuat seperti kromium trioksida, kalium klorat, atau kalium permanganat. Perubahan warna hitam pada gliserin terjadi dengan adanya cahaya, atau jika kontak dengan seng oksida atau basa bismut nitrat. Gliserin membentuk kompleks asam borat, asam gliseroborat, yang merupakan asam kuat dari asam borat.
- Wadah dan Penyimpanan : Wadah kedap udara, di tempat sejuk dan kering

2.6.5 Aquades (Rowe *et al.*, 2009)

Rumus struktur dari Aquades ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Struktur Kimia Aquades

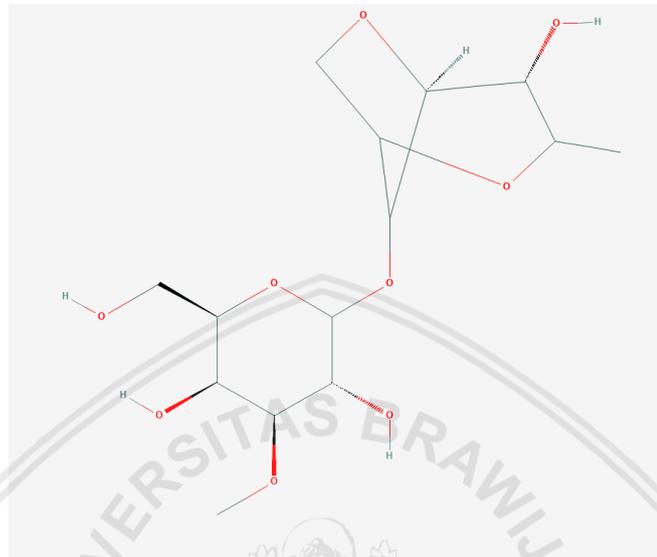
- Nama Kimia : *Water*
- Sinonim : *Aqua; aqua purificata*; hidrogen oksida.

Pemerian	: Aquades berupa cairan yang jernih, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa.
Kelarutan	: Aquades larut dengan pelarut polar
pH	: 7,0-8,0
Fungsi	: Sebagai pelarut.
Titik didih	: 100°C
Titik leleh	: 0°C
Stabilitas	: Air secara kimiawi stabil di semua kondisi fisik (es, cairan, dan uap).
Inkompatibilitas	: Air dapat bereaksi dengan obat-obatan dan eksipien lain yang rentan terhadap hidrolisis pada suhu ruang dan suhu tinggi. Air dapat bereaksi dengan logam alkali, seperti kalsium oksida dan magnesium oksida. Air juga bereaksi dengan garam anhidrat membentuk hidrat, dan dengan bahan organik tertentu dan kalsium karbida

Wadah dan Penyimpanan : Penyimpanan harus memastikan bahwa air dilindungi terhadap kontaminasi ion dan organik, serta harus dilindungi terhadap masuknya partikel asing dan mikroorganisme secara fisik sehingga pertumbuhan mikroba dicegah atau diminimalkan. Air untuk keperluan tertentu harus disimpan dalam wadah yang sesuai.

2.6.6 Agar (Rowe et al., 2009)

Struktur kimia dari agar ditunjukkan pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Struktur Kimia Agar (PubChem)

Nama kimia	: Agar
Sinonim	: Agar-agar, agar-agar gum, bengal gelatin, bengal gum, gelosa
Pemerian	: Padatan berupa serbuk halus, transparan atau berwarna kekuningan, tidak berbau, dan tidak berasa
Kelarutan	: Larut dalam air mendidih membentuk cairan kental, praktis tidak larut dalam etanol (95%), dan air dingin. Pada konsentrasi 1% dalam air membentuk jeli ketika dingin
pH	: 4-10

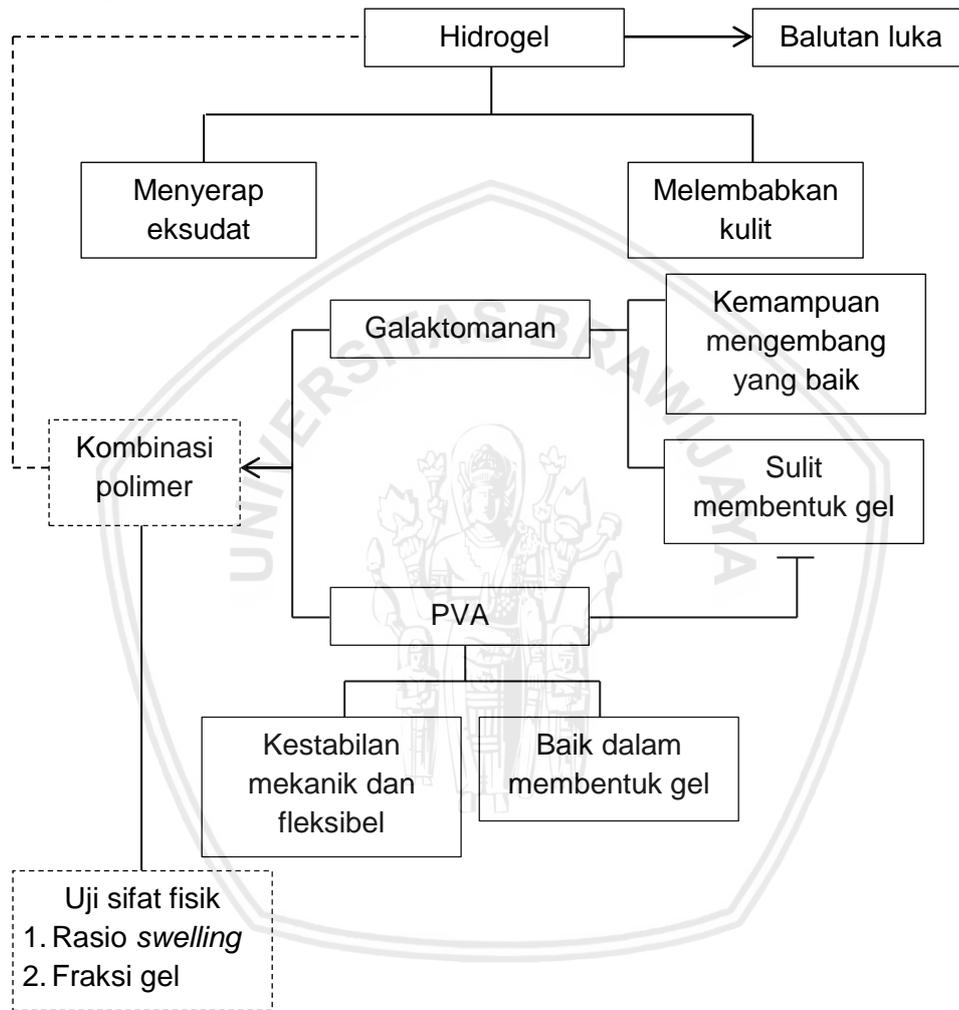
- Fungsi : *gelling agent*
- Titik didih : -
- Titik Leleh : -
- Stabilitas : Dalam bentuk larutan stabil pada pH 4-10
- Inkompatibilitas : Inkompatibel dengan agen pengoksidasi kuat. Agar dapat terdehidrasi dan terpresipitasi dalam larutan etanol (95%).
- Wadah dan Penyimpanan : Simpan di tempat sejuk, dan kering



BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Formulasi Hidrogel Pembalut Luka

Keterangan :

- Digunakan sebagai
- Memiliki karakteristik
- Dibentuk dari
- ➔ Ditambahkan
- ┌— Diperbaiki dengan

- ⋯⋯⋯ Variabel yang diteliti
- ▭ Variabel yang tidak diteliti

3.2 Penjelasan Kerangka Konsep

Hidrogel merupakan pembalut luka sebagai terapi untuk mengatasi luka yang efektif dan efisien. Dalam mengatasi luka pada kulit dapat dengan terapi hidrogel yang dapat melembabkan kulit, dan mampu mengatur penyerapan air sehingga mampu menyerap eksudat yang terdapat pada luka. Kemampuan pembalut luka untuk menyerap eksudat dapat dilihat melalui karakteristik hidrogel yaitu rasio mengembang (rasio *swelling*) dari hidrogel. Karakteristik fisik hidrogel dapat dilihat melalui fraksi gel, yaitu kemampuan dalam membentuk karakteristik fisik gel yang baik. Untuk membentuk karakteristik hidrogel yang baik dapat dilakukan dengan menggunakan kombinasi polimer yang digunakan dalam pembuatan hidrogel. Polimer yang digunakan pada bentuk sediaan ini yaitu galaktomanan kombinasi dengan PVA. Galaktomanan memiliki keuntungan yaitu kemampuan galaktomanan untuk menyerap air yang tinggi (kemampuan mengembang) sehingga mampu memperbaiki rasio *swelling* dari hidrogel. Namun galaktomanan yang diperoleh dari guar gum kemampuannya untuk membentuk gel rendah (Prajapati, 2013). Sehingga untuk memperbaiki karakteristik galaktomanan yang sulit membentuk gel pada hidrogel ditambahkan PVA sebagai kombinasi yang memiliki keuntungan yaitu kestabilan mekanik dan fleksibel, dan mudah membentuk gel (Muppalaneni and Omidian, 2013). Berdasarkan penelitian sebelumnya menggunakan karaginan : PVA sebagai basis formula hidrogel dengan perbandingan sebesar 3 : 12,5 dimana formula dengan konsentrasi PVA yang paling tinggi menghasilkan hidrogel dengan rasio *swelling* dan fraksi gel yang baik (Nurrahmi, 2016). Sedangkan penelitian yang menggunakan galaktomanan dan PVA sebagai basis formula hidrogel belum pernah dilakukan sebelumnya. Hasil yang diharapkan rasio polimer PVA yang

paling tinggi dapat terbentuk hidrogel dengan rasio mengembang (rasio *swelling*) tinggi, dan fraksi gel tinggi.

3.3 Hipotesis Penelitian

Perbandingan galaktomanan dan PVA 1 : 0,7 dapat menghasilkan formula hidrogel pembalut luka yang optimum berdasarkan rasio *swelling* dan fraksi gelnya.



BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental murni (*true experimental design*).

4.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

4.2.1 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu rasio *swelling*, dan fraksi gel pada sediaan hidrogel dengan menggunakan galaktomanan dan PVA sebagai polimer.

4.2.2 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu rasio kombinasi polimer galaktomanan dan PVA.

4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Brawijaya pada Laboratorium Farmasetika Program Studi Sarjana Farmasi Universitas Brawijaya untuk pembuatan dan evaluasi sediaan membran hidrogel dengan kombinasi polimer Galaktomanan dan PVA . Penelitian dilakukan selama bulan Maret 2019 hingga Juni 2019.

4.4 Alat dan Bahan

4.4.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah yaitu gelas kimia (Duran), magnetik stirrer (Arec Velp Scientific), kulkas, oven (Binder), pipet tetes, mikropipet, timbangan analitik (Mettler Toledo), gelas arloji, batang pengaduk, sendok tanduk, spatel, gelas ukur, pipet ukur, Cawan Petri, *hot plate* (IKA® C-MAG HS).

4.4.2 Bahan

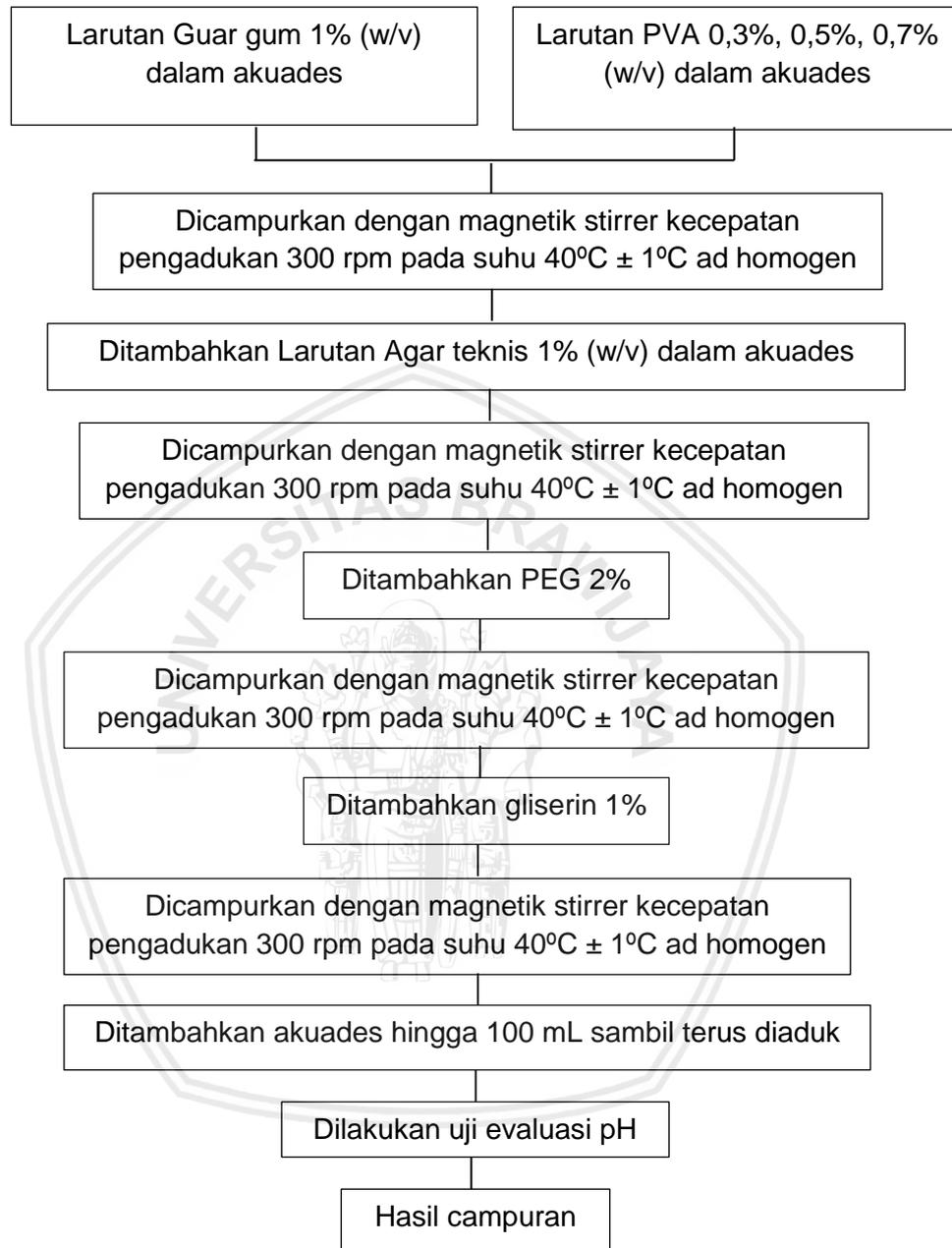
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah guar gum (CV. Duta Jaya), PVA (CV. Duta Jaya), agar teknis (CV. Duta Jaya), PEG (Croda Singapur), gliserin (PT. Brataco), akuades, pembungkus plastik (*plastic wrap*), indikator pH, dan pembungkus aluminium (*aluminium foil*).

4.5 Definisi Operasional

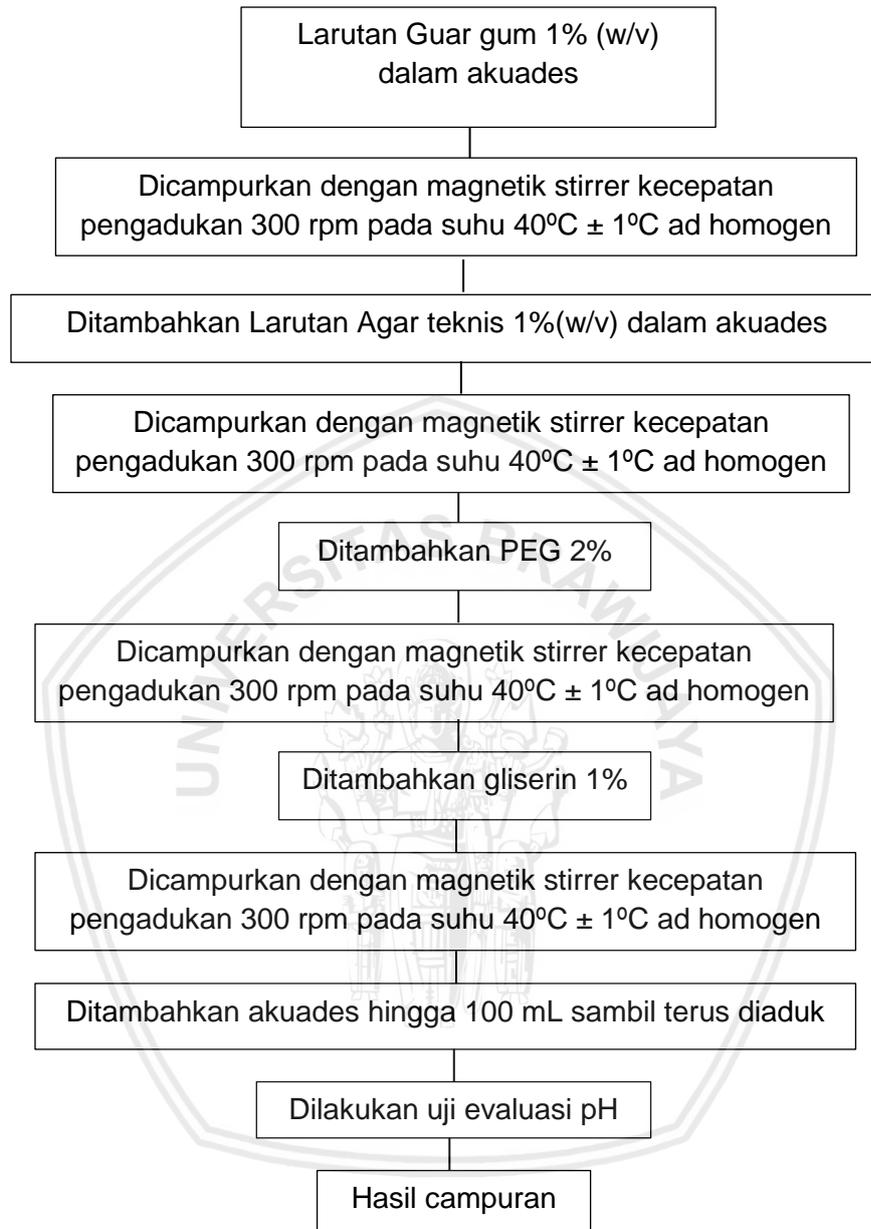
1. Hidrogel adalah bahan hidrofilik tak larut yang dapat terbuat dari polimer sintesis, polimer alam maupun kombinasi polimer. sediaan transdermal diaplikasikan dengan cara direkatkan pada kulit untuk dapat mempercepat penyembuhan dari luka yang mengandung eksudat. Bahan sediaan hidrogel terdiri dari galaktomanan, PVA, Agar, PEG, gliserin, dan akuades.
2. Optimasi adalah proses untuk mendapatkan rasio polimer galaktomanan dan PVA yang terbaik dalam pembuatan sediaan hidrogel sebagai pembalut luka berdasarkan rasio *swelling* dan fraksi gel.

3. Polimer galaktomanan adalah polisakarida yang tersusun dari 2 komponen yaitu rantai utama mannososa dan rantai samping galaktosa. Polimer galaktomanan merupakan hidrokoloid yang larut dalam air.
4. Polimer PVA adalah polimer sintetik yang bersifat hidrofilik. Polimer PVA memiliki gugus fungsi reaktif pada strukturnya sehingga dapat mengalami perubahan fisik seperti kristalisasi.
5. Pencampuran adalah tahap untuk melarutkan zat terlarut kedalam pelarut dan untuk mencampurkan larutan satu dengan larutan yang lainnya. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm dengan suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
6. Homogen adalah keadaan dimana zat terlarut dengan pelarutnya sudah tercampur merata.
7. *Freeze-Thaw* adalah salah satu metode yang digunakan dalam pembuatan hidrogel untuk menghasilkan ikatan silang antar polimer dengan mekanisme beku leleh. Dilakukan dengan cara *Freezing* pada suhu -20°C selama 18 jam dan *Thawing* pada suhu ruang selama 6 jam.

4.6 Skema Kerja



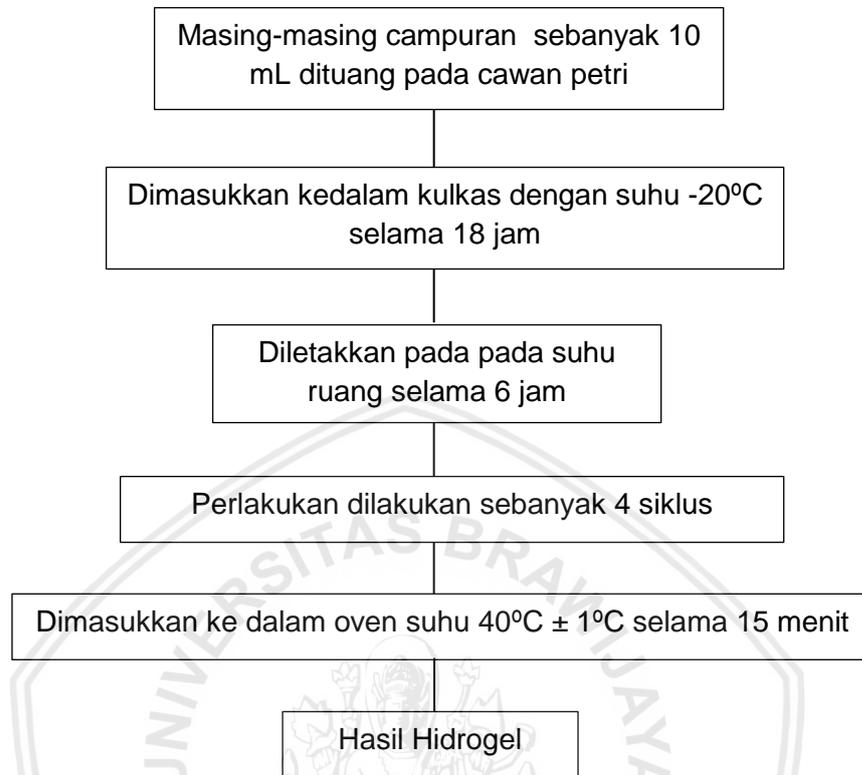
Gambar 4.1 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer Galaktomanan dan PVA



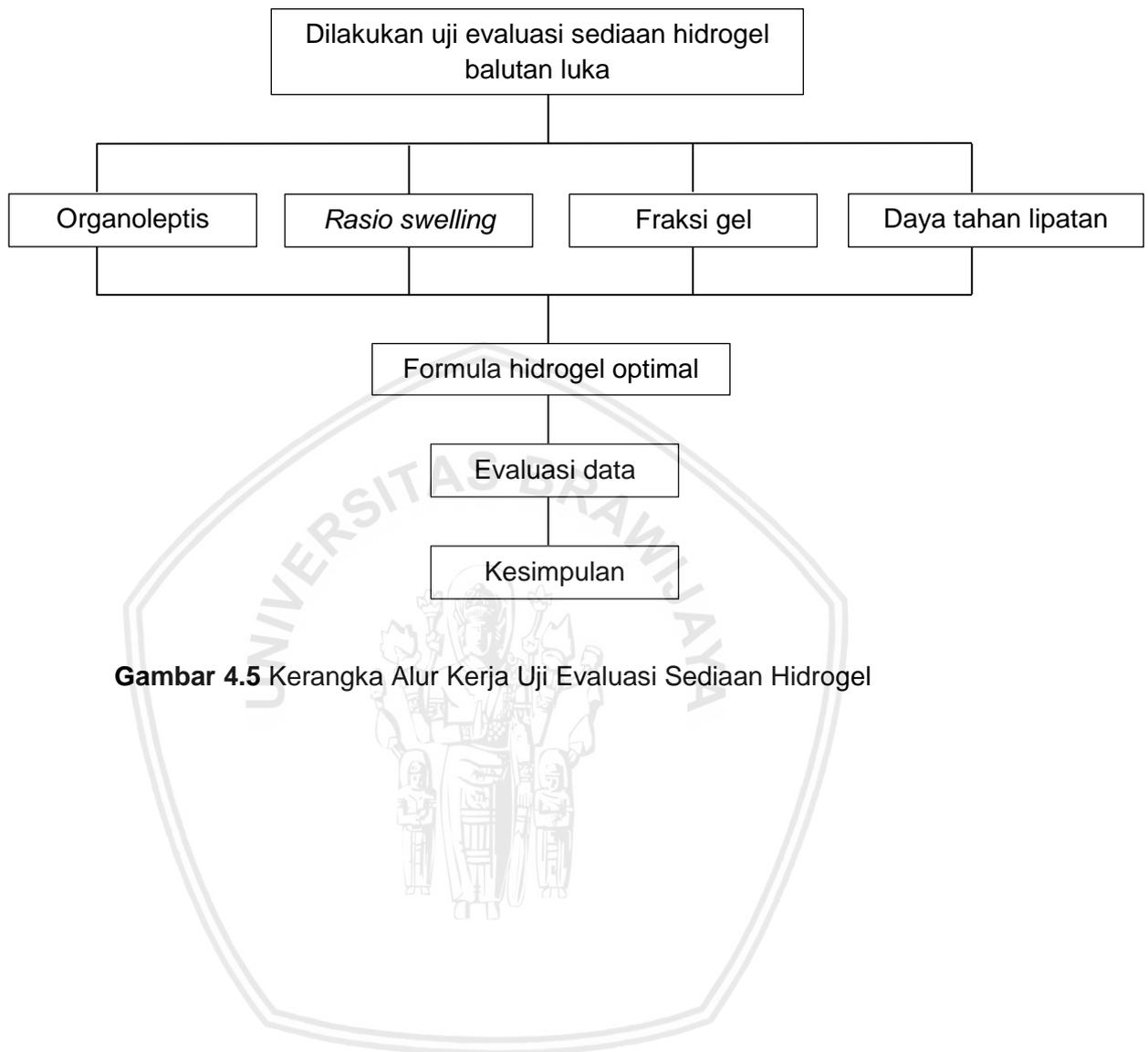
Gambar 4.2 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer Galaktomanan



Gambar 4.3 Kerangka Alur Kerja Optimasi Formula dan Pembuatan Hidrogel dengan Polimer PVA



Gambar 4.4 Kerangka Alur Kerja Proses *Freeze-Thaw* Pembuatan Hidrogel



Gambar 4.5 Kerangka Alur Kerja Uji Evaluasi Sediaan Hidrogel

4.7 Prosedur Penelitian

A. Optimasi Formula Hidrogel Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVA

Pada penelitian ini optimasi formula sediaan hidrogel dijelaskan dalam tahap-tahap berikut ini :

1. Dibuat sediaan hidrogel dengan menggunakan bahan polimer guar gum, polimer PVA (Polivinil Alkohol), agar teknis, PEG (Polietilen Glikol), gliserin, dan akuades. Perbedaan formula dapat dilihat pada Tabel 4.1.
2. Dilakukan evaluasi pH sediaan hidrogel kombinasi polimer galaktomanan dan PVA
3. Dilakukan *Freeze-Thaw* untuk membentuk ikatan silang antar polimer
4. Dilakukan uji evaluasi sediaan hidrogel
5. Diperoleh formula hidrogel yang optimum.

B. Pembuatan Hidrogel dengan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVA

Dalam penelitian ini pembuatan hidrogel dengan kombinasi polimer Galaktomanan dan PVA dijelaskan dalam tahap-tahap sebagai berikut.

1. Ditimbang bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan hidrogel dalam gelas kimia dengan menggunakan neraca analitik
2. Serbuk guar gum 1% didispersikan pada 30 mL akuades dicampurkan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm dengan suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit ad terbentuk mucilago

3. Serbuk PVA 0,3%, 0,5%, 0,7% dilarutkan dalam 10 mL akuades dicampurkan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm dengan suhu $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 60 menit
4. Mucilago dan PVA dicampurkan dalam gelas kimia dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit
5. Ditambahkan agar teknis yang sudah dilarutkan dalam 5 mL akuades sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit
6. Ditambahkan PEG 2%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
7. Ditambahkan gliserin 1%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
8. Ditambahkan air hingga 100 mL diaduk ad homogen
9. Dilakukan uji evaluasi pH

C. Pembuatan Hidrogel dengan Polimer Galaktomanan

Dalam penelitian ini pembuatan hidrogel dengan menggunakan polimer Galaktomanan dan dijelaskan dalam tahap-tahap sebagai berikut.

1. Ditimbang bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan hidrogel dalam gelas kimia dengan menggunakan neraca analitik
2. Serbuk guar gum 1% didispersikan pada 30 mL akuades dicampurkan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm dengan suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit ad terbentuk mucilago

3. Mucilago dalam gelas kimia diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ad homogen
4. Ditambahkan agar teknis yang sudah dilarutkan dalam akuades 5 mL akuades sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit
5. Ditambahkan PEG 2%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
6. Ditambahkan gliserin 1%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
7. Ditambahkan air hingga 100 mL diaduk ad homogen
8. Dilakukan uji evaluasi pH

D. Pembuatan Hidrogel dengan Polimer PVA

Dalam penelitian ini pembuatan hidrogel dengan polimer PVA dijelaskan dalam tahap-tahap sebagai berikut.

1. Ditimbang bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan hidrogel dalam gelas kimia dengan menggunakan neraca analitik
2. Serbuk PVA 0,7% dilarutkan dalam 10 mL akuades dicampurkan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm dengan suhu $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 60 menit
3. Larutan PVA dalam gelas kimia diaduk dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ad homogen

4. Ditambahkan agar teknis yang sudah dilarutkan dalam akuades 5 mL akuades sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit
5. Ditambahkan PEG 2%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan Magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
6. Ditambahkan gliserin 1%, dicampurkan dalam gelas kimia sambil dilakukan pengadukan dengan menggunakan magnetik stirrer kecepatan 300 rpm pada suhu $40^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit ad homogen
7. Ditambahkan air hingga 100 mL diaduk ad homogen
8. Dilakukan uji evaluasi pH

E. Proses *Freeze-Thaw* pada Pembuatan Hidrogel dengan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVA

Dalam penelitian ini proses *Freeze-Thaw* pembuatan hidrogel dengan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA dijelaskan dalam tahap-tahap sebagai berikut.

1. Masing-masing hasil campuran larutan hidrogel yang didapatkan pada proses pembuatan hidrogel sebanyak 10 mL dituang kedalam cawan petri
2. Cawan petri dimasukkan ke dalam kulkas dengan suhu -20°C selama 18 jam
3. Cawan petri dikeluarkan dan dibiarkan pada suhu ruang selama 6 jam
4. Tahap ini diulangi sebanyak 4 siklus, jumlah siklus yang digunakan diperoleh dari hasil optimasi yang telah dilakukan

5. Cawan petri dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit

F. Uji Evaluasi Sediaan Hidrogel

Dalam penelitian ini uji evaluasi terhadap sediaan hidrogel dijelaskan dalam tahap-tahap sebagai berikut.

1. Hidrogel yang telah melalui proses *Freeze-Thaw* dikeluarkan dari cawan petri dan dilakukan uji evaluasi sediaan
2. Uji evaluasi sediaan hidrogel yang dilakukan yaitu organoleptis, rasio *swelling*, dan fraksi gel
3. Hasil uji evaluasi dianalisis dan kemudian diambil kesimpulan

4.8 Rancangan Formula

Penelitian ini menggunakan kombinasi polimer Galaktomanan dan PVA dengan perbandingan yang akan dibuat seperti pada Tabel 4.1. Jumlah bahan lain yang akan ditambahkan pada formulasi sediaan hidrogel yaitu sama, meliputi agar 1%, PEG 2%, gliserin 1%, dan akuades.

4.8.1 Formula Hidrogel

Tabel 4.1 Perbandingan Formula Hidrogel dengan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVA

Bahan	Formula				
	1	2	3	4	5
Guar gum	1%	1%	1%	1%	0%
PVA	0%	0,3%	0,5%	0,7%	0,7%
Agar	1%	1%	1%	1%	1%
PEG	2%	2%	2%	2%	2%
Gliserin	1%	1%	1%	1%	1%
Akuades	q.s	q.s	q.s	q.s	q.s

4.8.2 Perhitungan

Volume total sediaan = 100 mL

Dilebihkan 10% = 110 mL dalam satu sediaan hidrogel

- PEG 2% = $\frac{2}{100} \times 110 \text{ mL} = 2,2 \text{ mL}$
- Gliserin 1% = $\frac{1}{100} \times 110 \text{ mL} = 1,1 \text{ mL}$
- Guar gum 1% = $\frac{1}{100} \times 110 \text{ mL} = 1,1 \text{ mL} \sim 1,1 \text{ gram}$
- PVA 0,3% = $\frac{0,3}{100} \times 110 \text{ mL} = 0,33 \text{ mL} \sim 0,33 \text{ gram}$
 PVA 0,5% = $\frac{0,5}{100} \times 110 \text{ mL} = 0,55 \text{ mL} \sim 0,55 \text{ gram}$
 PVA 0,7% = $\frac{0,7}{100} \times 110 \text{ mL} = 0,77 \text{ mL} \sim 0,77 \text{ gram}$
- Agar 1% = $\frac{1}{100} \times 110 \text{ mL} = 1,1 \text{ mL} \sim 1,1 \text{ gram}$

6. Akuades hingga 110 mL

4.9 Rasionalisasi Formula

Dalam pembuatan hidrogel, selain komponen utama yang diperlukan yaitu polimer sebagai basis dan diperlukan bahan tambahan seperti *gelling agent*, *plasticizer*, dan pelarut. Polimer yang dipilih terdiri dari 2 sumber yaitu polimer alam dan polimer sintetik. Polimer alam yang digunakan yaitu galaktomanan yang didapatkan dari guar gum, sedangkan polimer sintetik yang digunakan yaitu PVA. Guar gum dapat digunakan sebagai basis hidrogel hingga konsentrasi 2,5%. Dipilih polimer guar gum konsentrasi 1% karena guar gum mudah larut dalam air, kemampuan mengikat dan menyerap air tinggi sehingga sesuai untuk tujuan sebagai pembalut luka yang dapat menyerap eksudat. Polimer sintetik yang digunakan yaitu PVA dalam konsentrasi 0,3-0,7% karena PVA dapat berfungsi sebagai basis hidrogel sekaligus dapat memperbaiki fraksi gel sehingga hidrogel yang dihasilkan kuat dan tidak mudah rapuh. Agar dalam sediaan berfungsi sebagai *gelling agent*, ditambahkan untuk mendispersikan zat yang tidak terdispersi dalam sistem gel. Bahan *plasticizer* yang dipilih yaitu PEG 2% dan gliserin 1%. Penambahan bahan *plasticizer* mempunyai pengaruh yang bermakna terhadap kemampuan daya tarik dari hidrogel. PEG dalam formulasi berfungsi sebagai *plasticizer*.

4.10 Evaluasi Sediaan Hidrogel

4.10.1 Uji Organoleptis

Tujuan

Mengetahui karakteristik organoleptis meliputi warna, bau dan tekstur dari hidrogel yang dihasilkan.

Metode

Uji organoleptis dilakukan dengan pengamatan makroskopik secara visual untuk warna dan tekstur sediaan hidrogel serta mencium bau dari sediaan hidrogel.

Spesifikasi : Bau khas agar, warna transparan, tekstur fleksibel dan permukaan halus (Pokala, 2016; Kumar, 2013)

4.10.2 Uji Ketebalan

Tujuan

Mengetahui spesifikasi ketebalan hidrogel yang dihasilkan

Metode

Uji Ketebalan dilakukan dengan pengamatan makroskopik dan diukur menggunakan mikrometer sekrup untuk mengetahui ketebalan sediaan hidrogel.

Spesifikasi : Ketebalan 0,4-0,7 mm dan standar deviasi yang diperoleh dari rata-rata ketebalan hidrogel rendah (Chatterjee et al., 2014).

4.10.3 Uji pH

Tujuan

Uji pH dilakukan untuk mengetahui pH dari sediaan yang dihasilkan dan memastikan pH sediaan hidrogel yang dihasilkan

sesuai dengan pH kulit sehingga tidak menimbulkan iritasi saat digunakan.

Metode

Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan indikator pH yang di masukkan ke dalam campuran larutan hidrogel. Kemudian warna pada kertas indikator pH dibandingkan dengan spesifikasi pH pada wadah indikator pH

Spesifikasi : pH kulit 4-6 (Ali, dan Yosipovitch, 2013).

4.10.4 Uji Rasio Swelling

Tujuan

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari sediaan hidrogel untuk menyerap air dan mengembang sehingga dapat maksimal apabila digunakan dalam tujuan menyerap eksudat pada luka.

Metode

Uji Swelling Air

Dilakukan dengan menimbang hydrogel sebagai (W_d). Hidrogel yang telah kering direndam dalam 8 mL akuades dan ditimbang beratnya pada menit ke- 5, 15, 25, 35, 45, 55 dan 60 sebagai (W_s). Perhitungan rasio *swelling* menggunakan rumus berikut (Gadri *et al.*, 2014).

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{W_s - W_d}{W_d}$$

Spesifikasi : Rasio *swelling* mencapai 500 pada menit ke 60

(Siquera, 2015)

4.10.4 Uji Fraksi Gel

Tujuan

Uji ini dilakukan untuk mengukur kemampuan dari sediaan hidrogel dalam membentuk ikatan silang antar rantai molekul polimer yang terbentuk melalui proses *Freeze-Thaw*.

Metode

Dilakukan dengan menimbang sediaan hidrogel dan dicatat sebagai (W0), kemudian dibungkus dengan kain kasa dan direndam dalam akuades selama 24 jam, lalu dikeringkan kembali dalam oven suhu 50°C selama 4 jam dan ditimbang beratnya sebagai (W1). Perhitungan fraksi gel menggunakan rumus berikut (Gadri *et al.*, 2014).

$$\% \text{Fraksi gel} = \frac{W1}{W0} \times 100\%$$

Spesifikasi : Semakin meningkatnya jumlah polimer yang digunakan, maka fraksi gel akan semakin meningkat (Nurrahmi, dkk, 2016)

4.10.5 Uji Daya Tahan Lipatan

Tujuan

Untuk mengetahui efisiensi *plasticizer* dan kekuatan hidrogel menggunakan polimer yang berbeda. Uji daya tahan lipatan dapat digunakan untuk mengetahui akseptabilitas ketika sediaan digunakan pada bagian tubuh yang bersiku.

Metode

Dilakukan dengan melipat hidrogel berulang kali secara manual pada tempat yang sama sampai putus. Selanjutnya dihitung berapa kali hidrogel dapat dilipat tanpa putus

Spesifikasi : dikatakan baik jika hasil lipatan >200 kali (Saranya, dan Manoj, 2017).



BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

5.1 Hasil Optimasi Formula yang Digunakan

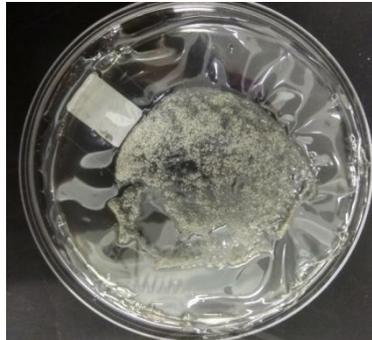
5.1.1 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 7,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.1 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 7,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang tidak homogen dan bening namun terdapat dapat gelembung udara, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 7. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus tidak didapatkan hasil yang signifikan dan sediaan tidak dapat dilepaskan dari wadahnya. Lalu sediaan di oven dengan suhu 40°C. Siklus *freeze-thaw* dihentikan setelah 16 siklus. Sediaan yang dihasilkan sangat fleksibel dan lentur.

5.1.2 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 10%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.2 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 10%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang tidak homogen dan bening namun terdapat dapat gumpalan-gumpalan buih, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 6. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus tidak ada perubahan yang signifikan dan sediaan tidak dapat dilepaskan dari wadahnya. Lalu sediaan di oven dengan suhu 40°C. Siklus *freeze-thaw* dihentikan setelah 8 siklus. Sediaan yang dihasilkan sangat fleksibel dan lentur.

5.1.3 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 12,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.3 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 12,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang tidak homogen dan bening namun terdapat gumpalan-gumpalan buih, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 6. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus sediaan menjadi lebih kental tetapi sediaan tidak dapat dilepaskan dari wadahnya. Lalu sediaan di oven dengan suhu 40°C. Siklus *freeze-thaw* dihentikan setelah 10 siklus. Sediaan yang dihasilkan sangat fleksibel dan lentur.

5.1.4 Optimasi Formula Guargum 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.4 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang homogen dan bening, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 6. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus sediaan menjadi lebih kental tetapi sediaan tidak dapat dilepaskan dari wadahnya. Lalu sediaan di oven dengan suhu 40°C. Siklus *freeze-thaw* dihentikan setelah 11 siklus. Sediaan yang dihasilkan sangat tidak fleksibel dan mudah sobek.

5.1.5 Optimasi Formula PVA 12,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.5 Penampang Organoleptis Hidrogel PVA 12,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang homogen dan bening namun terdapat dapat gumpalan-gumpalan buih, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 6. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus sediaan menjadi lebih kental tetapi sediaan tidak dapat dilepaskan dari wadahnya. Lalu sediaan di oven dengan suhu 40°C. Siklus *freeze-thaw* dihentikan setelah 10 siklus. Sediaan yang dihasilkan sangat fleksibel dan lentur.

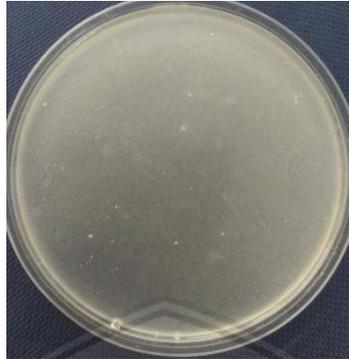
5.1.6 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 0,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.6 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 0,5%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang tidak homogen dan bening namun terdapat dapat gumpalan-gumpalan guargum berwarna putih, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 20 mL, dan pH 6. Proses *freeze-thaw* pada suhu ruang digantikan dengan pemanasan oven suhu 40°C selama 6 jam. Setelah dilakukan proses *freeze-thaw* 5 siklus, sediaan dapat dilepaskan dari wadahnya tetapi bagian yang bening rapuh.

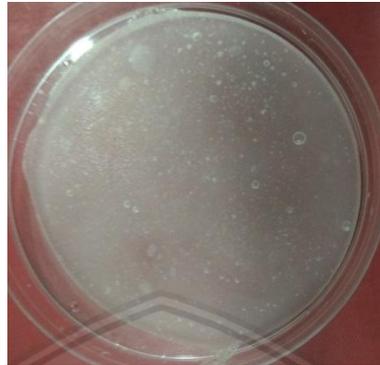
5.1.7 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 1%, Agar 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.7 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 1%, Agar 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang homogen dan bening, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 35 mL, dan pH 6. Pada proses *freeze-thaw* 1 siklus dengan pemanasan oven 2 jam sudah dapat membentuk sediaan yang keras namun masih belum dapat dilepaskan dari wadahnya. Sediaan yang dihasilkan lengket seperti lem, sehingga saat sediaan dilepaskan dari wadahnya sisi satu dengan yang lainnya menempel dan tidak dapat dipisahkan karena terlalu lengket.

5.1.8 Optimasi Formula Guargum 1%, PVA 0,5%, Agar 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%



Gambar 5.8 Penampang Organoleptis Hidrogel Guargum 1%, PVA 0,5 %, Agar 1%, PEG 2%, dan Gliserin 1%

Pada hasil penelitian ini didapatkan hasil campuran yang homogen dan bening, memiliki diameter 9 cm dengan volume sediaan 35 mL, dan pH 5. Pada proses *freeze-thaw* 2 siklus sudah dapat membentuk sediaan yang keras, dapat dilepaskan dari wadahnya, tidak rapuh dan tidak lengket saat dilipat. Sediaan yang dihasilkan lebih nyaman digunakan karena tidak terlalu lengket seperti lem.

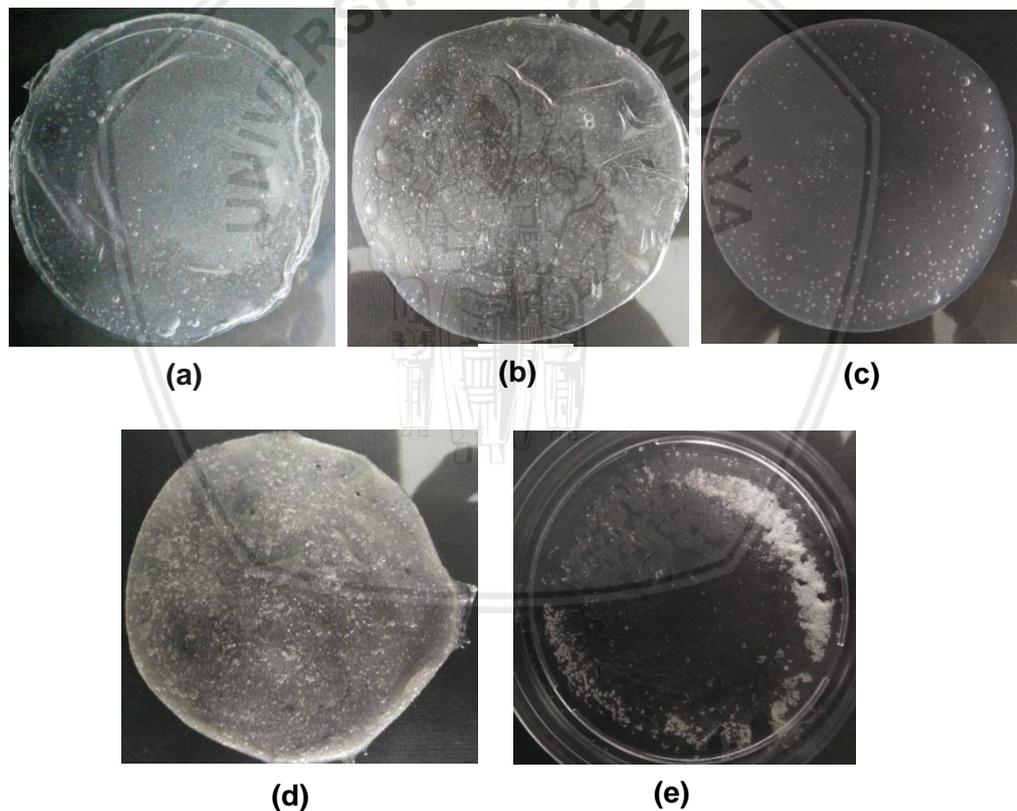
5.2 Hasil Organoleptis Sediaan Hidrogel

Dalam penelitian ini dibuat 5 formula hidrogel yang dibedakan berdasarkan konsentrasi polimer Galaktomanan dan PVA yang digunakan. Hidrogel yang telah dibuat dilakukan uji organoleptis yang meliputi bau, warna dan tekstur. Hasil uji organoleptis sediaan hidrogel terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Uji Organoleptis Sediaan Hidrogel

Formula	Karakteristik Fisik	Hasil	Karakteristik Fisik
F1	Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas dan bawah lembut dan lembab cenderung basah, fleksibel 	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : Bau khas agar • Warna : Transparan (Pokala, 2016) • Tekstur : Fleksibel dan permukaan halus (Kumar, 2013)
F2	Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas sedikit bertekstur, permukaan bawah lembut dan lembab, fleksibel 	
F3	Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur: permukaan atas dan bawah lembut dan lembab, fleksibel, sedikit lengket 	
F4	Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas kasar, permukaan dalam lembut dan lembab, fleksibel, sangat lengket 	
F5	Tidak Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas bertekstur, permukaan bawah lembut, lembab cenderung basah, bentuk sediaan mudah sobek 	

Organoleptis dari sediaan hidrogel dilakukan secara pengamatan deskriptif meliputi warna, bau, dan tekstur. Hidrogel Formula 1, 2, 3 dan 4 telah memenuhi spesifikasi yang ditentukan, sedangkan hidrogel formula 5 tidak memenuhi spesifikasi karena memiliki tekstur yang lebih mudah sobek sehingga tidak sesuai dengan spesifikasi hidrogel yang fleksibel. Spesifikasi hidrogel yang diinginkan yaitu memiliki warna transparan atau putih serta tekstur yang fleksibel dan permukaan halus (Pokala, 2016; Kumar, 2013).



Gambar 5.9 Penampang Organoleptis Hidrogel (a) Formula 1(1:0); (b) Formula 2 (1:0,3); Formula 3 (1:0,5); Formula 4 (1:0,7); dan (c) Formula 5 (0:0,7)

5.3 Hasil Uji pH Sediaan Hidrogel

Hasil pengujian pH sediaan hidrogel terdapat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Uji pH Sediaan Hidrogel

Formula	pH	Spesifikasi
1	5	4-6
2	5	
3	5	
4	5	
5	6	

Sediaan hidrogel pada semua formula yang dihasilkan menunjukkan nilai pH sesuai dengan spesifikasi yaitu berada pada rentang 4-6 (Ali, dan Yosipovitch, 2013). Sehingga semua formula baik digunakan karena memiliki pH yang sesuai dengan pH kulit.

5.4 Hasil Evaluasi Karakteristik Fisik Sediaan Hidrogel

5.4.1 Pengujian Diameter

Hasil pengujian diameter sediaan hidrogel terdapat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Uji Diameter Sediaan Hidrogel

Formula	Diameter \pm SD
1	8,367 cm \pm 0,115
2	8,333 cm \pm 0,115
3	8,467 cm \pm 0,058
4	7,767 cm \pm 0,208
5	8,333 cm \pm 0,058

5.4.2 Pengujian Ketebalan

Hasil pengujian ketebalan sediaan hidrogel terdapat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil Uji Ketebalan Sediaan Hidrogel

Formula	Ketebalan \pm SD	Spesifikasi	Karakteristik Fisik
1	0,193 mm \pm 0,025	0,4-0,7	Tidak Sesuai
2	0,773 mm \pm 0,012		Sesuai
3	0,596 mm \pm 0,094		Sesuai
4	0,230 mm \pm 0,028		Tidak Sesuai
5	0,173 mm \pm 0,007		Tidak Sesuai

Uji ketebalan hidrogel yang diukur menggunakan mikrometer sekrup memberikan hasil berturut-turut untuk Formula 1, 2, 3, 4 dan 5 yaitu 0,193 mm \pm 0,025; 0,773 mm \pm 0,012; 0,596 mm \pm 0,094; 0,596 mm \pm 0,094; 0,230 mm \pm 0,028 dan 0,173 mm \pm 0,007..Berdasarkan hasil pada Tabel 5.4 dan spesifikasi ketebalan hidrogel, didapatkan hasil bahwa formula 2 dan 3 dapat dikategorikan sesuai dengan spesifikasi yaitu 0,4-0,7 dan standar deviasi yang diperoleh dari rata-rata ketebalan hidrogel rendah (Chatterjee et al., 2014).

5.4.3 Pengujian Daya Lipat

Hasil pengujian daya lipat sediaan hidrogel terdapat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5 Hasil Uji Daya Lipat Sediaan Hidrogel

Karakterisasi	Spesifikasi	Formula				
		1	2	3	4	5
Daya Lipat	>200	>200	>200	>200	>200	>200

Berdasarkan hasil pada Tabel 5.5 dan spesifikasi daya lipat sediaan hidrogel, didapatkan hasil bahwa semua formula dapat dikategorikan sesuai dengan spesifikasi yaitu >200 kali lipatan (Saranya dan Manoj, 2016).

5.5 Hasil Evaluasi Sediaan Hidrogel

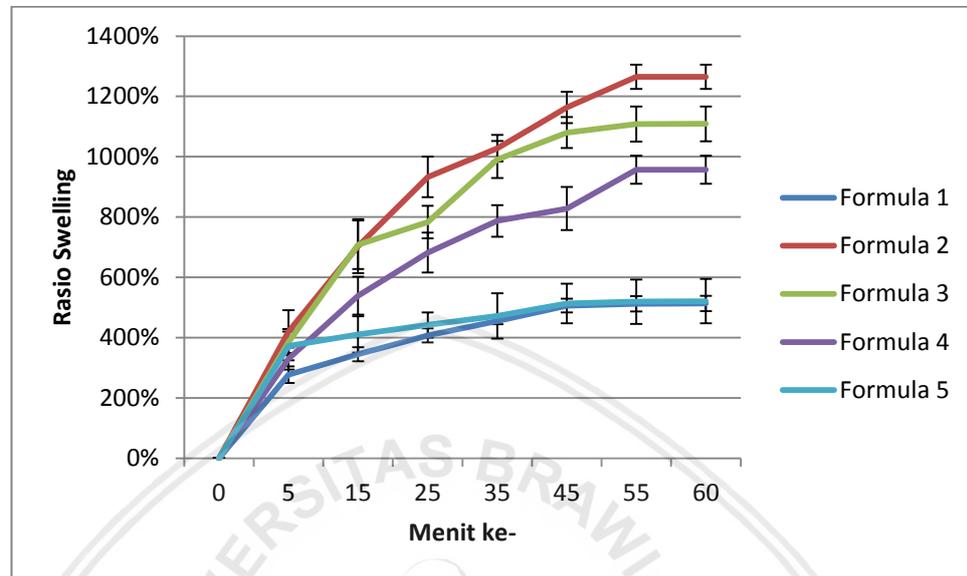
5.5.1 Rasio *Swelling* Sediaan Hidrogel

Hasil uji evaluasi rasio *swelling* yang dihasilkan sediaan hidrogel terdapat pada tabel 5.6.



Tabel 5.6 Hasil Evaluasi Rasio Swelling Sediaan Hidrogel

Formula	Menit	Rasio Swelling			Rata-Rata \pm SD
		1	2	3	
F1	0				
	5	281%	302%	248%	277% \pm 0,275
	15	330%	371%	333%	345% \pm 0,231
	25	391%	434%	396%	407% \pm 0,235
	35	450%	467%	446%	455% \pm 0,109
	45	482%	526%	509%	506% \pm 0,225
	55	486%	537%	513%	512% \pm 0,252
	60	488%	538%	514%	513% \pm 0,252
F2	0				
	5	347%	487%	427%	420% \pm 0,706
	15	615%	793%	702%	703% \pm 0,892
	25	866%	1000%	935%	933% \pm 0,670
	35	986%	1074%	1025%	1028% \pm 0,441
	45	1108%	1172%	1210%	1163% \pm 0,520
	55	1219%	1280%	1294%	1265% \pm 0,398
	60	1220%	1282%	1295%	1265% \pm 0,400
F3	0				
	5	381%	343%	430%	385% \pm 0,438
	15	765%	616%	743%	708% \pm 0,803
	25	829%	723%	797%	783% \pm 0,543
	35	1053%	929%	992%	991% \pm 0,616
	45	1137%	1038%	1065%	1080% \pm 0,514
	55	1163%	1048%	1113%	1108% \pm 0,580
	60	1164%	1049%	1114%	1109% \pm 0,577
F4	0				
	5	359%	342%	289%	330% \pm 0,366
	15	607%	529%	482%	539% \pm 0,629
	25	736%	703%	608%	682% \pm 0,666
	35	845%	773%	743%	787% \pm 0,525
	45	909%	804%	772%	828% \pm 0,718
	55	1009%	940%	920%	957% \pm 0,467
	60	1010%	940%	921%	957% \pm 0,468
F5	0				
	5	317%	399%	399%	372% \pm 0,475
	15	342%	436%	454%	410% \pm 0,603
	25	398%	447%	481%	442% \pm 0,419
	35	399%	467%	549%	472% \pm 0,751
	45	471%	479%	588%	513% \pm 0,656
	55	473%	480%	604%	519% \pm 0,739
	60	476%	481%	606%	521% \pm 0,735



Gambar 5.10 Grafik Hasil Evaluasi Rasio *Swelling* Sediaan Hidrogel

Berdasarkan hasil pada Tabel 5.6 dan spesifikasi rasio *swelling* sediaan hidrogel, didapatkan hasil bahwa semua formula dapat dikategorikan sesuai dengan spesifikasi yaitu *swelling* 500% pada menit ke-60 (Siquera,2015).

5.5.2 Evaluasi Fraksi Gel Sediaan Hidrogel

Hasil uji evaluasi fraksi gel yang dihasilkan sediaan hidrogel terdapat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Evaluasi Fraksi Gel Sediaan Hidrogel

Formula	Rata-Rata	SD
F1	15%	0,02
F2	18%	0,03
F3	23%	0,02
F4	32%	0,13
F5	10%	0,03

Berdasarkan hasil uji fraksi gel pada Tabel 5.7 didapatkan hasil fraksi gel berturut-turut Formula 1, 2, 3, 4 dan 5 yaitu 15%, 18%, 23%, 32%, dan 10%, dapat disimpulkan bahwa setiap peningkatan jumlah polimer yang digunakan maka fraksi gel semakin meningkat.



BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Pembahasan

Hidrogel merupakan biomaterial yang dapat bermanfaat sebagai pembalut luka. Sifat lembut dan elastis dari hidrogel mempermudah dalam aplikasi dan pembersihan setelah luka sembuh tanpa kerusakan apapun. Suhu dari luka kulit dapat menurun dengan penggunaan hidrogel karena memberikan efek menenangkan dan pendinginan (Dhivya, dkk, 2015). Hidrogel digunakan sebagai pembalut luka didasarkan pada sifat fisik lainnya dari hidrogel yaitu kemampuannya dalam menyerap air, bersifat sebagai pembasah permukaan dan biokompatibel terhadap tubuh.

Penelitian ini dilakukan untuk optimasi formula hidrogel sebagai pembalut luka menggunakan polimer galaktomanan dan PVA. Polimer galaktomanan digunakan karena memiliki banyak gugus hidroksil yang menjadikan suatu kelebihan yaitu mampu mengikat dan menyerap air tinggi (Prajapati, 2013). PVA memiliki kestabilan mekanik dan fleksibel, mudah dibentuk menjadi film dan tidak beracun, menjadi dasar pilihan penggunaan PVA untuk aplikasi di dunia medis dan kosmetik (Parida et al., 2011, Marin et al., 2014).

Metode pembuatan hidrogel dengan metode *freeze-thaw* digunakan untuk membentuk ikatan silang antara polimer galaktomanan dan polimer PVA. Sehingga hidrogel yang dihasilkan memiliki kekuatan mekanik yang baik dan tidak menggunakan zat pengikat silang atau inisiator dalam sintesis hidrogel (Hamedi et al., 2018). Proses *freeze-thaw* yang dilakukan pada penelitian ini

yaitu sediaan didinginkan pada kulkas suhu -20°C selama 18 jam dan dibiarkan pada suhu ruang selama 6 jam. Pada penelitian ini menggunakan 4 siklus *freeze-thaw* kemudian sediaan diberi perlakuan pemanasan dalam oven suhu 40°C selama 15 menit. *Freeze-thaw* yang dilakukan 4 siklus karena jumlah *freeze thaw* akan mempengaruhi rasio *swelling* dan fraksi gel sediaan yang dihasilkan. Semakin meningkat jumlah siklus *freeze-thaw* maka akan semakin meningkat jumlah ikatan silang yang dihasilkan antar polimer. Sedangkan apabila jumlah ikatan silang semakin meningkat maka kemampuan hidrogel dalam menyerap air akan semakin menurun. Menurut Hashemi et al., (2003) jaringan polimer berperan sebagai penghalang difusi air, sehingga akan semakin sedikit molekul air yang berdifusi ke jaringan yang memiliki jumlah ikatan silang tinggi.

Hasil uji organoleptis dilakukan dengan cara pengamatan visual menunjukkan formula 1, 2, 3, dan 4 sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu berbau khas agar, berwarna transparan, tekstur fleksibel dan permukaan halus. Sedangkan formula 5 tidak memenuhi spesifikasi, karena pada formula 5 menghasilkan sediaan hidrogel yang memiliki tekstur tidak fleksibel dan rapuh apabila dibandingkan dengan formula lainnya. Formula 5 mengandung PVA tetapi tidak menggunakan polimer galaktomanan sehingga menghasilkan hidrogel yang tidak fleksibel dan rapuh. Pada formula 2, 3, dan 4 juga menggunakan PVA dalam formulasi, namun di kombinasi dengan polimer galaktomanan sehingga dapat memperbaiki tekstur sediaan agar lebih fleksibel dan tidak mudah sobek akibat penggunaan PVA. Menurut Anseth et al., (1996) jumlah ikatan silang yang terbentuk pada sediaan hidrogel akan mempengaruhi

sifat mekanik hidrogel yang dihasilkan. Semakin meningkat jumlah ikatan silang yang terbentuk maka hidrogel yang dihasilkan akan semakin kuat dan fleksibel.

Uji pH yang dilakukan dengan menggunakan kertas indikator pH menunjukkan hasil pengukuran pada Formula 1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut yaitu 5, 5, 5, 5, dan 6. Formula 6 memiliki pH paling tinggi apabila dibandingkan dengan formula yang lainnya dikarenakan pada formula 5 tidak dikombinasikan dengan galaktomanan dan pada saat dilakukan pengukuran pH larutan PVA didapatkan pH yaitu 6. Seluruh sediaan yang dihasilkan memiliki pH sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu pH 4-6. Saat kondisi lingkungan internal tubuh memiliki pH mendekati netral yaitu 7 – 9, biasanya pH kulit bersifat asam dengan pH 4-6 (Ali, dan Yosipovitch, 2013).

Uji diameter yang dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup menunjukkan hasil pengukuran pada Formula 1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut yaitu $8,367 \text{ cm} \pm 0,115$; $8,333 \text{ cm} \pm 0,115$; $8,467 \text{ cm} \pm 0,058$; $7,767 \text{ cm} \pm 0,208$; dan $8,333 \text{ cm} \pm 0,058$. Nilai SD (standar deviasi) dari keseluruhan formula menunjukkan bahwa diameter dari masing-masing hidrogel seragam. Nilai standar deviasi yang rendah pada sediaan hidrogel mengindikasikan ketepatan prosedur yang diikuti dalam pembuatan hidrogel.

Hasil ketebalan hidrogel berturut-turut untuk Formula 1, 2, 3, 4 dan 5 yaitu $0,193 \text{ mm} \pm 0,025$; $0,773 \text{ mm} \pm 0,012$; $0,596 \text{ mm} \pm 0,094$; $0,596 \text{ mm} \pm 0,094$; $0,230 \text{ mm} \pm 0,028$ dan $0,173 \text{ mm} \pm 0,007$. Uji ketebalan sediaan hidrogel menunjukkan bahwa formula 2 dan 3 telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan yaitu 0,40 - 0,70 mm (Chatterjee et al., 2014). Formula 2 memiliki nilai ketebalan paling tinggi dibandingkan dengan formula lainnya. Sedangkan formula 5 memiliki nilai ketebalan paling rendah dibandingkan dengan formula 1, 2, 3, dan

4. Hal ini dapat disebabkan karena formula 5 menggunakan polimer PVA dengan konsentrasi yang paling tinggi dibandingkan formula lainnya dan tidak dikombinasikan dengan polimer galaktomanan. Ketebalan sediaan akan meningkat seiring dengan peningkatan jumlah polimer yang digunakan (Fitriyah, 2013). Pada penelitian ini masih menggunakan metode pencetakan manual sehingga dapat menjadi salah satu faktor ketebalan sediaan yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan. Untuk menghasilkan ketebalan sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dapat pula digunakan metode pencetakan yang presisi, sehingga ketebalan yang dihasilkan dapat sesuai dengan yang diharapkan

Uji daya tahan lipat dilakukan dengan cara melipat sediaan hidrogel pada tempat yang sama secara berulang-ulang. Formula 1, 2, 3, 4, dan 5 memiliki daya tahan lipatan lebih dari 200 kali sehingga memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian daya tahan lipat dapat menggambarkan kemampuan lipat dari polimer yang digunakan pada sediaan (Sharma et al., 2013). Uji daya lipat menunjukkan kemampuan dari plasticizer yang digunakan yaitu gliserin dan PEG. Uji daya lipat dapat pula menggambarkan kekuatan hidrogel yang dibuat dengan menggunakan konsentrasi polimer yang berbeda (Shirsand et al., 2012). *Plasticizer* merupakan bahan yang dapat meningkatkan fleksibilitas (Jhawat et al., 2013). Daya lipat dapat menggambarkan ketahanan hidrogel saat pemakaian dan menunjukkan bahwa hidrogel tidak rapuh/rusak saat pemakaian pada kulit. Uji daya tahan lipatan hidrogel memberikan hasil bahwa seluruh formula hidrogel yang dibuat dapat dilipat lebih dari 200 kali pada tempat yang sama sehingga seluruh formula dapat disimpulkan telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Kemampuan daya lipat hidrogel semakin meningkat seiring dengan peningkatan

konsentrasi polimer hidrofilik yang digunakan (Duan et al., 2015). Polimer hidrofilik yang digunakan pada penelitian ini adalah galaktomanan dan PVA. Sehingga semakin meningkatnya jumlah galaktomanan dan PVA yang digunakan maka akan semakin meningkat kemampuan daya lipat dari sediaan yang dihasilkan.

Evaluasi rasio *swelling* pada penelitian ini dilakukan dengan cara menimbang sediaan hidrogel. Kemudian hidrogel yang telah kering direndam dalam 100 mL akuades dan ditimbang beratnya pada menit ke- 5, 15, 25, 35, 45, 55, 60. Didapatkan hasil uji rasio *swelling* pada Formula 1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut yaitu $513 \% \pm 0,252$; $1265 \% \pm 0,400$; $1109 \% \pm 0,577$; $957 \% \pm 0,468$; dan $521 \% \pm 0,735$. Hasil uji rasio *swelling* paling tinggi didapatkan pada formula 2, sedangkan rasio *swelling* paling rendah pada formula 1. Hal ini dikarenakan pada formula 1 hanya menggunakan 1 polimer yaitu guar gum dan pada formula 2 menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA.

Polimer tunggal galaktomanan apabila dibuat menjadi sediaan hidrogel berdasarkan Siquera (2015) dapat menghasilkan hidrogel dengan rasio *swelling* 500 kali pada menit ke 60. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan penggunaan penggunaan guar gum tunggal dapat menghasilkan rasio *swelling* 513%. Penggunaan polimer PVA kombinasi dengan karaginan untuk pembuatan hidrogel menurut Nurrahmi dkk, 2016, konsentrasi PVA 7,5% dapat menghasilkan rasio *swelling* 754,17% dan untuk PVA konsentrasi 15% menghasilkan rasio *swelling* 310,14%. Sehingga dapat disimpulkan semakin meningkat rasio polimer PVA yang digunakan maka rasio *swelling* hidrogel yang dihasilkan akan semakin meningkat. Hasil penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya.

Pada hasil penelitian ini didapatkan penurunan nilai rasio *swelling* seiring dengan meningkatnya persentase PVA yang digunakan. Semakin tinggi presentasi PVA menyebabkan ikatan silang yang terbentuk antar polimer semakin banyak, sehingga dapat menyebabkan kemampuan hidrogel dalam menyerap air (*swelling*) menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian Fadhli (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah ikatan silang yang terbentuk pada hidrogel, maka fraksi gel yang terbentuk akan semakin tinggi namun rasio *swelling* yang dihasilkan akan semakin rendah.

Uji evaluasi fraksi gel dilakukan dengan cara menimbang hidrogel, kemudian dibungkus dengan kain kasa dan direndam dalam akuades selama 24 jam, lalu dikeringkan kembali dalam oven pada suhu $50^{\circ}\text{C} \pm 4$ jam dan ditimbang kembali beratnya. Didapatkan hasil uji fraksi gel pada Formula 1, 2, 3, 4, dan 5 secara berturut-turut $15 \% \pm 0,015$; $18 \% \pm 0,028$; $23 \% \pm 0,019$; $32 \% \pm 0,130$; dan $10 \% \pm 0,027$. Nilai fraksi gel paling tinggi pada formula 4, sedangkan fraksi gel paling rendah pada formula 5 dikarenakan pada formula 5 menggunakan polimer tunggal yaitu PVA dan formula 4 menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA dengan rasio PVA paling tinggi. Maka pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa semakin meningkat jumlah polimer yang digunakan maka fraksi gel akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Ishihara et al. (2007) yaitu fraksi gel sediaan hidrogel akan berbanding lurus dengan jumlah polimer yang digunakan sebagai agen pengikat silang.

Menurut Nurrahmi dkk, 2016, hasil uji fraksi gel yang dihasilkan dari kombinasi PVA dan karaginan 3% yaitu untuk PVA konsentrasi 7,5% didapatkan fraksi gel 50% sedangkan PVA 12,5% didapatkan fraksi gel 67,39%. Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin meningkat konsentrasi PVA yang digunakan

maka semakin rendah fraksi gel yang dihasilkan. Sehingga hasil penelitian yang dilakukan telah sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya.

6.2 Keterbatasan Penelitian

Proses pembuatan sediaan hidrogel yang dilakukan tidak menggunakan kondisi steril sehingga sediaan hidrogel yang dihasilkan belum memenuhi syarat steril sediaan yang akan digunakan pada luka.



BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan terkait pembuatan hidrogel dengan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA disimpulkan bahwa perbandingan polimer mempengaruhi rasio *swelling* dan fraksi gel yang dihasilkan dari sediaan hidrogel. Perbandingan rasio polimer galaktomanan dan PVA yang paling optimum dalam formula hidrogel adalah 1 : 0,7 yang dapat menghasilkan hidrogel dengan nilai rasio *swelling* $957 \% \pm 0,468$ dan fraksi gel $32 \% \pm 0,130$.

7.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian disarankan untuk melakukan sterilisasi pada sediaan yang dihasilkan, serta dilakukan uji hidrogel lainnya seperti uji stabilitas, uji iritasi, dan uji pelepasan zat aktif. Dapat dilakukan variasi pembuatan dengan mengkombinasikan polimer dan bahan tambahan lain agar hidrogel yang dihasilkan lebih unggul untuk diaplikasikan sebagai hidrogel pembalut luka.

Daftar Pustaka

- Afshari, M. J., Sheik, N., dan farideh, bH. A. 2015. *PVA/CM-chitosan/honey hydrogels prepared by using the combined technique of irradiation followed by freeze-thawing*. *Radiation Physics and Chemistry*, 113,28–35.
- Ahmed, Enas M. 2013. *Hydrogel : Preparation, Characterization, and Applications*. *Journal of Advanced Research*.
- Ali, S. M. dan Yosipovitch, G. *Skin pH: From Basic Science to Basic Skin Care*. *Acta Derm Venerol*, 2013, 93: 261-267.
- Anseth, K.S., Bowman, C.N., dan Brannon-Peppas, L. 1996. *Mechanical Properties of Hydrogels and their Experimental Determination*. *Biomaterials*, 17, 1647-1657.
- Balitbang Kemenkes RI. 2013. *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta. Balitbang Kemenkes RI.
- Biswas, G.P., Maje, S.B., dan Animikh Roy. 2016. *Combination of Syntetic and Natural Polymers in Hydrogel : An Impact on Drug Permeation*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* Vol.6 (11), pp. 158-164, November 2016.
- Brunicardi, F.C., Anderson, D., Dunn D.L. 2005. *Schwartz's Principles of Surgery*. 8th edition. New York: McGraw-Hill Medical Publishing.
- Cerqueira, M.A., Pinheiro, A. C., Souza, B.W. S., Lima, A. M. P., Ribeiro, C., Miranda, C., 2009, *Carbohydrate Polymers: Extraction, Purification And Characterization of Galactomannans from Non-Traditional Sources*, 75, 408–414.
- Chatterjee, A., Mohan, S., Himanshu, M., Varshney, M., Jaimini, M., Chauhan, B. *Formulation and In-Vitro Characterization of Zaltoprofen Transdermal Patch Using Different Polymers*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 2014, 27(1): 277-282.
- Dhivya, Selvaraj, Viswanadha Vijaya P. Dan Elango Santhini. 2015. *Wound Dressing*. Vol. 5. Hal 24-28.
- Duan, X.D., Ji, C.J., Nie, L. 2015. *Formulation and Development of Dendrimer-Based Transdermal Patches of Meloxicam for the Management of Arthritis*. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. Volume 14(4): 583-590.
- Fadhli, A. 2012. *Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Poli (N-Vinil Kaprolaktam) Terikat Silang dengan Teksnik Polimerisasi Radikal Bebas (Skripsi)*. Tidak diterbitkan. Program studi S1 Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Depok: Universitas Indonesia. 58 Hal.
- Finnegan, Simon dan Steven L. Percival. 2014. *Clinical and Antibiofilm Efficacy of Antimicrobial Hydrogels*. United Kingdom. Department of Chemistry, University of Sheffiel.

- Fitriyah, Hissi. 2013. Formulasi Patch Natrium Dikofenak Berbasis Polimer Hidroksipropil Metilselulosa (HPMC) Sebagai Sediaan Lokal Penanganan Inflamasi Pada Penyakit Periodontal (**Skripsi**). Tidak Diterbitkan. Jakarta : Universitas Islam Negeri yarif Hidayatullah.
- Gadri, Amila., Rikka Kartika dan G.C. Eka Darma. 2014. *Formulasi Basis Sediaan Pembalut Luka Hidrogel dengan Teknik Beku Leleh Menggunakan Polimer Kappa Karagenan*. 2460-6472.
- Hamed, Hamid ., et al. 2018. *Chitosan Based Hydrogels And Their Applications For Drug Delivery In Wound Dressings: A Review*. Carbohydrate Polymers. 445-460.
- Hashemi, S.H., K. Kabiri, H. Omidian, dan Zohuriaan-Mehr, M.J. 2003. *Synthesis of Fast-swelling Superabsorbent Hydrogels: Effect of Crosslinker Type and Concentration on Porosity and Absorption Rate*. European Polymer Jurnal, 39, 1341-1348.
- Ishihara, H., S. Sakohara, dan Tokuyama, H. 2007. *Effects of Synthesis-solvent on Swelling and Elastic Properties of Poly(N-isopropylacrylamide) Hydrogel*. European Polymer Jurnal, 43, 4975-4982.
- Jensen, B. B. 2001. *Bates-Jensen Wound Assessment Tool*. Journal of Wound. Ostomy International. 21, p.3-4.
- Jhawar, Vikas Chander, Saini, Vipin, Kamboj, Sunil, and Maggon, Nancy. 2013. Review Article : *Transdermal Drug Delivery Systems: Approaches and Advancements in Drug Absorption Through Skin*. Int. J. Pharm. Sci. Res., Vol.20 (1): 47-56.
- Kamoun, Elbadawy A., Xin, Chen., Mohamed S. Mohy Eldin., dan El-Refaei S. Kenawy. 2015. *Crosslinked Poly(Vinyl Alcohol) Hydrogels for Wound Dressing Applications: A Review of Remarkably Blended Polymers*. Arabian Journal Chemistry.
- Kartika, Ronald W. 2015. *Perawatan Luka Kronis dengan Modern Dressing*. Jakarta. RS Gading Pluit.
- Kumar, Amit and Singh, Dubey Vivek, A. V. 2012. *Role of Natural Polymers Used In Floating Drug Delivery System Floating Drug Delivery System*. Journal of Pharmaceutical and Scientific Innovation, 1(June), 11–15.
- Li, X., Kong, X., Zhang, Z., Nan, K., Li, L., Wang, X., Chen, H. 2012. *Cytotoxicity and Biocompatibility Evaluation Of N,O-Carboxymethyl Chitosan/Oxidized Alginate Hydrogel For Drug Delivery Application*. Int.J.Biol.
- Marin, E., J. Rojas, and Y. Ciro. 2014. *A review of PVA derivatives: Promising Materials of Pharmaceutical and Biomedical Applications*. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 8 (24).

- Muppalaneni, Srinath dan Hossein Omidian. 2013. *Polyvinyl Alcohol in Medicine and Pharmacy: A Perspective*. Journal of Developing Drugs.
- Murdinah dan Ellya Sinurat. 2011. *Perbaikan Sifat Fungsional Agar-Agar dengan Penambahan Berbagai Jenis Gum*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Vol. 6 No.1.
- National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database (Online). (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/441244>). Diakses 3 Januari 2019.
- Nurrahmi, Febi. Yusni Ikhwan Siregar Dan Dina Fransiska. 2016. *Production Of Basic Material Carrageenan Hydrogel Using Polymer Based Polyvinyl Alcohol (PVA)*.
- Parida, U.K., A.K Nayak, B.K Binhani, and P. L. Nayak. 2011. Synthesis and Characterization of Chitosan & Polyvinyl Alcohol Blended with Cloisite 30B for Controlled Release of the Anticancer Drug Curcumin. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*. 2; 414-425.
- Peden, Magie. dkk. 2008. *World Report On Child Injury Prevention*. Geneva. WHO Press.
- Pokala, Mounika, et al. 2016. *Formulation and Evaluation of Transdermal Patches of Salbutamol*. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, Vol. 5(6) : 1358-1373.
- Prajapati, V.D. , 2013, Girish K. Jani a, Naresh G. Moradiyaa, Narayan P. Randeriaa, Bhanu J. Nagarb, Nikhil N. Naikwadia, Bhavesh C. Variyac *International Journal of Biological Macromolecules: Galactomannan: A versatile biodegradable seed polysaccharide*, 60 (2013) 83– 92.
- Radhika, P. V. dan K. V. Arun Kumar. 2017. Herbal Hydrogel for Wound Healing: A Review. *Journal of Pharma Research and Health Sciences*.
- Rowe., et al. 2009. *Handbook Of Pharmaceutical Excipients, 5th Ed*. London. Pharmaceutical Press.
- Saranya TV, dan Manoj K. 2016. *Formulation, Evaluation and Optimization of Novel Silver Sulfadiazine Loaded Film Forming Hydrogel for Burns*. *Hygeia.J.D.Med*.8 (2) November 2016; 1-10.
- Sharma A, Saini S, Rana AC., 2013. *Transdermal drug delivery system: A review*. Int. J Res Pharm Biomedical Sci, ISSN 229-3701. Vol. 4(1):(286-292).
- Shirsand, V. S., Landhane, G. M., Parthap, P. V. 2012. *Design and Evaluation of Matrix Transdermal Patches of Meloxicam*. RGUSH J. Pharmacy. Vol. 2 (4) : 58-62.

- Siqueira, Nataly M., Bruno Paiva, Melissa Camassola, Emily Q. Rosenthal-Kim, Ketlin C. Garcia, Francisco P dos Santos, Rosane M.D. Soares. 2015. *Gelatin and galactomannan-based scaffolds: characterization and potential for tissue engineering applications*. Carbohydrate Polymers. Vol. 133, p. 8-18.
- Srivastava, M. dan Kapoor, V.P. 2005. *Seed Galactomannans : an overview*. Chemistry & Biodiversity. 2295-3174.
- Thomas, A. Harding KG dan Moore K. 2000. *Alginates From Wound Dressings Active Human Macrophages To Secrete Tumour Necrosis Factor-A*. Biomaterials. 21 : 1797-802.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Evaluasi Organoleptis Hidrogel

Formula	Organoleptis	Spesifikasi	
F1	Hidrogel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas dan bawah lembut dan lembab cenderung basah, fleksibel 	Bau : Bau khas agar Warna : Transparan (Pokala, 2016) Tekstur : Fleksibel dan permukaan halus (Kumar, 2013)
	Hidrogel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transpara • Tekstur : permukaan atas dan bawah lembut dan lembab cenderung basah, fleksibel 	
	Hidrogel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas dan bawah lembut dan lembab cenderung basah, fleksibel 	
F2	Hidrogel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas sedikit bertekstur, permukaan bawah lembut dan lembab, fleksibel 	
	Hidrogel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas sedikit bertekstur, permukaan bawah lembut dan lembab, fleksibel 	
	Hidrogel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas sedikit bertekstur, permukaan bawah lembut dan lembab, fleksibel 	

F3	Hidrogel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur: permukaan atas dan bawah lembut dan lembab, fleksibel, sedikit lengket
	Hidrogel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur: permukaan atas dan bawah lembut dan lembab, fleksibel, sedikit lengket
	Hidrogel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur: permukaan atas dan bawah lembut dan lembab, fleksibel, sedikit lengket
F4	Hidrogel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas kasar, permukaan dalam lembut dan lembab, fleksibel, sangat lengket
	Hidrogel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas kasar, permukaan dalam lembut dan lembab, fleksibel, sangat lengket
	Hidrogel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas kasar, permukaan dalam lembut dan lembab, fleksibel, sangat lengket
F5	Hidrogel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas bertekstur, permukaan bawah lembut, lembab cenderung basah, bentuk sediaan mudah sobek
	Hidrogel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas bertekstur, permukaan bawah lembut, lembab cenderung basah, bentuk

	sediaan mudah sobek
Hidrogel 3	<ul style="list-style-type: none"> • Bau : bau khas agar • Warna : transparan • Tekstur : permukaan atas bertekstur, permukaan bawah lembut, lembab cenderung basah, bentuk sediaan mudah sobek

Lampiran 2. Hasil Uji pH Hidrogel

Formula	pH			Rata-Rata
	Hidrogel 1	Hidrogel 2	Hidrogel 3	
F1	5	5	5	5
F2	5	5	5	5
F3	5	5	5	5
F4	5	5	5	5
F5	6	6	6	6

Lampiran 3. Hasil Uji Diameter Hidrogel

Formula	Hasil diameter (cm)			Rata – Rata (cm) ± SD
	Hidrogel 1	Hidrogel 2	Hidrogel 3	
F1	8,300	8,500	8,300	8,367 ± 0,115
F2	8,400	8,200	8,400	8,333 ± 0,115
F3	8,500	8,500	8,400	8,467 ± 0,058
F4	8,000	7,600	7,700	7,767 ± 0,208
F5	8,400	8,300	8,300	8,333 ± 0,058

Perhitungan Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Keterangan:

x_i = data ke n

\bar{x} = nilai rata – rata sampel

n = banyaknya data

Contoh perhitungan standar deviasi

Contoh pada formula 1, hasil uji diameter 1 = 8,300, hasil diameter 2 = 8,500, hasil diameter 3 = 8,300, dengan rata-rata diameter = 8,367.

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(8,300-8,367)^2 + (8,500-8,367)^2 + (8,300-8,367)^2}{3-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(0,004) + (0,017) + (0,004)}{3-1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{0,025}{2}}$$

$$SD = 0,115$$

Lampiran 4. Hasil Uji Ketebalan Hidrogel

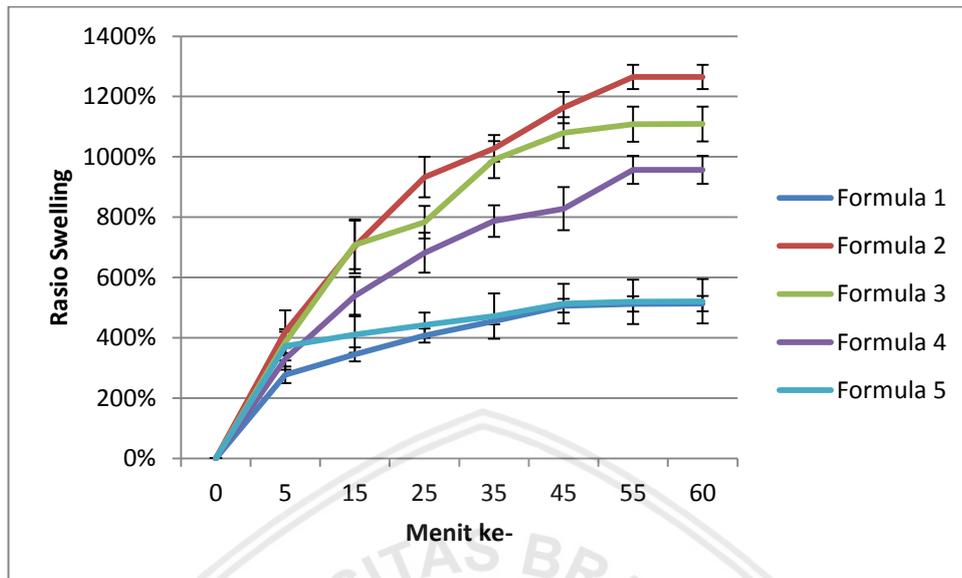
Formula	Hasil Ketebalan (mm)			Rata – Rata (mm) ± SD
	Hidrogel 1	Hidrogel 2	Hidrogel 3	
F1	0,220	0,190	0,170	0,193 ± 0,025
F2	0,760	0,780	0,780	0,773 ± 0,012
F3	0,703	0,533	0,550	0,596 ± 0,094
F4	0,203	0,260	0,227	0,230 ± 0,028
F5	0,167	0,173	0,180	0,173 ± 0,007

Lampiran 5. Hasil Uji Daya Lipat Hidrogel

Formula	Hasil Pengukuran Daya Lipat			Rata – Rata ± SD
	Hidrogel 1	Hidrogel 2	Hidrogel 3	
F1	>200	>200	>200	>200
F2	>200	>200	>200	>200
F3	>200	>200	>200	>200
F4	>200	>200	>200	>200
F5	>200	>200	>200	>200

Lampiran 6. Hasil Uji Rasio Swelling Hidrogel

Formula	Menit	Berat Hidrogel (gram)			Rasio Swelling			Rata-Rata ± SD
		1	2	3	1	2	3	
F1	0	0,478	0,501	0,504				
	5	1,823	2,017	1,753	281%	302%	248%	277% ± 0,275
	15	2,055	2,363	2,181	330%	371%	333%	345% ± 0,231
	25	2,348	2,678	2,501	391%	434%	396%	407% ± 0,235
	35	2,630	2,842	2,754	450%	467%	446%	455% ± 0,109
	45	2,779	3,138	3,071	482%	526%	509%	506% ± 0,225
	55	2,801	3,191	3,089	486%	537%	513%	512% ± 0,252
	60	2,809	3,199	3,095	488%	538%	514%	513% ± 0,252
F2	0	0,771	0,625	0,677				
	5	3,445	3,669	3,568	347%	487%	427%	420% ± 0,706
	15	5,514	5,579	5,424	615%	793%	702%	703% ± 0,892
	25	7,448	6,868	7,001	866%	1000%	935%	933% ± 0,670
	35	8,376	7,333	7,612	986%	1074%	1025%	1028% ± 0,441
	45	9,314	7,945	8,865	1108%	1172%	1210%	1163% ± 0,520
	55	10,176	8,623	9,430	1219%	1280%	1294%	1265% ± 0,398
	60	10,181	8,629	9,437	1220%	1282%	1295%	1265% ± 0,400
F3	0	0,533	0,588	0,565				
	5	2,563	2,606	2,997	381%	343%	430%	385% ± 0,438
	15	4,616	4,212	4,761	765%	616%	743%	708% ± 0,803
	25	4,953	4,838	5,069	829%	723%	797%	783% ± 0,543
	35	6,148	6,053	6,168	1053%	929%	992%	991% ± 0,616
	45	6,598	6,689	6,581	1137%	1038%	1065%	1080% ± 0,514
	55	6,738	6,748	6,854	1163%	1048%	1113%	1108% ± 0,580
	60	6,744	6,758	6,859	1164%	1049%	1114%	1109% ± 0,577
F4	0	0,792	0,834	0,849				
	5	3,638	3,687	3,303	359%	342%	289%	330% ± 0,366
	15	5,597	5,245	4,943	607%	529%	482%	539% ± 0,629
	25	6,623	6,694	6,010	736%	703%	608%	682% ± 0,666
	35	7,485	7,283	7,155	845%	773%	743%	787% ± 0,525
	45	7,995	7,536	7,407	909%	804%	772%	828% ± 0,718
	55	8,786	8,673	8,664	1009%	940%	920%	957% ± 0,467
	60	8,793	8,677	8,672	1010%	940%	921%	957% ± 0,468
F5	0	0,341	0,342	0,328				
	5	1,423	1,707	1,637	317%	399%	399%	372% ± 0,475
	15	1,508	1,835	1,815	342%	436%	454%	410% ± 0,603
	25	1,700	1,871	1,906	398%	447%	481%	442% ± 0,419
	35	1,705	1,941	2,129	399%	467%	549%	472% ± 0,751
	45	1,949	1,984	2,258	471%	479%	588%	513% ± 0,656
	55	1,957	1,985	2,309	473%	480%	604%	519% ± 0,739
	60	1,965	1,990	2,314	476%	481%	606%	521% ± 0,735



Perhitungan Rasio Swelling

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \%$$

Keterangan :

W_s = berat basah (setelah mengembang)

W_d = berat awal (sebelum mengembang)

Contoh Perhitungan Rasio Swelling

Contoh pada formula 1 (replikasi 1) diperoleh berat awal (menit ke-0) sebesar 0,478 gram; dan berat basah (menit ke-5) sebesar 1,823 gram

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{W_s - W_d}{W_d} \times 100 \%$$

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{1,823 - 0,478}{0,478} \times 100 \%$$

$$\text{Rasio Swelling} = 281\%$$

Lampiran 7. Hasil Uji Fraksi Gel Hidrogel

Formula	Berat Basah (W0) (gram)	Berat Kering (W1) (gram)	Fraksi Gel	Rata-Rata ± SD
F1	Hidrogel 1	0,311	0,040	13%
	Hidrogel 2	0,332	0,052	16%
	Hidrogel 3	0,353	0,055	16%
F2	Hidrogel 1	1,080	0,162	15%
	Hidrogel 2	1,126	0,232	21%
	Hidrogel 3	1,159	0,216	19%
F3	Hidrogel 1	0,539	0,119	22%
	Hidrogel 2	0,581	0,125	22%
	Hidrogel 3	0,533	0,134	25%
F4	Hidrogel 1	0,488	0,230	47%
	Hidrogel 2	0,505	0,127	25%
	Hidrogel 3	0,503	0,122	24%
F5	Hidrogel 1	0,407	0,028	7%
	Hidrogel 2	0,409	0,044	11%
	Hidrogel 3	0,385	0,047	12%

Perhitungan Fraksi Gel

$$\% \text{Fraksi gel} = \frac{W1}{W0} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = berat kering (setelah pengeringan)

W0 = berat awal (sebelum direndam)

Contoh Perhitungan Fraksi Gel

Contoh pada formula 1 (replikasi 1) diperoleh berat awal sebesar 0,311 gram; dan berat kering sebesar 0,040 gram

$$\% \text{Fraksi gel} = \frac{W1}{W0} \times 100\%$$

$$\% \text{Fraksi gel} = \frac{0,040}{0,311} \times 100\%$$

$$\% \text{Fraksi gel} = 13\%$$

Lampiran 8. Certificate of Analysis Guar gum



Certificate of Analysis

(Representative Sample Certificate)

Product Name: Guar Gum
INCI Name: Guar hydroxypropyltrimonium chloride
CAS Number: 65497-29-2
Lot Number: Not available (data may vary slightly with different lots or batches)
Expiration Date: 12 months from production date

Characteristics/Method	Specifications	Result
Appearance at 25°C	Fine Powder	Pass
Color	Light yellow	Pass
pH (1% sol'n @20°C)	6-7	6.1
Moisture	6-12	8.14
Viscosity (1% sol'n, 20 rpm, 20°C)	3000-4000cps	3640
Particle size (through 140 mesh)	90% min	98.9
Total Microbial Count	100 cfu/g max	Pass

The above data were obtained using the test indicated and is subject to the deviation inherent in the test method. Results may vary under other test methods or conditions.

This report is not to be signed.

Disclaimer: This information relates only to the specific material designated and may not be valid for such material used in combination with any other materials or in any other process. Such information is to be the best of the company's knowledge and believed accurate and reliable as of the date indicated. However, no representation, warranty or guarantee of any kind, express or implied, is made as to its accuracy, reliability or completeness and we assume no responsibility for any loss, damage or expense, direct or consequential, arising out of use. It is the user's responsibility to satisfy himself as to the suitability & completeness of such information for his own particular use.



Scanned with
CamScanner

MakingCosmetics.com Inc.
 10800 231st Way NE, Redmond, WA 98053

Phone 425-292-9502 Fax 425-292-9601 www.makingcosmetics.com



Lampiran 9. Certificate of Analysis PVA

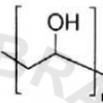
SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

3050 Spruce Street, Saint Louis, MO 63103, USA
 Website: www.sigmaaldrich.com
 Email USA: techserv@sial.com
 Outside USA: eurtechserv@sial.com

Product Name: **Certificate of Analysis**
 Poly(vinyl alcohol) - Mw 89,000-98,000, 99+% hydrolyzed

Product Number: 341584
 Batch Number: MKCF6423
 Brand: ALDRICH
 CAS Number: 9002-89-5
 MDL Number: MFCD00081922
 Quality Release Date: 12 JAN 2018



Test	Specification	Result
Appearance (Color)	White to Off-White	White
Appearance (Form)	Powder	Powder
Infrared Spectrum	Conforms to Structure	Conforms
Assay	99.0 - 99.8 %	99.6 %
Hydrolysis: Mol %		
Loss on Drying	≤ 5.000 %	< 1.000 %
Residue on Ignition (Ash)	≤ 0.7 %	0.2 %
Viscosity c = 4%; Water @20 Degrees Celsius	11.6 - 15.4 cps	13.8 cps
pH	5.0 - 7.0	5.7


 Michael Grady, Manager
 Quality Control
 Milwaukee, WI US

Sigma-Aldrich warrants, that at the time of the quality release or subsequent retest date this product conformed to the information contained in this publication. The current Specification sheet may be available at Sigma-Aldrich.com. For further inquiries, please contact Technical Service. Purchaser must determine the suitability of the product for its particular use. See reverse side of invoice or packing slip for additional terms and conditions of sale.

Version Number: 1

Page 1 of 1

Lampiran 10. Surat Izin Peminjaman Alat Mikrometer Sekrup Laboratorium Fisika Dasar Universitas Brawijaya



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN FISIKA

Hal : Izin Peminjaman Alat Mikrometer Sekrup
Lampiran :-

Kepada
Yth. Kepala Laboratorium Fisika Dasar PS. Fisika
Universitas Brawijaya
Di tempat

Dengan hormat,

Sehubungan dengan penelitian yang kami lakukan guna menyelesaikan tugas akhir jenjang S-1 di Jurusan Farmasi FKUB, sesuai dengan kurikulum di Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, maka dengan ini :

Nama/NIM : Dewi Wuragil R./155070501111016

Jurusan : Farmasi FKUB

Waktu : 27-29 Mei 2019

Bermaksud untuk meminjam dan menggunakan alat mikrometer sekrup Laboratorium Fisika Dasar. Demikian permohonan saya, atas perhatiannya saya mengucapkan terimakasih.

Dosen Pembimbing

Ferri Widodo, S.Si., Apt., M.Biomed.
NIP. 2009127503151001

Pemohon

Dewi Wuragil R.
NIM 155070501111016

29/5 2019
Kec [Signature]