

**PENGEMBANGAN FORMULA GEL UNTUK LUKA
MENGUNAKAN KOMBINASI POLIMER ALAM
GALAKTOMANAN DAN PVP DENGAN
EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera cordifolia*)**

SKRIPSI



ARIFANI GITHA SAFIRA

19.0605.0005

**PROGRAM STUDI S1 FARMASI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAGELANG**

Januari 2023

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Luka merupakan kerusakan atau gangguan pada struktur dan fungsi anatomi yang normal. Kerusakan tersebut dapat berupa kerusakan sederhana pada epitel kulit, maupun kerusakan yang lebih dalam, meluas ke jaringan subkutan dengan kerusakan pada struktur lain seperti tendon, otot, pembuluh darah, saraf, organ parenkim dan bahkan tulang (Velnar, dkk., 2009). Kerusakan pada kulit atau kulit yang terluka dapat menyebabkan terjadinya beberapa komplikasi, diantaranya adalah infeksi bakteri, meningkatkan resiko timbulnya eksudat, dan dapat menyebabkan timbulnya bekas luka. Oleh karenanya, diperlukan adanya penanganan pada luka agar meminimalisir terjadinya komplikasi.

Penanganan luka dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan penggunaan gel. Gel adalah sediaan semipadat yang digunakan pada kulit, biasanya sediaan tersebut berperan selaku pembawa pada obat- obat topikal, selaku pelunak kulit, ataupun selaku pembalut pelindung ataupun pembalut sumbatan (*oklusif*) (Wardani, 2009). Gel mempunyai sifat yang menyejukkan karena mengandung banyak air, melembabkan, mudah penggunaannya, mudah berpenetrasi pada kulit sehingga diharapkan dapat membantu mempercepat proses penyembuhan luka. Keuntungan gel yang lain adalah kemampuan penyebaran yang baik pada kulit dan kemudahan pencuciannya dengan air (Fatimah, 2018).

Salah satu polimer alam yang dapat digunakan adalah galaktomanan. Galaktomanan adalah polisakarida yang tersebar luas dan biasanya diekstraksi dari endosperma dari banyak tanaman berbiji (khususnya *Leguminosae*) yang dapat mengembangkan fungsi cadangan energi dan hidrasi. Karena berat molekulnya yang tinggi, kelarutan dalam air, karakter non-ionik, biokompatibilitas dan sifat gel yang dihasilkan dalam konsentrasi yang lebih tinggi, polisakarida ini dapat digunakan dalam industri makanan, farmasi, biomedis, kosmetik, tekstil dan kertas, terutama sebagai penstabil emulsi (Soares dkk., 2015).

Berbagai gel yang diformulasikan dari polimer alam telah digunakan dalam industri. Namun, gel yang terdiri dari susunan polimer tunggal tidak dapat

memenuhi kriteria sifat dan kinerja yang diinginkan. Untuk meningkatkan sifat gel, hidrogel dapat diformulasi dengan dua atau lebih polimer telah dikembangkan. Selain itu, berdasarkan sifat galaktomanan yang telah disebutkan tersebut, galaktomanan memiliki sifat hidrasi yang tidak terkontrol, viskositas yang tidak stabil, dan sulit membentuk gel, sehingga galaktomanan perlu dikombinasi dengan polimer lainnya untuk memperbaiki sifat fisik dan gel yang diinginkan.

Campuran berbagai polimer alami dan/atau sintetik memiliki keuntungan, antara lain dapat saling memperbaiki kekurangan karakteristik masing-masing sehingga terdapat karakteristik baru pada campuran. Pada penelitian ini, pembuatan gel berasal dari kombinasi polimer galaktomanan dan PVP. PVP adalah salah satu polimer sintetik yang paling sering digunakan sebagai pembalut luka dermal. Gel PVP sering digunakan dalam kombinasi berbasis polisakarida lainnya, karena kekakuan membran, dan sifat hidrofilik yang tidak memadai (Tavakoli dan Klar, 2020). PVP adalah polimer sintesis yang telah terbukti biokompatibel. Karena sifat lubrikan dan kekentalannya, PVP digunakan untuk melapisi permukaan yang bersentuhan dengan jaringan dan sebagai pengganti *humor vitreous* (Bajpai, dkk., 2017).

Pemanfaatan tanaman sebagai obat untuk masalah kulit sudah umum dilakukan di masyarakat. Salah satu masalah kulit yang paling sering terjadi adalah luka. Aktivitas penyembuhan luka beberapa tanaman telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dengan penggunaan yang sangat sederhana. Beberapa tanaman terbukti secara ilmiah memiliki khasiat sebagai penyembuh luka dengan aktivitas utama, yaitu antimikroba dan mempercepat regenerasi jaringan setempat (Gadri dkk., 2015).

Binahong (*Anredera cordifolia*.) merupakan salah satu tanaman khas Indonesia yang secara empiris digunakan untuk mengobati berbagai macam penyakit, antara lain untuk menyembuhkan luka luar akibat goresan senjata tajam, luka setelah operasi, meningkatkan stamina tubuh, mengobati sakit maag, wasir, menyembuhkan memar, rematik (Depkes RI, 2009). Berdasarkan hasil uji aktivitas ekstrak daun binahong memiliki aktivitas antitukak untuk penyembuhan luka dalam (Samirana et al., 2014; Purwanti, 2011). Untuk penyembuhan luka luar, ekstrak

etanol daun binahong memiliki aktivitas sebagai antiluka bakar (Karismawan, 2013). Selain itu, ekstrak etanol daun binahong juga memiliki aktivitas antiinflamasi dan antibakteri gram positif (*Streptococcus pyogenes*) serta antibakteri gram negatif (*Escherichia coli*) (Feybriyanti, 2011; Fitria, 2009).

Dalam penelitian ini dibuat gel dengan kombinasi polimer galaktomanan dan PVP. Kombinasi dari kedua polimer tersebut memiliki tujuan untuk meningkatkan viskositas dari hidrogel serta untuk menghasilkan gel dengan sifat fisik yang kental dan lembut.

B. Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik fisik gel yang dihasilkan dari kombinasi polimer galaktomanan dan PVP.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik gel dari kombinasi polimer galaktomanan dan PVP.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik

Meningkatkan ilmu pengetahuan dalam bidang formulasi sediaan gel dengan menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVP dengan ekstrak daun binahong.

2. Manfaat Praktis

Meningkatkan pemanfaatan penggunaan polimer alami sebagai alternatif basis gel untuk luka.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini berjenis eksperimen laboratorium yang berfokus pada kegiatan formulasi dan karakterisasi formula penelitian untuk memperoleh formula optimum. Jenis sediaan yang diformulasikan adalah gel untuk luka dengan menggunakan dua kombinasi polimer, diantaranya adalah galaktomanan dan PVP. Formula optimum yang akan didapatkan adalah dengan menggunakan variabel bebas berupa konsentrasi galaktomanan dan PVP serta variabel respon berdasarkan uji organoleptis, uji pH, uji daya sebar, uji daya lekat, dan uji viskositas. Ruang

lingkup penelitian dilihat dari tempat, waktu, dan disiplin ilmu adalah sebagai berikut

Tempat : Laboratorium Teknologi Farmasi dan Laboratorium Kimia
Universitas Muhammadiyah Magelang

Waktu : Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023

Disiplin Ilmu : Formulasi dan Teknologi Sediaan Semi Solid dan
Teknologi Farmasi Bahan Alam

F. Target Luaran

Target luaran penelitian skripsi ini adalah jurnal yang diajukan ke Jurnal Cendekia Eksakta.

G. Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian dibuktikan dengan penelusuran literatur yang pada Google Search dengan kata kunci “Optimasi AND Gel AND Galaktomanan AND PVP”.

Tabel 1. 1 Keaslian Penelitian

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Desain Penelitian	Hasil
1.	Rahayuningdyah, Dewi Wuragil (2019)	Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP	Dalam penelitian ini dibuat hidrogel dengan kombinasi polimer galaktomanan dari guar gum dan PVP.	Hasil yang didapatkan yaitu formula 1, 2, 3 dan 5 menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan PVP menghasilkan karakteristik organoleptik yang telah sesuai dengan spesifikasi.
2.	Ariany, Dyas Retno (2019)	Pengembangan Formula	Dalam penelitian ini	Perbandingan rasio polimer

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Desain Penelitian	Hasil
		Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (<i>Wound Dressing</i>) Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan Dan PVA	dibuat hidrogel dengan kombinasi polimer galaktomanan dan PVA	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.
3.	Suyudamai, Elsi Rahmaprilia (2019)	Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (<i>Wound Dressing</i>) Menggunakan Kombinasi Polimer Kitosan Dan Galaktomanan	Dalam penelitian ini dibuat hidrogel dengan kombinasi polimer kitosan dan galaktomanan	Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, hidrogel dengan perbandingan konsentrasi kitosan dan galaktomanan 1:1,5 meunjukkan hasil yang paling baik
4.	Supriadi dan Hardiansyah, (2020)	Formulasi dan Evaluasi Sediaan Rambut Etanol Pare	Dalam penelitian ini dibuat gel dengan kombinasi Carboxypol 940	Formula I dan III memenuhi semua persyaratan evaluasi fisik. Sedangkan formula I dan IV tidak memenuhi

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Desain Penelitian	Hasil
		Variasi Konsentrasi Carbopol 940		persyaratan evaluasi viskositas
5.	Rosaini dkk., 2019	Formulation of Gel Peel Off Catechins Mask from Gambir (<i>Uncaria gambir</i> (Hunter) Roxb) with the PVP K-30 Concentration Variation	Dalam penelitian ini dibuat gel <i>peel off mask</i> dengan kombinasi PVP.	PVP K-30 berpengaruh pada sifat fisik sediaan <i>peel off mask</i> . Semakin tinggi konsentrasi PVP K-30 maka sifat fisiknya semakin baik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Luka

1. Definisi Luka

Luka adalah hilang atau rusaknya sebagian jaringan tubuh yang disebabkan oleh trauma tajam atau tumpul, perubahan suhu, paparan zat kimia, ledakan, sengatan listrik, maupun gigitan hewan. Luka dapat menyebabkan kerusakan fungsi perlindungan kulit akibat hilangnya kontinuitas jaringan epitel dengan atau tanpa kerusakan jaringan lain, seperti otot, tulang, dan saraf. Luka dapat diklasifikasikan sebagai jenis yang berbeda, yaitu dari luka ringan, sedang sampai parah, dari luka kecil sampai besar, dari luka dangkal sampai luka dalam, dari luka tidak menular sampai infeksi, dari luka bakar, memar, luka pisau, crush injury, luka tertusuk jarum, hingga luka tembak, dari luka akut hingga kronis. Luka akut seperti abrasi ringan, luka pisau, luka lepuh ringan, kulit pecah, dan luka tahap awal setelah operasi terjadi secara tiba-tiba dan membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk sembuh, yaitu dua sampai tiga minggu. Luka kronis seperti luka ulseratif, ulkus kaki diabetik, ulkus vena ekstremitas inferior, ulkus arteri ekstremitas inferior, cedera radiasi kronis dan luka bakar dalam atau melepuh adalah luka dengan proses penyembuhan yang berlangsung lebih lama, yaitu empat sampai enam minggu (Wintoko dan Yadika, 2022).

Luka juga diklasifikasikan berdasarkan jumlah lapisan kulit dan area kulit yang terkena. Cedera yang mengenai permukaan kulit epidermis saja disebut sebagai luka superfisial, sedangkan cedera yang melibatkan epidermis dan lapisan dermal yang lebih dalam, termasuk pembuluh darah, kelenjar keringat, dan folikel rambut disebut sebagai luka ketebalan parsial. Luka ketebalan penuh terjadi ketika lemak subkutan atau jaringan yang lebih dalam di bawahnya rusak selain epidermis dan lapisan dermal (Bapjai dkk., 2017).

2. Jenis Luka

Luka dapat dibagi menjadi empat kategori berdasarkan penampilan dan tahap penyembuhannya. Setiap jenis luka memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dan penyembuhan luka oleh infeksi sekunder akan berkembang melalui tahapan yang berbeda dari waktu ke waktu (Bapjai dkk., 2017).

a. Luka Nekrotik

Luka nekrotik, biasanya berwarna hitam atau hijau tua dan mengandung jaringan yang rusak. Luka nekrotik yang terinfeksi memerlukan debridement bedah tajam kembali ke jaringan yang layak untuk mencegah sepsis sistemik. Pada luka yang tidak terinfeksi, jaringan nekrotik pada akhirnya akan terpisah dari dasar luka dengan autolisis. Luka nekrotik sangat rentan terhadap dehidrasi, dan autolisis terhambat jika luka dibiarkan mengering; prioritas utama pembalut adalah untuk menjaga kelembaban yang cukup di lingkungan lokal luka (Bapjai dkk., 2017).

b. Luka Mengelupas

Luka mengelupas mengandung campuran leukosit, eksudat luka, bakteri mati dan fibrin, biasanya membentuk lapisan jaringan kuning di atas luka. Adanya kelupasan luka merupakan predisposisi infeksi luka karena merupakan lingkungan yang kaya nutrisi untuk proliferasi bakteri. Pembentukan jaringan granulasi tertunda pada luka yang mengelupas dibandingkan dengan luka yang bersih, dan oleh karena itu, dressing yang optimal akan berkontribusi terhadap debridement luka dan pemeliharaan dasar luka yang bersih (Bapjai dkk., 2017).

c. Luka Epitelisasi

Luka epitelisasi mengandung jaringan epitel baru (dibentuk oleh migrasi keratinosit dari tepi luka) atau mengandung sekumpulan jaringan (yang terbentuk di dasar luka). Prioritas utama balutan adalah pemeliharaan lingkungan yang hangat dan lembab di sekitar luka (Bapjai dkk., 2017).

d. Luka Granulasi

Luka granulasi berwarna merah muda atau merah. Jumlah eksudat yang dihasilkan seringkali banyak, dan diperlukan pembalut dengan kapasitas untuk menyerap eksudat berlebih. Kehilangan panas yang signifikan dapat terjadi dengan luka yang menutupi area yang luas, membutuhkan pembalut yang bersifat isolasi (Bapjai dkk., 2017).

3. Proses Penyembuhan Luka

Penyembuhan luka adalah proses yang dinamis dan kompleks yang dapat dibagi menjadi empat fase, yaitu homeostasis (pembekuan darah), peradangan, pertumbuhan jaringan (proliferasi), dan remodeling jaringan (maturasi). Dalam beberapa menit pertama setelah cedera, trombosit darah mulai menempel satu sama lain dan menuju ke tempat luka. Dalam kontak dengan kolagen, trombosit berubah menjadi bentuk amorf, menghasilkan aktivasi dan agregasi. Selanjutnya, trombin mulai diproduksi dan mengkatalisis inisiasi kaskade koagulasi dan menghasilkan aktivasi fibrin, yang membentuk jaring untuk mencegah perdarahan lebih lanjut. Selain itu, trombosit memiliki peran penting dalam perekrutan leukosit dan inisiasi dan kemajuan peradangan (Tavakoli dan Klar, 2020).

Adapun fase penyembuhan luka adalah (Aminudin dkk., 2020):

a. Fase Koagulasi dan Inflamasi (0-3 hari)

Koagulasi merupakan respon yang pertama terjadi sesaat setelah luka terjadi dan melibatkan platelet. Pengeluaran platelet akan menyebabkan vasokonstriksi. Proses ini bertujuan untuk homeostatis sehingga mencegah perdarahan lebih lanjut. Koagulasi merupakan respon yang pertama terjadi sesaat setelah luka terjadi dan melibatkan platelet. Pengeluaran platelet akan menyebabkan vasokonstriksi. Proses ini bertujuan untuk homeostatis sehingga mencegah perdarahan lebih lanjut.

b. Fase Proliferasi atau Rekonstruksi (2-24 hari).

Apabila tidak ada infeksi atau kontaminasi pada fase inflamasi, maka proses penyembuhan selanjutnya memasuki tahapan Proliferasi atau rekonstruksi.

c. Fase Remodelling atau Maturasi (24 hari-1tahun).

Fase ini merupakan fase yang terakhir dan terpanjang pada proses penyembuhan luka. Aktifitas sintesis dan degradasi kolagen berada dalam keseimbangan. Serabut-serabut kolagen meningkat secara bertahap dan bertambah tebal kemudian disokong oleh proteinase untuk perbaikan sepanjang garis luka. Kolagen menjadi unsur yang utama pada matrks. Serabut kolagen menyebar dengan saling terikat dan menyatu serta berangsur-angsur menyokong pemulihan jaringan. Akhir dari penyembuhan didapatkan parut luka yang matang yang mempunyai kekuatan 80 % dibanding kulit normal.

B. Gel

Gel adalah sediaan semipadat yang digunakan pada kulit, biasanya sediaan tersebut berperan selaku pembawa pada obat- obat topikal, selaku pelunak kulit, ataupun selaku pembalut pelindung ataupun pembalut sumbatan (*oklusif*) (Wardani, 2009). Gel didefinisikan sebagai suatu sistem setengah padat yang terdiri dari suatu dispersi yang tersusun baik dari partikel anorganik yang kecil ataupun molekul organik yang besar (Ansel, 1985).

Pemilihan *gelling agent* dalam sediaan farmasi serta kosmetik idealnya harus inert, nyaman serta tidak bereaksi dengan komponen lain. Penambahan *gelling agent* dalam formulasi butuh dipertimbangkan yaitu mampu bertahan sepanjang penyimpanan dalam tube selama pemakaian. Sebagian gel, paling utama polisakarida alami peka terhadap penyusutan derajat mikrobial, sehingga perlu penambahan bahan pengawet untuk mencegah kontaminasi dan hilangnya karakter gel.

1. Gel Hidrofilik

Dasar gel hidrofilik biasanya adalah molekul-molekul organik yang besar dan dapat dilarutkan atau disatukan dengan molekul dari fase pendispersi. Istilah hidrofilik berarti suka pada pelarut. Pada umumnya

karena daya tarik menarik pada pelarut dari bahan-bahan hidrofilik kebalikan dari tidak adanya daya tarik menarik dari bahan hidrofobik, sistem koloid hidrofilik biasanya lebih mudah untuk dibuat dan memiliki stabilitas yang lebih besar. Gel hidrofilik umumnya mengandung komponen bahan pembengkak, air, penahan lembab dan bahan pengawet (Wardani, 2009).

Keuntungan gel hidrofilik antara lain adalah daya sebar pada kulit baik, efek dingin yang ditimbulkan akibat lambatnya penguapan air pada kulit, tidak menghambat fungsi fisiologis kulit karena tidak melapisi permukaan kulit secara kedap dan tidak menyumbat pori-pori kulit, mudah dicuci dengan air dan memungkinkan pemakaian pada bagian tubuh yang berambut dan pelepasan obatnya baik (Wardani, 2009).

2. Gel Hidrofobik

Dasar gel hidrofobik terdiri dari partikel-partikel anorganik. Apabila ditambahkan ke dalam fase pendispersi, jika ada, hanya sedikit interaksi yang terjadi antara kedua fase. Berbeda dengan bahan hidrofilik, bahan hidrofobik tidak secara spontan menyebar, tetapi harus dirangsang dengan prosedur yang khusus (Rohmawati, 2008).

C. Polimer

Gel dibuat dari polimer sintesis dan alami. Tetapi campuran keduanya mewakili kelas material baru dengan sifat mekanik, biokompatibilitas, dan fleksibilitas yang lebih baik daripada komponen tunggal (Bapjai dkk., 2017). Polimer adalah molekul besar yang tersusun secara berulang dari molekul molekul kecil yang saling berikatan. Polimer mempunyai massa molekul relatif sangat besar, yaitu sekitar 500 - 10.000 kali berat molekul unit ulangnya. Istilah polimer berasal dari bahasa Yunani, *polys* = banyak dan *meros* = bagian, yang berarti banyak bagian atau banyak monomer. Polimer merupakan molekul besar (makromolekul) yang terbentuk dari susunan unit ulang kimia yang terikat melalui ikatan kovalen (Admadi dan Arnata, 2015).

1. Polimer alami merupakan polimer yang terjadi secara alami. Polimer alam adalah senyawa yang dihasilkan dari proses metabolisme

- mahluk hidup (Admadi dan Arnata, 2015). Salah satu polimer yang banyak digunakan adalah dari tanaman guar gum yang menghasilkan polimer galaktomanan. Galaktomanan merupakan polimer alami yang memiliki kemampuan membuat lapisan film. Galaktomanan merupakan polimer organik yang mengandung unit mannopironisa dan galaktopiranososa (Sari, dkk., 2019). Galaktomanan mempunyai kemampuan membentuk gel yang bersifat dapat balik (*reversible*) maupun tidak dapat balik (*irreversible*) pada kondisi tertentu. Galaktomanan akan bersifat *irreversible* pada kondisi basa (Herawati, 2018).
2. Polimer sintesis merupakan polimer yang dibuat melalui polimerisasi dari monomer-monomer polimer (Admadi dan Arnata, 2015). Polimer sintetik yang umum digunakan adalah PVP (polivinilpirolidon). Polivinil pirolidon (PVP) merupakan polimer larut air yang memiliki berat molekul dengan range 40.000 sampai dengan 360.000. PVP disintesis dengan polimerisasi vinilpirolidon dalam air atau isopropanol (Kadajji dan Betageri, 2011).

D. Tanaman Binahong

Klasifikasi tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Yusuf, 2017):

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (berpembuluh)
Superdivisio	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisio	: <i>Magnoliophyta</i> (berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua / dikotil)
Subkelas	: <i>Hamamelidae</i>
Ordo	: <i>Caryophyllales</i>
Familia	: <i>Basellaceae</i>
Genus	: <i>Anredera</i>
Species	: <i>Anredera Cordifolia</i> (Tenore) Steenis

Binahong (*Anredera cordifolia*) adalah tanaman yang berupa tumbuhan menjalar, panjangnya bisa mencapai lebih dari 10 m. Akar berbentuk rimpang, berdaging lunak. Batang lunak, silindris, saling membelit, berwarna kemerahan, bagian dalam solid, permukaan halus, jika tanaman sudah tua batangnya berubah berwarna putih kusam dan agak mengeras. Panjang batang dan cabang bisa mencapai 20-30 m dan diameter pangkal batang mencapai 3,5 cm pada tanaman umur 3 tahun, membentuk semacam umbi atau rimpang yang melekat di ketiak daun dengan bentuk tak beraturan dan bertekstur kasar (Yusuf, 2017).

Daun keluar dari setiap buku pada batang, berdaun tunggal, bertangkai sangat pendek (*sessile*), tersusun berseling, berwarna hijau, bentuk jantung (*cordata*), panjang daun antara 5-13 cm, lebar antara 3-10 cm, tebal daun 0,1 - 0,2 mm dan 8 panjang tangkai daun antara 1-3 cm, helaian daun tipis lemas, ujung runcing, pangkal berlekuk (*emarginatus*), tepi rata, permukaan agak licin, bisa dimakan. Daun Binahong mempunyai kadar air tinggi. Bunga keluar dari ketiak daun pada tiap ranting, setiap tangkai bunga akan keluar antara 40-60 kuntum bunga berwarna putih dengan ukuran bunga kecil, mahkota berwarna krem keputih-putihan berjumlah lima helai tidak berlekatan, bunga majemuk berbentuk tandan, bertangkai panjang, panjang helai mahkota 0,5 - 1 cm, berbau harum. Bunga akan muncul pada tanaman yang sudah berumur sekitar 2,5-3 tahun. Umbi keluar dari setiap ketiak daun pada awalnya berbentuk bulat agak kasar dan keluar seperti bulu yang panjangnya sekitar 1-3 mm. Umbi akan muncul pada tanaman yang berumur sekitar 2 bulan lebih (Yusuf, 2017).

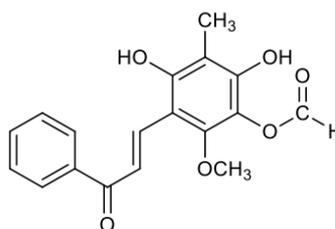
Kulit umbi berwarna hijau kecoklatan dan daging umbi berwarna putih, panjang umbi antara 5-17 cm dan berdiameter antara 1-4 cm. Perbanyak Generatif (biji), namun lebih sering berkembang atau dikembangbiakan secara vegetatif melalui akar rimpangnya (Yusuf, 2017).

Daun binahong adalah daun *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis, suku *Basellaceae*, mengandung flavonoid total tidak kurang dari 0,33% dihitung sebagai rutin. Simplisia daun binahong memiliki pemerian Berupa helaian daun berbentuk segitiga atau bulat telur atau jantung, pertulangan daun menyirip, tulang-tulang daun cokelat kekuningan, kedua permukaan daun licin dan halus,

agak tebal, pangkal helaian daun berlekuk, tepi berlekuk-lekuk, ujung meruncing; warna hijau kecokelatan; bau sedikit menyengat; rasa kelat dan sedikit pahit (Kemenkes RI, 2017).

Fragmen pengenal daun binahong adalah epidermis bawah dengan stomata, mesofil daun dengan kristal kalsium oksalat bentuk roset, epidermis atas dan berkas pengangkut dengan penebalan tipe spiral. Senyawa identitas daun binahong adalah 2,4-dihidroksi-6-metoksi-5-formil-3-metilkalkon, dengan struktur kimia sebagai berikut (Kemenkes RI, 2017):

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Daun Binahong



2,4-dihidroksi-6-metoksi-5-formil-3-metilkalkon

Ekstrak kental daun binahong adalah ekstrak yang dibuat dari daun *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis, suku Basellaceae, mengandung flavonoid total tidak kurang dari 1,74% dihitung sebagai rutin. Dengan pemerian Ekstrak kental; warna cokelat keunguan; tidak berbau; rasa agak kelat. Senyawa identitas 2,4-dihidroksi-6-metoksi-5-formil-3-metilkalkon. Ekstrak daun binahong memiliki kadar air tidak lebih dari 8,9%, abu total tidak lebih dari 7,2%, dan abu tidak larut asam tidak lebih dari 1,8% (Kemenkes RI, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh (Wijaya, 2014) membuktikan bahwa pada hasil percobaan memperlihatkan ekstrak etanol daun binahong dengan konsentrasi 40% bisa menyembuhkan luka mencit betina galur swiss Webster.

E. Monografi Bahan

1. Galaktomanan (Rowe dkk., 2009; Depkes RI, 1995)

Nama kimia : *Galactomannan polysaccharide*

Nama lain : *Galactosol*, guar galaktomanan

Pemerian	: Serbuk berwarna putih kekuningan, tidak berbau, tidak berasa
Kelarutan	: praktis tidak larut dalam pelarut organik, terdispersi dan mengembang pada air dingin atau air panas. Kelarutan dalam air 10%
pH	: 6-7
Fungsi	: suspending agent, tablet blinder, disintegran, pengental
Stabilitas	: dalam bentuk larutan stabil pada pH 4-10, viskositas berkurang dengan adanya pemanasan
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan aseton, etanol (95%), tannin, asam kuat, dan basa
Penyimpanan	: wadah tertutup rapat, di tempat sejuk dan kering

2. PVP (Rowe dkk., 2009)

Nama kimia	: <i>1-Ethenyl-2-pyrrolidinone homopolymer</i>
Nama lain	: <i>povidone, kollidone, plasdone, polyvidone</i>
Pemerian	: serbuk halus berwarna putih atau putih kecoklatan, tidak berbau, higroskopik
Kelarutan	: larut dalam asam, kloroform, etanol (95%), keton, methanol, dan praktis larut dalam air
pH	: 3-7
Fungsi	: disintegran, dissolution enhancer, agen pensuspensi, tablet blinder, pengental pada sediaan topical dan suspensi oral
Stabilitas	: kompatibel dengan garam anorganik, resin sintetik maupun alami
Inkompatibilitas	: bersifat sangat higroskopik, pada suhu 150° berubah warna menjadi gelap dan menurunkan kelarutan PVP
Penyimpanan	: wadah tertutup rapat, kering, dan di tempat sejuk

3. Agar (Rowe dkk., 2009)

Nama kimia	: agar
------------	--------

Nama lain	: agar-agar, agar-agar gum, Bengal gelatin, beengal 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 dan air dingin. Pada konsentrasi 1% dalam air membentuk jeli ketika dingin
pH	: 4-10
Fungsi	: agen pengemulsi, agen penstabil, basis supositoria, agen pensuspensi, pengikat pada tablet, agen pengental dan penambah viskositas
Stabilitas	: stabil dalam bentuk larutan pada pH 4-10
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan agen pengoksidasi kuat. Agar dapat terhidrasi dan terpresipitasi dalam larutan etanol
Penyimpanan	: simpan di tempat sejuk dan kering

4. PEG (Rowe dkk., 2009)

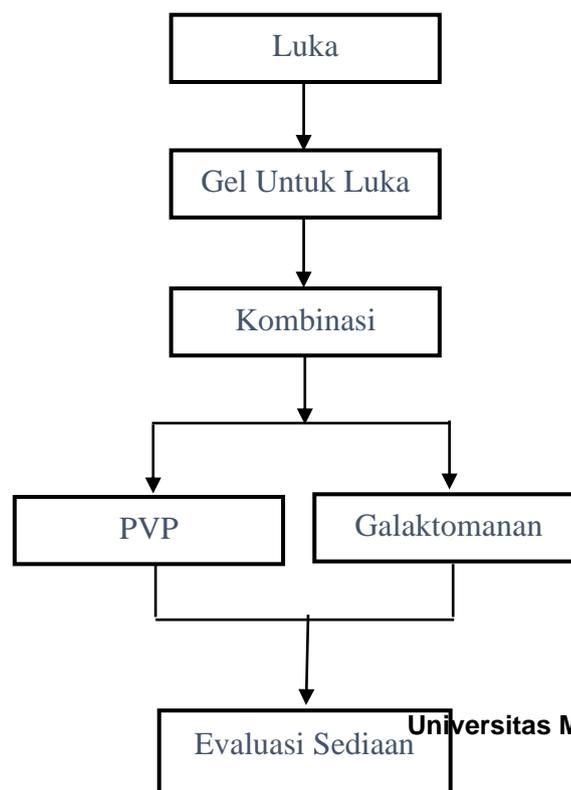
Nama kimia	: <i>a-Hydro-o-hydroxypoly(oxy-1,2-ethanediyl)</i>
Nama lain	: <i>carbowax, pluriol E, lipoxol</i>
Pemerian	: cairan kental, jernih, tidak berwarna atau berwarna kekuningan, sedikit berbau dan pahit
Kelarutan	: larut dalam air, aseton, alcohol, benzene, gliserin, dan glikol
pH	: 4-7
Fungsi	: basis ointment, plasticizer, pelarut, lubrikan
Stabilitas	: stabil dalam udara dan larutan, tidak menginduksi pertumbuhan mikroba
Inkompatibilitas	: inkompatibel dengan pewarna, serta antibiotic penisilin dan bacitracin
Penyimpanan	: wadah tertutup rapat, di tempat sejuk dan kering

5. Gliserin (Rowe dkk., 2009)

Nama kimia	: <i>Propane-1,2,3-triol</i>
Nama lain	: gliserol, croderol, pricerine
Pemerian	: cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, kental, higroskopik, dan berasa manis
Kelarutan	: larut dalam air, methanol, dan etanol serta praktis larut dalam minyak, kloroform, dan benzene
pH	: 6-7
Fungsi	: antimikroba, kosolven, emolien, humektan, plasticizer, pelarut, dan pemanis
Stabilitas	: bersifat higroskopis, campuran dengan air, etanol, dan PG stabil secara kimia, dapat mengkristal pada suhu rendah, berubah warna menjadi gelap dengan keberadaan cahaya
Inkompatibilitas	: dimungkinkan meledak pada campuran agen pengoksidasi kuat seperti potassium klorat dan potassium permanganat
Penyimpanan	: wadah kedap udara, di tempat sejuk dan kering

F. Kerangka Teori

Gambar 2. 2 Kerangka Teori



BAB III

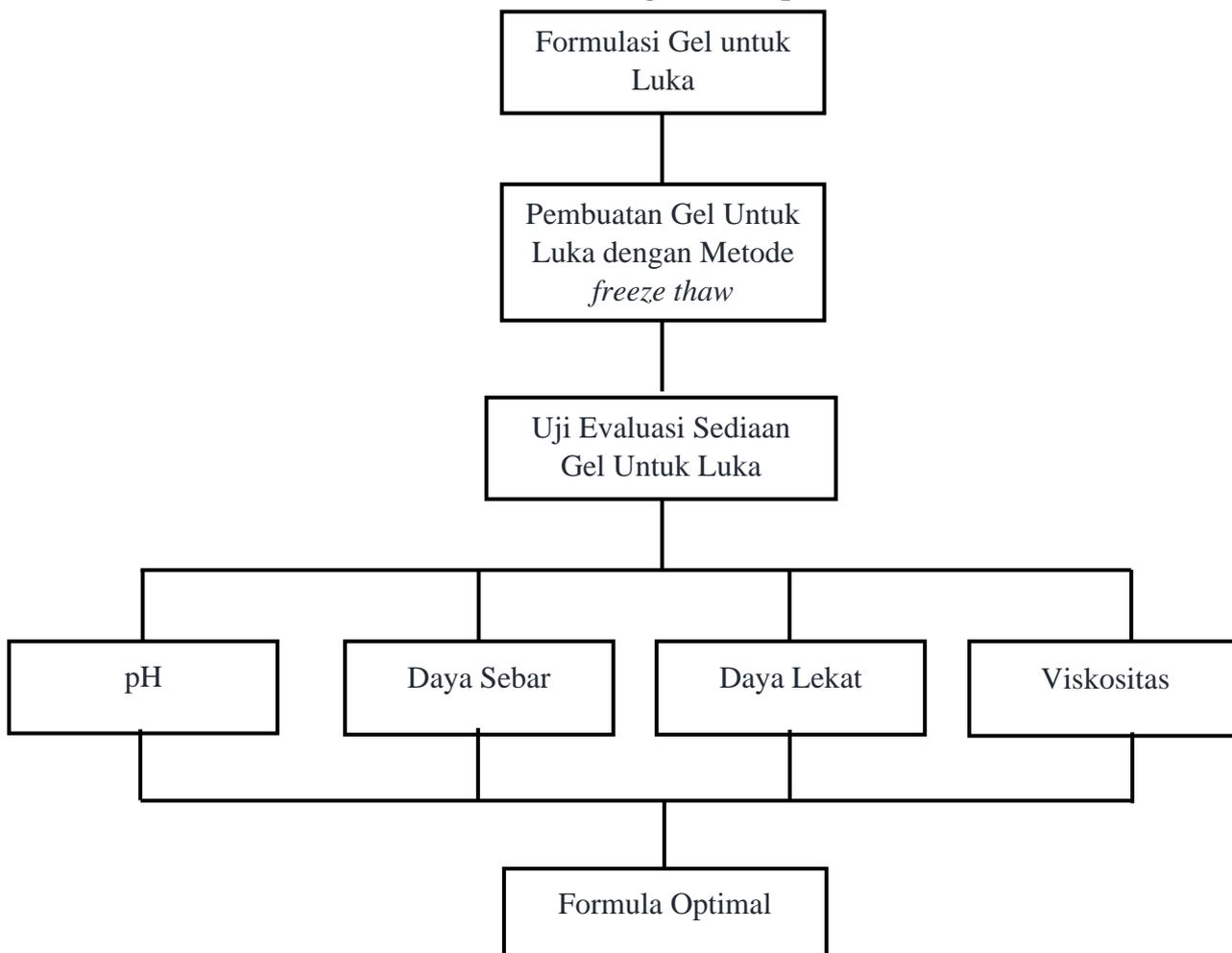
METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan desain penelitian eksperimental murni, atau disebut juga *true experimental design*. Penelitian ini didasarkan pada adanya variasi variabel bebas dan hasilnya diukur dengan variabel terikat.

B. Kerangka Konsep

Gambar 3. 2 Kerangka Konsep



C. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Farmasi Program Studi Farmasi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah. Waktu penelitian dilakukan bulan Januari 2023. Kegiatan yang dilakukan meliputi pembuatan sediaan balutan luka hidrogel dan uji evaluasi sediaan.

D. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian “Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP dengan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)” ini adalah timbangan digital, cawan petri (pyrex[®]), beaker glass (pyrex[®]), gelas ukur (pyrex[®]), Erlenmeyer (pyrex[®]), kulkas, mikrometer sekrup, oven, hotplate magnetic stirrer (scilogex), pH (ohaus), pipet, dan batang pegaduk.

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian “Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP dengan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*)” ini adalah ekstrak daun binahong, polimer galaktomanan dari guar gum, polimer PVP (brataco), agar, PEG 400 (brataco), gliserin (brataco), akuades, perkamen, kassa, aluminium foil, dapar pH 4, dapar pH 7, dapar pH 10.

E. Definisi Operasional

1. Karakterisasi adalah proses uji yang dilakukan untuk mengetahui karakter sediaan balutan luka hidrogel, antara lain organoleptic, pH, daya sebar, daya lekat, dan viskositas.
2. Optimasi adalah suatu proses yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang paling sesuai dari berbagai konsentrasi kombinasi polimer galaktomanan dan PVP untuk sediaan gel untuk luka.

F. Formulasi Gel Untuk Luka Ekstrak Daun Binahong

1. Formula Gel Untuk Luka Ekstrak Daun Binahong

Tabel 3. 3 Formulasi

Bahan	Konsentrasi		
	F1	F2	F3
Ekstrak Daun Binahong	40%	40%	40%
Galaktomanan	1%	1%	1%
PVP	0,5%	1%	2%
Agar	1%	1%	1%
PEG	2%	2%	2%
Gliserin	1%	1%	1%
Akuades	q.s	q.s	q.s

2. Pembuatan Gel Untuk Luka Dengan Ekstrak Daun Binahong

a. Optimasi Formula Gel Untuk Luka

Proses pembuatan sediaan untuk optimasi formula gel untuk luka dengan kombinasi galaktomanan dan PVP adalah:

1. PVP pada masing-masing konsentrasi dilarutkan ke dalam air
2. Galaktomanan didispersikan pada PVP yang telah dilarutkan ke dalam air sehingga akan terbentuk gel
3. Gel tersebut kemudian diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen
4. Agar 1% ditambahkan ke dalam campuran, kembali diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen
5. PEG 2% ditambahkan ke dalam campuran, kembali diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen
6. Gliserin 1% ditambahkan ke dalam campuran, lalu diaduk dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen

7. Masukkan ekstrak daun binahong ke dalam campuran, kemudian diaduk kembali dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen
 8. Akuades ditambahkan hingga 100 ml, kemudian diaduk kembali dengan magnetic stirrer pada kecepatan 300 rpm selama 30 menit pada suhu 40°C hingga homogen
- b. Proses Freeze-thaw Gel Balutan Luka (Gadri, dkk., 2015)
- Proses Freeze-thaw gel untuk luka dengan kombinasi galaktomanan dan PVP adalah:
1. Masing-masing campuran larutan gel untuk luka dituangkan ke dalam cawan petri
 2. Sediaan dalam cawan petri tersebut kemudian dimasukkan ke dalam kulkas dengan suhu -20°C selama 18 jam
 3. Sediaan kemudian dikeluarkan dan didiamkan dalam suhu ruang selama 6 jam
 4. Perlakuan tersebut dilakukan sebanyak 4 siklus hingga didapatkan sediaan hidrogel balutan luka yang padat
 5. Masing-masing sediaan kemudian dioven pada suhu 40°C selama 15 menit
 6. Dilakukan uji evaluasi sediaan

G. Uji Evaluasi Balutan Luka Hidrogel Ekstrak Daun Binahong

1. Uji Organoleptis

Tujuan : untuk mengetahui sifat organoleptis dari sediaan hidrogel balutan luka, diantaranya adalah warna, bau, tekstur

Metode : dilakukan dengan mengamati secara visual, mencium bau sediaan, serta menyentuh tekstur

Spesifikasi : warna jernih, tidak berbau atau berbau khas daun binahong, tekstur lembut

2. Uji pH

Tujuan : untuk mengetahui nilai pH sediaan hidrogel balutan luka

Metode : dilakukan dengan mengukur menggunakan pH meter yang sudah dikalibrasi pada larutan dapar pH 4, ph 7, dan pH 10.

Spesifikasi: pH sediaan yang memenuhi kriteria pH kulit yaitu 4,5-6,5 (Sawiji dkk., 2020).

3. Uji Daya Sebar

Tujuan : untuk memastikan pemerataan gel saat diaplikasikan ke kulit

Metode : 0,5 gram sediaan di letakkan di atas kaca bagian atasnya di beri kaca yang sama dan diberi pemberat 150 gram, kemudian didiamkan selama 1 menit

Spesifikasi: Daya sebar gel yang baik antara 5-7 cm (Sayuti, 2015)

4. Uji Daya Lekat

Tujuan : untuk mengetahui kemampuan gel saat melekat pada kulit karena akan menentukan optimal dan maksimalnya efek terapi

Metode : meletakkan 0,5g gel di atas gelas objek kemudian ditekan dengan beban 500g selama 5 menit. lepaskan beban seberat 90 g dan catat waktu kedua gelas objek ini terlepas

Spesifikasi: ≥ 4 detik (Sawiji dkk., 2020)

5. Uji Viskositas

Tujuan : untuk mengetahui kekentalan sediaan gel yang

Metode : dilakukan dengan mengukur menggunakan viskometer krebs

Spesifikasi: Syarat viskositas sediaan gel yang baik adalah memenuhi rentang viskositas yaitu 2.000-4.000 cP (Hariningsih, 2019)

H. Analisis Data

Apabila hasil uji berbeda antar sediaan, dimana dalam satu sediaan didapatkan hasil yang masuk dan tidak masuk ke dalam kriteria, maka akan dipilih sediaan yang paling banyak memenuhi kriteria hasil pengujian. Lalu untuk penelitian kedepannya, diharapkan dilakukan pengoptimalan formulasi agar didapatkan sediaan yang sesuai dengan spesifikasi.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sediaan gel yang menggunakan kombinasi polimer galaktomanan dan pvp memenuhi syarat uji karakterisasi gel, meliputi pengamatan organoleptis, uji pH dengan hasil pada rentang 5,95-6,32, uji daya sebar dengan hasil pada rentang 6-6,5cm, uji daya lekat dengan hasil pada rentang 4,05-4,2 detik, dan uji viskositas dengan hasil pada rentang 2949 – 3176 cP.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk uji aktivitas sediaan gel ekstrak daun binahong.

DAFTAR PUSTAKA

- Admadi HB, dan Arnata IW. 2015. Teknologi Polimer. Program Studi Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana.
- Alfita R, Zaifuddin AFI, dan Laksono DT. 2021. Hotplate Magnetic Stirrer Pengatur Panas Otomatis dan Kecepatan Air Berbasis PID (Proportional Integral Derivative). Seminar Nasional & Call for Paper Fakultas Sains dan Teknologi (SENASAINS 1st) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Vol 1 no. 1.
- Ariany, Dyas Retno (2019) *Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (Wound Dressing) Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan Dan PVA*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Bajpai A. K., Bajpai J., Saini R.K., Agrawal P., Tiwari A. 2017. Smart Biomaterial Devices: Polymers in Biomedical Sciences. Boca Raton: CRC Press.
- Brumberg V., Astrelina T., Malivanova T., Samoilov A. 2021. Modern Wound Dressings: Hydrogel Dressings. *Jornal of Biomedicines*. 16;9(9):1235.
- Chatterjee, Arindam & Mohan, Shailender & Varshney, Himanshu & Jaimini, Manish & Chauhan, Bhupendra. 2014. Formulation and In-Vitro Characterization of Zaltoprofen Transdermal Patch Using Different Polymers. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. 27: 277-282.
- Depkes RI. 1995. Farmakope Indonesia IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Depkes RI. 2009. Tanaman Obat Binahong. (serial online). http://www.scribd.com/doc/19009447/k_hasiat-binahong.
- Feybriyanti, Y. W. 2011. Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak N-Heksan, Kloroform, dan Etanol Daun Binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) pada Tikus yang Diinduksi Karagenan 1% (Skripsi). Denpasar: Universitas Udayana.
- Fitria, A. 2009. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun *Anredera cordifolia* (Ten.) Steen, *Anredera scandens* (L.) Moq., *Basella rubra* L. pada Bakteri Gram Positif dan Bakteri Negatif (Skripsi). Denpasar: Universitas Udayana.

- Gadri, A., Lestari F., Darma G.C.E., Kartika R., Ulfah Shafira. 2015. Formulasi Pembalut Luka Hidrogel Serbuk Getah Jarak Cina (*Jatropha Multifida Linn.*) Berbasis Kappa-Karagenan.
- Gadri, dkk. 2015. Formulasi Pembalut Luka Hidrogel Berbasis I-Karagenan dengan Metode Freezing dan Thawing Cycle, Prosiding SnaPP2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan.
- Hariningsih, Y. (2019). Pengaruh Variasi Konsentrasi Na-CMC Terhadap Stabilitas Fisik Gel Ekstrak Pelepeh Pisang Ambon (*Musa paradisiaca L.*). 8.
- Herawati, Heny. 2018. Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan Dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol 37, No. 1.
- Jadhav KJ. Dan Sreenivas, dalam Rahayuningdyah, DW, Lyrawawti D, Widodo F, dan Puspita OE. 2020. Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP. *Pharmaceutical Journal Of Indonesia* 2020. 5(2): 117 – 122.
- Kadajji VG, dan Betageri GV. 2011. *Water Soluble Polymers for Pharmaceutical Application Polymers*. Vol 3:1972-2009.
- Karismawan, P. N. 2013. Profil Kandungan Kimia dan Uji Aktivitas Antiluka Bakar Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera Scandens (L.) Moq.*) Pada Tikus Jantan Galur Sprague Dawley (Skripsi). Denpasar: Universitas Udayana.
- Kemenkes RI. 2017. *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Purwanti, D. H. 2011. Uji Aktivitas Antitukak Fraksi Kloroform Daun Binahong (*Anredera scandens (L.) Moq.*) pada Tikus Putih Jantan Galur Sprague Dawley (Skripsi). Denpasar: Universitas Udayana.
- Rahayuningdyah, D. W., Lyrawati, D., Widodo, F., & Puspita, O. E. (2020). Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 005(02), 117–122. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2020.005.02.8>
- Rowe, RC, Sheskey PJ, Quinn ME. 2009. *Handbook of Pharmaceutical Excipients* 6th Edition. London: Pharmaceutical Press.

- Samirana, P. O., N. P. E. Leliqia, and N. P. Ariantari. 2014. TLC-Densitometer Profile and Antiulcer Activity Assay of Ethanol Extract of Binahong Leaves (*Anredera Scandens* (L.) Moq.) in Sprague Dawley Strain Male Rats. Proceeding The International Conference of Pharmaceutical Care.
- Santi, Aprilianti. 2014. Formulasi Pembalut Luka Hidrogel Serbuk Getah Jarak Cina (*Jatropha Multifida* Linn.). Repository Universitas Islam Bandung.
- Saranya T.V., Manoj K. 2016. Formulation, Evaluation, and Optimization of Novel Silver Sulfadiazine Loaded Film Forming Hydrogel for Burns. *Hygeia.J.D.Med.*8 (2): 1-10.
- Sari N, Mairisya M, Kurniasari R, Purnavita S. 2019. Bioplastik Berbasis Galaktomanan Hasil Ekstraksi Ampas Kelapa Dengan Campuran Polyvinyl Alkohol. *Metana : Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*. Vol. 15(2):71-78.
- Sawiji, R. T., La, E. O. J., & Sukarmin, N. K. (2020). Pengaruh Variasi CMC-Na Terhadap Sifat Fisik Dan Stabilitas Sediaan Gel Aromaterapi Kulit Buah Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa*(Hassk.) Ochse). *Lombok Jurnal of Science (LJS)*, 2, 15–21.
- Sayuti, N. A. (2015). Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), 74–82. <https://doi.org/10.22435/jki.v5i2.4401.74-82>
- Siqueira NM, Paiva B, Camassola M, Rosenthal-Kim EQ, Garcia KC, dos Santos FP, Soares RM. 2015. Gelatin and galactomannan-based scaffolds: Characterization and potential for tissue engineering applications. *Carbohydr Polym*.
- Simon, Patrisia. 2012. Formulasi dan Uji Penetrasi Mikroemulsi Natrium Diklofenak dengan Metode Sel Difusi Franz dan Metode Tape Stripping. *Skripsi*. Depok: Farmasi, FMIPA, Universitas Indonesia.
- Slamet, S., Anggun, B. D., & Pambudi, D. B. (2020). Uji Stabilitas Fisik Formula Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 13(2), 115–122. <https://doi.org/10.48144/jiks.v13i2.260>
- Soares, P.A.G. 2015. Development and characterization of a new hydrogel based on galactomannan and –carrageenan. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 134: 673–679.

- Su, Jingjing, Li J, Liang J, Zhang K, Li J. 2021. Hydrogel Preparation Methods and Biomaterials for Wound Dressing. *Journal Review. Life* 2021, 11, 1016.
- Supriadi, Y., & Hardiansyah, N. (2020). Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Gel Rambut Ekstrak Etanol Daun Pare (*Momordica charantia* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Carbopol 940. *Jurnal Health Sains*, 1(4), 262–269. <https://doi.org/10.46799/jhs.v1i4.35>
- Suyudamai, Elsi Rahmaprilia (2019) *Pengembangan Formula Hidrogel Sebagai Pembalut Luka (Wound Dressing) Menggunakan Kombinasi Polimer Kitosan Dan Galaktomanan*. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Tavakoli S., Klar A.S. 2020. Advanced Hydrogels as Wound Dressings. *Jorunal of Biomolecules*. 11;10(8):1169.
- Velnar T., Bailey T., Smrkoj V. 2009. The Wound Healing Process: an Overview of the Cellular and Molecular Mechanisms. *The Journal of International Medical Research*. 37: 1528-15