

Pengaruh Variasi Komposisi *Hydroxypropyl Methyl Cellulose* (HPMC) dan *Polivinyl Alcohol* (PVA) terhadap Karakteristik Film Hidrogel

Lia Lismeri*, Desti Ressita Dewi, Yuli Darni, Nindya Indah Kusumawardani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

*Email: lismeri@yahoo.co.id

Abstrak

Hidrogel merupakan material polimer tiga dimensi, dengan ikatan silang (*cross-linked*) yang sifatnya non polar, mampu menyerap air dengan baik, namun hidrogel sangat mudah hancur. *Hydroxypropyl methyl cellulose* (HPMC) adalah polimer semi sintetik turunan selulosa, HPMC digunakan sebagai *gelling agent* karena memiliki kesetabilan yang paling optimal dari pada selulosa lain. *Polivinyl Alcohol* (PVA) juga ditambahkan sebagai *backing membran*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi HPMC dan PVA terhadap karakteristik film hidrogel yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan komposisi PVA sebesar 5% dan 10% serta HPMC sebesar 2%,3%,4% dan 5%. Adapun uji yang dilakukan meliputi Organoleptik, pH, rasio *swelling*, serta dilakukan uji FTIR dan SEM untuk melihat karakteristik lebih lanjut. Hasil Organoleptik diperoleh berupa film hidrogel berwarna putih, tidak berbau, dan fleksibel. Formulasi terbaik diperoleh F2.4 yang menunjukkan rasio *swelling* sebesar 265,232% dengan pH sebesar 5,92 dan degradasi yang paling lambat.

Kata Kunci: Hidrogel, HPMC, PVA, *Swelling*, SEM, FTIR

1. Pendahuluan

Hidrogel adalah material polimer hidrofilik membentuk struktur jejaring tiga dimensi. Struktur ini menyebabkan hidrogel menyerap dan menahan air, atau juga pelarut organik dan dapat disimpannya hingga hampir tidak dapat dihilangkan bahkan dibawah tekanan tertentu [1].

Material Hidrogel merupakan turunan polimer hidrofilik makro molekul yang membentuk jaringan dengan struktur tiga dimensi saling berikatan silang, dapat membengkak ketika berada di air (*swelling*), menunjukkan kemampuan baik berdiffusi dengan air [2].

Hidrogel banyak dikembangkan sebagai material terbaru karena sifatnya yang sangat fleksibel terhadap berbagai kondisi sekitar. Hidrogel adalah Material yang mempunyai sifat tidak larut dalam air, dan struktur jaringannya

sangat kokoh. Struktur ikatan silang membentuk ikatan kovalen atau ionik.

Sifat Hidrogel yang tak larut pada air dipengaruhi oleh keberadaan ikatan silang dari rantai molekul polimernya, sedangkan kemampuan adsorbansi hidrogel dan mememalarnya (*swelling*), dikarenakan adanya ikatan hidrogen dari gugus OH, COOH, CONH₂, dimana gugus tersebut dipecah mampu mengadsorbansi partikel yang ada didekatnya [3].

Keunggulan Hidrogel menyerap air dan mengengkannya hingga 100% dari bobot awalnya dalam celah rantai polimernya. Hidrogel dapat stabil pada sifat kimia dan akhirnya memecah dan larut (degradasi). Pembalut ini sangat ideal jika digunakan sebab sifat khas yang tak larut membuatnya menjadi material istimewa [4].

Struktur penyusun utama Hidrogel yaitu polimer hidrofilik dan struktur yang khas membentuk *crosslinking*,

menyebabkan ciri khas tersendiri yaitu mengikat air sebanyakbanyaknya, biokompatibilitas serta fleksibilitas stabil, dan memiliki potensi untuk menjadi material pelepasan obat. Sehingga material hidrogel ini sering dikembangkan dalam teknologi inovasi medis karena sifatnya yang fleksibel dan juga aman terhadap respon tubuh dalam jangka panjang [5].

Standarisasi material hidrogel yang penggunaannya ditujukan untuk kebutuhan medis khususnya dalam pengaplikasian pembalut luka harus mampu memberikan kelembaban pada luka, mampu mengontrol area pernafasan kulit dan lingkungan sekitar, steril dan mudah dalam penggunaannya hal ini yang berkaitan dengan sifat mekanik dari hidrogel untuk dikembangkan supaya memberikan tingkat kenyamanan bagi yang menggunakannya [6].

Adapun kelemahan dari hidrogel ini berada pada sifat mekaniknya, walaupun hidrogel mampu beradaptasi pada kondisi lingkungan sekitar namun sifatnya yang mudah hancur masih menjadi masalah dalam proses sintesnya [7].

Salah satu bahan yang dapat membantu dalam memperbaiki struktur mekanik pada sintesis material hidrogel adalah selulosa. Turunan selulosa ini banyak digunakan sebagai aplikasi biopolimer karena mampu menghadirkan karakteristik material yang kompatibel, nontoksik, stabil, mudah didapatkan dengan harga yang cukup murah karena bahan bakunya tersedia dari alam [8].

Hydroxypropyl Methylcellulose (HPMC) dengan rumus kimia $C_{56}H_{108}O_{50}$ *hypromellose* merupakan polimer hidrofilik semi-sintetik, turunan eter selulosa nonionik, dengan stabilitas lebih tinggi pada pH rendah.

Biopolimer ini dihasilkan dari substitusi gugus hidroksil dari molekul selulosa dengan gugus metil dan hidroksipropil. HPMC mempunyai banyak kelebihan seperti bahan bioadesif, agen pelepas terkontrol dan agen penstabil yang sulit larut dalam air, dalam konsentasi 2-20% akan menghasilkan lapisan film yang berkualitas baik [9].

Penggunaan HPMC akan dikombinasikan dengan Polimer lain yaitu *polyvinyl alcohol* (PVA) untuk meningkatkan sifat mekanik (kekuatan tarik dan pemanjangan). PVA memiliki kemampuan membentuk film dengan baik, larut di air, gampang diolah, dan tentunya aman karakter ini memiliki manfaat yang luas pada bidang industri kemasan, lem (perkeat) dan pelapis [10].

PVA dapat terlarut dalam air, namun tidak larut dalam pelarut organik dengan pH stabil sekitar 5-8 [10] merupakan senyawa buatan yang ditujukan untuk meningkatkan viskositas material [9].

Sintesis hidrogel dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu: *convetional method* dan *radiation*. metode konvensional dilakukan, mereaksikan polimer dan teknik ikat silang rantai hidrofilik dibantu bahan agent *crosslinking* atau pembentukan ikatan silang dengan reaksi organik menggabungkan gugus fungsi. Cara konvensional ini dilakukan dengan reaksi polimerisasi yang saling larut dalam air dan penambahan agen *bifungsional* atau multifungsional *crosslinking*. Pada penelitian inipilih menggunakan metode *physical crosslinking* dengan menggunakan metode *freeze-thawing* [3].

Beberapa penelitian terkait juga sudah dikembangkan dengan bahan baku dan metode yang berbeda. Pada penelitian

Dewi dkk, melakukan penelitian pengembangan formula pembalut luka hidrogel menggunakan polimer galaktoman dan polivinil pirolidon menghasilkan hidrogel dengan hasil yang transparan, dan lembut sehingga pada struktur mekanisnya masih belum sempurna [12]. Begitupula dengan Nianitriaksari melakukan pengembangan formulasi dengan menambahkan ekstrak daun binahong pada formulasi sehingga memiliki warna yang keruh pada permukaan hidrogelnya. Sehingga pada penelitian ini akan dikembangkan formulasi baru untuk menghasilkan hidrogel dengan sifat mekanis dan fisik (transparan) yang lebih baik dengan menggabungkan polimer HPMC dan PVA [13].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi komposisi terbaik pada pembuatan hidrogel dengan menggunakan metode *freeze-thawing*. Komposisi terbaik HPMC untuk dijadikan basis gel adalah 2-20% [9] dan PVA sebanyak <20% [14].

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan komposisi *Hydroxypropyl Methyl Cellulose* (HPMC) dan *polivinyl alcohol* (PVA) dengan konsentrasi HPMC sebesar 2%, 3%, 4%, dan 5%, serta komposisi PVA sebesar 5% dan 10%.

Adapun variabel pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

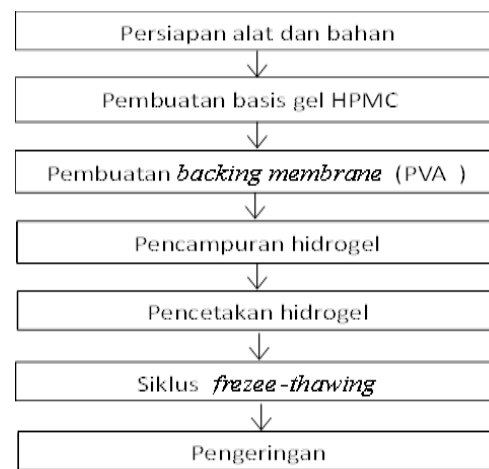
Tabel 1. Komposisi Formula Hidrogel

Run	Konsentrasi PVA (%)	Konsentrasi HPMC (%)
F1.1		2
F1.2	5	3
F1.3		4
F1.4		5

Tabel 1. Komposisi Formula Hidrogel (Lanjutan)

Run	Konsentrasi PVA (%)	Konsentrasi HPMC (%)
F2.1		2
F2.2	10	3
F2.3		4
F2.4		5

2.1. Pembuatan Film Hidrogel



Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan Hidrogel

Formulasi hidrogel dibuat dengan memvariasikan komposisi HPMC dan PVA dengan masing-masing konsentrasi yang dimuat pada tabel 1, kemudian ditambahkan dengan bahan *enhancer* berupa DMSO sebesar 5% dan PEG 400 sebesar 20% (b/v).

Sintesis hidrogel dilakukan dengan melarutkan masing-masing polimer, HPMC dilarutkan menggunakan air panas dengan suhu 800°C kemudian dipanaskan kembali menggunakan *hotplate* pada suhu 1200°C selama 2 jam. Sedangkan PVA dilarutkan menggunakan air dengan suhu ruang kemudian diaduk perlahan. Selanjutnya proses pencampuran, dimana PVA terlebih dahulu dituangkan kedalam cetakan kemudian setelah

dikeringkan dituangkan larutan HPMC kemudian diamkan selama 1 jam. Hidrogel kemudian akan dilakukan *freezing* dan *thawing* pada suhu -180°C sebanyak 6 kali pengulangan.

2.2 Analisis

1. Organoleptik

Dilakukan dengan mengamati sediaan hidrogel berupa bentuk, warna, bau dan tekstur hidrogel

2. Kesetabilan Sediaan Hidrogel

Dilakukan pengamatan fisik untuk melihat perubahan fisik yang terjadi pada hidrogel dan rentan waktu tertentu pada suhu ruang

3. pH

Dilakukan dengan mengukur derajat keasamaan hidrogel menggunakan pH meter

4. Swelling

Dilakukan dengan menimbang bobot hidrogel sebelum perendaman (wd) dan setelah perendaman selama 24 jam dengan 20 ml *aquadest* (ws)

$$\text{Rasio swelling} = \frac{ws-wd}{wd} \times 100\%$$

5. FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*)

Digunakan untuk melihat gugus fungsi yang diperoleh dari sintesis hidrogel.

6. SEM (*Scanning electron Microscopy*)

Digunakan untuk menganalisis struktur morfologi dari hidrogel

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian sistesis hidrogel ini dilakukan pengujian dengan dibandingkan oleh produk komersialnya untuk mengetahui pengaruh dari komposisi variasi HPMC dan PVA terhadap karakteristik film hidrogel baik fisik maupun instrumentasi meliputi : Organoleptik, Kesetabilan, pH, *ratio swelling*, FTIR dan SEM.

1. Organoleptik

Hasil didapatkan berupa hidrogel yang di sintesis dari HPMC dan PVA memiliki karakteristik sifat fisik yang sudah standar dengan komersialnya pada masing-masing formulasi. Namun, pada formulasi F1.4 dan F2.4 memiliki warna yang sedikit kekuningan akibat jenis HPMC yang digunakan dan konsentrasinya yang terlalu tinggi.

Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik

Run	Warna	Bentuk	Bau	Tekstur
F1.1	putih	Lunak	tidak berbau	lembut, fleksibel
F1.2	putih	Lunak	tidak berbau	lembut, fleksibel
F1.3	putih	Lunak	tidak berbau	lembut, fleksibel
F1.4	Putih kekuningan	Lunak	tidak berbau	lembut fleksibel
F2.1	putih	Padat	tidak berbau	lengket, fleksibel
F2.2	putih	Padat	tidak berbau	lengket, fleksibel
F2.3	putih	Padat	tidak berbau	lengket, fleksibel
F2.4	putih kekuningan	Padat	tidak berbau	lengket fleksibel
FK	Transparant	Padat	tidak berbau	lengket fleksibel

2. Kesetabilan

Berdasarkan pengamatan fisik yang dilakukan selama 40 hari hidrogel mengalami perubahan bentuk yang signifikan, pada hari ke 10 semua formulasi hidrogel memadat, kemudian pada hari ke 30 hidrogel mengalami perubahan semakin liat (kaku) dan berbintik terindikasi oleh jamur dan bakteri, kemudian pada hari ke-40 formulasi mengalami pengeringan menjadi sangat tipis dan transparant. Namun, pada formulasi PVA 10% (F2.1, F2.2, F2.3 F2.4) memiliki waktu

degradasi yang lebih lama, dikarenakan PVA mampu menjaga kesetabilan dan elastisitas material polimer yang baik.

3. pH Hidrogel

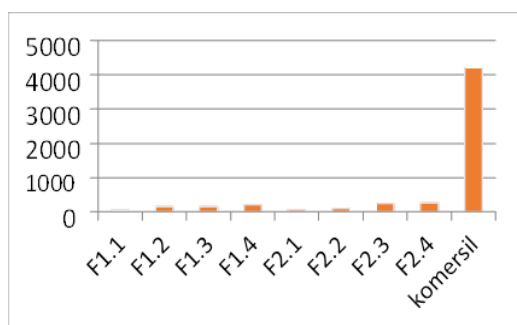
Hasil pengujian pH pada tiap formulasi hidrogel (F1.1-F2.4) semua formulasi memperoleh pH standar dimana pH memasuki rentang pH kulit normal yaitu (4-6,5), formulasi yang paling mendekati adalah (F1.3 dan F1.4). Hasil uji pH terlampir pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Uji pH

Formula	pH
F1.1	5,99
F1.2	5,88
F1.3	5,79
F1.4	5,63
F2.1	6,18
F2.2	6,01
F2.3	5,99
F2.4	5,92
FK	5,5

4. Rasio Swelling

Hasil *swelling* pada sintesis hidrogel semua formulasi F1.1, F1.2, F1.3, F1.4, F2.1, F2.2, F2.3, dan F2.4 akan dibandingkan dengan hidrogel komersial. Hasil uji rasio *swelling* dimuat pada gambar berikut :

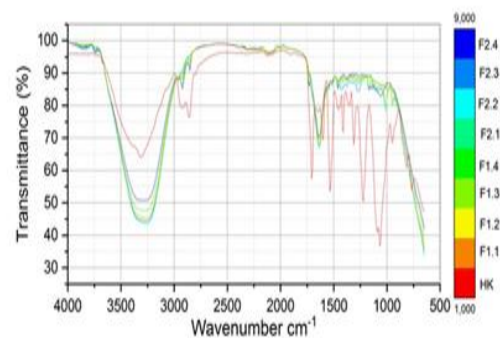


Gambar 2. Grafik Uji Rasio Swelling

Berdasarkan gambar tersebut hasil yang diperoleh pada semua formulasi belum mencapai nilai *swelling* standar komersialnya dimana minimalnya adalah 500%, pada hidrogel komersial diperoleh nilai *swelling* yang mencapai 4462,5%, sedangkan untuk formulasi yang mendekati nilai *swelling* nya adalah F1.4, F2.3, dan F2.4 karena memiliki konsentrasi HPMC yang lebih tinggi. HPMC membantu dalam mengikat air karna memiliki gugus O-H.

5. FTIR (Fourier Transform Infra-Red)

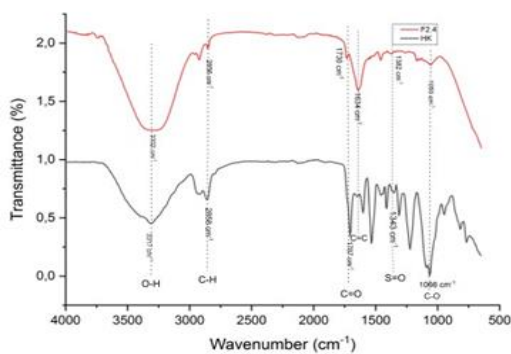
Spektrum FTIR yang tersaji diatas dapat diidentifikasi bahwa gugus fungsi yang sering muncul adalah gugus hidroksil OH, C-H alkana, C=O, dan C-O alkohol. Spektrum tersebut menunjukkan bahwa adanya kemiripan gugus fungsi penyusunnya baik hidrogel komersial maupun hidrogel sintesis. Spektrum IR yang paling mendekati dengan hidrogel komersialnya adalah pafa F2.4 seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Spektrum FTIR Hidrogel

Kemudian, FTIR formulasi F2.4 pada gambar 4, membuktikan bahwa hidrogel memiliki puncak serapan gugus O-H (Fatihsahri, 2016) bilangan gelombang 3248 cm^{-1} untuk PVA, dan HPMC pada bilangan gelombang 3353,91 cm^{-1} dikarenakan HPMC dan PVA merupakan penyumbang terbesar gugus tersebut. Kemudian Bilangan gelombang pada 2856 cm^{-1} merupakan vibrasi dari gugus C-H alkana [15]

sedangkan pada hidrogel komersial serapan gugus CH berada pada bilangan gelombang 2858 cm^{-1} , gugus fungsi karbonil pada F2.4 (C=O) terdapat pada serapan pada bilangan gelombang 1742 cm^{-1} , dan Kemunculan gugus S=O pada serapan bilangan gelombang 1382 cm^{-1} terbentuk akibat penggunaan DMSO. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan komposisi HPMC dan PVA yang baik menentukan keberhasilan dalam sintesis Hidrogel.

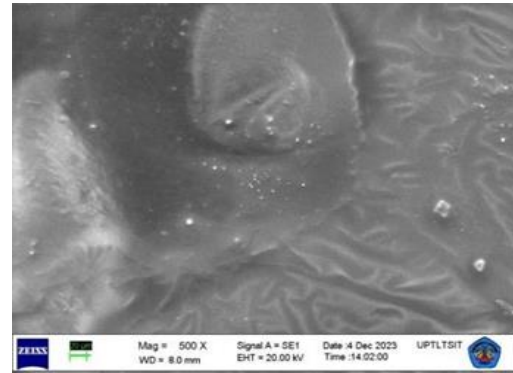


Gambar 4. Spektrum FTIR F2.4 dan FK

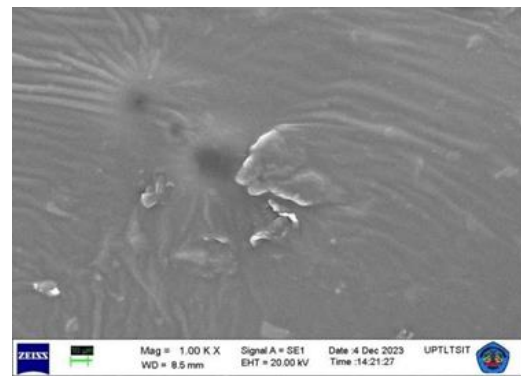
6. SEM (*Scanning electron Microscopy*)

Dilihat pada gambar 5 merupakan morfologi dari hidrogel yang di sintesis dari HPMC dan PVA, sedangkan pada gambar 6 merupakan hasil morfologi yang diberikan untuk hidrogel komersial. Hidrogel sintesis F2.4 (PVA 10% dan HPMC 5%) menunjukkan adanya kemiripan struktur morfologi dengan hidrogel Komersil, yaitu bentuk pori yang kecil karena jarak antar molekul yang semakin rapat. Pori ini berfungsi untuk menjaga agar tidak mudah robek serta untuk pertahanan air yang akan teradsorpsi oleh hidrogel[16]. Namun pada hidrogel F2.4 memiliki permukaan yang sedikit lebih kasar dibandingkan dengan permukaan hidrogel komersial yang di indikasi akibat proses reaksi yang belum sempurna. Reaksi ini menimbulkan agregasi dengan ikatan hidrogen, Ikatan

hidrogen antar rantai polimer akan mendorong agregasi dan membentuk struktur permukaan yang lebih kasar *cross-linking* yang tidak sempurna juga dapat mengakibatkan ketidakteraturan struktur ikatan antar rantai polimer yang mengakibatkan kekasaran pada struktur permukaannya [17].



Gambar 5. SEM hidrogel F2.4



Gambar 6. SEM hidrogel Komersial

4. Kesimpulan

Pembuatan hidrogel berbasis HPMC dan PVA diperoleh pada formulasi F2.4 menghasilkan organoleptik berwarna putih kekuningan, tidak berbau, bentuk padat serta fleksibel, pH 5,92 dan rasio *swelling* 264,329% dengan degradasi lambat. pada hidrogel terbentuk gugus O-H, gugus C-H, gugus C-O, dan gugus C=O yang serapan puncaknya berada pada range. Struktur morfologi hidrogel F2.4 memiliki permukaan yang halus

dan rata serta pola jaringan pori kecil dan rapat permukaan film hidrogel.

Daftar Pustaka

- [1] M. F. Akhtar, M. Hanif, and N. M. Ranjha, "Methods of synthesis of hydrogels: A review," *Saudi Pharm. J.*, vol. 24, no. 5, pp. 554–559, 2016.
- [2] C. M. Hassan and N. A. Peppas, "Structure and morphology of freeze/thawed PVA hydrogels," *Macromolecules*, vol. 33, no. 7, pp. 2472–2479, 2000.
- [3] D. Darwin, "Pengembangan bahan biomaterial untuk pemakaian di bidang kesehatan dengan teknik radiasi pengion," *Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN*, pp. 251–275, 2013.
- [4] T. Abdelrahman and H. Newton, "Wound dressings: principles and practice," *Surgery (Oxford)*, vol. 29, no. 10, pp. 491–495, 2011.
- [5] S. E. C. Purnomo, S. U. Dwiningsih, and K. P. Lestari, "Efektifitas Penyembuhan Luka Menggunakan NaCl 0,9% dan Hydrogel Pada Ulkus Diabetes Mellitus di RSUD Kota Semarang," in *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*, vol. 2, no. 1, 2014.
- [6] D. Selvaraj, V. P. Viswanadha, and S. Elango, "Wound dressings—a review," *BioMedicine*, vol. 5, p. 22, 2015.
- [7] F. Yoshii, Z. Yu, K. Isobe, K. Shinozaki, and K. Makuuchi, "Electron beam crosslinked PEO and PEO/PVA hydrogels for wound dressing," *Radiat. Phys. Chem.*, vol. 55, no. 2, pp. 133–138, 1999.
- [8] E. E. Tudoroiu *et al.*, "An overview of cellulose derivatives-based dressings for wound-healing management," *Pharmaceuticals*, vol. 14, no. 12, p. 1215, 2021.
- [9] R. C. Rowe, P. Sheskey, and M. Quinn, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, London: Pharmaceutical Press, 2009.
- [10] V. Y. Pamela, R. Syarif, E. S. Iriani, and N. E. Suyatma, "Karakteristik mekanik, termal dan morfologi film polivinil alkohol dengan penambahan nanopartikel ZnO dan asam stearat untuk kemasan multilayer," *J. Penelit. Pasca Panen Pertan.*, vol. 13, no. 2, pp. 63–73, 2016.
- [11] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Farmakope Indonesia*, Edisi V, Jakarta: Kemenkes RI, 2014.
- [12] D. A. Arimurni, G. N. A. Z. Widyartha, L. G. T. Sujayanti, and G. I. B. Soares, "Pendekatan simplex lattice design pada formulasi wound dressing gel pentoxifylline dengan kombinasi gelling agent HPMC dan chitosan," *Acta Holistica Pharmacia*, vol. 2, no. 2, pp. 28–36, 2020.

- [13] N. Nitiariksa and S. Iskandar, "Pengembangan dan evaluasi formula sediaan patch ekstrak daun binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis)," *J. Pharmacopolium*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [14] E. Erizal and T. Wikanta, "Synthesis of polyethylene oxide (PEO)-chitosan hydrogel prepared by gamma radiation technique," *Indones. J. Chem.*, vol. 11, no. 1, pp. 16–20, 2011.
- [15] R. Eriningsih, T. Mutia, and A. Sjaifudin, "Benang Gelatin/Alginat Sebagai Bahan Baku Kain Kasa," *Arena Tekstil*, vol. 27, no. 2, 2012.
- [16] H. Shrimali, U. K. Mandal, M. Nivsarkar, and N. Shrivastava, "Fabrication and evaluation of a medicated hydrogel film with embelin from *Embelia ribes* for wound healing activity," *Future J. Pharm. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [17] S. H. Aswathy, U. Narendrakumar, and I. Manjubala, "Commercial hydrogels for biomedical applications," *Heliyon*, vol. 6, no. 4, e03719, 2020.