

**PENGEMBANGAN DAN UJI AKSEPTABILITAS FORMULA “BELIWUH” PLESTER
DEMAM HIDROGEL GUNA ULANG BERBAHAN TANAMAN BELIMBING WULUH
(*Averrhoa Bilimbi L.*)**

**Sudrajat Sugiharta*, Siti Mudrikah, Iin Lidia Putama Mursal, Suci Rahma, Shabrina
Zahratun Nisa, Putri Latifah Nur Zahro, Ghifari Hanif Hermawan**

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang

*Penulis Korespondensi: sudrajat.sugiharta@ubpkarawang.ac.id

ABSTRAK

Demam umumnya ditangani dengan pemberian obat oral konvensional, namun kompres masih banyak dipilih sebagai terapi pendukung. Produk kompres yang beredar kebanyakan bersifat sekali pakai sehingga kurang efisien. Belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) diketahui memiliki aktivitas antipiretik dan mengandung senyawa bioaktif seperti alkaloid, flavonoid, dan saponin yang berpotensi sebagai agen penurun demam alami. Penelitian ini bertujuan mengembangkan formula terbaik berdasarkan variasi PVP K-30 dan kalium klorida (KCl) serta mengevaluasi kualitas hidrogel dan plester hidrogel berbasis belimbing wuluh yang dapat digunakan ulang, tidak mudah hancur, nyaman, dan memiliki efek samping minimal. Metode yang digunakan adalah eksperimental, dengan pembuatan tiga formula plester hidrogel dibuat dengan variasi konsentrasi PVP K-30 dan KCl, lalu dievaluasi sifat organoleptik, homogenitas, daya lekat, pH, fraksi gel, *swelling*, viskositas, ketebalan, daya serap kelembaban, ketahanan lipat, keseragaman bobot, dan akseptabilitas. Seluruh formula memenuhi syarat uji kualitas hidrogel dan plester hidrogel. Sediaan plester memiliki bentuk gel padat, warna hijau, dan bau khas *green tea* dengan pH aman (4,2–6,5). Formula P4K2,5 menunjukkan viskositas paling stabil (16.575,3 cP), sedangkan formula terbaik secara keseluruhan adalah P4,5K3,5. Formula P3,5K1 paling disukai dari segi warna; P4K2,5 dan P4,5K3,5 dari segi aroma; serta P3,5K1 dan P4,5K3,5 dari segi tekstur. Setelah 5 jam penggunaan, responden sangat setuju terhadap formula P4K2,5 dan P4,5K3,5. Formula P4,5K3,5 memberikan sensasi dingin tertinggi setelah penyimpanan di lemari es dan direkomendasikan sebagai kandidat formula plester hidrogel guna ulang dari tanaman belimbing wuluh untuk terapi penurun demam yang nyaman digunakan dan tidak mudah hancur.

Kata kunci: Demam, Belimbing Wuluh, Plester, Hidrogel

ABSTRACT

Fever is commonly managed using conventional oral medications, however, compresses remain a widely preferred adjunctive therapy. Most commercially available compresses are single-use, making them economically inefficient. *Averrhoa bilimbi L. (bilimbi)* possesses known antipyretic activity and contains bioactive compounds such as alkaloids, flavonoids, and saponins, which have potential as natural antipyretic agents. This study aimed to develop an optimal formulation based on varying concentrations of PVP K-30 and potassium chloride (KCl), and to evaluate the quality of bilimbi-based hydrogel and hydrogel plaster formulations that are reusable, stable, comfortable to use, and have minimal side effects. An experimental design was employed to prepare three hydrogel plaster formulations using different concentrations of PVP K-30 and KCl. The formulations were evaluated for organoleptic properties, homogeneity, adhesiveness, pH, gel fraction, swelling index, viscosity, thickness, moisture absorption, folding endurance, weight uniformity, and acceptability. All formulations met established quality standards for hydrogel and hydrogel plasters. The resulting plasters exhibited a solid gel consistency, green coloration, and a distinctive green tea scent, with safe pH values ranging from 4.2 to 6.5. The P4K2.5 formulation demonstrated the most stable viscosity (16,575.3 cP), while P4.5K3.5 was identified as the most optimal overall. P3.5K1 was most preferred in terms of color; P4K2.5 and P4.5K3.5 in aroma; and P3.5K1 and P4.5K3.5 in texture. After five hours of use, participants strongly favored P4K2.5 and P4.5K3.5. Notably, P4.5K3.5 also provided the highest cooling sensation after refrigeration and is recommended as a promising candidate for a reusable hydrogel plaster formulation for fever therapy.

Keywords: Fever, *Averrhoa bilimbi L.*, Plaster, Hydrogel

PENDAHULUAN

Demam, yang ditandai dengan suhu tubuh $>38^{\circ}\text{C}$, dapat menyebabkan komplikasi serius seperti hipertermia, kejang, dan hilangnya kesadaran jika tidak segera ditangani^{18,16}. Umumnya ditangani dengan obat oral, tetapi kompres juga digunakan karena lebih aman dan minim efek samping, seperti spasme bronkus dan gangguan ginjal yang sering terjadi akibat obat sintetik²⁶. Namun, kompres sekali pakai kurang efisien. Penelitian ini mengembangkan plester hidrogel berbasis belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) sebagai alternatif kompres guna ulang yang aman, nyaman dan dapat digunakan ulang.

Belimbing wuluh diketahui mengandung flavonoid, alkaloid, dan saponin yang bersifat antipiretik dan antibakteri^{2,5}. Flavonoid berperan sebagai antiinflamasi dan antioksidan yang membantu menurunkan demam^{25,11}. Plester hidrogel memiliki kadar air tinggi yang bekerja dengan menyerap panas tubuh dan menguapkannya, efektif menurunkan suhu dengan menyerap panas dan mentransfernya ke molekul air, kemudian menurunkan suhu tubuh melalui penguapan³⁴. Namun, sebagian besar produk yang tersedia di Indonesia masih impor dan masih jarang dikembangkan di Indonesia.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan hidrogel dengan bahan seperti PVP, k-karagenan, PEG, gliserin, metil paraben, dan propil paraben⁸. PVP K-30 diketahui memberikan sifat hidrogel yang elastis dan lembut^{8,31,33}. Sementara itu, telah dilakukan penelitian yang menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun dan buah belimbing wuluh memiliki potensi sebagai agen antipiretik alami, yang didukung oleh aktivitas antiinflamasi dan antioksidan dari senyawa bioaktif

seperti flavonoid dan tanin yang terkandung dalam tanaman tersebut^{2,25,11}.

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan tiga variasi formula berdasarkan konsentrasi PVP K-30 dan KCl: PVP K-30 3,5g + KCl 1g; PVP K-30 4g + KCl 2,5g; dan PVP K-30 4,5g + KCl 3,5g. PVP K-30 dipilih karena kemampuannya menyerap air dan meningkatkan kelarutan bahan^{15,3}, sedangkan KCl ditambahkan untuk meningkatkan viskositas dan kekuatan tarik^{9,1}. Setiap formula diuji kualitas fisik hidrogel, kualitas plester, dan akseptabilitasnya. Diharapkan, hasil penelitian ini dapat menjadi inovasi alternatif pengobatan demam yang aman, efektif, tidak mudah hancur dan dapat digunakan ulang.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian berlangsung selama empat bulan yang bertempat di Laboratorium Bahan Alam dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bejana maserasi, blender (Philips, Tiongkok), timbangan digital analitik (ADAM, Inggris), gelas beaker (Iwaki, Indonesia), gelas ukur (Pyrex, Indonesia), labu ukur (Pyrex, Indonesia), labu Erlenmeyer (Pyrex, Indonesia), termometer raksa, batang pengaduk kaca, pipet tetes, spatula, cawan porselen (Pudak, Indonesia), kertas perkamen, pengaduk magnetik (IKA C-MAG HS-7, Jerman), oven (GEMMYCO, Taiwan), autoklaf (GEA, Tiongkok), pH meter (PHS-25, Tiongkok), viskometer (*Lamy Rheology Instrument*), desikator,

mikrometer, kaca objek, *climatic chamber*, *freezer* atau lemari pendingin, dan kaca arloji.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.), kalium klorida (KCl) (ROFA Laboratory), karagenan (IndoGum), gliserin (OneMed), PVP K-30 (Nurra Gemilang), PEG-400 (Subur Kimia Jaya), agar (Satelit Sriti), aquadest (Bratachem), metil paraben (Merck, Darmstadt, Jerman), Na₂-EDTA (Merck, Darmstadt, Jerman), parafin cair (Merck, Darmstadt, Jerman), NaOH (Merck, Darmstadt, Jerman), etanol 96% (Merck, Darmstadt, Jerman), zat pewarna (Raja Kimia), dan zat pewangi (Kimia Jaya Abadi).

Sampel

Belimbing wuluh didapat dari Kp. Karang Sae, Kecamatan Telukjambe Barat, Kabupaten Karawang, Jawa Barat. Bagian yang diambil dari tanaman belimbing wuluh yaitu buahnya yang dijadikan ekstrak.

Tahapan/Jalannya Penelitian

Persiapan Sampel Penelitian

Sampel sebanyak 5 kg buah belimbing wuluh segar, disortir basah kemudian dicuci dengan air mengalir dan dibuat serbuk simplisia kering. Serbuk simplisia kemudian di ekstraksi menggunakan etanol 96%.

Preparasi Sediaan Hidrogel

Dengan dibuat Sediaan hidrogel dalam 3 variasi formula dengan eksipien PVP K-30, KCl, Karagenan, Agar, PEG 400, Gliserol, Paraffin Liquid, Na₂-EDTA, Metil Paraben. Cara pembuatan sediaan hidrogel yakni dengan cara melarutkan bahan yang berbentuk serbuk sesuai pelarutnya, dicampur dan dilakukan cross linking menggunakan autoklaf.

Pembuatan Plester Hidrogel

Setiap formula hidrogel dituangkan pada plester non-woven (Ultrafix®) berukuran 5×8 cm, kemudian dioven selama 15 jam pada suhu 40°C. Setelah dingin dan mengeras, hidrogel dilapisi dengan *sheet poliuretan* (PU) lalu dikemas dalam kantung alumunium foil atau wadah tertutup untuk melindungi dari cahaya, udara, dan kelembaban.

Formulasi Sediaan

Berikut adalah formulasi dari Plerster Demam Hidrogel Guna Ulang Berbahan Tanaman belimbing wuluh modifikasi Edy *et al.*, 2019: Ekstrak buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* Linn.) 0,5g, kalium klorida (KCl), karagenan 0,8g, gliserin 5g, PVP K-30, PEG-400 1,5g, agar 0,8g, aquadest 22 mL, metil paraben 0,5G, Na₂-EDTA 0,5g, parafin liquid 1g, NaOH 1% 40 tetes, zat pewarna, dan zat pengaroma. Dalam formula ini yang membedakan pada formulasi P_{3,5}K₁ yaitu PVP K-30 3,5g dan KCl 1g (P_{3,5}K₁), formulasi P₄K_{2,5} yaitu PVP K-30 4g dan KCl 2,5g (P₄K_{2,5}), dan formulasi P_{4,5}K_{3,5} yaitu PVP K-30 4,5g dan KCl 3,5g (P_{4,5}K_{3,5}).

Determinasi

Penentuan identitas tanaman (determinasi) dilakukan untuk memastikan bahwa tanaman yang akan dianalisis sesuai dengan spesies yang dimaksud²⁷. Proses determinasi ini dilaksanakan di Laboratorium Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat.

Ekstraksi

Sebanyak 250gram belimbing wuluh direndam dalam 3000 mL etanol 96% selama 3 hari, disaring, lalu dilakukan remaserasi. Ekstrak yang diperoleh diuapkan dengan *rotary evaporator*.

Berikut yaitu perhitungan %Rendemen²⁹:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Bobot Ekstrak Kental (g)}}{\text{Bobot Simplisia Awal (g)}} \times 100\% = \frac{123}{250} \times 100\% = 49,2\%$$

Evaluasi Kualitas Hidrogel

Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan panca indera untuk menilai sifat sensorik produk seperti rasa, aroma, warna, tekstur, dan bentuk¹⁷.

Uji homogenitas bertujuan memastikan tidak adanya partikel yang memisah dalam sediaan hidrogel²⁴.

Uji pH memastikan produk memiliki pH sesuai kulit (4,2–6,5) untuk mencegah iritasi¹⁷.

Uji viskositas menggunakan viskometer Lamy Rheology dengan spindle nomor 4 pada kecepatan 30 rpm mengukur kekentalan gel dalam satuan cPs, dengan rentang ideal 3.000–50.000 cPs¹⁴.

Uji swelling mengukur kemampuan hidrogel menyerap cairan dengan menimbang 3 g hidrogel dan merendamnya dalam 8 ml aquadest selama 60 menit, kemudian berat diukur pada interval tertentu, dengan rasio swelling dihitung menggunakan rumus^{19,12}.

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

Uji fraksi gel menilai pembentukan tautan silang antar rantai polimer dengan merendam 3 g hidrogel dalam 20 ml aquades selama 24 jam, dilanjutkan pengeringan di oven pada 50°C selama ±4 jam, lalu penimbangan ulang, dan perhitungan fraksi gel:

$$\% \text{ Fraksi Gel} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\%$$

Evaluasi Kualitas Plester Demam

Uji keseragaman bobot dilakukan dengan menimbang berat tiap plester hidrogel menggunakan timbangan analitik, kemudian dihitung rata-rata dan standar deviasinya¹².

Uji ketahanan lipat mengukur daya tahan plester terhadap pelipatan dengan melipat sediaan berulang kali di titik yang sama hingga robek, jumlah lipatan menjadi nilai ketahanannya¹².

Ketebalan plester diukur satu per satu menggunakan mikrometer atau digital thickness gauge, lalu dirata-ratakan¹⁷.

Uji daya serap kelembaban dilakukan dengan menimbang plester yang telah disimpan 24 jam dalam desikator suhu kamar, kemudian dipanaskan pada 40°C selama 2 jam dalam climatic chamber dan ditimbang ulang. Persentase serapan kelembaban dihitung menggunakan rumus¹⁷:

$$\% \text{ Kelembaban} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100$$

Uji akseptabilitas meminta 30 relawan mencoba plester hidrogel dan mengisi kuesioner penilaian terkait aroma, warna, tekstur, kemudahan pencucian, kenyamanan setelah 5 jam pemakaian, dan pengalaman setelah didinginkan, untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen^{4,23}.

Analisa Data

Tiap variasi kelompok diperiksa terhadap hasil kualitas penggunaan plester hidrogel untuk demam yang dapat digunakan berulang-ulang menggunakan uji pengujian evaluasi sifat fisik hidrogel. Data yang diperoleh dianalisis ANOVA dan apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Kemudian data ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plester hidrogel penurun demam digunakan sebagai langkah awal atau pendukung untuk meredakan gejala demam, terutama pada anak dan balita. Dibandingkan kompres air dingin, plester ini lebih nyaman, lembut di kulit, praktis, dan aman digunakan bersamaan dengan obat. Kandungan air yang tinggi membantu menyerap panas tubuh dan menurunkan melalui proses penguapan³⁴.

Determinasi

Berdasarkan hasil identifikasi, tanaman tersebut memiliki :

Nama Ilmiah : *Averrhoa bilimbi* L.
Sinonim : *Averrhoa abtusangulata* Stokes
Nama Lokal : Belimbing wuluh
Suku/Famili : *Oxalidaceae*

Ekstraksi

Berikut merupakan Hasil Ekstraksi tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Ekstraksi

Bobot Simplisia (g)	Bobot Ekstrak (g)	Rendemen (%)
250	123	49,2

Rendemen ekstrak menunjukkan jumlah ekstrak yang diperoleh selama proses ekstraksi dan dianggap baik jika lebih dari 10%²⁶. Pada sampel ini, rendemen sebesar 49,2% sudah memenuhi standar, menandakan kandungan bioaktif yang tinggi. Semakin tinggi rendemen, semakin banyak zat bioaktif dalam bahan baku²².

Evaluasi Kualitas Hidrogel

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik ini dilakukan dengan mengamati warna, bentuk dan bau dari sediaan¹⁴. Berikut adalah hasil pengujian organoleptik pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Organoleptik

Ket.	P _{3,5} K ₁	P ₄ K _{2,5}	P _{4,5} K _{3,5}
Bentuk	Gel Padat	Gel Padat	Gel Padat
Warna	Hijau	Hijau	Hijau
Bau	Green Tea	Green Tea	Green Tea

Uji Homogenitas

Hasil uji homogenitas yang dilakukan sebanyak tiga kali menunjukkan bahwa ketiga formula plester demam hidrogel berbahan belimbing wuluh bersifat homogen dan memenuhi syarat, karena tidak ditemukan partikel yang terpisah dalam sediaan²⁴.

Uji pH

Hasil uji pH ketiga formulasi ydrogel pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji pH

Kriteria	Formula	Nilai Standar Rata- Deviasi rata
4,2-6,5	P _{3,5} K ₁	5,76 0,04
	P ₄ K _{2,5}	4,477 0,006
	P _{4,5} K _{3,5}	4,54 0,01

Rata-rata hasil uji pH menunjukkan bahwa formula P_{3,5}K₁ memiliki pH $5,76 \pm 0,04$, P₄K_{2,5} sebesar $4,447 \pm 0,006$, dan P_{4,5}K_{3,5} sebesar $4,54 \pm 0,01$, yang semuanya berada dalam rentang pH kulit normal (4,2–6,5)¹⁷, sehingga aman digunakan. Sediaan terlalu basa dapat menyebabkan kulit bersisik, sedangkan yang terlalu asam dapat memicu iritasi¹³. Taurina *et al.* (2018) juga menegaskan bahwa pH hidrogel yang sesuai berada pada rentang 4,5–6,5³⁰. Uji pH penting untuk mencegah iritasi dan kulit kering⁶. Hasil ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$), dengan formula P_{3,5}K₁ memiliki pH tertinggi di antara ketiganya.

Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan menggunakan viskometer Lamy Rheology dengan spindle R-4 pada kecepatan 30 rpm selama 60 detik hingga nilai viskositas terbaca (Nabillah et al., 2022). Hasil pengujian viskositas ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Viskositas			
Kriteria	Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
3000-50.000 cps	P _{3,5} K ₁	12461,333	416,517
	P ₄ K _{2,5}	16575,333	442,828
	P _{4,5} K _{3,5}	15234	579,769

Hasil penelitian menunjukkan viskositas ketiga formula hidrogel berada dalam rentang ideal (3.000–50.000 cPs)¹⁴, dengan P4K2,5 tertinggi

(16.575,333 cPs) dan P3,5K1 terendah (12.461,333 cPs). Penambahan KCl meningkatkan viskositas dan kejernihan larutan⁹, sementara PVP K-30 membantu kelarutan bahan³. Uji ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan antar formula ($p < 0,05$), dan uji Tukey HSD mengonfirmasi P4K2,5 sebagai formula dengan viskositas tertinggi.

Uji Swelling

Uji rasio swelling dilakukan untuk mengetahui kemampuan hidrogel menyerap cairan¹⁹.

Tabel 5. Uji Swelling

Ket	Setelah 5 Menit (%)	Setelah 15 Menit (%)	Setelah 25 Menit (%)	Setelah 35 Menit (%)	Setelah 45 Menit (%)	Setelah 55 Menit (%)	Setelah 60 Menit (%)
P _{3,5} K ₁	40	44	65	67	58,3	63	51,3
	43,3	49	45	51,6	55,6	54,3	45,3
	41	39	41,3	37,6	42,3	43	43,6
Rata-Rata ± SD	41,433 ± 1,692	44 ± 5	50,433 ± 12,75	52,067 ± 14,706	52,067 ± 8,565	53,433 ± 10,028	46,733 ± 4,045
P ₄ K _{2,5}	37	50,3	36,3	39,6	40	38	38,6
	30	42,3	98,3	45,3	48,3	59,6	53,3
	33,6	34,6	60,3	96,3	32,3	37,3	28,3
Rata-Rata ± SD	33,533 ± 3,501	42,4 ± 7,85	64,967 ± 31,262	60,4 ± 31,221	40,2 ± 8,001	44,967 ± 12,677	40,067 ± 12,564
P ₄ K _{3,5}	19,3	19	20,3	13,6	19	2,6	8,3
	14,3	15,6	16	16	14,6	2	8,3
	17,6	22	26	23,3	20	21	12,3
Rata-Rata ± SD	17,667 ± 2,542	18,867 ± 3,481	20,767 ± 5,016	17,633 ± 5,052	17,867 ± 2,872	8,533 ± 10,801	9,633 ± 2,309

Berdasarkan Tabel 5 hasil menunjukkan formula P4K2,5 memiliki rasio swelling tertinggi, sementara P4K3,5 terendah. Semua formula mengalami fluktuasi volume akibat perubahan kadar air, menandakan stabilitas yang kurang. Hidrogel yang lebih tebal, seperti formula 3 dengan PVP 2%, menunjukkan daya serap lebih besar¹⁹. Uji statistik menunjukkan data tidak

sepenuhnya normal, sehingga digunakan uji Kruskal-Wallis, yang menunjukkan perbedaan signifikan antar formula, dengan P4,5K3,5 memiliki rata-rata terendah.

Uji Fraksi Gel

Fraksi gel menunjukkan tingkat ikatan silang antar rantai polimer akibat proses pembekuan-pencairan dan dinyatakan dalam persen⁸.

Tabel 6. Fraksi Gel Sediaan Hidrogel

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P _{3,5} K ₁	50,777	5,092
P ₄ K _{2,5}	53,444	12,231
P _{4,5} K _{3,5}	45,444	21,912

Berdasarkan Tabel 6 hasil uji menunjukkan formula P₄K_{2,5} memiliki fraksi gel tertinggi (53,444% ± 12,23), sedangkan terendah pada P_{4,5}K_{3,5} (45,444% ± 21,912). Nilai fraksi gel meningkat seiring bertambahnya jumlah polimer PVP sebagai agen pengikat silang¹⁹. Uji SPSS menunjukkan data normal dan homogen. Hasil ANOVA (p=0,803; p>0,05) dan uji Duncan menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar formula.

Uji Daya Lekat

Uji daya lekat bertujuan mengetahui lamanya sediaan menempel di kulit^{28,10}.

Tabel 7. Daya Lekat Sediaan Hidrogel

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P _{3,5} K ₁	85,333	3,512
P ₄ K _{2,5}	119,667	47,014
P _{4,5} K _{3,5}	94,333	8,737

Berdasarkan Tabel 7, hasil menunjukkan semua formula memenuhi standar daya lekat gel (2–300 detik)¹⁷, dengan P₄K_{2,5} tertinggi (119,667 ± 47,014 detik) dan P_{3,5}K₁ terendah (85,333 ± 3,512 detik). Daya lekat yang baik memungkinkan penyerapan zat aktif lebih optimal. Uji statistik menunjukkan data normal dan homogen. ANOVA (p=0,354; p>0,05) dan uji Duncan menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar formula.

Evaluasi Kualitas Plester Demam

Uji Keseragaman Bobot

Uji keseragaman bobot dilakukan untuk memastikan bobot plester hidrogel konsisten, mencerminkan keseragaman zat aktif¹⁷.

Tabel 8. Keseragaman Bobot

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P _{3,5} K ₁	7,187	0,086
P ₄ K _{2,5}	7,633	0,067
P _{4,5} K _{3,5}	7,227	0,293

Hasil menunjukkan formula P₄K_{2,5} memiliki bobot tertinggi (7,663 g), sedangkan P_{3,5}K₁ terendah (7,187 g). Peningkatan bobot disebabkan oleh penambahan zat aktif yang memperkental sediaan dan mengurangi penguapan saat pengovenan¹⁷. Uji SPSS menunjukkan data normal dan homogen, serta hasil ANOVA (p=0,722; p>0,05) dan uji Duncan mengindikasikan tidak ada perbedaan signifikan antar formula.

Uji Ketahanan Lipat

Uji ketahanan lipat bertujuan menilai fleksibilitas dan elastisitas plester setelah dilipat berulang³⁶.

Tabel 9. Ketahanan Lipat Plester Hidrogel

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P _{3,5} K ₁	337	31,765
P ₄ K _{2,5}	362,667	20,841
P _{4,5} K _{3,5}	404	62,45

Hasil menunjukkan semua formula memiliki ketahanan baik (>300 lipatan)¹⁷, dengan nilai tertinggi pada P_{4,5}K_{3,5} (404 ± 62,45) dan terendah pada P_{3,5}K₁ (337 ± 31,765). Seluruh formula memenuhi standar elastisitas yang baik, sehingga plester tidak mudah robek saat digunakan. Faktor utama yang memengaruhi elastisitas ini adalah penggunaan *plasticizer*, yaitu propilenglikol, yang membantu menjaga fleksibilitas dan daya tahan plester.

Uji Ketebalan Plester

Uji ketebalan bertujuan untuk mengetahui keseragaman ketebalan plester³⁵. Hasil pengujian tertera pada Tabel berikut.

Tabel 10. Hasil Uji Ketebalan Plester

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P3,5K1	0,507	0,038
P4K2,5	0,663	0,038
P4,5K3,5	0,45	0,192

Rata-rata ketebalan formula berdasarkan Tabel 10 adalah P3,5K1 sebesar $0,507 \pm 0,038$ mm, P4K2,5 sebesar $0,663 \pm 0,038$ mm, dan P4,5K3,5 sebesar $0,45 \pm 0,192$ mm, yang semuanya berada dalam batas ideal <1 mm untuk memastikan pelepasan zat aktif tetap optimal³⁵. Ketebalan yang seragam mencerminkan distribusi zat aktif yang merata, meskipun variasi antar formula dapat disebabkan oleh perbedaan bobot sediaan dan konsentrasi ekstrak¹⁷.

Uji Daya Serap Kelembapan

Uji daya serap kelembapan bertujuan untuk menilai kemampuan plester dalam menyerap kelembapan. Nilai serap yang rendah menunjukkan kestabilan sediaan dan mengurangi risiko kontaminasi mikroba¹⁷.

Tabel 11. Daya Serap Kelembapan

Formula	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi
P _{3,5} K ₁	5,034	4,323
P ₄ K _{2,5}	3,867	0,185
P _{4,5} K _{3,5}	16,135	12,571

Berdasarkan Tabel 11, rata-rata daya serap kelembapan untuk formula P3,5K1 adalah $5,034 \pm 4,323\%$, P4K2,5 sebesar $3,867 \pm 0,185\%$, dan P4,5K3,5 sebesar $16,135 \pm 12,571\%$. Formula P4K2,5 menunjukkan daya serap terendah, sedangkan P4,5K3,5 tertinggi. Daya serap yang rendah lebih diinginkan karena kadar air tinggi dapat mendukung pertumbuhan mikroorganisme¹⁷. Analisis statistik dengan SPSS menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), sehingga dilanjutkan dengan ANOVA satu arah. Hasil ANOVA menunjukkan nilai $p = 0,178$, dan

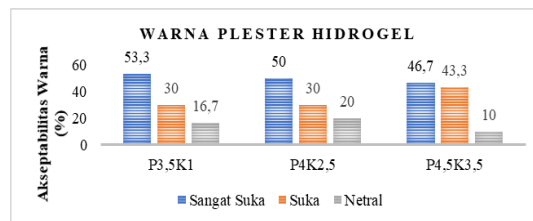
uji Duncan $p = 0,108$, keduanya $> 0,05$, yang berarti tidak terdapat perbedaan signifikan antar formula.

Uji Akseptabilitas

Uji akseptabilitas dilakukan untuk menilai penerimaan masyarakat terhadap plester hidrogel. Sebanyak 30 relawan mencoba produk dan mengisi kuesioner yang mencakup aspek aroma, warna, tekstur, kemudahan pencucian, kenyamanan setelah 5 jam penggunaan, dan sensasi setelah didinginkan^{4,23}. Hasilnya menunjukkan penilaian responden terhadap ketiga formula plester hidrogel.

Warna

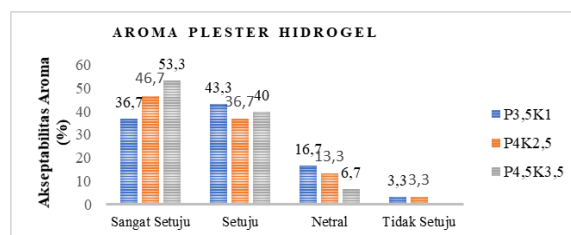
Berikut adalah hasil uji akseptabilitas terhadap warna pada ketiga formula sediaan plester demam hidrogel guna ulang belimbing wuluh:

**Gambar 1.** Akseptabilitas Warna

Berdasarkan penilaian 30 responden, formula P3,5K1 memperoleh penilaian tertinggi untuk aspek warna, yaitu sebesar 53,3%.

Aroma

Berikut hasil pengujian akseptabilitas aroma plester pada ketiga formula sediaan plester demam hidrogel guna ulang belimbing wuluh:

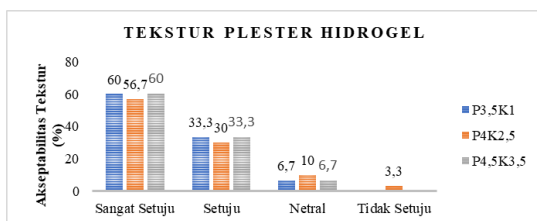
**Gambar 2.** Akseptabilitas Aroma

Berdasarkan penilaian 30 responden, formula P4K2,5 dan P4,5K3,5 mendapat skor aroma tertinggi,

masing-masing 46,7% dan 53,3%, karena aroma *green tea* yang menyegarkan memberikan kenyamanan saat digunakan. Utami & Lubis (2024) juga melaporkan bahwa pada gel asam salisilat berbasis Karbopol 940, formula dengan 0,5% asam salisilat memiliki skor aroma 80%, sedangkan formula 1% hanya 76%. Penurunan ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam salisilat dapat mengurangi aroma khas Karbopol 940, kemungkinan karena interaksi dengan basis gel yang memengaruhi profil aroma³².

Tekstur

Berikut hasil pengujian akseptabilitas tekstur plester pada ketiga formula sediaan plester demam hidrogel guna ulang belimbing wuluh:

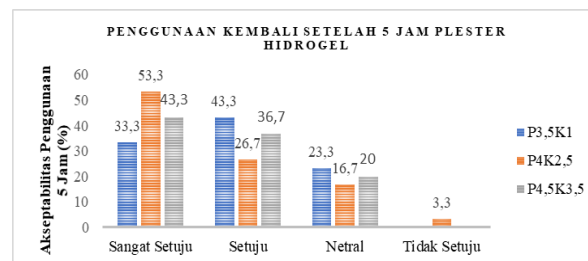


Gambar 3. Akseptabilitas Tekstur

Formula P3,5K1 dan P4,5K3,5 mendapat penilaian tekstur tertinggi (60%) dari 30 responden karena teksturnya yang lembut dan ringan, sehingga nyaman digunakan. Utami & Lubis (2024) melaporkan bahwa penambahan trietanolamin pada gel asam salisilat berbasis Karbopol-940 meningkatkan pH dan mengoptimalkan pengembangan gel, menghasilkan tekstur yang lebih kental dan padat dibandingkan dalam penelitian ini, plester hidrogel berbahan alami yang lebih ringan dan fleksibel³².

Penggunaan Setelah 5 Jam

Berikut hasil pengujian akseptabilitas penggunaan setelah 5 jam plester pada ketiga formula sediaan plester demam hidrogel guna ulang:

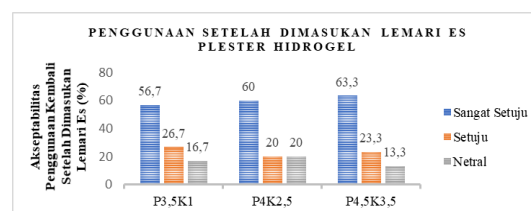


Gambar 4. Akseptabilitas Penggunaan Kembali Setelah 5 Jam

Berdasarkan penilaian dari ke 30 responden, formula P₄K_{2,5} dan P_{4,5}K_{3,5} dari segi penggunaan kembali setelah 5 jam mendapatkan penilaian 53.3% dan 43.3%. Hal ini menunjukkan bahwa kedua formula tetap nyaman digunakan dalam jangka waktu lama.

Penggunaan Kembali Setelah dimasukkan Lemari Es

Berikut hasil pengujian akseptabilitas penggunaan setelah dimasukkan ke dalam lemari es plester pada ketiga formula sediaan plester demam hidrogel guna ulang:



Gambar 5. Akseptabilitas Penggunaan Setelah dimasukkan Lemari Es

Berdasarkan penilaian dari ke 30 responden, formula P_{4,5}K_{3,5} dari segi penggunaan kembali setelah dimasukkan ke dalam lemari es mendapatkan penilaian sebesar 63.3%. Peningkatan kenyamanan setelah pendinginan memperkuat preferensi terhadap formula ini, kemungkinan karena efek dingin tambahan memberikan sensasi lebih nyaman saat digunakan.

KESIMPULAN

Pengembangan formula plester demam hidrogel guna ulang berbahan belimbing wuluh dengan variasi PVP K-30 dan KCl menghasilkan produk berkualitas baik yang nyaman digunakan dan tak mudah hancur. Semua formula memenuhi uji kualitas hidrogel dan plester, dengan formula terbaik adalah P4,5K3,5 (PVP K-30 3,5 g dan KCl 3,5 g). Dari segi akseptabilitas, warna paling disukai pada formula P3,5K1; aroma pada P4K2,5 dan P4,5K3,5; serta tekstur pada P3,5K1 dan P4,5K3,5. Setelah 5 jam pemakaian, efektivitas paling disetujui pada formula P4K2,5 dan P4,5K3,5. Formula P4,5K3,5 juga menunjukkan kemampuan terbaik dalam mempertahankan rasa dingin. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengevaluasi aktivitas antipiretik dan antibakteri secara klinis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan atas dukungan pendanaan melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM), yang memungkinkan terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Farmasi Universitas Buana Perjuangan Karawang atas fasilitas dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Al Fath MT, Lubis M, Ayu GE, Dalimunthe NF. Pengaruh Selulosa Nanokristal dari Serat Buah Kelapa Sawit sebagai Pengisi dan Kalium Klorida sebagai Agen Pendispersi Terhadap Sifat Fisik Bioplastik Berbasis Pati Biji Alpukat (*Persea americana*). *Aquacoastmarine: Journal*

of Aquatic and Fisheries Sciences. 2022; 11(2): 89-94.

Andriyanto IN, Sastra EL, Arif R, Mustika AA, Manalu W, Mutu B. Aktivitas antipiretik ekstrak etanol buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) pada tikus putih jantan. *J Vet.* 2017; 18(36): 597-603. DOI:10.19087/jveteriner.2017.18.4.597

Aprilianti HD, Umar S, Zaini E. Pengaruh Penyiapan Dispersi Padat Atorvastatin Calcium-Polivinilpirolidon K-30 (PVP K30) Terhadap Karakteristik, Kelarutan dan Disolusi. *Jurnal Farmasi Higea.* 2024; 16(1): 43-51.

Astuti DP, Patihul H, Kusdi H. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Antiseptik Tangan Minyak Atsiri Bunga Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). *Jurnal Farmaka Suplemen.* 2017; 15(1): 176-84.

Awaluddin N, Wahyuni W, Alyidrus R, Awaluddin A, Awaluddin SW, Rustam J. Formulasi Sediaan Patch Transdermal Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Antipiretik terhadap Tikus (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan "Suara Forikes".* 2017; 1(13): 156-161.

Desiyana LS, et al. Uji efektivitas sediaan gel fraksi etil asetat daun jambu biji (*Psidium guajava* Linn) terhadap luka terbuka pada mencit (*Mus musculus*). *Jurnal Natural.* 2016; 16(2): 11–12.

Edy HJ, Marchaban M, Wahyuono S, Nugroho AE. Pengujian Aktivitas Antibakteri Hidrogel Ekstrak Etanol Daun *Tagetes erecta* L. *Jurnal MIPA.* 2019;8(3):96. doi:10.35799/jmuo.8.3.2019.25582.

Gadri A, Darma E. Formulasi Basis Sediaan Pembalut Luka Hidrogel dengan Teknik Beku

- Leleh Menggunakan Polimer Kappa Karagenan. Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Kesehatan dan Farmasi). 18-20 Agustus 2015, Bandung, Indonesia. pp. 643-648.
- Guo J, Gao X, Chi Y, Chi Y. Potassium Chloride as an Effective Alternative to Sodium Chloride in Delaying the Thermal Aggregation of Liquid Whole Egg. *Foods*. 2024; 13(7): 1107.
- Harliantika H, Noval. Formulasi dan Evaluasi Hidrogel Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria malacensis Lamk.*) dengan Kombinasi Basis Karbopol 940 dan HPMC K4M. *Journal of Pharmacy and Science*. 202; 6(1): 37–46.
- Hasim H, Arifin YY, Andrianto D, Faridah DN. Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) sebagai Antioksidan dan Antiinflamasi. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2019; 8(3), 86-93.
- Hermanto FJ, Nurviana V. Evaluasi Sediaan Patch Daun Handeuleum (*Graptophyllum Griff L*) sebagai Penurun Panas. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 2019; 19(2): 209-217.
- Khairani I, Nuryanti S. Formulasi Sediaan Hidrogel Ekstrak Etil Asetat Bunga Kecombrang (*Nicolaia speciosa*) dengan basis HPMC dan Uji Aktivitas Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Acta Pharm Indo*. 2019; 7(1), 19-27.
- Nabillah S, Noval N, Hidayah N. Formulasi dan Evaluasi Nano hidrogel Ekstrak Daun Serunai (*Chromolaena odorata L.*) dengan Variasi Konsentrasi Polimer Carbopol 980. *JIS (Jurnal Ilmiah Ibnu Sina): Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. 2019; 7(2): 340-349.
- Patel BB, et al. Revealing facts behind spray dried solid dispersion technology used for solubility enhancement. *Saudi Pharmaceutical Journal*. King Saud University. 2015. pp. 352–365.
- Purwaningsih H, Widuri W. Pengaruh Skin to Skin Contact (PMK) terhadap Penurunan Suhu Tubuh Pada Bayi Demam. *Jurnal Perawat Indonesia*. 2019; 3(1): 79-84.
- Purwasih R, Endah SRN, Nofriyaldi A. Formulasi dan Uji Aktivitas Sediaan Plester Hidrogel Ekstak Etanol Daun Randu (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) sebagai Antipiretik. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*. 2023; 5(6): 941–952.
- Rahmawati I, Purwanto D. Efektifitas Perbedaan Kompres Hangat dan Dingin terhadap Perubahan Suhu Tubuh pada Anak di RSUD Dr. M. Yunus Bengkulu. *Care: Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan*. 2020; 8(2): 246-255.
- Rahayuningdyah DW, Lyrawati D, Widodo F, Puspita OE. Pengembangan Formula Hidrogel Balutan Luka Menggunakan Kombinasi Polimer Galaktomanan dan PVP. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*. 2020; 5(2): 117-122.
- Ramadhani F, Pasaribu SP, Panggabean AS. Sintesis dan sifat swelling hidrogel berbasis kitosan terikat silang formaldehida dan tripolifosfat. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 2023: 57.
- Saerang MF, Edy HJ, Siampa JP. Formulasi Sediaan Krim dengan Ekstrak Etanol Daun Gedi Hijau (*Abelmoschus manihot L.*) terhadap *Propionibacterium acnes*. *Pharmacon*. 2023; 12(3): 350-357.
- Senduk TW, Montolalu LA, Dotulong V. The Rendement of Boiled Water Extract of Mature Leaves of Mangrove Sonneratia Alba. *Jurnal*

- Perikanan dan Kelautan Tropis. 2020; 11(1): 9-15.
- Sani LMM, Subaidah WA, Andayani Y. Formulasi dan Evaluasi Karakter Fisik Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*). Sasambo Journal of Pharmacy. 2021; 2(1): 16-22.
- Saputro MR, Wardhana WY, Wathoni N. Stabilitas Hidrogel dalam Penghantaran Obat. Majalah Farmasetika. 2021; 6(5): 421.
- Sedu A, De Queljoe, Lebang JS. Uji Efek Antipiretik Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) pada Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus* L.). Pharmacon. 2020; 9(4): 595-600.
- Sofikah N, Mustaghfiroh L, Wijayanti IT. Hubungan Pemberian Kompres Hangat dan Paracetamol pada Anak Usia 12-24 Bulan dengan Penurunan Demam di Desa Larikrejo Kecamatan Undaan Kabupaten Kudus. Jurnal Ilmiah Ilmu Kebidanan dan Kesehatan. 2021; 12(1): 35-49.
- Sugiharta S, Ahmad F, Yuniarsih N. Pengembangan Hidrogel Alga Hijau (*Spirogyra* sp) Sebagai Desalinasi Air Payau di Pantai Tanjung Pakis Karawang. Jurnal Buana Farma: Jurnal Ilmiah Farmasi. 2024; 4(1): 50-61.
- Susianti N, Julianтони Y, Hanifa NI. Optimasi Sediaan Gel Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dengan Variasi Basis Karbopol 940 dan CMC-na. Acta Pharmaciae Indonesia: Acta Pharm Indo. 2021; 9(1): 44-57.
- Syamsul ES, Anugerah O, Supriningrum R. Penetapan Rendemen Ekstrak Daun Jambu Mawar (*Syzygium jambos* L. Alston) berdasarkan Variasi Konsentrasi Etanol dengan Metode Maserasi. Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia. 2020; 2(3): 147-157.
- Taurina W, et al. The Gel Formulation of the Aqueous Phase of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract with Various Combinations of HPMC K4M and Carbopol 934. Pharmacia. 2018; 8(1): 97–106.
- Thivya P, Akalya S, Sinija VR. A Comprehensive Review on Cellulose-Based Hydrogel and Its Potential Application in The Food Industry. Applied Food Research. 2022; 2(2): 100161.
- Utami SA, Lubis MS. Irritation and Acceptability Test of Salicylic Acid Gel Preparations Using Karbopol-940 Base. Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains dan Kesehatan. 2024;10(1).10.33772/pharmauho.v10i1.67.
- Wahid RAH. Pengaruh Polivinilpirolidon sebagai Polimer Mukoadhesif terhadap Sifat Fisik Patch Ekstrak Kulit Buah Delima (*Punica granatum* L.). Lumbung Farmasi: Jurnal Ilmu Kefarmasian. 2020; 1(2): 85-89.
- Wahyuni W, Maa'idah UN. Formulasi dan Karakterisasi Hidrogel Ekstrak Daun Dadap Serep (*Erythrina folium*) dalam Bentuk Plester sebagai Penurun Demam. MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan. 2019; 8(1): 8-14.
- Wardani VK, Saryanti D. Formulasi Transdermal Patch Ekstrak Etanol Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) Dengan Basis Hydroxypropil Metilcellulose (HPMC). Smart Medical Journal. 2021; 4(1): 38-44.
- Yusuf NA, Mappiar SNI, Anneke T. Formulasi Patch Antihiperlipidemia Daun Salam (*Syzygium polyanthum*). Majalah Farmasi dan Farmakologi. 2020;24(3):67–71. doi:10.20956/mff.v24i3.9259.