

	PHARMANUSA: Journal of Pharmacy and Health Sciences	e-ISSN: xxxx-xxxx p-ISSN: xxxx-xxxx
---	--	--

DOI:

Pengaruh Konsentrasi Gel Lidah Buaya terhadap Laju Difusi Methylene Blue pada Media Agar

Rohmawati Hidayah¹, Emma Zazkia Megantari², Alda Robbi'ah Aldawiyah³, Nadia Vega Tisha⁴, Eka Hayati Rohma⁵

Program Studi D-III Farmasi, Fakultas Psikologi, Universitas Darul Ulum, Indonesia

Email korespondensi: rohmawatihidayah6@gmail.com

Article Info Received [13/05], 2026 Revised [22/05], 2026 Accepted [28/05], 2026	ABSTRACT This study evaluated the effect of Aloe vera gel concentration on the diffusion rate of methylene blue in agar medium. The research used a laboratory experimental design with three agar formulations: F0 without Aloe vera gel, F1 containing 5% Aloe vera gel, and F2 containing 10% Aloe vera gel. Each formulation contained 2 g agar and was adjusted to 100 mL with aquadest. Methylene blue was placed into a central diffusion well, and the diffusion diameter was observed at 5, 10, 15, 20, 30, and 40 minutes. The final diffusion diameter decreased from 0.04 cm in F0 to 0.02 cm in F1 and 0.01 cm in F2. The calculated diffusion rates were 0.0100, 0.0050, and 0.0025 cm/minute, respectively. These findings indicate that increasing Aloe vera gel concentration reduces methylene blue diffusion in agar, most likely due to increased medium viscosity and greater resistance to molecular movement. The study supports the relevance of gel viscosity control in semisolid pharmaceutical formulation development. Keyword: Aloe vera gel; agar medium; diffusion; methylene blue; viscosity
--	---

Corresponding Author: Rohmawati Hidayah

Program Studi D-III Farmasi, Fakultas Psikologi, Universitas Darul Ulum, Jl. Gusdur Nomor 29A, Mojongapit, Jombang 61413. Email: rohmawatihidayah6@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini mengevaluasi pengaruh konsentrasi gel lidah buaya terhadap laju difusi methylene blue pada media agar. Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan tiga formula media agar, yaitu F0 tanpa gel lidah buaya, F1 dengan gel lidah buaya 5%, dan F2 dengan gel lidah buaya 10%. Setiap formula menggunakan agar 2 g dan dicukupkan dengan aquadest hingga 100 mL. Methylene blue dimasukkan ke dalam sumur difusi di tengah media, kemudian diameter difusi diamati pada menit ke-5, 10, 15, 20, 30, dan 40. Diameter difusi akhir menurun dari 0,04 cm pada F0 menjadi 0,02 cm pada F1 dan 0,01 cm pada F2. Laju difusi yang diperoleh masing-masing sebesar 0,0100; 0,0050; dan 0,0025 cm/menit. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gel lidah buaya menurunkan laju difusi methylene blue pada media agar, yang kemungkinan berkaitan dengan peningkatan viskositas medium dan hambatan terhadap pergerakan molekul. Temuan ini menegaskan pentingnya pengendalian viskositas gel dalam pengembangan sediaan semipadat farmasi.

Kata kunci: difusi; gel lidah buaya; media agar; methylene blue; viskositas

Pendahuluan

Difusi merupakan proses perpindahan molekul dari daerah berkonsentrasi tinggi menuju daerah berkonsentrasi rendah melalui medium tertentu. Dalam sistem farmasi, fenomena ini menjadi dasar pelepasan zat aktif dari gel, krim, salep, hidrogel, dan sistem penghantaran obat berbasis polimer karena zat aktif harus bergerak melewati matriks sebelum tersedia pada lokasi target (Peppas et al., 2000; Vigata et al., 2020).

Media gel atau hidrogel dapat berperan sebagai pengatur pelepasan zat karena struktur polimernya membentuk hambatan fisik terhadap perpindahan molekul. Semakin rapat atau semakin kental suatu matriks gel, semakin besar tahanan difusi yang dialami molekul terlarut, sehingga diameter penyebaran dan laju difusi cenderung menurun (Vigata et al., 2020; Lavrentev et al., 2023).

Gel lidah buaya relevan dikaji sebagai bahan alam karena mengandung polisakarida, terutama acemannan dan komponen mucilage, yang dapat membentuk sistem gel dengan kandungan air tinggi. Literatur menunjukkan bahwa Aloe vera memiliki karakter biokompatibel dan banyak dikaji dalam sistem hidrogel

farmasi maupun wound dressing, sehingga kajian pengaruhnya terhadap difusi zat warna dapat memberi gambaran awal terhadap perilaku matriks gel alami (Liu et al., 2019; Chelu et al., 2023a).

Methylene blue dipilih sebagai penanda difusi karena warnanya kuat dan pergerakannya di dalam media agar dapat diamati secara visual. Studi terdahulu pada phantom agar menunjukkan bahwa difusi methylene blue dapat dipantau melalui perubahan sebaran warna, sehingga sistem agar-zat warna layak digunakan sebagai pendekatan awal untuk mengevaluasi hambatan difusi pada matriks gel (Vilca-Quispe et al., 2011; Rodríguez & Díaz, 1983).

Berdasarkan dasar tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi gel lidah buaya terhadap diameter akhir dan laju difusi methylene blue pada media agar. Kebaruan sederhana penelitian terletak pada penggunaan variasi gel lidah buaya sebagai komponen matriks agar untuk mengamati hubungan antara peningkatan konsentrasi gel alami dan penurunan laju difusi zat warna sebagai pendekatan awal formulasi semipadat farmasi (Chelu et al., 2023b; Vigata et al., 2020).

Metode

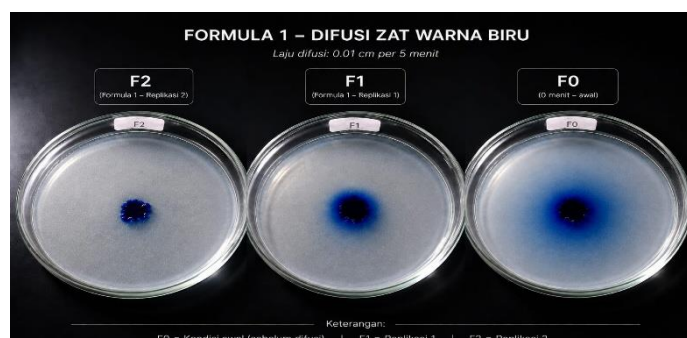
Penelitian ini menggunakan desain eksperimental laboratorium dengan variasi konsentrasi gel lidah buaya sebagai variabel bebas dan laju difusi methylene blue sebagai variabel terikat. Desain formula dibuat dengan satu kontrol tanpa gel dan dua formula uji yang mengandung gel lidah buaya, karena pendekatan perbandingan konsentrasi merupakan cara langsung untuk menilai kontribusi matriks polimer terhadap hambatan difusi (Peppas et al., 2000; Vigata et al., 2020).

Bahan yang digunakan meliputi daun lidah buaya segar, agar plain, aquadest, methylene blue, dan etanol 70%. Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, gelas beker, gelas ukur, hot plate, cawan petri, penggaris, pipet tetes atau mikropipet, kain kasa, blender atau mortar, termometer, stopwatch, dan marker, dengan prinsip bahwa pengukuran difusi visual memerlukan ukuran sumur, volume penanda, dan waktu pengamatan yang konsisten (Vilca-Quispe et al., 2011; Crank, 1975).

Gel lidah buaya diperoleh dari bagian bening daun yang telah dicuci, dipisahkan dari kulit hijau, dihaluskan, dan disaring menggunakan kain kasa. Proses pemisahan gel dilakukan untuk memperoleh massa gel yang lebih homogen, karena homogenitas matriks merupakan aspek penting dalam evaluasi sistem hidrogel dan dapat memengaruhi jalur difusi molekul di dalam medium (Liu et al., 2019; Chelu et al., 2023a).

Media agar dibuat dalam tiga formula: F0 berisi agar 2 g tanpa gel lidah buaya dan aquadest ad 100 mL; F1 berisi agar 2 g, gel lidah buaya 5 mL, dan aquadest ad 100 mL; F2 berisi agar 2 g, gel lidah buaya 10 mL, dan aquadest ad 100 mL. Variasi 0%, 5%, dan 10% dipakai untuk melihat kecenderungan perubahan laju difusi akibat peningkatan fraksi gel alami dalam sistem agar (Chelu et al., 2023b; Peppas et al., 2000).

Setelah media memadat dalam cawan petri, dibuat satu sumur pada bagian tengah media, kemudian methylene blue dimasukkan ke dalam sumur dengan volume yang sama pada setiap formula. Diameter difusi diamati pada menit ke-5, 10, 15, 20, 30, dan 40, lalu laju difusi sederhana dihitung dengan rumus $V = x/t$, dengan V sebagai laju difusi, x sebagai diameter akhir difusi, dan t sebagai waktu pengamatan (Crank, 1975; Vilca-Quispe et al., 2011).



Hasil

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gel lidah buaya menurunkan diameter difusi methylene blue pada media agar. Pola ini terlihat sejak menit awal hingga menit ke-40, dengan diameter akhir tertinggi pada F0 dan terendah pada F2, sehingga hasil mendukung konsep bahwa matriks gel yang lebih kental meningkatkan hambatan terhadap perpindahan molekul (Vigata et al., 2020; Lavrentev et al., 2023).

Tabel 1. Diameter difusi methylene blue pada media agar gel lidah buaya

Formula	Konsentra si gel	Menit 5	Menit 10	Menit 15	Menit 20	Menit 30	Menit 40
F0	0%	0 mm	0,1 mm	0,2 mm	0,2 mm	0,3 mm	0,4 mm
F1	5%	0 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,2 mm	0,2 mm
F2	10%	0 mm	0 mm	0 mm	0 mm	0,1 mm	0,1 mm

Perhitungan laju difusi sederhana memperlihatkan bahwa F0 memiliki laju 0,0100 cm/menit, F1 memiliki laju 0,0050 cm/menit, dan F2 memiliki laju 0,0025 cm/menit. Penurunan bertahap ini menunjukkan hubungan negatif antara konsentrasi gel lidah buaya dan laju difusi, sejalan dengan prinsip bahwa hambatan difusi meningkat ketika struktur medium lebih viskos dan lebih menahan mobilitas molekul (Crank, 1975; Peppas et al., 2000).

Tabel 2. Diameter akhir dan laju difusi methylene blue

Formula	Konsentrasi gel	Diameter akhir	Waktu	Laju difusi
F0	0%	0,04 cm	40 menit	0,0100 cm/menit
F1	5%	0,02 cm	40 menit	0,0050 cm/menit
F2	10%	0,01 cm	40 menit	0,0025 cm/menit



Gambar 1. Grafik hubungan konsentrasi gel lidah buaya dengan laju difusi methylene blue

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa F0 tanpa gel lidah buaya menghasilkan diameter difusi dan laju difusi paling tinggi. Kondisi ini logis karena media tanpa tambahan gel memiliki hambatan matriks yang lebih rendah, sehingga methylene blue lebih mudah bergerak dari area konsentrasi tinggi di sumur menuju area konsentrasi lebih rendah di dalam agar (Crank, 1975; Vilca-Quispe et al., 2011).

Formula F1 dengan konsentrasi gel lidah buaya 5% menurunkan laju difusi menjadi setengah dari F0, sedangkan F2 dengan konsentrasi 10% menurunkan laju difusi menjadi seperempat dari F0. Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan gel lidah buaya meningkatkan tahanan difusi, kemungkinan karena kandungan polisakarida dan struktur gel membatasi ruang gerak molekul zat warna (Liu et al., 2019; Chelu et al., 2023b).

Secara farmasetika, temuan ini penting karena viskositas dan struktur matriks gel merupakan faktor yang dapat mengontrol pelepasan zat aktif dari sediaan semipadat. Pada sistem hidrogel, pelepasan zat aktif sering berlangsung melalui mekanisme difusi, sehingga perubahan komposisi polimer atau gel dapat mengubah kecepatan perpindahan molekul dari matriks ke medium penerima (Peppas et al., 2000; Vigata et al., 2020).

Penurunan difusi pada F2 tidak berarti bahwa formula dengan gel lebih tinggi selalu buruk, tetapi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi gel perlu disesuaikan dengan tujuan formulasi. Untuk sediaan yang membutuhkan pelepasan cepat, matriks yang terlalu kental dapat menjadi hambatan, sedangkan untuk sistem pelepasan bertahap, peningkatan viskositas dapat digunakan sebagai strategi pengendalian pelepasan (Chelu et al., 2023a; Liu et al., 2024).

Keterbatasan penelitian ini adalah pengukuran dilakukan secara visual menggunakan diameter sebaran warna dan belum menggunakan metode kuantitatif seperti spektrofotometri, pengukuran viskositas dengan viskometer, atau pemodelan koefisien difusi. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu mengukur viskositas aktual, memperbanyak replikasi, menetapkan volume zat warna secara presisi, serta menghitung koefisien difusi agar hubungan antara konsentrasi gel dan hambatan molekuler dapat dibuktikan lebih kuat (Vilca-Quispe et al., 2011; Vigata et al., 2020).

Kesimpulan

Peningkatan konsentrasi gel lidah buaya menurunkan diameter akhir dan laju difusi methylene blue pada media agar. Formula F0 tanpa gel lidah buaya menghasilkan laju difusi tertinggi sebesar 0,0100 cm/menit, sedangkan F1 dan F2 menunjukkan penurunan laju masing-masing menjadi 0,0050 cm/menit dan 0,0025 cm/menit. Secara ilmiah, hasil ini mendukung konsep bahwa peningkatan kandungan gel alami dapat meningkatkan hambatan matriks terhadap perpindahan molekul, sehingga viskositas dan struktur gel perlu dikendalikan dalam pengembangan sediaan semipadat farmasi (Peppas et al., 2000; Vigata et al., 2020).

Referensi

- Chelu, M., Musuc, A. M., Popa, M., & Calderon Moreno, J. (2023a). Aloe vera-based hydrogels for wound healing: Properties and therapeutic effects. *Gels*, 9(7), 539. <https://doi.org/10.3390/gels9070539>
- Chelu, M., Popa, M., Calderon Moreno, J., & Musuc, A. M. (2023b). High-content Aloe vera based hydrogels: Physicochemical and pharmaceutical properties. *Polymers*, 15(5), 1312. <https://doi.org/10.3390/polym15051312>
- Crank, J. (1975). *The mathematics of diffusion* (2nd ed.). Oxford University Press.
- International Council for Harmonisation. (2023). *ICH guideline Q2(R2): Validation of analytical procedures*. <https://www.ich.org/page/quality-guidelines>
- Lavrentev, F. V., et al. (2023). Diffusion-limited processes in hydrogels with chosen applications. *Molecules*, 28(15), 5931. <https://doi.org/10.3390/molecules28155931>
- Liu, B., et al. (2024). Advances in hydrogel-based drug delivery systems. *Gels*, 10(4), 262. <https://doi.org/10.3390/gels10040262>
- Liu, C., Cui, Y., Pi, F., Cheng, Y., Guo, Y., & Qian, H. (2019). Extraction, purification, structural characteristics, biological activities and pharmacological applications of acemannan, a polysaccharide from Aloe vera: A review. *Molecules*, 24(8), 1554. <https://doi.org/10.3390/molecules24081554>
- Peppas, N. A., Bures, P., Leobandung, W., & Ichikawa, H. (2000). Hydrogels in pharmaceutical formulations. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 50(1), 27-46. [https://doi.org/10.1016/S0939-6411\(00\)00090-4](https://doi.org/10.1016/S0939-6411(00)00090-4)
- Rodríguez, N., & Díaz, J. (1983). Effective diffusion coefficient of methylene blue in agar gel. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 10(4), 329-334. [https://doi.org/10.1016/0735-1933\(83\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0735-1933(83)90024-6)
- Vigata, M., Meinert, C., Hutmacher, D. W., & Bock, N. (2020). Hydrogels as drug delivery systems: A review of current characterization and evaluation techniques. *Pharmaceutics*, 12(12), 1188. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12121188>
- Vilca-Quispe, L., Castilla-Loeza, A., Alvarado-Gil, J. J., & Quintana-Owen, P. (2011). Diffusion of methylene blue in phantoms of agar using optical absorption techniques. In *Advanced Biomedical Engineering*. InTech. <https://doi.org/10.5772/20589>