

## Pengembangan Awal Basis Masker Gel *Peel-off*. Studi Formulasi dan Evaluasi Mutu Fisik

Nor Latifah<sup>1\*</sup>, Erlina Fatmasari<sup>1</sup>, Aris Purwanto<sup>1</sup>, Novita Indira Sari<sup>1</sup>, M. Jian Prayoga<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Banjarmasin, Kalimantan Selatan

\*email: [nor\\_latifah@umbjm.ac.id](mailto:nor_latifah@umbjm.ac.id)

### ABSTRACT

The growing demand for natural ingredients in cosmetics has driven the development of innovative formulations, including peel-off gel masks. This study aims to determine the optimal concentration of polyvinyl alcohol (PVA) required to develop a peel-off gel base that meets acceptable physical quality standards. Three formulas (F1: 12%, F2: 14%, F3: 16% PVA) were prepared and subjected to physical quality tests including organoleptic properties, homogeneity, pH, viscosity, spreadability, adhesiveness, and drying time. All formulas met the physical quality standards for gel masks. However, Formula 2 showed the most optimal balance in spreadability, adhesiveness, and viscosity. Statistical analysis revealed that variations in PVA concentration significantly influenced viscosity and adhesiveness but not pH or spreadability. All peel-off gel mask base formulas with variations in PVA concentration have met the physical quality requirements, including organoleptic test, homogeneity, pH, adhesion, spreadability, and viscosity.

**Keywords:** Kosmetik, Masker *gel peel-off*, Polivinil Alkohol (PVA), Konsentrasi Optimal, Uji Mutu Fisik

Received: May 2025; Accepted: June 2025; Published: June 2025



©2025. Published by Institute for Research and Innovation Universitas Muhammadiyah Banjarmasin. This is Open Access article under the CC-BY-SA License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

### LATAR BELAKANG

Tren penggunaan bahan alam dalam industri kosmetik terus meningkat dalam lima tahun terakhir, ditandai dengan banyaknya riset dan produk yang mengusung konsep natural atau herbal(1). Peningkatan ini didorong oleh bertambahnya kesadaran konsumen akan pentingnya keamanan, keberlanjutan, dan efek jangka panjang dari produk perawatan kulit yang mereka gunakan(2). Selain itu, konsumen juga mulai mempertimbangkan dampak lingkungan dan keberlanjutan dari bahan kosmetik, sehingga produk berbasis bahan alam menjadi semakin diminati(3).

Peningkatan minat terhadap produk natural ini turut mendorong inovasi dalam formulasi kosmetik, termasuk pemilihan bentuk sediaan yang sesuai dengan preferensi dan kebutuhan konsumen

modern(2). Dalam industri kosmetik, bentuk sediaan merupakan faktor penting yang menentukan kenyamanan dan efektivitas penggunaan. Salah satu bentuk sediaan yang populer adalah masker gel *peel-off*, karena dinilai praktis, mampu mengangkat kotoran dan sel kulit mati dari permukaan kulit, serta memberikan sensasi menyegarkan dan mengencangkan(4). Sediaan ini bekerja dengan membentuk lapisan film tipis di kulit yang mudah dikelupas setelah mengering, sehingga memberikan efek pembersihan mekanis yang lembut tanpa iritasi berlebih(5,6).

Keberhasilan formulasi masker gel *peel-off* sangat dipengaruhi oleh kualitas basis atau matriks gel yang digunakan. Komponen seperti polivinil alkohol (PVA), HPMC, dan gliserin umumnya digunakan untuk memberikan viskositas yang sesuai, waktu

pengeringan yang optimal, serta kestabilan pH dan daya sebar yang baik(7). Oleh karena itu, sebelum menambahkan bahan aktif ke dalam sediaan, perlu dilakukan pengembangan dan evaluasi basis masker terlebih dahulu.

Pada tahap ini, penelitian difokuskan pada formulasi dan evaluasi basis masker gel tanpa bahan aktif, yang meliputi uji mutu fisik seperti viskositas, pH, homogenitas, waktu kering, dan daya sebar. Tujuan penelitian ini ingin mengetahui pada konsentrasi berapa pada PVA untuk menghasilkan basis masker gel *peel-off* yang baik berdasarkan uji mutu fisik. Hasil dari studi ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan lanjutan sediaan kosmetik berbasis bahan alam dengan mutu fisik yang stabil dan optimal.

## METODE

### Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Farmakognosi – Fitokimia, Formulasi dan Teknologi, Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Banjarmasin.

### Bahan dan Peralatan Penelitian

#### Bahan

Metanol (*analytical grade*), etanol (*analytical grade*), PVA (*pharmaceutical grade*), HPMC (*pharmaceutical grade*), propilenglikol (*pharmaceutical grade*), metil paraben (*analytical grade*), pewangi (*food grade*), dan aquadest (*distilled water*).

#### Alat

Homogenizer (IKA), ultraturax (IKA T25), dehydrator (Labconco), oven (Memmert), kulkas (Samsung), pH meter (Hanna Instruments), viskometer (Brookfield), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu), beker glass (Pyrex), objek glass (Thermo

Fisher), gelas ukur (Pyrex), mortar dan stamper (Fisher Scientific), serta termometer (ThermoWorks)

### Formulasi Basis Masker Gel *Peel-off*

**Tabel 1.** Formulasi Basis Masker Gel *Peel-off*

Bahan	Formulasi (%)			Range (%) Rowe, (2009)
	F1	F2	F3	
PVA	12	14	16	10-16
HPMC	3	3	3	2-4
Metil paraben	0,2	0,2	0,2	0,02-0,3
Pewangi	qs	qs	qs	0,1-0,5
Aquadest ad	100	100	100	≥60

### Pembuatan Sediaan Masker Gel *Peel-off*

Proses membuat basis masker gel *peel-off* diawali dengan melarutkan metil paraben dalam beaker glass air panas. Kemudian aquades suhu 80°C dimasukkan HPMC aduk hingga memadat. PVA dalam aquades dingin selama 30 menit kemudian dipanaskan dipanangas air hingga mengembang secara sempurna. kemudian dimasukkan PVA, HPMC dan metil paraben dengan pengadukan yang konstan hingga mengembang ditambahkan beberapa tetes pewangi lalu diaduk hingga homogen. Simpanlah pada wadah dan tutup dengan rapat. Terakhir melakukan evaluasi mutu fisik dari sediaan basis masker.

### Evaluasi Mutu Fisik Sediaan Basis Masker Gel *Peel-Off*

Evaluasi mutu fisik basis masker gel *peel-off* meliputi organoleptis, homogenitas, nilai pH, viskositas dan waktu kering (3x replikasi) (8,9).

#### Uji organoleptis

Pengamatan warna, bentuk dan bau dari sediaan.

#### Uji homogenitas

Oleskan sediaan pada tiga titik, yaitu bagian atas, tengah, dan bawah. Sediaan masker gel *peel-off* diletakkan di atas kaca transparan, lalu ditutup dengan kaca penutup untuk mengevaluasi kejernihan serta mendeteksi adanya agregat pada basis sediaan gel masker.

### Uji pH

Pengukuran pH dilakukan dengan menempatkan pH meter ke dalam sampel uji. Sebelum pengukuran, alat pH meter dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan standar. Kisaran pH yang diharapkan adalah antara 4,5 hingga 6,5.

### Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan dengan mengambil 0,5 gram maser gel *peel off* lalu diletakkan pada kacadengandiameter 15 cm, untuk kaca bagian atas ditimbang lalu diletakkan diatas sampel (didiamkan selama 1menit). Setelah itu, diberi beban 50 gram, lalu didiamkan hingga 1 menit. di catat daya sebar nya setiap melakukan penambahan beban. Total beban yang ditambahkan sebanyak 100 gram(10).

### Uji daya lekat

Dilakukan dengan mengambil masker gel *peel off* 0,2 g yang ditaruh diantara dua gelas kaca objek. Di atas kaca objek diberi beban seberat 1 kg yang di diamkan selama 5 menit. Setelah itu beban diambil lalu dicatat waktu sampai kedua gelas objek bisa terlepas. Syarat daya lekat yang baik yaitu tidak kurang dari 4 detik(10).

### Uji Viskositas

Menggunakan viskometer Stormer dan spindle nomor 4 untuk mengukur viskositas pada masing-masing formula. Viskositas yang diharapkan berada dalam kisaran 4.000 hingga 50.000 cps.

### Uji Waktu kering

Sediaan sebanyak 50 mg dioleskan pada permukaan kulit (punggung tangan responden) dengan ukuran 4x4 cm. Dicatat waktu yang diperlukan masker gel *peel-off* untuk mengering(11).

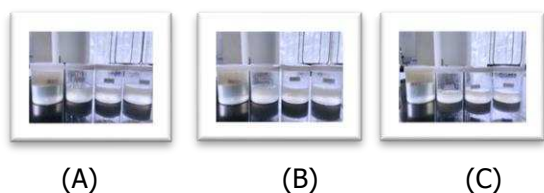
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan dari penelitian ini mengenai pengembangan awal basis masker gel *peel-*

*off*: studi formulasi dan uji mutu fisik. Uji mutu fisik yang dilakukan meliputi uji organoleptis, uji homogenitas, uji viskositas, uji pH, uji daya lekat, uji daya sebar dan waktu kering. Sediaan ataupun basis dikatakan baik jika memenuhi semua syarat uji mutu fisiknya. Dalam proses pembuatan basis masker gel *peel-off* terfokus pada variasi konsentrasi PVA. PVA atau *Poly Vinyl Alcohol* adalah salah satu polimer sintetik yang paling sering digunakan dalam formulasi masker gel *peel-off* karena sifat *film-forming* nya yang sangat baik, tidak toksik, tidak iritatif, dan memiliki kompatibilitas yang tinggi dengan berbagai bahan aktif maupun eksipien lain(12). PVA memiliki kemampuan membentuk lapisan tipis (film) di permukaan kulit yang dapat dikelupas dengan mudah, sehingga efektif mengangkat kotoran dan sel kulit mati tanpa menimbulkan iritasi.

Selain itu, PVA dipilih sebagai basis utama karena kemampuannya membentuk film yang kuat, elastis, dan transparan, sehingga sangat sesuai untuk sediaan masker *peel-off* (13). Basis berikutnya yaitu HPMC, yang ditambahkan untuk meningkatkan viskositas, kestabilan formulasi, serta memberikan efek humektan atau pelembap pada kulit, yang dapat meningkatkan kenyamanan selama aplikasi(14). Kombinasi keduanya telah terbukti menghasilkan sifat fisik masker yang optimal, seperti daya sebar, waktu kering, dan kemudahan pelepasan masker dari kulit (15).

Pada penelitian ini konsentrasi variasi PVA yang digunakan pada formula 1 (12%), formula 2 (14%), dan formula 3 (16%), berdasarkan *Handbook Of Pharmaceutical Excipient*(16) penggunaan PVA pada sediaan masker gel *peel-off* adalah 10-16%. Berikut hasil dari basis sediaan masker gel *peel-off* dapat dilihat pada gambar 1.



**Gambar 1.** (A) Basis formula 1 dengan replikasi 1, 2 dan 3 (B) Basis formula 2 dengan replikasi 1, 2 dan 3 (C) Basis formula 3 dengan replikasi 1, 2 dan 3

Dari hasil basis sediaan masker gel *peel-off* yang dihasilkan menunjukkan tampilan gel yang berwarna putih bening, namun untuk menghasilkan gel putih bening sempurna perlu menunggu beberapa hari untuk menghilangkan gelembung gelembungnya. Gelembung tersebut dihasilkan ketika PVA, HPMC dan bahan lainnya digabungkan. Hasil uji organoleptis dari basis sediaan masker gel *peel-off* yaitu Formula 1, 2 dan 3 dengan replikasi 1, 2 dan 3 menghasilkan warna putih bening, bentuk semi solid, dan aroma khas bahan yang digunakan (bau balon). Hal ini menunjukkan dengan variasi konsentrasi PVA pada formula 1, 2 dan 3 dengan 3 replikasi tidak memberikan pengaruh terhadap hasil uji organoleptis yang meliputi warna, bentuk dan aroma. Dilanjutkan ketahap uji homogenitas.

Berdasarkan hasil pengamatan, dari Formula 1, 2 dan 3 dengan replikasi 1, 2 dan 3 tidak ditemukan partikel kasar atau endapan, sehingga semua formula dinyatakan homogen. Karakteristik ini penting untuk memastikan kestabilan fisik dan kenyamanan saat diaplikasikan ke kulit(17). Berikutnya hasil uji pH yang dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Uji pH

Replikasi	Uji pH			Nilai (Sig)
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	
R1	5,27	5,60	5,45	0,0594
R2	5,32	5,50	5,46	
R3	5,27	5,36	5,44	
Rata-rata±SD	5,29±0,029	5,49±0,120	5,45±0,010	

\*catatan: Syarat pH = 4,5 – 6,5  
Sig > 0,05 = tidak berbeda secara signifikan antar formula

Uji pH dilakukan untuk mengukur tingkat pH sediaan. Kesesuaian antara pH kulit dan pH sediaan topikal mempengaruhi penerimaan kulit terhadap produk tersebut.

Rentang pH yang dihasilkan oleh ketiga formula berada pada kisaran 5,27–5,60; yang masih sesuai dengan pH fisiologis kulit (4,5–6,5). Nilai rata-rata±SD dari pH Formula 1 (5,29±0,029); Formula 2 (5,49±0,120); dan Formula 3 (5,45±0,010). Berdasarkan uji statistik (nilai sig = 0,0594), tidak terdapat perbedaan bermakna antar formula (sig>0,05). Ini menunjukkan bahwa variasi formula tidak mempengaruhi keasaman sediaan secara signifikan, sehingga seluruh formula relatif aman untuk kulit(18). Dilanjutkkan ketahap uji daya lekat yang dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Uji Daya Lekat

Replikasi	Uji Daya Lekat (detik)			Nilai (Sig)
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	
R1	16,71	11,89	17,83	0,0045
R2	14,45	13,74	18,53	
R3	15,41	12,99	16,41	
Rata-rata±SD	15,52±1,13	12,87±0,93	17,59±1,08	

\* catatan: Syarat daya lekat = >4 detik  
Sig < 0,05 = berbeda secara signifikan antar formula

Sifat umum sediaan masker gel *peel-off* memiliki sifat yang dapat bertahan lama pada permukaan aplikasi, sehingga memberikan efek yang tahan lebih lama sebelum sediaan dicuci atau dibersihkan. Hasil uji daya lekat menunjukkan bahwa semua formula memenuhi syarat daya lekat ≥ 4 detik, dengan Formula 3 memiliki daya lekat tertinggi dengan nilai rata-rata±SD (17,59±1,08 detik), diikuti Formula 1 (15,52±1,13 detik), dan Formula 2 terendah (12,87±0,93 detik). Nilai sig (0,0045) menandakan adanya perbedaan signifikan antar formula (sig<0,05). Perbedaan daya lekat ini dipengaruhi oleh konsentrasi polimer pembentuk gel, seperti PVA yang berperan dalam membentuk film pada permukaan

kulit(19). Berikutnya ketahap uji daya sebar yang dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji Daya Sebar

Replikasi	Uji Daya Sebar (cm)			Nilai (Sig)
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	
R1	5,7	6	5,5	0,1258
R2	5,9	5,9	5,9	
R3	5,6	6,1	5,9	
Rata-rata± SD	5,73±0,153	6,00±0,100	5,77±0,231	

\*catatan: Syarat daya sebar = 5 – 7 cm  
Sig > 0,05 = tidak berbeda secara signifikan antar formula

Uji daya sebar merupakan metode pengujian yang dilakukan dengan menimbang sampel produk pada alat penguji khusus yang berfungsi untuk menyebarkan sampel produk dengan tekanan tertentu. Berdasarkan pengamatan uji daya sebar, semua formula memiliki daya sebar yang berada dalam kisaran yang disyaratkan (5–7 cm). Formula 2 menunjukkan nilai rata-rata±SD daya sebar tertinggi (6,00 ± 0,100 cm), Formula 1 (5,73±0,153 cm), dan Formula 3 (5,77±0,231 cm). Uji statistik menghasilkan nilai sig (0,1258) dimana nilai (sig>0,05), yang berarti tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar formula. Daya sebar yang baik berkontribusi terhadap kemudahan aplikasi dan kenyamanan pemakaian masker gel(18). Tahap berikutnya uji viskositas yang dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Uji Viskositas

Replikasi	Uji Viskositas (cps)			Nilai (Sig)
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	
R1	3.647	6.620	4.593	0,0166
R2	4.873	5.460	4.240	
R3	4.753	5.907	4.507	
Rata-rata± SD	4.424±675,86	5.996±585,06	4.447±184,07	

\*catatan: Syarat viskositas = 4.000 – 50.000 cps  
Sig > 0,05 = tidak berbeda secara signifikan antar formula

Viskositas merupakan faktor penting dalam pembentukan lapisan film dan kenyamanan saat penggunaan. Uji viskositas dilakukan untuk mengukur sejauh mana cairan dapat mengalir, dimana semakin tinggi nilai viskositas, semakin besar pula hambatan terhadap aliran cairan tersebut. Formula 2 memiliki nilai rata-rata±SD viskositas tertinggi (5.996±585,06

cps), Formula 3 (4.447±184,07 cps), dan Formula 1 (4.424±675,86 cps). Semua formula memenuhi syarat viskositas yaitu 4.000–50.000 cps. Namun, nilai sig (0,0166) menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antar formula. Hal ini karena variasi konsentrasi bahan PVA dan HPMC yang mempengaruhi struktur jaringan gel(13). Viskositas yang optimal mendukung pembentukan film dan mempercepat proses pengeringan saat penggunaan.

Konsentrasi PVA berpengaruh signifikan terhadap daya lekat dan viskositas karena sifatnya sebagai polimer hidrofilik dengan gugus -OH yang membentuk ikatan hidrogen dengan kulit, sehingga meningkatkan daya lekat. Selain itu, peningkatan konsentrasi PVA memperbanyak rantai polimer dalam sistem, sehingga viskositas pun meningkat karena interaksi antar rantai menjadi lebih padat(20;21).

**Tabel 6.** Hasil Uji Waktu Kering

Replikasi	Uji Waktu Kering detik)			Nilai (Sig)
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	
R1	46,13	52,11	39,17	0,185
R2	52,40	43,47	36,44	
R3	58,23	50,21	50,10	
Rata-rata±SD	52,25±4,9	48,59±3,7	41,90±5,9	

Hasil uji menunjukkan waktu kering rata-rata untuk Formula 1, 2, dan 3 berturut-turut sebesar 52,25±4,94; 48,60±3,71, dan 41,90±5,90 detik. Meskipun terdapat perbedaan nilai, uji ANOVA menunjukkan sig=0,185 (sig>0,05); yang berarti tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antar formula.

Formula 3 memiliki waktu kering paling singkat, diduga karena kandungan PVA yang lebih tinggi yang mempercepat proses pembentukan film. Namun secara umum, seluruh formula memenuhi kriteria waktu kering yang dapat diterima untuk sediaan masker gel *peel-off*.

## KESIMPULAN

Seluruh formula basis masker gel *peel-off* dengan variasi konsentrasi PVA telah memenuhi persyaratan mutu fisik, meliputi uji organoleptis, homogenitas, pH, daya lekat, daya sebar, dan viskositas.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Majelis Pendidikan Tinggi Penelitian dan Pengembangan (Diktilitbang) Pimpinan Pusat Muhammadiyah atas dukungan dana melalui Hibah RisetMu, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Pathak D, Bansal V, Sharma V. Recent advances in herbal cosmetics: A review. *J Cosmet Dermatol*. 2022;21(8):3211–20.
2. Zhou Y, Wang J, Zhang H. Natural ingredients in cosmeceuticals: Trends and challenges. *Cosmetics*. 2023;10(2):45.
3. Nguyen TH, Tran LT, Le NH. Development and characterization of herbal gel peel-off masks using plant extracts. *Asian J Beauty Cosmetol*. 2022;20(4):275–82.
4. Sharma A, Kaur R. Herbal peel-off mask formulation and its evaluation. *J Nat Remedies*. 2021;22(1):34–9.
5. Silvia R, Sari RN, Nurlaila. Formulasi masker peel off kombinasi gel lidah buaya dan ekstrak kulit manggis sebagai antioksidan. *J Farmasi Galenika*. 2020;6(2):208–16.
6. Sulastri, Chaerunisaa AY. Formulasi masker peel off kombinasi karbopol dan polivinil alkohol. *Farmaka*. 2016;14(1):102–8.
7. Alshahrani SM, Khan AA, Rahman MA. Polymeric base materials in cosmetic gel formulations: Recent perspectives. *J Appl Polym Sci*. 2023;140(5).
8. Nurliana, Wahyuni S, Susanti H. Formulasi dan uji mutu fisik masker gel peel off ekstrak kulit buah naga merah (*Selenicereus costaricensis*) dengan variasi konsentrasi PVA dan gelatin sebagai gelling agent. *J Sains Medika*. 2022;7(2):107–16.
9. Marlina L, Ramadani A. Formulasi dan uji sifat fisik masker gel peel off dari minyak sawit murni dengan basis carbomer 940. *Indo J Pharm Sci*. 2021;1(2):49–57.
10. Rakmadhani M, Rachmawaty D, Rante Pakadang S, Dewi R. Formulasi dan uji mutu fisik sediaan masker gel peel off ekstrak kulit buah pepaya (*Carica papaya* L.) dengan variasi konsentrasi HPMC. *AKFARINDO*. 2023;8(1):24-31.
11. Setiyadi G, Qonitah A. Optimasi Masker Gel Peel-Off Ekstrak Etanolik Daun Sirih (*Piper Betle* L.) dengan Kombinasi Carbomer dan Polivinil Alkohol. *Pharmacon*. 2020;17(2):174.
12. Rahman MM, Karim MF, Ismail A. Phytochemical analysis and antioxidant potential of *Mitragyna speciosa* leaf extract. *J Herbal Med*. 2021;28:100451.
13. Singh S, Kaur T, Gill B. Development and evaluation of polyherbal peel off mask. *J Pharmacogn Phytochem*. 2021;10(5):530–5.
14. Sivakumar, P. M., Pushpavalli, G., & Priya, J. M. (2020). Formulation and evaluation of peel-off mask containing activated charcoal. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 8(2), 77–81.
15. Sari, Y. W., Rahmawati, Y., & Fitriani, D. (2019). Formulasi dan evaluasi masker gel peel off dari kombinasi PVA dan HPMC dengan ekstrak lidah buaya (*Aloe vera* L.). *Jurnal Farmasi Galenika*, 5(2), 89–96.

16. Rowe RC, Sheskey PJ, Quinn ME. Handbook of Pharmaceutical Excipients. 6th ed. London: Pharmaceutical Press; 2009.
17. Susanto DWC, Yamlean PVY, Mansauda KLR. Formulasi dan evaluasi krim kombinasi ekstrak kulit semangka (*Citrullus lanatus*) dan ekstrak kulit pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai pelembap. *Pharmacon*. 2024;13(1):470–82.
18. Dewi CT, Wahianto P, Nugraha D. Formulasi dan evaluasi fisik sediaan masker gel peel-off ekstrak daun katuk (*Sauropus androgynus* L) dengan variasi konsentrasi Carbopol 940. *Pharm Genius J*. 2023;2(2):104–12.
19. Kaur R, Agrawal R. Natural ingredients based peel-off mask: an emerging trend in cosmeceuticals. *J Cosmet Dermatol*. 2021;20(4):1125–32.
20. Sakr A, Zaki NM. Film forming polymeric solutions for skin drug delivery: Development, characterization, and prospective applications. *J Adv Res*. 2014;5(4):447-458.
21. Khurshid Z, Najeeb S, Najeeb B, Zafar MS, Zohaib S. Advances in bioadhesive materials for biomedical applications. *Polymers*. 2022;14(5):943.