

OPTIMASI SEDIAAN GEL EKSTRAK RAMBUT JAGUNG (*Zea mays* L.) MENGUNAKAN *GELLING AGENT* CARBOPOL DAN HUMEKTAN PROPILEN GLIKOL

CORN HAIR EXTRACT GEL PREPARATORY OPTIMIZATION (*Zea mays* L.) USING GELLING AGENT CARBOPOL AND HUMEKTAN PROPYLEN GLYCOL

Nur Lely¹, Gunawan Setiyadi^{1*}

¹Laboratorium Farmasetika, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta,
Sukoharjo, Indonesia

*E-mail correspondence : gunawan.setiyadi@ums.ac.id

Abstrak

Ekstrak rambut jagung (*Zea mays* L.) sebelumnya telah dilaporkan mempunyai kemampuan antioksidan yang baik. Ekstrak ini berpotensi untuk dijadikan sebagai komponen bahan aktif dalam pengembangan sediaan topikal seperti gel. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi ekstrak rambut jagung menjadi sediaan gel menggunakan carbopol sebagai *gelling agent* dan propilen glikol sebagai humektan dengan perbandingan yang optimum. Optimasi kedua komponen gel tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *D-optimal design*. Respon sifat gel yang digunakan sebagai parameter optimasi adalah viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH. Uji aktivitas antioksidan kemudian dilakukan terhadap formula gel optimum. Formula dibuat dengan mencampurkan carbopol dan propilen glikol dengan perbandingan sesuai rancangan *D-optimal* yang telah ditentukan menggunakan *software* Design Expert (Stat-Ease, Inc.) versi 13, metil paraben, bersama dengan bahan-bahan lain, yaitu TEA, ekstrak rambut jagung, dan akuades dengan porsi yang sama pada semua formula. Percobaan menunjukkan hasil formula optimum gel dengan carbopol 0,75% dan propilen glikol 14,25%, dengan respon prediksi untuk sifat viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH masing-masing berturut-turut adalah 3.197,37 cP.s; 7,09 cm; 2,83 detik dan 5,00. Verifikasi dengan mengukur respon sediaan yang dibuat berdasarkan formula prediksi memberikan hasil respon verifikasi untuk sifat-sifat tersebut sebesar $3,190 \pm 39,463$ cps; $7,2 \pm 0,1$ cm; $2,86 \pm 0,14$ detik; $4,99 \pm 0,03$. Nilai-nilai respon verifikasi tersebut berada dalam rentang 95% PI yang berarti respon prediksi terverifikasi dengan baik. Nilai IC₅₀ dari formula optimal gel ekstrak rambut jagung tergolong lemah dengan nilai 126,37 μ g/mL.

Kata Kunci : antioksidan, *Zea mays* L., Carbopol, propil glikol, optimasi

Abstract

Corn hair extract (*Zea mays* L.) has previously been reported to have good antioxidant capabilities. This extract has the potential to be used as an active ingredient component in the development of topical preparations such as gel. This research aimed to formulate corn hair extract into a gel preparation using carbopol as a *gelling agent* and propylene glycol as a humectant in an optimum ratio. Optimization of the two gel components was carried out using the *D-optimal design* method. The responses used as optimization parameters were properties of the gel, i.e. viscosity, spreadability, stickiness, and pH. Antioxidant activity tests were then carried out on the optimum gel formula. The formula was made by mixing carbopol and propylene glycol in proportions according to the *D-optimal design* that has been determined using Design Expert software (Stat-Ease, Inc.) version 13, methyl paraben, along with other ingredients, namely TEA, corn silk extract and distilled water in equal

portions in all formulas. The experiment showed the results of the optimum gel formula with carbopol 0.75% and propylene glycol 14.25%, with predicted responses for viscosity, spreadability, stickiness, and pH were 3.197.37 cP.s; 7.09cm; 2.83 seconds and 5.00 respectively. Verification by measuring the response of preparations made based on the prediction formula gave verification response results for these properties of $3,190 \pm 39,463$ cps; 7.2 ± 0.1 cm; 2.86 ± 0.14 seconds; 4.99 ± 0.03 respectively. The verification response values were within the 95% PI range, which means the predicted responses were well verified. The IC_{50} value of the optimal corn hair extract gel formula is classified as weak with a value of 126.37 μ g/ml.

Keywords: antioxidants, *Zea mays* L., Carbopol, propyl glycol, optimization

PENDAHULUAN

Beberapa penelitian ilmiah telah menetapkan bahwa paparan jangka panjang terhadap polutan lingkungan dapat menyebabkan modifikasi parameter biokimia kulit manusia dan gangguan fungsi penghalang serta dapat mendorong mekanisme penuaan kulit dengan munculnya efek kekeringan, kerutan, bintik hitam, kulit kendur dan semakin parahnya sensitivitas kulit (Juliano & Magrini, 2018). Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak pemicu lingkungan terhadap kulit, permintaan konsumen akan kosmetik dan produk perawatan yang mampu memberikan manfaat antioksidan semakin meningkat. Dengan pertumbuhan permintaan kosmetik alami yang terus meningkat, wajar jika ekstrak tumbuhan menjadi bahan kosmetik paling populer yang dirancang untuk mengurangi efek buruk kerusakan oksidatif pada kulit manusia yang mengakibatkan stres oksidatif dan berkurangnya enzim antioksidan serta zat antioksidan lainnya di epidermis (Juliano & Magrini, 2018).

Di Indonesia terdapat banyak jenis tumbuhan yang memiliki kandungan antioksidan, salah satunya yaitu rambut jagung yang merupakan bagian dari tanaman jagung (*Zea mays* L.). Ekstrak rambut jagung kaya akan flavonoid yang dapat digunakan sebagai penangkal radikal bebas dan tabir surya (Kusriani *et al.*, 2017), tetapi pemanfaatannya sebagai antioksidan masih jarang ditemukan. Berdasarkan penelitian Liu *et al.*, (2011) rambut jagung kaya akan kandungan fenolik dan flavonoid yang menunjukkan bahwa ekstrak dari rambut jagung atau senyawa turunannya mempunyai potensi besar untuk mencegah produksi radikal yang berlebihan dan dapat berperan sebagai antioksidan alami. Struktur senyawa hasil isolasi flavonoid telah diidentifikasi sebagai 4',5,7-trihydroxy-3',5-dimethoxyflavone 7-O-[β -D-apiofuranosyl (1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucopyranoside (Wang *et al.*, 2010). Hasil penelitian Kurnia *et al.*, (2021) menyatakan bahwa ekstrak etanol rambut jagung memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat sebesar 7,78 ppm ketika dibandingkan dengan vitamin C.

Sediaan farmasi dalam bentuk gel merupakan salah satu *treatment* untuk merawat kelembapan kulit yang disukai oleh masyarakat karena memiliki sifat bening dan elastis. Sediaan gel merupakan salah satu produk pilihan karena memiliki beberapa manfaat antara lain cepat kering, menghasilkan *film* yang mudah dibersihkan, tidak mudah menyumbat pori, memiliki pelepasan yang baik, dan mampu membuat kulit terasa dingin (Husnani and Al Muazham, 2017). Berdasarkan hal tersebut, maka ekstrak rambut jagung berpotensi digunakan sebagai alternatif tambahan bahan aktif sediaan gel. *Gelling agent* dan humektan merupakan

unsur penting yang berpengaruh terhadap sifat fisik, dan kestabilan sediaan gel. Sediaan gel pada penelitian ini dibuat menggunakan *gelling agent* carbopol dan humektan propilen glikol.

Carbopol merupakan basis gel yang memberikan kekentalan pada sediaan gel dan mudah terdispersi dalam air (Saryanti and Zulfa, 2017), sedangkan propilen glikol dapat mencegah kandungan air dalam sediaan menguap sehingga kestabilan gel terjaga namun dapat membuat gel menjadi lebih cair dengan menurunkan viskositas gel (Andini *et al.*, 2017). Propilen glikol berpengaruh terhadap peningkatan daya sebar dan pH sedangkan Carbopol lebih berpengaruh terhadap peningkatan daya lekat dan viskositas (Putri *et al.*, 2019). Untuk itu perlu ditetapkan perbandingan carbopol dan propilen glikol dalam formula gel yang menghasilkan sediaan gel dengan sifat fisik yang optimal.

Pada penelitian ini digunakan metode *D-optimal design* untuk menentukan konsentrasi *gelling agent* dan humektan yang tepat sehingga menghasilkan formula yang optimum berdasarkan respon viskositas, daya sebar, daya lekat, dan nilai pH.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik OHAUS, lemari pengering PROTECTA, *blender*, bejana maserasi, alat gelas pyrex, *rotary evaporator*, *waterbath* memmert tipe WNB 22, mortir dan stamper, alat uji daya sebar, uji daya lekat, *viscosimeter Brookfield* digital tipe DV-IMRVT, *spindle* nomor 6, pH meter digital Hana tipe HI98191, mikropipet dan spektrofotometer UV-Vis tipe UV-1280.

Bahan

Bahan yang dipakai : rambut jagung (*Zea mays L.*) dari limbah jagung bakar di sekitar alun-alun keraton Surakarta, etanol 96%, carbopol 940 *pharmaceutical grade* (PT. Kimia Jaya Abadi), propilen glikol USP *grade* (ECHEMI®), metil paraben, TEA, akuades teknis, reagen DPPH pro analisa (Aldrich®), vitamin C pro analisa (Merck®) dan etanol absolut (OneMed®).

Jalannya penelitian

Ekstraksi

Sejumlah 5 kg rambut jagung segar yang telah disortir dibersihkan dengan air selanjutnya dikeringkan pada lemari pengering selama 2 hari pada suhu 40°C untuk mengurangi kadar air. Rambut jagung yang telah kering dihaluskan menggunakan *blender* dengan tujuan memperbesar permukaan dan kontak dengan pelarutnya kemudian simplisia rambut jagung diekstraksi menggunakan metode maserasi. Serbuk simplisia dimasukan ke dalam bejana dan ditambahkan etanol 96% dengan perbandingan 1:10. Rambut jagung mengandung senyawa flavonoid non polar, salah satunya yaitu flavon (Wang *et al.*, 2023). Maserasi menggunakan etanol 96% karena merupakan pelarut semi polar yang dapat melarutkan senyawa polar maupun non polar karena memiliki gugus -OH yang bersifat polar dan (CH₃CH₂-) yang bersifat non polar (Hendryani *et al.*, 2015). Sebanyak 500 gram serbuk simplisia rambut jagung direndam dalam 5 liter etanol 96% kemudian dilakukan remaserasi sebanyak satu kali untuk menarik kandungan senyawa yang tersisa dari proses maserasi awal. Proses maserasi dan remaserasi dilakukan selama 3 x 24 jam lalu dilakukan penyaringan

dengan kertas saring (Kurnia *et al.*, 2021). Selanjutnya hasil maserasi diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C dan dipekatkan menggunakan *waterbath* dengan suhu 50°C sampai diperoleh ekstrak kental rambut jagung (Sholicha and Aryantini, 2021).

Tabel 1. Batas bawah dan atas carbopol dan propilen glikol

Komponen	Batas bawah (%)	Batas atas (%)
Carbopol	0,5	1,5
Propilen glikol	13,5	14,5

Desain percobaan D-optimal

Desain formula dengan menggunakan metode *D-optimal* pada *software Design Expert* versi 13. Penggunaan carbopol sebagai *gelling agent* untuk penggunaan topikal memiliki batas atas dan bawah 0,5-2, sedangkan untuk propilen glikol sebagai humektan adalah ≈ 15 (Rowe *et al.*, 2017). Batas atas dan bawah carbopol (*gelling agent*) dan propilen glikol (humektan) yang didapatkan dari *Design Expert* tercantum pada tabel 1. Desain percobaan yang digunakan terdiri atas 7 formula dengan replikasi pada formula IV, V dan VI (Tabel 2). Perbandingan kedua komponen pada tiap formula dalam bentuk *actual* dan *coded* untuk 100 gram sediaan gel.

Formulasi sediaan gel ekstrak rambut jagung

Formula gel ekstrak rambut jagung (*Zea mays* L.) dibuat dengan menggabungkan komponen lainnya yang dikombinasikan dengan carbopol (*gelling agent*) dan propilen glikol (humektan) dari rancangan dengan *design expert* (Tabel 3).

Proses pembuatan gel dimulai dengan menuangkan 50 mL akuades yang telah dipanaskan ke dalam mortir, kemudian mengembangkan *gelling agent* dengan cara manaburkan carbopol di atas akuades yang telah dipanaskan. Carbopol dibiarkan mengembang kemudian digerus dengan stamper hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan metil paraben dan TEA yang telah dilarutkan dalam propilen glikol, digerus sampai homogen dan diperoleh massa gel bening. Langkah terakhir adalah penambahan ekstrak etanol rambut jagung dan sisa akuades sambil terus digerus hingga gel homogen.

Uji sifat fisik sediaan gel ekstrak rambut jagung

Uji organoleptik dan homogenitas

Uji organoleptik dan homogenitas dilakukan dengan mengamati secara langsung warna, bau, dan homogenitas dari sediaan gel yang telah dibuat.

Uji viskositas

Uji viskositas pada sediaan dilakukan dengan memakai alat viskosimeter *Brookfield* digital tipe DV-I MRVT yang dilakukan dengan mencelupkan *spindle* nomor 6 ke dalam sediaan gel hingga *spindle* terendam, kecepatan *spindle* diatur dengan kecepatan 100 rpm. Viskosimeter dibiarkan melakukan pembacaan sampai menunjukkan nilai yang stabil.

Tabel 2. Hasil desain formula menurut *software Design Expert* versi 13 dengan metode D-optimal

Formula	Run	Actual (mg)		Coded	
		Carbopol	Propilen glikol	Carbopol	Propilen glikol
I	1	0,75	14,25	0,050	0,950
II	2	1,17	13,84	0,078	0,922
III	3	0,84	14,17	0,056	0,944
IV	4	1	14	0,067	0,933
	6	1	14	0,067	0,933
	7	1	14	0,067	0,933
V	5	0,5	14,5	0,033	0,967
	9	0,5	14,5	0,033	0,967
VI	8	1,5	13,5	0,100	0,900
	10	1,5	13,5	0,100	0,900
VII	11	1,25	13,75	0,083	0,917

Tabel 3. Formula sediaan gel ekstrak rambut jagung

Formula	Satuan (gram)						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Ekstrak rambut jagung	5	5	5	5	5	5	5
Carbopol	0,75	0,17	0,84	1	0,5	1,5	1,25
Propilen glikol	14,25	13,84	14,17	14	14,5	13,5	13,75
Metil paraben	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
TEA	1	1	1	1	1	1	1
Aquades	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9	78,9
Total	100	100	100	100	100	100	100

Uji daya sebar

Sejumlah 500 mg sediaan gel diletakkan di atas alat uji daya sebar, kemudian ditutup dengan kaca transparan dan diberi beban 150 gram. Setelah diberikan beban selama 1 menit daya sebar diperoleh dengan mengukur diameter massa gel yang telah menyebar.

Uji daya lekat

Sejumlah 500 mg gel diletakkan di atas *object glass* kemudian ditutup dengan *object glass* lain, ditempatkan beban 1 kg selama 3 menit di atasnya. *Object glass* dipasangkan pada alat uji daya lekat yang sisi kanan dan kiri masing-masing telah diberi beban sebesar 50 gram. Penentuan daya lekat berupa waktu yang dibutuhkan hingga kedua *object glass* terpisah.

Uji pH

Sebelum dilakukan uji pada sediaan, pH meter dilakukan kalibrasi terlebih dahulu menggunakan larutan standar netral (pH 7,00), larutan standar asam (pH 4,00) dan larutan standar basa (pH 10,00). pH meter dibiarkan melakukan pembacaan hingga nilai yang muncul pada layar menunjukkan angka pH yang stabil.

Optimasi formula

Penentuan persamaan model

Penentuan persamaan model formula dilakukan dengan memasukan hasil uji viskositas, daya lekat, daya sebar, dan pH dari 11 *runs* formula gel ekstrak rambut jagung ke dalam program *software Design Expert* versi 13 sehingga dapat ditetapkan model yang dapat mewakili sebaran nilai respon percobaan.

Penentuan kriteria tiap respon

Penetapan kriteria tiap respon dari sediaan gel dipilih berdasarkan hasil akhir yang diinginkan untuk sediaan tersebut. Penelitian ini dipilih kriteria *minimize* pada respon viskositas, *maximize* terhadap respon daya sebar dan daya lekat, serta pemilihan kriteria *in range* untuk nilai pH dari sediaan gel. Penentuan formula optimum pada penelitian ini menggunakan metode *D-optimal design* dengan bahan yang dioptimasi adalah carbopol dan propilen glikol.

Penentuan formula optimum dan respon prediksi

Penentuan formula optimum dilakukan setelah memasukkan semua kriteria yang diinginkan dari setiap respon untuk memunculkan nilai *desirability* serta jumlah konsentrasi carbopol dan propilen glikol sebagai formula optimum yang telah dibuat oleh *design expert*.

Verifikasi formula optimum

Verifikasi formula optimum dilakukan dengan membuat sediaan gel dengan komposisi dan perbandingan sesuai dengan formula optimum yang didapatkan. Pengujian dilakukan untuk respon viskositas, pH, daya lekat, dan daya sebar yang kemudian dihitung sebagai respon verifikasi. Nilai respon formula verifikasi dibandingkan dengan nilai respon prediksi. Metode dikatakan berhasil apabila nilai respon sediaan formula verifikasi berada dalam rentang interval prediksi (95% PI).

Uji Antioksidan

Pembuatan larutan DPPH 0,1 mM

Larutan DPPH 0,1 mM dibuat dengan menimbang sebanyak 4 mg DPPH lalu dilarutkan dengan etanol absolut sampai batas labu takar 100 mL. DPPH yang telah dilarutkan dengan etanol absolut digojog hingga seluruhnya homogen (Kurnia *et al.*, 2021).

Pembuatan larutan stok pembanding Vitamin C

Larutan pembanding dibuat dengan menimbang 100 mg vitamin C yang dilarutkan dengan etanol absolut dalam labu takar 100 mL hingga homogen untuk mendapatkan konsentrasi 1000 ppm.

Pembuatan seri larutan uji pembanding vitamin C

Larutan stok vitamin C dengan konsentrasi 1000 ppm dipipet sebanyak 400 µL, 600 µL, 800 µL, 1000 µL, dan 1200 µL lalu dicukupkan volumenya dalam labu takar 10 mL dengan etanol absolut sehingga didapat konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm.

Pembuatan larutan stok sediaan gel ekstrak rambut jagung

Larutan stok gel ekstrak diperoleh dengan menimbang 100 mg gel ekstrak rambut jagung dan dilarutkan dengan etanol absolut dalam labu takar 100 mL untuk mendapatkan larutan stok gel ekstrak rambut jagung dengan konsentrasi 1000 ppm (Kurnia *et al.*, 2021).

Pembuatan seri larutan uji gel ekstrak rambut jagung

Larutan stok gel ekstrak rambut jagung dipipet sebanyak 400 µL, 600 µL, 800 µL, 1000 µL, dan 1200 µL, lalu tiap konsentrasi dicukupkan volumenya dengan etanol absolut dalam labu takar 10 mL sehingga didapatkan larutan 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm.

Pengukuran aktivitas antioksidan gel ekstrak rambut jagung dengan DPPH

Untuk mengukur antioksidan gel dilakukan dengan memipet 3 mL larutan DPPH 0,1 mM kemudian ditambah dengan masing-masing 3 mL larutan uji gel ekstrak konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm ke dalam labu takar. Setelah itu campuran didiamkan selama 30 menit. Seluruh seri konsentrasi larutan diukur absorbansinya dengan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Liu *et al.*, 2011). Nilai absorbansi larutan ekstrak ini untuk menghitung besar nilai peredam radikal DPPH (% inhibisi) dengan persamaan (1).

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100\% \quad (1)$$

Nilai aktivitas antioksidan diperoleh dari persamaan regresi linier dimana X adalah nilai konsentrasi larutan uji dan nilai Y adalah % inhibisi.

Pengukuran aktivitas antioksidan larutan pembanding dengan DPPH

Pengukuran aktivitas antioksidan larutan pembanding dilakukan dengan memipet 3 mL larutan DPPH 0,1 mM kemudian ditambah dengan masing-masing 3 mL larutan uji pembanding vitamin C konsentrasi 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, dan 120 ppm kedalam labu takar. Selanjutnya, campuran dibiarkan selama 30 menit. Kemudian seluruh seri konsentrasi larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm (Liu *et al.*, 2011). Nilai absorbansi ini digunakan untuk menghitung besar nilai peredam radikal DPPH (%inhibisi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi

Berat simplisia yang didapatkan sejumlah 500 gram dengan hasil akhir ekstrak kental didapatkan 109,74 gram. Berat rendemen ekstrak diperoleh dari perbandingan antara bobot ekstrak dengan berat simplisia yakni sebesar 21,814 % (Tabel 4).

Uji organoleptik dan homogenitas sediaan gel

Pengamatan organoleptik meliputi warna dan bau. Karakteristik ini akan meningkatkan kenyamanan pengguna. Penambahan ekstrak menyebabkan warna dan bau semua gel berubah dari warna bening menjadi kuning kecoklatan dan memiliki bau khas ekstrak etanol rambut jagung. Pengujian homogenitas dilakukan untuk memastikan setiap bahan dalam sediaan gel telah tercampur. Hasil uji homogenitas menunjukkan semua gel ekstrak etanol rambut jagung memiliki susunan gel yang homogen dan tidak terdapat bahan yang menggumpal. Homogenitas sediaan sangat penting karena mempengaruhi distribusi zat aktif pada gel (Saraung *et al.*, 2018). Gel yang tidak homogen dapat memengaruhi distribusi obat dan mengakibatkan pelepasan zat aktif pada gel yang tidak sempurna. Akibatnya, efek yang diharapkan dari sediaan tidak tercapai sepenuhnya.

Optimasi sediaan gel ekstrak rambut jagung

Penentuan persamaan model respon

Hasil pengujian respon viskositas, daya lekat, daya sebar, dan nilai pH semua *runs* yang telah dibuat dicantumkan pada Tabel 5. Semakin tinggi viskositas gel, semakin sulit untuk bahan aktif dipisahkan dari bahan pembawa dan semakin lama waktu penetrasi ke dalam jaringan, sehingga penyerapan bahan aktif dapat menurun (Budi *et al.*, 2022). Sediaan gel dapat menjangkau lebih banyak permukaan kulit jika diameter penyebarannya lebih besar. Pada sediaan gel, peningkatan waktu lekat dapat mempengaruhi viskositas gel (Budi *et al.*, 2022). Stabilitas bahan obat dan sifat fitokimia produk semi padat dapat dipengaruhi oleh pH (Chang *et al.*, 2013). Nilai pH permukaan kulit manusia umumnya berada pada rentang 4,5-5,5 (Surber *et al.*, 2018). Produk dengan pH basa sangat merugikan pH kulit karena membebani kemampuan netralisasi alami kulit, menyebabkan kerusakan pada strukturnya dan mengurangi efek perlindungannya (Lambers *et al.*, 2006). Produk topikal yang memiliki pH tidak sesuai dapat mengakibatkan iritasi lokal (Shiehzhadeh *et al.*, 2023).

Tabel 4. Hasil maserasi ekstrak rambut jagung (*Zea mays* L.)

Warna	Aroma	Ekstrak	Bobot Simplisia	Bobot Ekstrak	% Rendemen
Kuning kecoklatan	Khas ekstrak rambut jagung	Kental	500 gram	109,74 gram	21,814

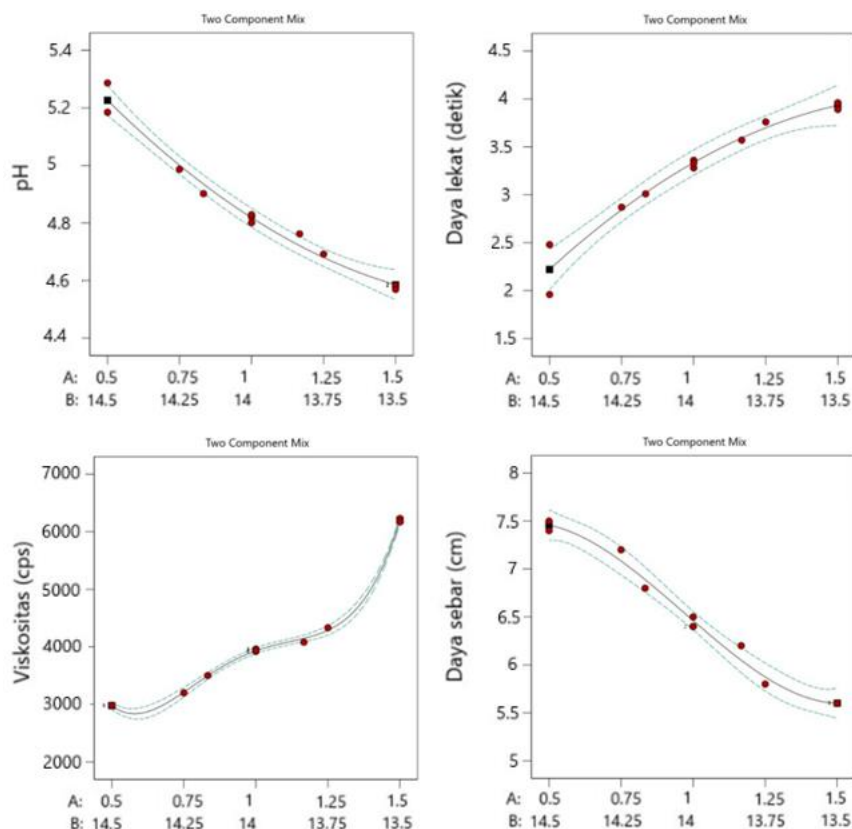
Dari perhitungan didapatkan persamaan yang mewakili sebaran nilai respon percobaan (Tabel 6) dengan bentuk kurva tercantum pada Gambar 1. Model dari tiap respon yaitu *quartic* untuk viskositas, *cubic* untuk daya sebar, *quadratic* untuk daya lekat dan nilai pH. Model *quartic* pada respon viskositas menunjukkan semakin banyak jumlah carbopol yang digunakan semakin tinggi viskositasnya. Pada respon daya sebar dihasilkan model *cubic* pada grafik yang menunjukkan penurunan dengan bertambahnya jumlah carbopol dan berkurangnya jumlah propilen glikol pada sediaan. Respon daya lekat dihasilkan model *quadratic* yang menunjukkan kenaikan akibat berkurangnya jumlah propilen glikol dan bertambahnya penggunaan carbopol. Respon pH pada grafik menghasilkan model *quadratic*, menunjukkan respon pH sediaan gel ekstrak rambut jagung bertambah tinggi seiring bertambahnya jumlah propilen glikol.

Tabel 5. Nilai viskositas, daya sebar, daya lekat dan pH sediaan gel ekstrak rambut jagung

Formula	Run	Carbopol (%)	Propilen glikol (%)	Viskositas (cPs)	Daya sebar (cm)	Daya lekat (detik)	pH
I	1	0,75	14,25	3.200	7,2	2,87	4,99
II	2	1,17	13,83	4.080	6,2	3,57	4,76
III	3	0,83	14,17	3.500	6,8	3,01	4,90
	4	1	14	3.920	6,4	3,36	4,82
IV	6	1	14	3.960	6,4	3,28	4,80
	7	1	14	3.940	6,5	3,33	4,82
V	5	0,5	14,5	2.980	7,4	2,48	5,29
	9	0,5	14,5	2.980	7,5	1,96	5,19
VI	8	1,5	13,5	6.230	5,6	3,89	4,58
	10	1,5	13,5	6.170	5,6	3,96	4,57
VII	11	1,25	13,7	4.330	5,8	3,76	4,69

Tabel 6. Persamaan model respon formula sediaan gel ekstrak rambut jagung

Respon	Persamaan	Model	p-value	Lack of Fit	Selisih R ²	Adequate Precision
Viskositas (cP.s)	$Y = +6.01,40(A) + 2.979,23(B) - 2.641,91(AB) - 2.861,37 AB(A-B) - 7.385,91 AB(A-B)^2$	Quartic	<0,0001 (significant)	0,0774 (not sig)	0,00023	121,107
Daya sebar (cm)	$Y = +5,60 (A) + 7,46 (B) - 0,2694 (AB) - 1,50 AB(A-B)$	Cubic	<0,0001 (significant)	0,0580 (not sig)	0,0144	32,162
Daya lekat (Detik)	$Y = + 3,93 (A) + 2,22 (B) + 1,03 (AB)$	Quadratic	0,0001 (significant)	0,9956 (not sig)	0,0788	24,215
pH	$Y = +4,59 (A) + 5,23 (B) - 0,3497 (AB)$	Quadratic	0,0001 (significant)	0,6830 (not sig)	0,0248	36,306



Gambar 1. Grafik model respon viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH

Hasil analisis ragam (ANOVA) pada semua respon yang dilihat dari nilai *p-value* menunjukkan bahwa model secara signifikan mencerminkan pola distribusi respon untuk setiap formula. Masing-masing nilai *lack of fit* pada semua respon menunjukkan hasil *not significant* yang berarti terdapat kesesuaian antara data respon dengan model. Nilai *lack of fit* pada viskositas, daya sebar, daya lekat dan pH berturut-turut yaitu 0,0774; 0,0580; 0,9956; dan 0,680. Selisih *Adjusted R²* dan *Predicted R²* semua respon memiliki nilai < 0,2 yang menunjukkan bahwa tidak banyak data yang terpaut dari area 95% dengan hasil respon. Selisih *Adjusted R²* dan *Predicted R²* pada respon viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH secara berurutan yaitu 0,0023; 0,0144; 0,0788; dan 0,6830. Hasil *Adequate Precision* dikatakan baik apabila memiliki nilai > 4. Nilai *Adequate Precision* pada respon viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH secara berurutan yaitu 121,107; 32,162; 24,215; dan 36,306.

Nilai *p-value* < 0,05 pada model respon semua formula menunjukkan bahwa model respon secara signifikan mencerminkan pola distribusi respon untuk setiap formula. Nilai *lack of fit* pada setiap model menunjukkan hasil *not significant*, terdapat kesesuaian antara data respon dengan model. Semua model respon dapat digunakan dalam prosedur optimasi formula.

Penentuan kriteria respon

Optimasi dilakukan dengan cara memasukkan kriteria viskositas, daya sebar, daya lekat, dan pH sebagaimana tercantum pada Tabel 7. Kriteria dari respon viskositas dipilih *minimize*

karena dengan kekentalan yang tidak terlalu tinggi, gel diharapkan mampu diaplikasikan dengan mudah serta menyebar dengan lebih baik di permukaan kulit. Pada respon daya sebar dipilih *maximize* karena kontak yang lebih luas antara sediaan dan kulit membuat gel dapat menjangkau area kulit yang diinginkan dengan mudah. Kriteria daya lekat dipilih *maximize* karena sediaan topikal akan bekerja lebih baik jika memiliki daya lekat yang kuat dengan kulit sehingga sediaan tidak mudah untuk terlepas dari kulit. Kriteria respon pH dipilih *in range* karena kesesuaian pH kulit manusia dengan pH sediaan topikal untuk menghindari iritasi.

Penentuan formula optimum dan respon prediksi

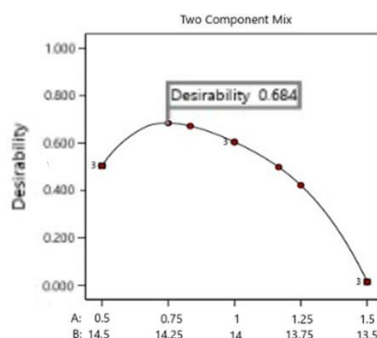
Analisis dilakukan berdasarkan persamaan model tiap respon dan kriteria target dari carbopol dan propilen glikol sehingga diperoleh satu prediksi formula optimal yaitu carbopol sebanyak 0,75% dan propilen glikol sebanyak 14,25% beserta nilai *desirability* 0,684 (Gambar 2). *Desirability* merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk optimasi faktor dalam sistem yang terletak antara 0 dan 1. Nilai 0 diberikan ketika faktor memberikan respons yang tidak diinginkan, sedangkan nilai 1 menunjukkan kinerja optimal untuk faktor yang diteliti (Amdoun *et al.*, 2018). Penentuan formula optimum didapatkan informasi nilai respon prediksi serta standar deviasi, juga rentang 95% CI *low* dan 95% CI *high*. Nilai respon verifikasi dikatakan baik apabila masuk dalam rentang 95% CI. Hasil prediksi nilai respon terdapat pada Tabel 8.

Tabel 7. Kriteria respon yang diharapkan

Respon	Kriteria	Batas Bawah	Batas Atas
Viskositas (cP.s)	<i>Minimize</i>	2.980	6.230
Daya Sebar (cm)	<i>Maximize</i>	5,6	7,5
Daya Lekat (detik)	<i>Maximize</i>	1,96	3,96
pH	<i>In range</i>	4,5	6,5

Tabel 8. Hasil prediksi nilai respon dan nilai *desirability*

Nama respon	Rata-rata nilai respon prediksi	SD	95% CI <i>low</i>	95% CI <i>high</i>	<i>Desirability</i>
Viskositas (cps)	3.197,53	39,463	3.114,68	3.280,37	0,684
Daya sebar (cm)	7.09256	0,096	6,946	7,239	
Daya lekat (detik)	2.83373	0,135	2,709	2,958	
pH	5.0042	0,034	4,973	5,035	



Gambar 2. Grafik nilai *desirability*

Verifikasi formula optimum

Verifikasi hasil percobaan yang telah dilakukan pada formula optimum dengan memasukkan data yang telah didapatkan pada *software Design Expert* versi 13 untuk dibandingkan dengan nilai prediksi. Nilai respon uji dibandingkan dengan nilai 95% *Confidence Interval* (95% CI) dan 95% *Prediction Interval* (95% PI). Hasil percobaan nilai respon uji masuk ke dalam rentang 95% CI dan 95% PI, dimana model sudah sesuai dengan desain rancangan *software Design Expert* versi 13 yang membuktikan bahwa hasil prediksi dapat dioptimasi dengan baik. Nilai perbandingan prediksi, rata-rata hasil respon uji, dan nilai 95% PI (Tabel 9).

Tabel 9. Nilai perbandingan prediksi, rata-rata hasil respon uji, 95% PI

Nama Respon	Rata-rata Respon Prediksi	Rata-rata Respon Verifikasi	95% PI	
			Low	High
Viskositas (cP.s)	3.197,37	3.190 ± 39,463	3.070,13	3.324,61
Daya Sebar (cm)	7,093	7,2 ± 0,1	6,82317	7,362
Daya Lekat (detik)	2,834	2,86 ± 0,14	2.49753	3,169
pH	5,004	4,99 ± 0,03	4,92025	5,088

Hasil uji antioksidan

Kemampuan dari gel antioksidan rambut jagung untuk meredam radikal bebas diukur melalui uji DPPH. Antioksidan dapat bereaksi dengan DPPH yang menghasilkan perubahan warna larutan dari semula berwarna ungu kemudian memudar menjadi warna kuning yang dapat diukur dengan serapan 517 nm untuk mengetahui kemampuan antioksidan dalam menangkal radikal bebas (Liu *et al.*, 2011). Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan IC_{50} dimana hal ini merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk sampel meredam 50% radikal DPPH. Persamaan regresi linier $y = ax + b$ digunakan untuk menghitung IC_{50} . Nilai x adalah konsentrasi larutan dan nilai y adalah % inhibisi. Kemampuan antioksidan diuji dari sediaan gel ekstrak rambut jagung dengan formula optimum yaitu pada konsentrasi carbopol 0,75% dan propilen glikol 14,25%.

Tabel 10. Absorbansi, % inhibisi, IC₅₀ vitamin C

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	%Inhibisi	Persamaan regresi linier	IC ₅₀
Vitamin C	20	0,327	56,74	Y = 0,2277X + 46,093 R ² = 0,9264	17,15
	40	0,302	59,96		
	60	0,295	60,97		
	80	0,236	68,73		
	100	0,188	75,13		

Data tabel 11 menunjukkan bahwa gel ekstrak rambut jagung memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC₅₀ 126,37 µg/mL sedangkan nilai IC₅₀ larutan pembanding vitamin C adalah 17,15 µg/mL (Tabel 10). Senyawa fenolik khususnya flavonoid yang ada pada ekstrak rambut jagung merupakan bagian utama yang dapat menangkap radikal DPPH, karena adanya gugus hidroksil dalam strukturnya dan kemampuan menyumbangkan elektronnya (Liu *et al.*, 2011). Suatu zat dengan pereaksi DPPH apabila nilai IC₅₀ >250 µg/mL menandakan tidak ada aktivitas antioksidan, >100-200 µg/mL berarti lemah, >50-100 µg/mL berarti sedang, 10-50 µg/mL berarti kuat dan <10 µg/mL berarti sangat kuat (Phongpaichit *et al.*, 2007). Gel ekstrak rambut jagung yang telah dioptimasi memiliki nilai IC₅₀ sebesar 126,37 µg/mL masuk ke dalam kategori aktivitas antioksidan lemah, terpaut jauh dari IC₅₀ antioksidan kuat vitamin C, yaitu 17,15 µg/mL.

Tabel 11. Absorbansi, % inhibisi, IC₅₀ gel ekstrak rambut jagung

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	%Inhibisi	Persamaan regresi linier	IC ₅₀
Gel ekstrak rambut jagung	40	0,497	34,43	Y = 0,3625X + 19,543 R ² = 0,9914	126,37
	60	0,457	39,78		
	80	0,380	49,84		
	100	0,332	56,17		
	120	0,284	62,49		

KESIMPULAN

Formula optimum gel ekstrak rambut jagung ada pada konsentrasi carbopol 0,75% dan propilen glikol 14,25% dengan kemampuan aktivitas antioksidan (IC₅₀) 126,37 µg/mL (kategori lemah). Ekstrak rambut jagung dapat ditingkatkan konsentrasinya sehingga dapat menghasilkan sediaan gel ekstrak rambut jagung dengan aktivitas antioksidan yang lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amdoun R., Khelifi L., Khelifi-Slaoui M., Amroune S., Asch M., Assaf-ducrocq C. and Gontier E., 2018, The Desirability Optimization Methodology; a Tool to Predict Two Antagonist Responses in Biotechnological Systems: Case of Biomass Growth and Hyoscyamine Content in Elicited *Datura stramonium* Hairy Roots, *Iranian Journal of Biotechnology*, 16 (1), 11–19.
- Andini T., Yusriadi Y. and Yuliet Y., 2017, Optimasi Pembentuk Film Polivinil Alkohol dan Humektan Propilen Glikol pada Formula Masker Gel Peel off Sari Buah Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Duchesne) sebagai Antioksidan, *Galenika Journal of Pharmacy*, 3 (2), 165–173.

- Budi H.S., Anitasari S., Ulfa N.M., Juliastuti W.S., Aljunaid M., Ramadan D.E., Muzari K. and Shen Y.K., 2022, Topical Medicine Potency of *Musa paradisiaca* var sapientum (L.) kuntze as Oral Gel for Wound Healing: An in Vitro, in Vivo Study, *European Journal of Dentistry*, 16 (4), 848–855.
- Chang R.K., Raw A., Lionberger R. and Yu L., 2013, Generic Development of Topical Dermatologic Products: Formulation Development, Process Development, and Testing of Topical Dermatologic Products, *AAPS Journal*, 15 (1), 41–52.
- Hendryani R., Lutfi M. and Hawa L.C., 2015, Ekstraksi Antioksidan Daun Sirih Merah Kering (*Piper croatum*) Dengan Metode Pra-Perlakuan *Ultrasonic Assisted Extraction* (Kajian Perbandingan Jenis Pelarut Dan Lama Ekstraksi), *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 3 (2), 33–38.
- Husnani and Al Muazham M.F., 2017, Optimasi Parameter Fisik Viskositas, Daya Sebar Dan Daya Lekat Pada Basis Natrium CMC Dan Carbopol 940 Pada Gel Madu Dengan Metode *Simplex Lattice Design*, *Jurnal Ilmu Farmasi & Farmasi Klinik*, 14 (1), 11–18.
- Juliano C. and Magrini G.A., 2018, Cosmetic Functional Ingredients From Botanical Sources for Anti-pollution Skincare Products, *Cosmetics*, 5 (1), 1–18.
- Kurnia, Yunus M. and Herawati N., 2021, Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Rambut Jagung (*Zea mays* L.) dengan Menggunakan Metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) Antioxidant, *Journal Chemical*, 22, 69–77.
- Kusriani H., Marliani L. and Apriliani E., 2017, Aktivitas Antioksidan dan Tabir Surya dari Tongkol dan Rambut Jagung (*Zea Mays* L.), *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 4 (1), 10.
- Lambers H., Piessens S., Bloem A., Pronk H. and Finkel P., 2006, Natural Skin Surface pH is on Average Below 5 Which is Beneficial for its Resident Flora, *International Journal of Cosmetic Science*, 28 (5), 359–370.
- Liu Jun, Wang C., Wang Z., Zhang C., Lu S. and Liu Jingbo, 2011, The Antioxidant and Free-radical Scavenging Activities of Extract and Fractions from Corn Silk (*Zea mays* L.) and Related Flavone Glycosides, *Food Chemistry*, 126 (1), 261–269.
- Phongpaichit S., Nikom J., Rungjindamai N., Sakayaroj J., Hutadilok-Towatana N., Rukachaisirikul V. and Kirtikara K., 2007, Biological Activities of Extracts from Endophytic Fungi Isolated from Garcinia Plants, *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, 51 (3), 517–525.
- Putri A.N., Laila N. and Forestryana D., 2019, Formula Optimization of *Annona muricata* Folium Ethanolic Extract of Anti Acne Gel Formulation using Factorial Design Method, *Borneo Journal of Pharmacy*, 2 (2), 63–70.
- Rowe R.C., Sheskey P.J. and Quinn M.E., 2017, Handbook of Pharmaceutical Excipient 8th Edition, *Pharmaceutical Press and American Pharmacists Association*.
- Saraung V., Yamlean P. and Citraningtyas G., 2018, Pengaruh Variasi Basis Karbopol dan HPMC pada Formulasi Gel Ekstrak Etanol Daun Tapak Kuda (*Ipomoea pes-caprae* (L.) R. Br. dan Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7 (3), 220–229.
- Saryanti D. and Zulfa I.N., 2017, Optimization Carbopol And Glycerol As Basis Of Hand Gel Antiseptics Extract Ethanol Ceremai Leaf (*Phyllanthus Acidus* (L.) Skeels) With Simplex Lattice Design, *JPSCR : Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 2 (01), 35.

- Shiehzadeh F., Mohebi D., Chavoshian O. and Daneshmand S., 2023, Formulation, Characterization, and Optimization of a Topical Gel Containing Tranexamic Acid to Prevent Superficial Bleeding: In Vivo and In Vitro Evaluations, *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 20 (4), 261–269.
- Sholicha N. and Aryantini Y.F.S.D., 2021, Gambaran Karakterisasi dari Ekstrak Etanol Limbah Rambut Jagung Manis (*Zea mays* L.), *Jurnal Farmasi*, 13 (2), 80–85.
- Surber C., Humbert P., Abels C. and Maibach H., 2018, The Acid Mantle: A Myth or an Essential Part of Skin Health, *Curr Probl Dermatol*, 54, 1–10.
- Wang Y., Liu Y.Y., Yang X.H., Chen D., Peng C. and Wang G.S., 2010, A New Flavonoid From The Bract of *Zea mays* L., *Chinese Chemical Letters*, 21 (11), 1350–1351.
- Wang J. yi, Zhou W. yu, Huang X. xiao and Song S. jiang, 2023, Flavonoids with Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activity from Corn Silk (*Stigma maydis*), *Natural Product Research*, 37 (5), 835–839.