

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Determinasi Tanaman

Merujuk penelitian yang sudah diselenggarakan, sampel pada penelitian ini menggunakan bagian daun dari tanaman sambung nyawa yang diambil di daerah Sebapo, Kecamatan Mestong. Kemudian dilakukan determinasi untuk memastikan akuratnya identitas suatu tanaman yang akan dijadikan sampel penelitian untuk menghindari kesalahan pada penggunaan tanaman. Hasil determinasi tanaman sambung nyawa mampu ditinjau dalam Lampiran 2. dengan nomor surat NO.66/HB/09/2024. Surat tersebut menerangkan bahwa tumbuhan yang dipakai pada penelitian ini merupakan benar dari famili *Asteraceae* dan merupakan spesies *Gynura procumbens* [Lour.] Merr.

4.2 Pembuatan Serbuk Simplisia Daun Sambung Nyawa

Daun sambung nyawa yang telah didapatkan sebanyak 3,5 kg. Dilakukan sortasi basah dengan membuang bagian tanaman yang tidak diperlukan, kemudian dilakukan perajangan agar dapat memudahkan proses pengeringan sampel yang selanjutnya diperoleh hasil 3,076 kg.

Pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan suhu 40°C di Laboratorium Biomedik Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi. Tujuan penggunaan oven yaitu untuk mempercepat proses pengeringan dengan suhu yang merata dan stabil. Penggunaan suhu 40°C dipilih agar kandungan senyawa dalam sampel tetap terjaga dan tidak rusak pada saat proses pengeringan, jika suhu oven yang digunakan terlalu tinggi pada saat proses pengeringan maka mampu merusak dan menurunkan aktivitas antioksidan pada sampel, walaupun dapat mengurangi kadar air pada sampel dengan waktu yang singkat. Penggunaan suhu yang terlalu rendah juga berpotensi menyebabkan pertumbuhan mikroba dan jamur karena proses pengeringannya lambat, maka dari itu suhu efektif yang digunakan untuk pengeringan sampel berkisar kurang dari 40-50°C⁵⁶.

Setelah diperoleh simplisia, dilakukan sortasi kering agar dapat memisahkan benda asing atau pengotor yang terdapat simplisia. Kemudian dilakukan penyerbukan simplisia agar mendapatkan partikel yang lebih kecil dengan tujuan agar dapat memperluas permukaan partikel sehingga dapat mempercepat penetrasi

pelarut ke dalam partikel yang akan diekstraksi. Didapatkan serbuk simplisia sebanyak 512 gr.

Selanjutnya, dilakukan perhitungan rendemen simplisia untuk mengetahui persentase yang diperoleh setelah melalui berbagai proses pengolahan. Hasil rendemen simplisia yang didapat disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rendemen Simplisia

Sampel	Berat awal sampel	Berat simplisia yang diperoleh	Rendemen simplisia
Simplisia daun sambung nyawa	3,076 kg	512 gram	16.64%

Hasil rendemen simplisia pada Tabel 4. memperlihatkan bahwasanya rendemen simplisia daun sambung nyawa cukup tinggi. Tinggi rendahnya zat aktif dari suatu sampel dapat ditunjukkan dengan nilai rendemen yang dihasilkan, hasil persen rendemen diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak zat aktif yang terkandung dalam suatu sampel. Dimana semakin tinggi rendemen simplisia maka simplisia yang dihasilkan semakin baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai rendemen yang dihasilkan maka semakin tinggi pula zat aktif yang terkandung pada sampel⁵⁷.

4.3 Ekstraksi Daun Sambung Nyawa dengan Pelarut Etanol

Proses ekstraksi daun sambung nyawa dilaksanakan dengan memakai metode maserasi. Metode maserasi dipilih karena dapat menarik senyawa dengan baik tanpa tambahan proses pemanasan yang berlebihan dengan peralatan yang digunakan serta cara kerjanya yang sederhana³⁸.

Pelarut yang dipakai pada proses maserasi ini yaitu etanol 96%, dengan tujuan untuk menghindari kerusakan senyawa yang terkandung dalam simplisia daun sambung nyawa akibat pemanasan. Selain itu, pelarut etanol 96% digunakan karena dapat menarik senyawa organik, baik itu polar dan non polar dengan titik didih yang rendah sehingga memudahkan dalam penguapannya³⁸.

Dilakukan perendaman 500 gram serbuk simplisia selama 1x24 jam menggunakan botol kaca berwarna gelap. Tujuan penggunaan botol kaca berwarna gelap adalah supaya senyawa yang terkandung dalam sambung nyawa tidak mudah rusak dan terlindungi dari sinar matahari, kemudian untuk mengurangi risiko

terjadinya reaksi antara senyawa dengan bahan yang terdapat pada botol agar mendapatkan hasil yang optimal⁵⁸. Setelah itu, dilakukan pengadukan untuk mencapai konsentrasi yang seimbang antara zat aktif dan pelarut.

Setelah proses maserasi selesai, maserat disaring dan filtrat diuapkan dengan memakai *Rotary Evaporator* agar dapat menghilangkan sisa pelarut yang digunakan, sehingga pelarut tidak mempengaruhi efektivitas sampel. Hasilnya rendemen ekstrak disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rendemen Ekstrak

Sampel	Berat sampel yang digunakan	Berat ekstrak yang diperoleh	Rendemen ekstrak
Simplisia daun sambung nyawa	500 gram	110,34 gram	22,068%

Hasil rendemen pada Tabel 5. menunjukkan komponen aktif yang berhasil terekstraksi tergolong cukup banyak. Hasil rendemen berbeda dengan penelitian yang sudah diselenggarakan oleh Prasetyorini, *et al* (2019)³⁸ yaitu 14,34% yang dapat diakibatkan karena berbagai faktor yang mempengaruhi seperti lokasi tumbuhan, bagian tumbuhan yang dipakai serta perbandingan pelarut yang dipakai pada proses ekstraksi.

4.4 Pemeriksaan Karakteristik Ekstrak Etanol Daun Sambung Nyawa

Karakteristik daun sambung nyawa terdiri dari 2 parameter, yaitu parameter spesifik dan nonspesifik. Tujuan dari karakterisasi ini adalah agar dapat mengetahui kualitas serta keamanan ekstrak yang akan digunakan⁵⁹.

4.4.1 Parameter Spesifik

Parameter spesifik ekstrak daun sambung nyawa meliputi identitas dan organoleptis ekstrak daun sambung nyawa. Hasil identifikasi ekstrak dan organoleptis mampu ditinjau dalam Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Spesifik

	Parameter spesifik	Hasil
Identifikasi	Nama Ekstrak	Ekstrak etanol daun sambung nyawa
	Nama Latin	<i>Gynura procumbens</i> [Lour.] Merr
	Bagian yang digunakan	Daun
	Nama Indonesia	Daun sambung nyawa
Organoleptis	Bentuk	Ekstrak kental
	Warna	Hijau kehitaman
	Bau	Bau khas ekstrak

Hasil identifikasi tanaman diperoleh dari determinasi dan telah sesuai dengan tanaman yang diinginkan. Hasil uji organoleptis memperlihatkan bahwasanya ekstrak daun sambung nyawa memiliki bentuk yang kental dengan warna hijau pekat kehitaman dan bau khas ekstrak yang sesuai dengan penelitian sebelumnya⁶⁰.

Ekstrak yang diperoleh memiliki bentuk yang kental. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi kimia daun dan metode ekstraksi yang digunakan. Diperoleh warna ekstrak yaitu hijau pekat kehitaman yang disebabkan oleh kandungan pigmen alami didalam daun seperti klorofil. Karena adanya pemanasan yang dapat mempengaruhi kerusakan klorofil, maka warna ekstrak yang dihasilkan cenderung berwarna hijau kehitaman dengan rasa yang pahit dan bau yang khas⁶⁰.

4.4.2 Parameter Nonspesifik

Parameter nonspesifik ekstrak daun sambung nyawa meliputi penentuan kadar air dan kadar abu. Hasil penentuan kadar air dan kadar abu mampu ditinjau dalam Tabel 7.

Tabel 7. Parameter Non Spesifik

Parameter	Hasil
Kadar air	25,0944%
Kadar abu	26,0969%

Pengujian kadar air memiliki tujuan agar dapat mengetahui banyaknya kandungan air dalam ekstrak sesudah proses pengentalan. Kadar air dapat

menentukan stabilitas ekstrak dimana biasanya kadar air yang memiliki risiko mengalami kerusakan lebih tinggi dengan kadar air lebih dari 10%⁵⁹. Kadar air yang tinggi mampu menjadi media pertumbuhan mikroba sehingga mengakibatkan senyawa yang terkandung menjadi rusak. Pengujian kadar air dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan Universitas Jambi (Nomor: 14/UN21.7.1.4/Lab/2025) yang terlampir pada Lampiran 8. Berdasarkan pengujian, kadar air pada ekstrak sebesar 25,0944%. Perihal tersebut memperlihatkan bahwasanya kadar air yang terkandung di dalam ekstrak daun sambung nyawa termasuk tinggi karena lebih dari 10% dan ekstrak berpotensi tinggi mengalami kerusakan dan berjamur. Untuk memperlambat penurunan stabilitas ekstrak dan agar tidak berjamur maka dapat dilakukan penyimpanan ekstrak ditempat yang kering di lemari pendingin.

Pengujian kadar abu dilaksanakan agar dapat mengetahui kandungan mineral internal dan eksternal yang terdapat dalam ekstrak. Hasil pengujian kadar abu yang baik memiliki persentase yang rendah atau kecil, apabila hasil pengujian kadar abu tinggi maka hal ini mengindikasikan terdapat cemaran dan kandungan mineral logam berat yang tahan terhadap suhu tinggi⁵⁹. Pengujian kadar abu dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Peternakan Universitas Jambi (Nomor: 14/UN21.7.1.4/Lab/2025) yang terlampir pada Lampiran 8. Berdasarkan hasil pengujian kadar abu ekstrak didapatkan sebesar 26,0969% yang berarti kadar abu ekstrak tersebut dalam kategori tinggi di mana semakin tinggi kadar abu di dalam ekstrak, semakin banyak kandungan mineral seperti tanah, pasir, atau kontaminan lainnya yang dapat mempengaruhi ekstrak yang dihasilkan.

4.5 Skrinning Fitokimia

Skrinning fitokimia dilaksanakan agar dapat mengetahui metabolit sekunder yang terkandung di dalam ekstrak yang mempunyai aktivitas biologi dari suatu tanaman. Hasil skrinning fitokimia mampu ditinjau dalam Tabel 8 serta Lampiran 21.

Tabel 8. Skrinning Fitokimia

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil	Keterangan
Flavonoid	Serbuk Mg+HCl	+	Terbentuknya warna jingga pekat
Alkaloid	Dragendorf Mayer	+	Terbentuknya endapan jingga dan putih
Saponin	Aquadest, HCl	+	Terbentuknya busa stabil +7 menit
Steroid	Kloroform + Asam asetat anhidrat + H ₂ SO ₄	+	Terbentuknya warna biru/hijau
Tanin	FeCl ₃	+	Terbentuknya warna hijau pekat

Berdasarkan hasil skrinning fitokimia pada Tabel 8. didapatkan bahwa ekstrak etanol daun sambung nyawa mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, steroid dan tanin yang mana sesuai dengan penelitian yang sudah diselenggarakan sebelumnya³⁸.

Adanya senyawa flavonoid di dalam ekstrak etanol daun sambung nyawa ditandai dengan terbentuknya warna jingga. Perubahan warna larutan ekstrak menjadi jingga disebabkan oleh penambahan serbuk magnesium yang dapat mereduksi senyawa flavonoid dalam ekstrak sehingga menghasilkan perubahan warna⁵⁷. Terdapat senyawa tanin yang dapat diketahui dari perubahan warna menjadi biru kehitaman atau hijau kehitaman setelah ditambahkan FeCl₃. Perubahan warna ini terjadi karena adanya reaksi antar gugus senyawa fenolik dan tanin dengan FeCl₃⁵⁷. Adanya senyawa alkaloid dalam ekstrak dapat dikonfirmasi dengan terbentuknya endapan putih saat ditambahkan pereaksi Bouchardat Mayer, serta terbentuknya endapan jingga saat ditambahkan pereaksi Dragendroff. hal ini terjadi karena nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam K⁺ dari tetraiodomercurat (II) membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap⁶¹. Selanjutnya, adanya senyawa saponin dalam ekstrak dapat diamati dari pembentukan buih yang bertahan selama 10 menit, dan ketika ditambahkan HCl 2N, buih tersebut tetap stabil. Hal ini terjadi karena adanya glikosida yang

Formulasi Gel

Pada penelitian ini, sediaan gel antioksidan daun sambung nyawa dibuat dengan basis gel *carbopol* karena *carbopol* dapat membentuk gel yang jernih dengan viskositas yang baik dengan penggunaannya hanya dengan konsentrasi yang sedikit serta memiliki viskositas yang baik⁶⁴. Karena sifat *carbopol* yang asam, maka diperlukan penambahan TEA yang berperan sebagai agen pengalkali yang akan mempengaruhi pH sediaan karena TEA dapat menghasilkan suasana basa pada *carbopol*⁶⁴. Humektan yang digunakan adalah gliserin karena sifatnya yang higroskopis yang dapat mengikat air serta menurunkan jumlah air pada kulit yang dapat meningkatkan kelembaban kulit. Penggunaan metil paraben pada sediaan gel yang tinggi kandungan air diperlukan untuk mencegah adanya mikroba maupun pertumbuhan jamur pada sediaan gel⁶⁴.

4.7 Evaluasi Fisik Sediaan Gel

Pengujian sifat fisik pada sediaan dilakukan untuk mengetahui sediaan gel yang dihasilkan apakah sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan, dimana evaluasi sifat fisik sediaan meliputi organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, daya lekat dan viskositas.

4.7.1 Organoleptis

Pengujian organoleptis pada sediaan gel ekstrak etanol daun sambung nyawa dilakukan dengan melihat warna, aroma dan bentuk sediaan. Hasil pengujian organoleptis mampu ditinjau dalam Tabel 10 dan Lampiran 14.

Tabel 10. Hasil Uji Organoleptik Formula

<i>Run</i>	Konsistensi	Bau	Warna
1	Sedikit kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
2	Cair	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
3	Kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
4	Kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
5	Cair	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
6	Kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
7	Kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman
8	Sangat kental	Khas Ekstrak	Hijau kehitaman

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

Hasil pengujian organoleptis yang dilakukan secara visual pada delapan *run* gel, memperoleh hasil bahwa variasi konsentrasi karbopol dan trietanolamin mempengaruhi bentuk sediaan gel namun tidak mempengaruhi warna ataupun bau pada sediaan gel dimana delapan *run* gel yang dihasilkan memiliki warna dan bau yang sama, yaitu berwarna hijau kehitaman dan bau khas ekstrak etanol daun sambung nyawa. Sedangkan kekentalan gel dipengaruhi akibat variasi konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin, sehingga semakin besar konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin yang digunakan maka sediaan gel yang dihasilkan akan semakin kental⁶⁴.

4.7.2 Homogenitas

Pengujian homogenitas memiliki tujuan untuk melihat kompatibilitas zat aktif dalam sediaan gel apakah telah tercampur dengan baik. Syarat homogenitas yang baik adalah sediaan gel harus memperlihatkan susunan yang homogen dengan ditandai tidak terlihatnya partikel kasar sehingga pada saat diaplikasikan pada kulit, sediaan gel dapat tersebar merata⁶⁴. Berdasarkan hasil uji homogenitas pada delapan *run* gel ekstrak daun sambung nyawa didapatkan bahwa semua *run* memiliki homogenitas yang baik. Hal ini dibuktikan dengan tidak adanya gumpalan-gumpalan *carbopol* dan warna yang tidak merata, sehingga dapat dikatakan sediaan baik dan dapat memberikan efek terapi yang baik. Hasil pengujian homogenitas mampu ditinjau dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji Homogenitas

<i>Run</i>	Homogenitas
1	Homogen
2	Homogen
3	Homogen
4	Homogen
5	Homogen
6	Homogen
7	Homogen
8	Homogen

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

4.7.3 Uji pH

Pengujian pH pada sediaan gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan menggunakan alat pH meter. Pengujian pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dari sediaan gel pada saat akan diaplikasikan pada kulit karena pH sediaan gel yang terlalu asam dapat mengiritasi kulit sedangkan pH sediaan gel yang terlalu basa dapat membuat kulit menjadi kering dan bersisik⁶⁴. Hasil pengujian pH pada gel ekstrak daun sambung nyawa mampu ditinjau dalam Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji pH

<i>Run</i>	pH	Syarat
1	8,31	
2	8,91	
3	6,44	
4	7,83	4,5-8
5	8,79	
6	5,97	
7	7,38	
8	6.22	

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh bahwa pH *run* 2, *run* 5 dan *run* 1 merupakan pH yang paling tinggi, hal tersebut dikarenakan formula pada *run* tersebut merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* paling rendah dan konsentrasi trietanolamin paling tinggi. *Run* 3, 4, 6, 7 dan 8 berada pada rentang yang dipersyaratkan. Sedangkan *run* 6 merupakan pH yang paling rendah, dikarenakan konsentrasi *carbopol* yang paling tinggi dan konsentrasi trietanolamin paling rendah. *Carbopol* memiliki sifat yang asam dimana rentang pH *carbopol* yaitu berada pada rentang 2,7 – 3,5 yang apabila konsentrasi *carbopol* semakin tinggi pada suatu sediaan gel, maka sediaan gel yang dihasilkan semakin bersifat asam. Begitu juga sebaliknya dimana semakin tinggi konsentrasi trietanolamin maka semakin basa pula sediaan yang dihasilkan⁶⁴.

Pengaruh konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin terhadap pH sediaan berdasarkan *Simplex Lattice Design* disajikan dalam persamaan sebagai berikut :

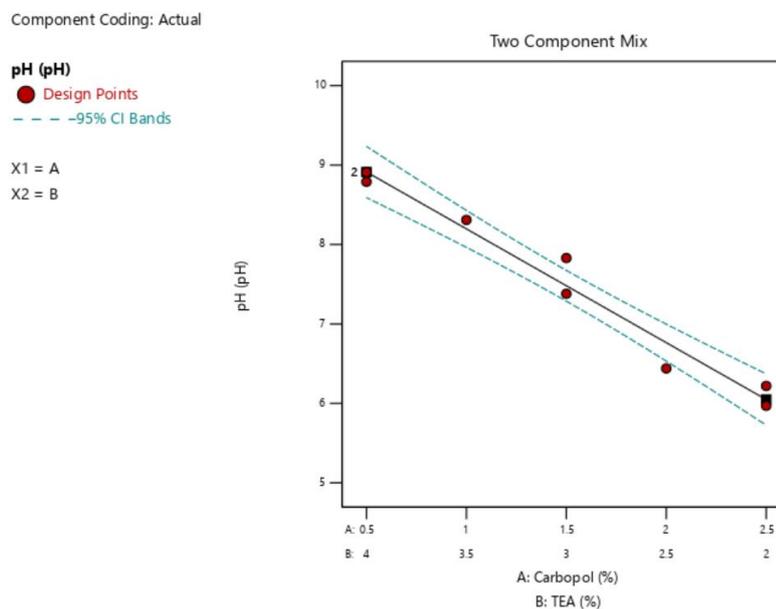
$$\text{pH} = 3,18(\text{A}) + 9,63(\text{B}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

(A) = Konsentrasi *Carbopol*

(B) = Konsentrasi Trietanolamin

Berdasarkan persamaan (1) yang didapatkan dari respon pH dapat dilihat bahwa faktor yang paling berpengaruh ditunjukkan dengan nilai koefisien +9,63 yaitu trietanolamin. Penggunaan *carbopol* dan trietanolamin secara tunggal dapat meningkatkan pH dari sediaan gel yang dihasilkan dimana hal ini berdasarkan nilai positif dari kedua komponen yaitu *carbopol* dan trietanolamin. Pengaruh paling besar yang didapatkan berdasarkan persamaan yaitu trietanolamin dimana sifatnya yang basa sehingga dapat memberi pengaruh yang besar pada kenaikan pH suatu sediaan⁶⁵. Persamaan yang didapatkan melalui *Simplex Lattice Design* merupakan persamaan linear dimana *carbopol* dan trietanolamin memberikan respon positif terhadap pH sediaan.



Gambar 7. Grafik Variasi Dua Komponen Terhadap Respon pH

Model respon pH berdasarkan analisis ANOVA adalah *Linear* dengan nilai *p-value significant* < 0,0001 dan *lack of fit (LoF) not significant* 0,4543. *P-value* harus *significant* dan LoF harus *not significant* yang berarti bahwa model tersebut sesuai dengan data hasil eksperimen.

Berdasarkan grafik, variasi komponen *carbopol* dan trietanolamin terhadap respon pH, didapatkan bahwa formula yang memiliki pH tertinggi merupakan formula dengan konsentrasi trietanolamin yang tertinggi dan *carbopol* terendah, maupun sebaliknya. Menurut penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Dewi *et al* (2021)⁶⁵, trietanolamin mempunyai peran yang besar dalam meningkatkan pH atau sebagai agen pengalkali dalam sediaan gel dengan konsentrasi *carbopol* yang rendah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah diperoleh dimana dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi trietanolamin dan semakin rendah konsentrasi *carbopol*, maka nilai pH akan semakin meningkat.

4.7.4 Uji Viskositas

Uji viskositas gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan dengan menggunakan viscometer viscoQ 300 Anton Paar. Pengujian viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari sediaan gel. Kekentalan sediaan gel dipengaruhi oleh gelling agent yang dipilih dalam formulasi yaitu *carbopol*. Hasil pengujian viskositas mampu ditinjau dalam Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Viskositas

<i>Run</i>	Viskositas (cP)	Syarat
1	2578	
2	288,2	
3	8949	
4	6948	6000-50.000 cP
5	704,4	
6	10470	
7	6868	
8	12300	

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan pada delapan *run* formula, didapat hasil bahwa terdapat 5 *run* yang memenuhi rentang standar viskositas gel yang baik yaitu *run* 3, 4, 6, 7 dan 8. Dimana *run* 8 merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* tertinggi dan memiliki nilai viskositas yang tinggi

yaitu 12300 cP. Sedangkan nilai viskositas sediaan gel yang rendah dan tidak memenuhi persyaratan terdapat pada run 1, 2 dan 5. *Carbopol* merupakan agen pembentuk gel, dimana pada penggunaannya dengan rentang konsentrasi terendah telah dapat membentuk sediaan begitu juga dengan semakin tinggi konsentrasinya maka nilai viskositas sediaan gel akan meningkat⁶⁵.

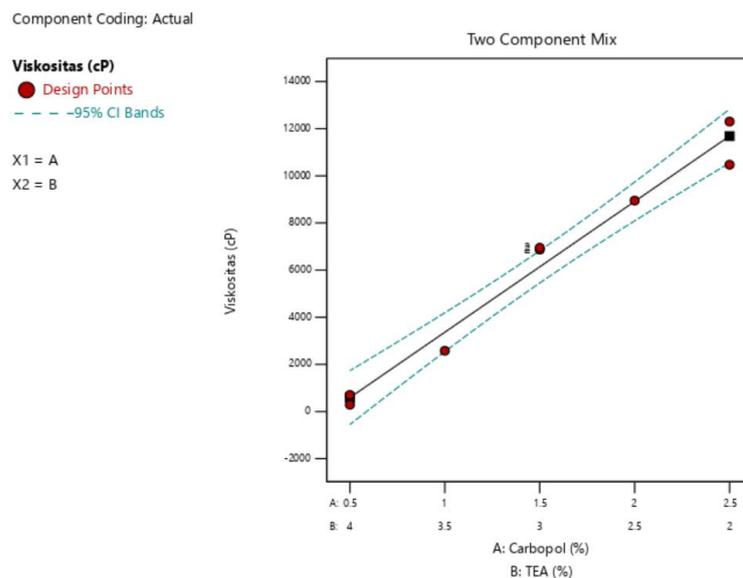
Pengaruh konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin terhadap viskositas sediaan berdasarkan *Simplex Lattice Design* disajikan dalam persamaan sebagai berikut :

$$\text{Viskositas} = 11685,51(A) + 590,89(B) \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

- (A) = Konsentrasi *Carbopol*
- (B) = Konsentrasi Trietanolamin

Berdasarkan persamaan (2) yang didapatkan dari respon viskositas dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi *carbopol* secara tunggal dapat meningkatkan viskositas dari sediaan gel yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien positif pada konsentrasi *carbopol* +11685,51 yang terdapat dalam persamaan dimana pengaruh paling besar diberikan oleh komponen *carbopol* dengan nilai persamaan yang lebih besar daripada trietanolamin. Nilai koefisien trietanolamin dalam persamaan menunjukkan nilai negatif yang berarti bahwa penggunaan trietanolamin yang tidak sesuai maka dapat menurunkan nilai viskositas dalam sediaan gel.



Gambar 8. Grafik Variasi Dua Komponen Terhadap Respon Viskositas

Model respon viskositas berdasarkan analisis ANOVA adalah *Linear* dengan nilai *p-value significant* < 0,0001 dan *lack of fit (LoF) not significant* 0,4596. *P-value* harus *significant* dan LoF harus *not significant* yang berarti bahwa model tersebut sesuai dengan data hasil eksperimen.

Berdasarkan grafik variasi komponen *carbopol* dan trietanolamin terhadap respon viskositas, didapatkan bahwa formula yang memiliki nilai viskositas tertinggi merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* yang tertinggi. Sedangkan nilai viskositas terendah merupakan formula dimana konsentrasi *carbopol*nya juga terendah. Penambahan konsentrasi *carbopol* dalam sediaan gel dapat memberikan respon yang paling besar terhadap nilai viskositas dikarenakan kemampuannya dalam meningkatkan viskositas sediaan gel⁶⁶. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian yang diperoleh dimana semakin tinggi konsentrasi *carbopol*, maka nilai viskositas sediaan gel akan semakin meningkat.

4.7.5 Uji Daya Lekat

Pengujian daya lekat pada sediaan sediaan gel ekstrak daun sambung nyawa bertujuan untuk mengetahui seberapa baik pelekatan sediaan gel saat di aplikasikan pada kulit dimana semakin lama waktu sediaan gel melekat pada kulit, maka akan semakin baik pengikatan antara sediaan dengan kulit sehingga akan meningkatkan penyerapan obatnya secara maksimal⁶⁴. Hasil pengujian daya lekat gel mampu ditinjau dalam Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Daya Lekat

<i>Run</i>	Daya Lekat (detik)	Syarat
1	2,69	
2	1,25	
3	6,89	
4	6.37	>4 detik
5	1,47	
6	7,49	
7	5,81	
8	8,34	

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan pada delapan *run* formula, didapatkan bahwa daya lekat untuk 8 *run* gel berada pada rentang 1-8 detik. Dimana *run* 3, 4, 6, 7 dan 8 telah memenuhi standar daya lekat sediaan gel yang baik yaitu lebih dari 4 detik⁶⁴. Terdapat 3 *run* yang tidak memenuhi persyaratan yaitu *run* 1, 2 dan 5. *Run* 2 dan 5 merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* terendah yang memiliki nilai daya lekat paling cepat yaitu 1,25 dan 1,47 detik. Sedangkan *run* 8 merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* tertinggi yang memiliki nilai daya lekat paling lama yaitu 8,34 detik. Hal ini dapat dipengaruhi oleh konsentrasi *carbopol* dimana semakin tinggi konsentrasi *carbopol* maka dapat meningkatkan daya lekat sediaan gel⁶⁴.

Pengaruh konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin terhadap daya lekat sediaan berdasarkan *Simplex Lattice Design* disajikan dalam persamaan sebagai berikut :

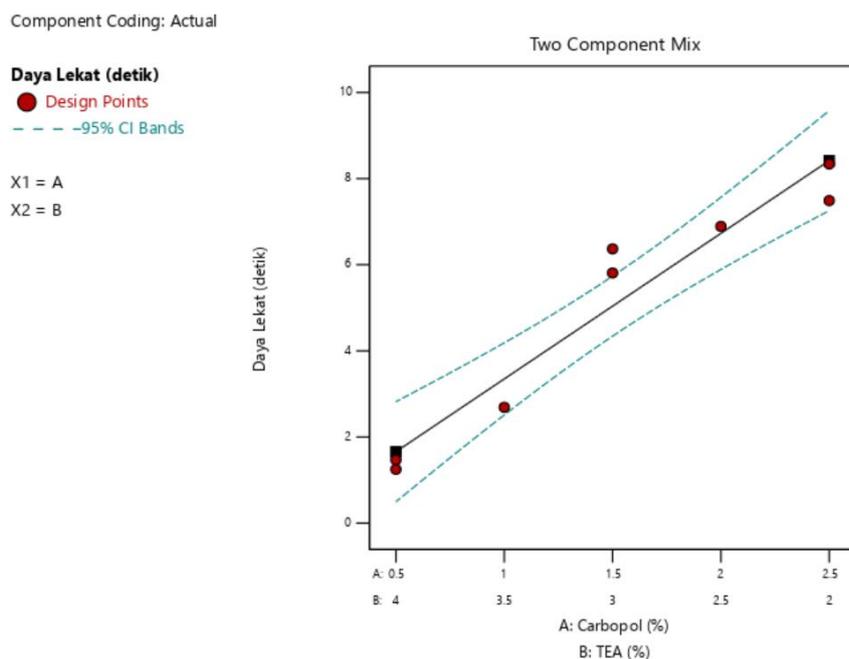
$$\text{Daya Lekat} = 8,42(A) + 1,66(B) \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

(A) = Konsentrasi *Carbopol*

(B) = Konsentrasi Trietanolamin

Berdasarkan persamaan (3) yang didapatkan dari respon daya lekat dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi *carbopol* secara tunggal dapat meningkatkan waktu daya lekat dari sediaan gel yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien positif pada konsentrasi *carbopol* +8,42 yang terdapat dalam persamaan dimana pengaruh paling besar diberikan oleh komponen *carbopol* dengan nilai persamaan yang lebih besar daripada trietanolamin. Nilai koefisien trietanolamin dalam persamaan menunjukkan nilai negatif yang berarti bahwa penggunaan trietanolamin yang tidak sesuai maka dapat menurunkan waktu daya lekat dalam sediaan gel.



Gambar 9. Grafik Variasi Dua Komponen Terhadap Respon Daya Lekat

Model respon pH berdasarkan analisis ANOVA adalah *Linear* dengan nilai *p-value significant* $< 0,0001$ dan *lack of fit (LoF) not significant* $0,0843$. *P-value* harus *significant* dan LoF harus *not significant* yang berarti bahwa model tersebut sesuai dengan data hasil eksperimen.

Berdasarkan grafik variasi komponen *carbopol* dan trietanolamin terhadap respon daya lekat, didapatkan bahwa formula yang memiliki waktu daya lekat tertinggi merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* yang tertinggi. Sedangkan waktu daya lekat terendah merupakan formula dimana konsentrasi *carbopolnya* yang terendah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rakhim dan Ermawati (2024)⁶⁴ mengenai formulasi sediaan gel dengan variasi konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin, perbedaan waktu daya lekat pada tiap *run* gel dipengaruhi oleh konsentrasi *carbopol* dalam sediaan gel dimana semakin besar konsentrasi *carbopol* yang digunakan maka akan memberikan kemampuan waktu daya lekat yang semakin besar pada sediaan gel. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hal tersebut sesuai dengan hasil pengujian yang telah dilakukan dimana semakin tinggi konsentrasi *carbopol* maka waktu daya lekat sediaan akan semakin meningkat.

4.7.6 Uji Daya Sebar

Pengujian daya sebar pada sediaan gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan untuk mengetahui kemampuan gel menyebar pada kulit saat diaplikasikan. Sediaan gel yang baik harus tersebar merata dengan mudah pada saat diaplikasikan karena hal ini berkaitan dengan penyerapan zat aktif obat pada kulit⁶⁴. Hasil pengujian daya sebar terdapat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji Daya Sebar

<i>Run</i>	Daya Sebar (cm)	Syarat
1	6,14	
2	8,87	
3	5,44	
4	5,51	5-7 cm
5	8,69	
6	5,11	
7	5,8	
8	5	

Keterangan :

Konsentrasi *Carbopol* : Trietanolamin (R1=1%:3,5% ; R2=0,5%:4% ; R3=2%:2,5% ; R4=1,5%:3% ; R5=0,5%:4% ; R6=2,5%:2% ; R7=1,5%:3% ; R8=2,5%:2%)

Berdasarkan hasil pengujian daya sebar gel ekstrak daun sambung nyawa yang disajikan pada Tabel 15, didapatkan bahwa sediaan gel yang memenuhi syarat daya sebar yang baik terdapat pada *run* 1, 3, 4, 6, 7 dan 8 dengan rentang daya sebar 5-6 cm. Nilai daya sebar yang paling besar terdapat pada *run* 2 dan 5 dimana konsentrasi *carbopol* yang terdapat dalam sediaan merupakan konsentrasi terendah. Konsentrasi *carbopol* yang semakin rendah dapat meningkatkan daya sebar sediaan begitupun sebaliknya dimana semakin tinggi konsentrasi *carbopol* dalam sediaan maka dapat menurunkan nilai daya sebar sediaan gel.

Pengaruh konsentrasi *carbopol* dan trietanolamin terhadap daya sebar sediaan berdasarkan *Simplex Lattice Design* disajikan dalam persamaan sebagai berikut :

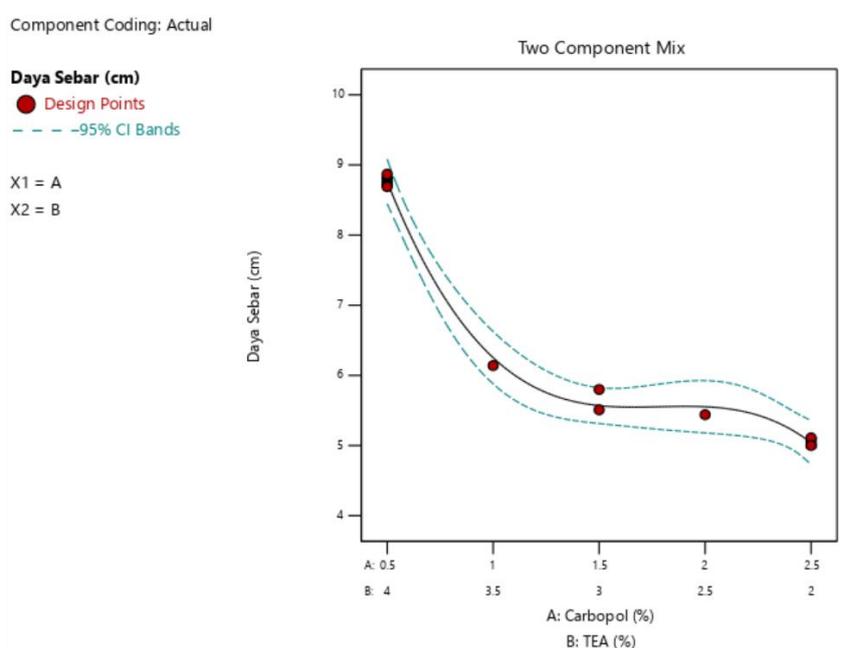
$$\text{Daya Sebar} = 5,04(A) + 8,77(B) - 5,33(AB) + 6,20AB(A-B)) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

(A) = Konsentrasi *Carbopol*

(B) = Konsentrasi Trietanolamin

Berdasarkan persamaan (4) yang didapatkan dari respon daya sebar dapat dilihat bahwa penggunaan *carbopol* dan trietanolamin secara tunggal dapat meningkatkan daya sebar dari sediaan gel. Dimana koefisien trietanolamin ditunjukkan dengan hasil positif pada persamaan dengan nilai koefisien +8,77 yang juga memberikan pengaruh paling besar dibandingkan *carbopol*. Namun, terjadi interaksi yang lebih kompleks antara *carbopol* dan trietanolamin pada respon daya sebar sebagaimana yang ditunjukkan dalam persamaan dengan nilai koefisien yang bernilai negatif.



Gambar 10. Grafik Variasi Dua Komponen Terhadap Respon Daya Sebar

Model respon pH berdasarkan analisis ANOVA adalah *Cubic* dengan nilai *p-value significant* < 0,0001 dan *lack of fit (LoF) not significant* 0,2609. *P-value* harus *significant* dan LoF harus *not significant* yang berarti bahwa model tersebut sesuai dengan data hasil eksperimen.

Berdasarkan grafik variasi komponen *carbopol* dan trietanolamin terhadap respon daya sebar, didapatkan bahwa formula yang memiliki daya sebar terbesar adalah formula dengan konsentrasi *carbopol* yang rendah. Sebaliknya, formula yang memiliki daya sebar yang rendah merupakan formula dengan konsentrasi *carbopol* yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rakhim dan Ermawati (2024)⁶⁴ mengenai formulasi sediaan gel dengan variasi konsentrasi

carbopol dan trietanolamin, konsentrasi *carbopol* dalam sediaan gel mempengaruhi nilai daya sebar dimana semakin besar konsentrasi *carbopol* yang digunakan maka akan menurunkan nilai daya sebar sediaan karena menghasilkan sediaan yang kental sehingga kemampuan penyebarannya semakin menurun. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *carbopol* yang digunakan maka semakin rendah nilai daya sebar yang dihasilkan.

4.8 Penentuan Formula Optimum Gel Ekstrak Daun Sambung Nyawa

Penentuan formula optimal gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan dengan menggunakan *Software Design Expert Versi 13* dengan metode *Simplex Lattice Design*. Optimasi yang digunakan adalah optimasi *numerical*, karena kombinasi bahan yang akan dioptimasi hanya dua komponen. Optimasi dilakukan dengan menentukan nilai (*goal*) yang diinginkan pada setiap masing – masing respon yang meliputi pH, viskositas, daya lekat dan daya sebar. Hasil uji fisik respon yang telah dilakukan selanjutnya akan dianalisis menggunakan *Design Expert Versi 13*.

Kriteria pada respon yang akan peneliti gunakan yaitu *maximize*, *minimize*, *in range*, target atau *equal to*. Kriteria respon formula optimum yang diinginkan tersaji pada Tabel 16.

Tabel 16. Kriteria Formula Optimal

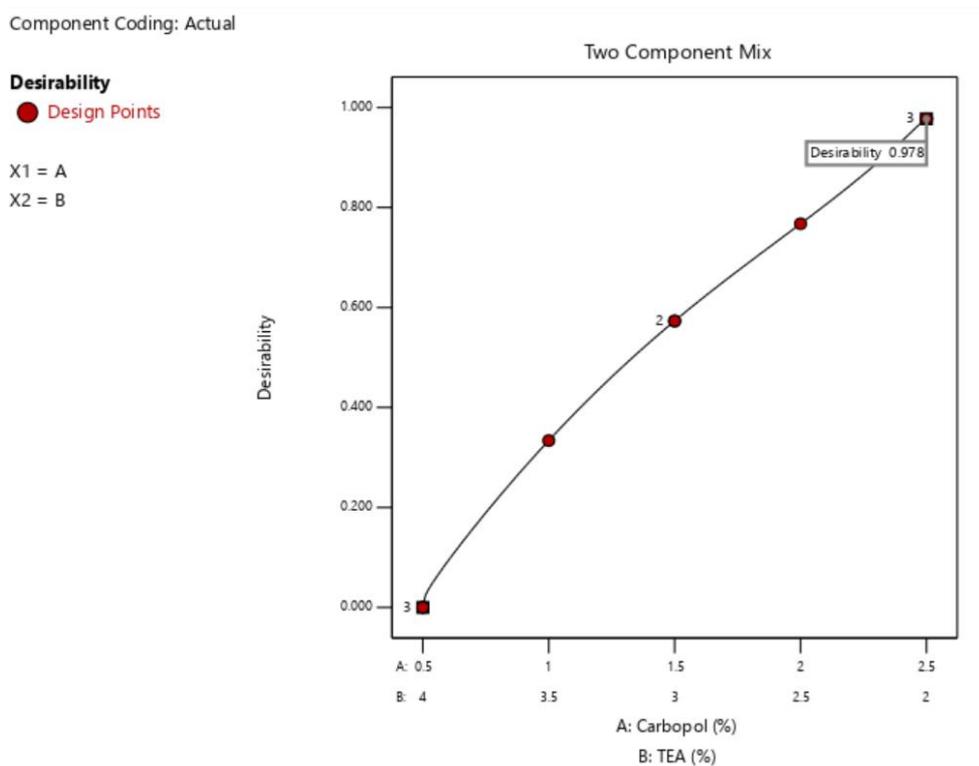
Respon	Target	Range Nilai	Importance
pH	<i>Minimize</i>	5,97 – 8,91	+++
Viskositas (cP)	<i>Maximize</i>	288,2 – 12300 cP	+++
Daya Lekat (detik)	<i>Maximize</i>	1,25 – 8,34 detik	+++
Daya Sebar (cm)	<i>Minimize</i>	5 – 8,87 cm	+++

Keterangan :

Importance (+ = tidak penting, ++ = kurang penting, +++ = penting, ++++ = penting sekali, +++++ = sangat penting sekali)

Semua data yang terdapat pada Tabel 16. di analisis secara *numerical* hingga mendapatkan *solution* dengan nilai *desirability* mendekati 1,0 dimana *solution* yang formulanya mendekati nilai *desirability* 1,0 maka menunjukkan kemampuan program untuk memenuhi keinginan berdasarkan kriteria atau target yang

ditetapkan serta menghasilkan formula yang semakin sempurna. Nilai *desirability* formula optimum mampu ditinjau dalam gambar 11.



Gambar 11. Grafik Variasi Dua Komponen Terhadap Desirability

Berdasarkan grafik variasi dua komponen terhadap *desirability* (gambar 11) dari *Software Simplex Lattice Design* diperoleh titik optimum dengan nilai *desirability* 0,978. Titik formula optimum tersebut memperlihatkan bahwasanya formula optimum sediaan gel ekstrak daun sambung nyawa yang dapat memberikan sifat fisik sediaan yang mendekati ideal adalah *run* 6 dan *run* 8. Formula tersebut merupakan formula dengan kombinasi *carbopol* 2,5% dan trietanolamin 2%. Dimana diprediksi nilai pH 6,049, nilai viskositas 11685,511 cP, nilai daya lekat 8,419 detik dan nilai daya sebar 5,041 cm.

4.9 Verifikasi Formula Optimum Gel Ekstrak Daun Sambung Nyawa

Verifikasi formula optimum gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan dengan membuat formula gel yang optimal sebagaimana direkomendasikan oleh *software* sebanyak 3 kali replikasi. Kemudian dilakukan perbandingan respon prediksi yang ditampilkan pada *Software Simplex Lattice Design* dengan pengujian yang dilakukan (respon aktual). Hasil perbandingan akan dilihat dari segi adanya perbedaan yang bermakna atau tidak antara respon prediksi dan respon aktual. Hasil

verifikasi formula optimal gel ekstrak daun sambung nyawa ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Verifikasi Formula Optimal Gel

Respon Uji Sifat Fisik	Hasil Uji			Rata- Rata±Standar <i>Error Mean</i> (SEM)	Nilai Prediksi
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III		
pH	5,96	6,04	6,11	6,03±0,04	6,049
Viskositas (cP)	11590	11110	11530	11410±150,996 7 cP	11685,511
Daya Lekat (detik)	8,5	8	8,3	8,26±0,14 detik	8,419
Daya Sebar (cm)	4,98	5,03	5	5,003±0,014 cm	5,041

Setelah dilakukan verifikasi formula optimum gel, hasil dari pengujian setiap respon diuji normalitasnya dengan *Saphiro Wilk Test* menggunakan Software SPSS (Lampiran 11). Didapatkan hasil uji normalitas menggunakan *Saphiro Wilk Test* dengan memperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ dimana hal ini memperlihatkan bahwasanya semua data yang diperoleh terdistribusi normal.

Kemudian dilakukan analisis lanjutan dengan analisis statistik *One Sample T-Test* antara respon prediksi dan respon aktual dengan taraf kepercayaan 95%. Dilakukan uji *One Sample T-Test* untuk membandingkan rata – rata suatu variable tunggal dengan nilai konstanta tertentu. Uji ini juga digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata – rata (*mean*) pada suatu populasi (prediksi *software*) dengan rata – rata pada sampel penelitian (respon aktual). Jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan signifikan antara respon prediksi dengan respon aktual. Data analisis *One Sample T-Test* yang dilakukan menggunakan *software* SPSS 20 disajikan pada Tabel 19.

Tabel 18. Hasil Uji One Sample T-Test

Respon	Respon Prediksi	Respon Aktual	Sig.(2- tailed)	Kesimpulan
pH	6,049	6,03±0,04	0,818	Tidak berbeda signifikan
Viskositas	11685,511	11410±150,9967	0,210	Tidak berbeda signifikan
Daya Lekat	8,419	8,26±0,14	0,404	Tidak berbeda signifikan
Daya Sebar	5,041	5,003±0,014	0,122	Tidak berbeda signifikan

Keterangan :

Sig. >0,05 data tidak berbeda signifikan

Sig. <0,05 data berbeda signifikan

Berdasarkan analisis statistik *One Sample T-Test* antara respon prediksi dan respon aktual, didapatkan hasil bahwa nilai signifikansi dari keempat respon aktual lebih besar dari 0,05 (Lampiran 11). Dimana hal tersebut memperlihatkan bahwasanya respon prediksi dan respon aktual tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Dari hasil yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa persamaan yang diperoleh dari *software* adalah persamaan yang valid, hasil prediksi tidak menunjukkan perbedaan terhadap hasil percobaan, serta dapat menentukan formula optimal gel ekstrak daun sambung nyawa dengan variasi konsentrasi *gelling agent carbopol* dan *alkalizing agent* trietanolamin.

4.10 Uji Stabilitas

Uji stabilitas dilakukan dengan metode sentrifugasi. Pengujian stabilitas bertujuan untuk melihat kestabilan sediaan gel dari ketercampuran zat terhadap getaran yang sangat kuat dengan mengamati apakah terjadi pemisahan fase dari sediaan. Efek gaya sentrifugal yang diberikan ini setara dengan gaya gravitasi yang diterima sediaan uji selama setahun. Uji sentrifugasi gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan dengan memasukkan gel formula optimal ke dalam tabung sentrifus dan disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 30 menit. Hasil uji sentrifugasi yang diperoleh adalah sediaan gel formula optimal tidak mengalami pemisahan fase (sineresis) dimana hal ini memperlihatkan bahwasanya sediaan gel yang dihasilkan stabil selama kurang lebih satu tahun⁵⁵.

4.11 Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan dengan menggunakan metode DPPH karena metode pengujian ini mudah untuk

dilakukan, sederhana, cepat dan memiliki kepekaan yang tinggi dalam mengevaluasi potensi antioksidan dalam meredam radikal bebas. Parameter uji DPPH dinyatakan dengan parameter IC_{50} (*Inhibition Concentration 50*) artinya konsentrasi antioksidan yang digunakan dalam mengurangi konsentrasi DPPH sebanyak 50% di mana semakin kecil atau sedikit nilainya maka semakin besar aktivitas antioksidannya²⁶.

Pengujian DPPH dilakukan berdasarkan pada pengukuran penentuan absorbansi DPPH pada panjang gelombang maksimum 517 nm. Aktivitas antioksidan ditandai dengan adanya perubahan warna yang terjadi pada sampel yang semula berwarna ungu kemudian berubah menjadi warna kuning, dimana warna kuning terbentuk setelah penambahan DPPH dikarenakan adanya senyawa yang dapat mendonorkan atom hidrogen di dalam sampel, sehingga molekul DPPH tereduksi dan diikuti dengan menghilangnya warna ungu dari larutan DPPH⁶⁷.

Hasil pengujian aktivitas antioksidan yang dilakukan pada ekstrak daun sambung nyawa dan sediaan gel pada formula optimum disajikan pada Tabel 19.

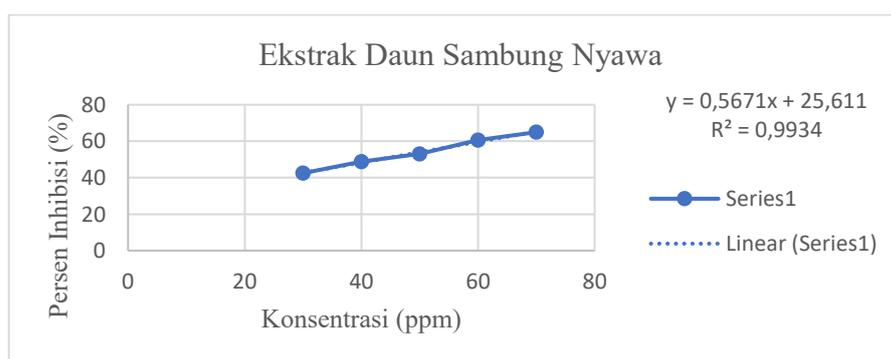
Tabel 19. Hasil Pengujian Antioksidan

Sampel	IC₅₀ (ppm)
Vitamin C	22,93
Ekstrak Daun	43
Sambung Nyawa	
Gel Ekstrak	54,78
Optimal	

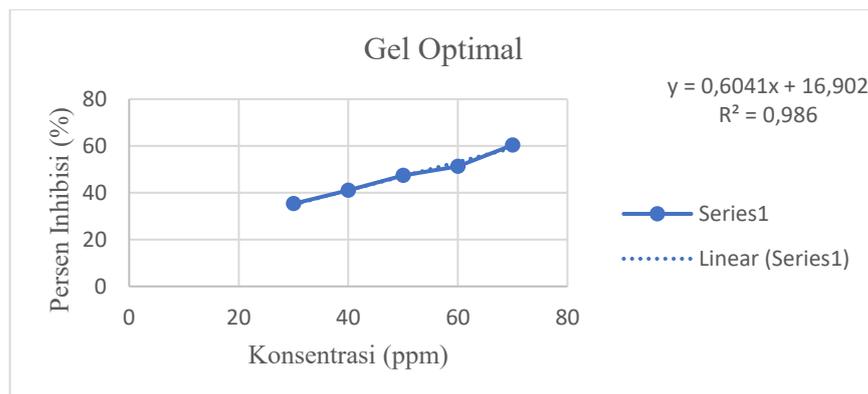
Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diselenggarakan, terjadi penurunan nilai absorbansi DPPH yang diberi sampel pada setiap kenaikan konsentrasi. Penurunan nilai absorbansi DPPH menandai bahwa terjadinya peredaman radikal DPPH oleh sampel uji. Dimana penurunan nilai absorbansi juga menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dari ekstrak daun sambung nyawa dan gel optimal. Selain itu, terjadi kenaikan persen peredaman seiring bertambahnya nilai konsentrasi yang memperlihatkan bahwasanya terdapat hubungan antara kenaikan konsentrasi sampel uji dengan peningkatan peredaman radikal bebas⁶⁸. Hasil

penelitian pada Tabel 19. memperlihatkan bahwasanya vitamin C memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat karena berada pada rentang 0-50 ppm. Sedangkan nilai IC_{50} ekstrak daun sambung nyawa lebih besar dari nilai IC_{50} vitamin C yang dapat diartikan bahwa aktivitas antioksidan dari vitamin C lebih kuat dibandingkan ekstrak daun sambung nyawa, Hal ini dikarenakan vitamin C merupakan antioksidan alami yang memiliki aktivitas antioksidan kategori sangat kuat dalam mereduksi radikal bebas⁴⁹. Ekstrak daun sambung nyawa memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat karena berada pada rentang 0-50 ppm dengan nilai IC_{50} yaitu 43. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ferdinal *et al* (2023)⁷ mengenai aktivitas antioksidan dari ekstrak daun sambung nyawa dimana hasil IC_{50} ekstrak daun sambung nyawa berada pada kategori sangat kuat yaitu 15,01 ppm. Perbedaan hasil pengujian aktivitas antioksidan dari ekstrak daun sambung nyawa berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun sambung nyawa, tempat tumbuh tanaman, komposisi tanah, suhu, dan perbandingan pelarut yang digunakan^{7,38}.

Nilai IC_{50} diperoleh dari hubungan antara persen inhibisi dengan konsentrasi dengan persamaan $y = ax + b$. Dimana $y = 50$ dan x merupakan konsentrasi larutan uji yang mampu menghambat 50% larutan radikal bebas⁶⁷. Hubungan antara konsentrasi sampel ekstrak daun sambung nyawa dengan peredaman radikal bebas disajikan dalam grafik persamaan regresi linier pada Gambar 12 dan 13.



Gambar 12. Grafik Hubungan Konsentrasi Ekstrak Daun Sambung Nyawa Dengan Persen Inhibisi



Gambar 13. Grafik Hubungan Konsentrasi Gel Ekstrak Optimal Dengan Persen Inhibisi

Grafik pada Gambar 12 dan 13, memperlihatkan bahwasanya pengujian aktivitas antioksidan ekstrak daun sambung nyawa dan gel optimal yang dibuat dengan menggunakan lima variasi konsentrasi sampel dengan tiga kali pengulangan pengukuran untuk mengetahui aktivitas antioksidan sampel. Diperoleh grafik persen inhibisi dengan hasil persamaan regresi linier antara persen inhibisi dengan konsentrasi ekstrak memperoleh persamaan kurva baku $y = ax + b$, dimana $y = 0,5671 + 25,611$ dan diperoleh nilai $R^2 = 0,9934$. Sedangkan hasil persamaan regresi linier antara persen inhibisi dengan konsentrasi gel optimal memperoleh persamaan kurva baku dimana $y = 0,6041 + 16,902$ dan diperoleh nilai $R^2 = 0,986$. Nilai R^2 menggambarkan hubungan yang linier antara konsentrasi ekstrak dengan persen inhibisi dimana nilai R^2 yang semakin mendekati 1 menandakan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi sampel, maka semakin meningkat pula aktivitas antioksidannya⁶⁹. Sebaliknya, apabila nilai R^2 semakin mendekati 0 maka semakin rendah aktivitas antioksidannya. Maka dapat disimpulkan bahwa penelitian yang sudah diselenggarakan menghasilkan R^2 baik pada ekstrak daun sambung nyawa maupun pada gel optimal menunjukkan nilai R^2 mendekati 1 yang memperlihatkan bahwasanya grafik yang dihasilkan linier.

Dari hasil pengujian aktivitas antioksidan formula optimal gel, dilakukan analisis statistik menggunakan *One-Way ANOVA* yang bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan pada formula optimal gel, ekstrak daun sambung nyawa dan vitamin C. Dilakukan uji normalitas terlebih dahulu untuk memastikan bahwa data sudah terdistribusi normal dimana didapatkan hasil uji normalitas secara berurutan yaitu 0,996; 0,301; 0,069

yang berarti bahwa data terdistribusi normal karena memiliki nilai $p > 0,05$. Hasil uji homogenitas memperlihatkan bahwasanya data terdistribusi homogen dengan nilai sig. 0,06 atau $p > 0,05$. Selanjutnya dilakukan uji *One-Way ANOVA* yang menghasilkan nilai sig. 000 atau $p < 0,05$ dan dapat diartikan bahwa nilai IC_{50} yang dihasilkan terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil uji duncan, nilai IC_{50} tertinggi terdapat pada vitamin C dibandingkan nilai IC_{50} ekstrak daun sambung nyawa dan formula optimal gel.

Pengujian aktivitas antioksidan pada formula optimum gel ekstrak daun sambung nyawa dilakukan untuk memastikan apakah masih terdapat aktivitas antioksidan setelah dibuat menjadi sediaan dengan penambahan bahan – bahan pada pembuatan sediaan gel. Hasil penelitian memperlihatkan bahwasanya nilai IC_{50} gel optimal yaitu 54,74 ppm. Hal ini dapat diartikan bahwa aktivitas antioksidan berada pada kategori kuat yang berada pada rentang 50-100 ppm. Namun, terjadi penurunan nilai IC_{50} ekstrak daun sambung nyawa setelah dibuat menjadi sediaan gel. Menurunnya aktivitas antioksidan dalam sediaan dapat dipengaruhi oleh salah satu bahan penyusun gel yaitu *carbopol*. Peningkatan keasaman yang dipengaruhi oleh semakin tingginya konsentrasi *carbopol* dapat menurunkan aktivitas antioksidan karena senyawa fenolik menjadi lebih stabil dan sulit melepaskan proton untuk berikatan dengan DPPH. Selain itu *carbopol* dapat menghasilkan viskositas yang tinggi dalam konsentrasi yang rendah, dimana viskositas dapat mempengaruhi laju pelepasan dan penyerapan obat, semakin kental sediaan gel yang dihasilkan maka semakin lama penyerapannya, maka dari itu aktivitas antioksidannya akan menurun⁶³. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muadifah *et al* (2024)⁷⁰ mengenai formulasi gel antioksidan ekstrak daun kapuk dimana ekstrak daun kapuk yang diuji aktivitas antioksidannya memiliki nilai IC_{50} 67,40 ppm. Namun setelah dibuat dalam sediaan gel, nilai IC_{50} menjadi 110,06 ppm.