

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Determinasi tanaman

Determinasi tanaman pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan, Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tanggal 18 Mei 2022 dengan nomor pendaftaran 084/S.Tb/V/2022. Berdasarkan hasil determinasi tersebut, tanaman yang digunakan yaitu daun tayuman (*Bauhinia purpurea* L.).

2. Penyiapan simplisia

Pada penelitian ini penyiapan simplisia dilakukan dalam beberapa proses yaitu : proses pemanenan (pengumpulan daun), sortasi basah dan pencucian, perajangan, pengeringan, dan penyerbukan. Proses pemanenan daun dilakukan pada pukul 07.00-09.00 WIB pagi hari dengan mengambil bagian daun yang masih muda dan segar pada bagian pucuk urutan ke-2 sampai ke-4. Berdasarkan hasil pemanenan, diperoleh daun sebanyak 2,5 kg. Proses pemanenan dilakukan pada pagi hari, karena kondisi daun pada saat itu masih segar dan hijau, dimana belum terjadi proses fotosintesis sehingga zat aktif yang ada pada daun masih tinggi (Yuliani & Dienina, 2015). Proses sortasi basah dan pencucian dilakukan dengan membersihkan daun menggunakan air yang mengalir sampai bersih, tujuannya ialah untuk menghilangkan kotoran atau partikel asing yang ada pada daun. Proses perajangan dilakukan dengan cara memotong daun menjadi kecil-kecil, kemudian daun diangin-angikan di dalam ruangan. Proses perajangan dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan, dimana apabila semakin kecil ukuran simplisia maka air yang terkandung didalamnya akan lebih mudah berdifusi keluar sehingga simplisia menjadi lebih cepat kering (Efendi, 2019). Proses pengeringan dilakukan di dalam oven pada suhu 40°C sampai diperoleh simplisia kering yang ditandai dengan kadar air <10% dan daun yang mudah

hancur saat diremas. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam simplisia dan mencegah tumbuhnya mikroorganisme yang tidak diinginkan (Warnis dkk., 2020). Proses penyerbukan dilakukan dengan menggunakan grinder sampai diperoleh simplisia dalam bentuk serbuk, kemudian simplisia diayak menggunakan ayakan mesh 40 untuk memperoleh serbuk yang lebih halus dan disimpan di dalam wadah tertutup rapat.

3. Ekstraksi sampel

Ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode ultrasonikasi dengan frekuensi 40 kHz. Dengan menggunakan ultrasonikasi proses ekstraksi dapat dipercepat karena adanya gelombang ultrasonik yang akan menghasilkan getaran yang akan memecah dinding sel sampel tanaman, sehingga isi yang terkandung di dalamnya akan mudah keluar (Sholihah dkk., 2017). Dalam penelitian ini digunakan etanol 70% sebagai pelarut, karena etanol merupakan salah satu pelarut yang bersifat polar yang dapat melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat polar juga. Perbedaan konsentrasi etanol dapat mempengaruhi kelarutan zat aktif, dimana jika pelarut yang digunakan memiliki tingkat kepolaran yang sama maka zat aktif akan terlarut dengan baik. Dalam hal ini etanol 70% lebih efektif digunakan untuk melarutkan senyawa fenolik dan flavonoid karena memiliki tingkat kepolaran yang tinggi (Suhendra dkk., 2019).

Daun tayuman diekstraksi dengan metode ultrasonikasi menggunakan pelarut etanol 70% pada suhu dan waktu yang sesuai dengan kombinasi perlakuan yang diperoleh dari hasil analisis menggunakan RSM pada **Tabel 6**. Setelah proses ekstraksi selesai, ekstrak disaring menggunakan vakum *buchner* dan kertas saring untuk memisahkan residu dengan larutannya. Filtrat yang didapatkan kemudian dipekatkan menggunakan penangas air pada suhu 50°C untuk memperoleh ekstrak kental. Setelah ekstrak kental didapat kemudian dihitung persen rendemen nya. Perhitungan persen rendemen dilakukan untuk mengetahui perbandingan jumlah ekstrak yang diperoleh dari suatu bahan dengan berat awal simplisia, dan juga untuk menentukan jumlah zat aktif yang

ada di dalam bahan yang diekstraksi. Data rendemen dari penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Data rendemen daun *B.purpurea*

No	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Bobot awal (gram)	Bobot ekstrak kental (gram)	Rendemen (%)
1	20	15	10	0,974	9,74
2	50	15	10	0,375	3,75
3	20	60	10	0,639	6,39
4	50	60	10	0,835	8,35
5	35	37,5	10	0,845	8,45
6	35	37,5	10	1,105	11,05
7	35	37,5	10	1,03	10,3
8	13,786	37,5	10	1,024	11,65
9	56,213	37,5	10	0,578	5,78
10	35	5,680	10	1,266	12,66
11	35	69,319	10	1,002	10,02
12	35	37,5	10	0,952	9,52
13	35	37,5	10	1,165	10,24
14	35	37,5	10	0,987	9,87

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan nilai rendemen yang berkisar antara 3,75% hingga 12,66%. Rendemen terendah ada pada perlakuan ke-2 dengan suhu 50°C dan waktu 15 menit, sedangkan rendemen tertinggi ada pada perlakuan ke-10 dengan suhu 35°C dan waktu 5,680 menit. Semakin tinggi nilai rendemen yang diperoleh maka semakin baik (optimal), karena semakin banyak komponen zat aktif yang terekstraksi dari ekstrak (Senduk dkk., 2020).

4. Uji fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif yang terkandung di dalam daun tayuman. Skirining fitokimia pada penelitian ini dilakukan menggunakan droplet, hal ini dikarenakan ekstrak yang didapatkan hanya sedikit. Skrining fitokimia dilakukan dengan menimbang ekstrak sebanyak 200 mg kemudian dilarutkan dengan masing-masing pelarut yang sesuai dengan tiap uji. Ekstrak yang telah dilarutkan dimasukkan ke dalam droplet dan ditetesi dengan masing-masing pereaksi yang ada. Hasil skrining fitokimia daun tayuman dapat dilihat pada **Tabel 8**. Ekstrak etanol daun tayuman positif mengandung senyawa fenolik, flavonoid, tanin, steroid dan

alkaloid, tetapi negatif mengandung senyawa saponin, karena senyawa saponin yang ada di dalam ekstrak hanya sedikit sehingga tidak dapat terdeteksi. Penelitian Aryantini (2021), juga menunjukkan bahwa daun tayuman mengandung senyawa aktif fenolik, flavonoid dan tanin.

Tabel 8. Hasil skrining fitokimia daun *B.purpurea*

No	Sampel	Senyawa						
		Fenolik	Flavonoid	Tanin	Saponin	Steroid	Alkaloid (mayer)	Alkaloid (dragendorff)
1	20°, 15'	+++++	++++	+++++	-	++++	+++	+++++
2	50°, 15'	++++	+++	++++	-	+++	+++	+++
3	20°, 60'	++++	+++	++++	-	+++	+++	++++
4	50°, 60'	+++	++	+++	-	+++	+++	+++
5	35°, 38'	+++	+++	+++	-	+++++	+++	+++
6	35°, 38'	+++	++++	+++	-	+++++	+++	++++
7	35°, 38'	++++	++++	++++	-	++++	+++	+++
8	14°, 38'	++++	++++	++++	-	+++++	+++	++++
9	56°, 38'	+++	++	+++	-	++++	+++	+++
10	35°, 6'	+++++	++++	+++++	-	+++++	+++	+++++
11	35°, 69'	+++	+++	+++	-	+++++	+++	+++
12	35°, 38'	+++++	+++++	+++++	-	+++	+++	++++
13	35°, 38'	++++	+++++	++++	-	++++	+++	++++
14	35°, 38'	++++	++++	++++	-	++++	+++	++++

Keterangan :

Tanda (+++++) = mengandung senyawa dengan intensitas warna sangat kuat

Tanda (++++) = mengandung senyawa dengan intensitas warna kuat

Tanda (++++) = mengandung senyawa dengan intensitas warna sedang

Tanda (++) = mengandung senyawa dengan intensitas warna lemah

Tanda (+) = mengandung senyawa dengan intensitas warna sangat lemah

Tanda (-) = tidak mengandung senyawa

Pengamatan senyawa flavonoid dilakukan dengan menambahkan serbuk magnesium dan HCl pada ekstrak. Berdasarkan hasil pengamatan, daun tayuman positif mengandung flavonoid yang ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning. Perubahan warna ini disebabkan oleh reduksi antara flavonoid dengan logam magnesium dan terbentuknya garam flavilium (Yanti & Vera, 2019).

Pengamatan senyawa fenolik dan tanin dilakukan dengan menambahkan larutan FeCl₃ 1% pada ekstrak. Berdasarkan hasil pengamatan, daun tayuman positif mengandung fenolik dan tanin yang ditunjukkan dengan terbentuknya warna

hijau kehitaman. Pada uji fenolik warna yang terbentuk disebabkan oleh reaksi antara FeCl_3 dengan senyawa fenol, dimana ion Fe^{3+} mengalami hibridisasi. Pada uji tanin warna yang terbentuk disebabkan oleh reaksi antara FeCl_3 dengan salah satu gugus hidroksil pada senyawa tanin, dimana senyawa tanin terkondensasi karena penambahan FeCl_3 (Manongko dkk., 2020).

Pengamatan senyawa steroid dilakukan dengan menambahkan kloroform pada ekstrak kemudian ditambahkan dengan larutan CH_3COOH anhidrat dan H_2SO_4 pekat. Fungsi dari kloroform adalah untuk melarutkan senyawa steroid dalam ekstrak karena steroid dapat larut dalam pelarut yang non polar. Penambahan larutan CH_3COOH anhidrat ditujukan untuk membentuk senyawa turunan asetil, dan penambahan H_2SO_4 pekat ditujukan untuk menghidrolisis air yang bereaksi dengan turunan asetil. Berdasarkan hasil pengamatan, daun tayuman positif mengandung steroid yang ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru atau hijau, hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi oksidasi pada senyawa steroid yang ada di dalam ekstrak melalui pembentukan ikatan rangkap terkonjugasi (Sulistyarini dkk., 2019).

Pengamatan senyawa alkaloid dilakukan dengan melarutkan ekstrak menggunakan HCl. Dalam hal ini, kelarutan senyawa alkaloid akan meningkat apabila dilarutkan dengan HCl, karena HCl akan bereaksi dengan senyawa alkaloid membentuk garam yang mudah larut dalam air. (Ergina dkk., 2014). Pada pengamatan senyawa alkaloid masing-masing ekstrak diuji dengan menambahkan pereaksi mayer dan dragendorff. Berdasarkan hasil pengamatan, daun tayuman positif mengandung senyawa alkaloid yang ditunjukkan dengan terbentuknya endapan putih pada uji mayer dan endapan merah bata pada uji dragendorff. Endapan putih yang terbentuk pada uji mayer disebabkan karena terjadi reaksi antara ion logam K^+ dari tetraiodomerkurat (II) dengan gugus nitrogen yang ada pada alkaloid, sehingga terbentuk senyawa kompleks kalium alkaloid yang memberikan endapan berwarna putih. Endapan merah bata pada uji dragendorff disebabkan karena terjadi reaksi antara ion logam K^+ dari kalium tetraiodobismutat (III) dengan gugus nitrogen yang ada pada alkaloid, sehingga terbentuk ikatan kovalen koordinat yang memberikan endapan berwarna merah bata (Yanti & Vera,

2019). Pada pengamatan senyawa saponin ekstrak daun tayuman tidak menunjukkan adanya busa ketika ditetesi oleh HCl, hal ini berarti daun tayuman negatif mengandung senyawa saponin.

Dari hasil skrining fitokimia dapat dilihat bahwa daun tayuman memiliki potensi sebagai bahan aktif tabir surya karena mengandung senyawa fenolik, flavonoid dan tanin. Senyawa fenolik berfungsi untuk melindungi kulit dari paparan sinar matahari dengan memantulkan sinar UV yang dihasilkan oleh ROS (*Reactive Oxygen Species*) (Suryadi dkk., 2021). Senyawa fenolik berfungsi untuk mencegah efek berbahaya dari sinar UV atau paling tidak dapat mengurangi kerusakan kulit karena merupakan antioksidan yang kuat. Senyawa tanin berfungsi untuk melindungi kulit dari kerusakan oleh radikasi bebas yang disebabkan sinar UV, dimana tanin merupakan antioksidan potensial (Purwaningsih dkk., 2015).

5. Penentuan Nilai SPF

Nilai SPF ekstrak daun tayuman ditentukan secara *in vitro* menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Nilai SPF pertama kali ditentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang 290-320 nm dengan interval tiap 5 nm, kemudian hasil absorbansi yang didapat dihitung dengan rumus Mansur dkk, (1986). Hasil penentuan nilai SPF pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Nilai SPF daun *B.purpurea*

No	Sampel	SPF (Rata-rata ± SEM)
1	20°, 15'	18,839 ± 0,005
2	50°, 15'	13,397 ± 0,004
3	20°, 60'	13,025 ± 0,003
4	50°, 60'	20,919 ± 0,006
5	35°, 37.5'	11,795 ± 0,003
6	35°, 37.5'	16,758 ± 0,007
7	35°, 37.5'	19,165 ± 0,001
8	13.786°, 37.5'	23,205 ± 0,003
9	56.213°, 37.5'	15,664 ± 0,004
10	35°, 5.680'	14,215 ± 0,071
11	35°, 69.319'	17,467 ± 0,013
12	35°, 37.5'	18,265 ± 0,005
13	35°, 37.5'	14,113 ± 0,001
14	35°, 37.5'	18,839 ± 0,005

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan nilai SPF yang berkisar antara 11,795 hingga 23,205. Nilai SPF terendah ada pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37.5 menit, sedangkan nilai SPF tertinggi ada pada perlakuan ke-8 dengan suhu 13,786°C dan waktu 37,5 menit. Semakin tinggi nilai SPF yang diperoleh maka semakin baik (optimal), karena lebih efektif dalam melindungi kulit dari paparan sinar UV (Widyawati dkk., 2019).

6. Penentuan %Te dan %Tp

Nilai %Te dan %Tp ekstrak daun tayuman ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Nilai %Te dan %Tp pertama kali ditentukan dengan mengukur absorbansi ekstrak pada panjang gelombang 290-370 nm dengan interval tiap 5 nm, kemudian hasil absorbansi yang didapat dihitung dengan rumus yang telah ditentukan. Hasil penentuan %Te dan %Tp pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Nilai %Te dan %Tp daun *B.purpurea*

No	Sampel	%Te (Rata-rata ± SEM)	%Tp (Rata-rata ± SEM)
1	20°, 15'	1,135 ± 0,001	7,099 ± 0,007
2	50°, 15'	4,192 ± 0,005	13,618 ± 0,018
3	20°, 60'	4,518 ± 0,004	13,485 ± 0,005
4	50°, 60'	0,711 ± 0,001	4,895 ± 0,009
5	35°, 37.5'	6,091 ± 0,004	17,571 ± 0,006
6	35°, 37.5'	1,881 ± 0,003	8,927 ± 0,034
7	35°, 37.5'	1,073 ± 0,001	7,004 ± 0,003
8	13.786°, 37.5'	0,409 ± 0,000	5,431 ± 0,003
9	56.213°, 37.5'	2,446 ± 0,003	10,731 ± 0,007
10	35°, 5.680'	3,435 ± 0,055	13,187 ± 0,335
11	35°, 69.319'	1,600 ± 0,005	8,081 ± 0,006
12	35°, 37.5'	1,335 ± 0,002	7,212 ± 0,011
13	35°, 37.5'	3,533 ± 0,002	12,911 ± 0,002
14	35°, 37.5'	1,552 ± 0,002	8,432 ± 0,28

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan nilai %Te yang berkisar antara 0,409% hingga 6,091%. Nilai %Te terendah ada pada perlakuan ke-8 dengan suhu 13,786°C dan waktu 37,5 menit, sedangkan nilai %Te tertinggi ada pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37,5 menit. Untuk nilai %Tp pada penelitian ini berkisar antara 4,895% hingga 17,571%. Nilai %Tp terendah ada

pada perlakuan ke-4 dengan suhu 50°C dan waktu 60 menit, sedangkan nilai %Tp tertinggi ada pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37,5 menit. Semakin kecil nilai %Te dan %Tp yang diperoleh maka semakin baik (optimal), karena semakin sedikit menyerap sinar UV yang dapat menyebabkan eritema dan pigmentasi pada kulit (Rosyidi dkk., 2018).

7. Analisis Data

a. Respon Rendemen

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan tujuan untuk mengetahui apakah variabel bebas dalam penelitian ini memiliki pengaruh yang signifikan atau tidak. **Gambar 5** menunjukkan hasil pembacaan menggunakan analisa ANOVA.

Response Surface Regression: Rendemen versus Blocks; Suhu; Waktu					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	58.6297	9.7716	4.01	0.046
Blocks	1	9.7946	9.7946	4.01	0.085
Linear	2	19.7790	9.8895	4.05	0.068
Suhu	1	19.0080	19.0080	7.79	0.027
Waktu	1	0.7710	0.7710	0.32	0.592
Square	2	13.2554	6.6277	2.72	0.134
Suhu*Suhu	1	13.2104	13.2104	5.41	0.053
Waktu*Waktu	1	0.0046	0.0046	0.00	0.967
2-Way Interaction	1	15.8006	15.8006	6.48	0.038
Suhu*Waktu	1	15.8006	15.8006	6.48	0.038
Error	7	17.0781	2.4397		
Lack-of-Fit	3	13.2371	4.4124	4.60	0.087
Pure Error	4	3.8409	0.9602		
Total	13	75.7077			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.56196	77.44%	58.11%	0.00%

Gambar 5. Regresi *Response Surface* antara Rendemen vs Suhu dan Waktu

Pada gambar di atas diperoleh *p-value* pada model sebesar 0,046 (<0,05) dimana nilai ini menunjukkan bahwa data model tersebut valid dan signifikan. Hal ini berarti model formula yang digunakan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon nilai rendemen. Pada gambar tersebut juga terdapat nilai *Lack of fit* yang merupakan penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model, nilai ini digunakan untuk mengetahui ketidaksesuaian data respon dari model yang dihasilkan (Muki dkk., 2020). Pengujian ini dilakukan dengan melihat nilai *p-value* yang dihasilkan pada

baris *lack of fit*. Nilai *p-value* untuk uji *Lack of fit* diperoleh sebesar 0,087 ($>0,05$) yang menyatakan bahwa model yang dihasilkan cocok untuk memprediksikan kondisi proses ekstraksi yang menghasilkan nilai rendemen optimum. Terdapat juga nilai koefisien determinasi R^2 (*R-squared*) sebesar 77,44%. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 77,44% nilai rendemen dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, sedangkan sisanya sebesar 22,56% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model penelitian. Dari gambar tersebut juga terdapat nilai *R-square (adjusted)* dan *R-square (pred)* berturut-turut sebesar 58,11% dan 0,00%. Hal ini menyatakan bahwa model respon nilai rendemen tidak memenuhi kriteria karena selisih keduanya lebih dari 20%, dimana nilai selisih yang direkomendasikan adalah kurang dari 20% (Prabudi dkk., 2018). Model persamaan yang diperoleh pada respon rendemen dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y = 14,40 + 0,093X_1 - 0,216X_2 - 0,00594X_1^2 + 0,00005X_2^2 + 0,00589X_1X_2$$

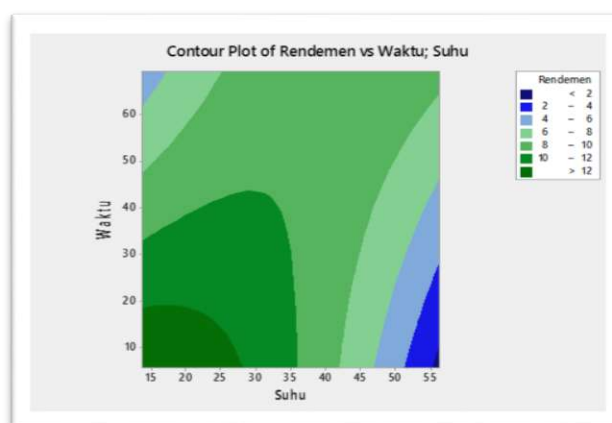
Keterangan:

Y = rendemen ekstraksi daun *B.purpurea* yang dihasilkan

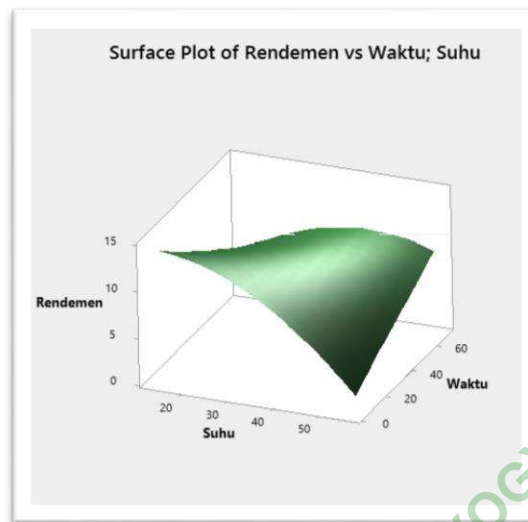
X_1 = suhu ($^{\circ}\text{C}$)

X_2 = waktu (menit)

Persamaan di atas menunjukkan bahwa respon nilai rendemen dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, serta interaksi keduanya, yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif pada model.



Gambar 6. *Contour Plot 2D* Respon Rendemen vs Suhu dan Waktu



Gambar 7. *Surface Plot* Respon Rendemen vs Suhu dan Waktu

Gambar 6 merupakan grafik *countour plot* yang dimaksudkan untuk menggambarkan pengaruh dari kombinasi suhu dan waktu terhadap nilai rendemen dengan menunjukkan warna yang berbeda. Grafik *countour plot* pada **Gambar 6** tersebut menunjukkan bahwa nilai rendemen yang dihasilkan berbeda-beda dengan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi yang bervariasi. Semakin gelap area, maka semakin tinggi persentase nilai rendemen yang didapatkan. Oleh sebab itu, warna hijau tua menunjukkan area yang mencapai titik optimum (hasil maksimal) yaitu 12% atau lebih. Pada **Gambar 7** merupakan grafik *surface plot* yang memvisualisasikan besarnya respon masing-masing perlakuan yang berbeda melalui kelengkungan grafik 3D.

b. Respon SPF

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). **Gambar 8** menunjukkan hasil pembacaan menggunakan analisa ANOVA.

Response Surface Regression: SPF versus Blocks; Suhu; Waktu					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	76.162	12.694	1.46	0.314
Blocks	1	3.145	3.145	0.36	0.567
Linear	2	13.403	6.702	0.77	0.498
Suhu	1	8.431	8.431	0.97	0.358
Waktu	1	4.972	4.972	0.57	0.474
Square	2	15.152	7.576	0.87	0.459
Suhu*Suhu	1	12.526	12.526	1.44	0.269
Waktu*Waktu	1	1.805	1.805	0.21	0.662
2-Way Interaction	1	44.462	44.462	5.11	0.058
Suhu*Waktu	1	44.462	44.462	5.11	0.058
Error	7	60.850	8.693		
Lack-of-Fit	3	22.648	7.549	0.79	0.559
Pure Error	4	38.202	9.550		
Total	13	137.012			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.94837	55.59%	17.52%	0.00%

Gambar 8. Regresi *Respon Surface* antara SPF vs Suhu dan Waktu

Pada gambar di atas diperoleh *p-value* pada model sebesar 0,314 (>0,05) dimana nilai ini menunjukkan bahwa data model tersebut tidak signifikan. Hal ini berarti model formula yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon nilai SPF. Pada gambar tersebut juga terdapat nilai *Lack of fit* dengan *p-value* sebesar 0,559 (>0,05) yang menyatakan bahwa model yang dihasilkan cocok untuk memprediksikan kondisi proses ekstraksi yang menghasilkan nilai SPF optimum. Terdapat juga nilai koefisien determinasi R^2 (*R-squared*) sebesar 55,59%. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 55,59% nilai SPF dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, sedangkan sisanya sebesar 44,41% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model penelitian. Dari gambar tersebut juga terdapat nilai *R-square (adjusted)* dan *R-squared (pred)* berturut-turut sebesar 17,52% dan 0,00%. Hal ini menyatakan bahwa model respon nilai SPF memenuhi kriteria karena selisih keduanya kurang dari 20%. Model persamaan yang diperoleh pada respon nilai SPF dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y = 36,05 - 0,844X_1 - 0,237X_2 + 0,00579X_1^2 - 0,00098X_2^2 + 0,00988X_1X_2$$

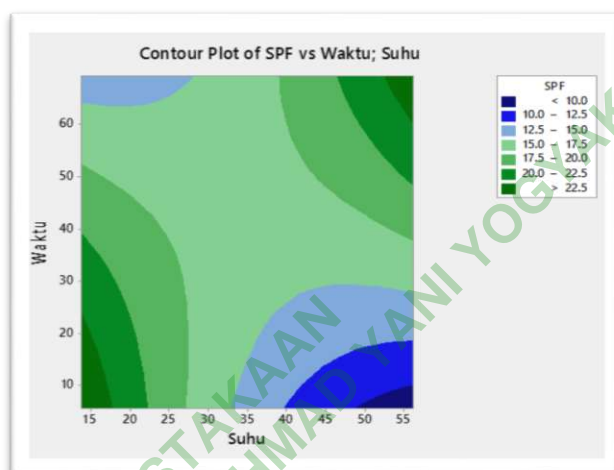
Keterangan:

Y = nilai SPF ekstraksi daun *B.purpurea* yang dihasilkan

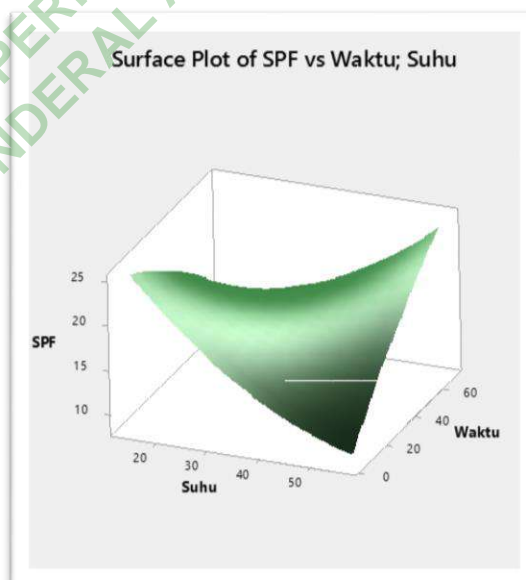
X_1 = suhu ($^{\circ}\text{C}$)

X_2 = waktu (menit)

Persamaan di atas menunjukkan bahwa respon nilai SPF dipengaruhi oleh suhu ekstraksi dan interaksi antara suhu dengan waktu ekstraksi, yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif pada model.



Gambar 9. *Contour Plot* 2D Respon SPF vs Suhu dan Waktu



Gambar 10. *Surface Plot* 2D Respon SPF vs Suhu dan Waktu

Grafik *countour plot* pada **Gambar 9** tersebut menunjukkan bahwa nilai SPF yang dihasilkan berbeda-beda dengan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi yang bervariasi. Semakin gelap area, maka semakin tinggi nilai

SPF yang didapatkan. Oleh sebab itu, warna hijau tua menunjukkan area yang mencapai titik optimum (nilai SPF maksimal) yaitu 22,5% atau lebih.

c. Respon Persen Transmisi Eritema (%Te)

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). **Gambar 11** menunjukkan hasil pembacaan menggunakan analisa ANOVA.

Response Surface Regression: TE versus Blocks; Suhu; Waktu					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	16.6936	2.7823	0.98	0.503
Blocks	1	1.9996	1.9996	0.70	0.430
Linear	2	1.4741	0.7370	0.26	0.779
Suhu	1	0.5675	0.5675	0.20	0.669
Waktu	1	0.9066	0.9066	0.32	0.590
Square	2	1.4413	0.7206	0.25	0.783
Suhu*Suhu	1	1.2315	1.2315	0.43	0.532
Waktu*Waktu	1	0.1378	0.1378	0.05	0.832
2-Way Interaction	1	11.7786	11.7786	4.14	0.081
Suhu*Waktu	1	11.7786	11.7786	4.14	0.081
Error	7	19.9178	2.8454		
Lack-of-Fit	3	2.4645	0.8215	0.19	0.899
Pure Error	4	17.4533	4.3633		
Total	13	36.6114			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1.68683	45.60%	0.00%	0.00%

Gambar 11. Regresi *Respon Surface* antara %Te vs Suhu dan Waktu

Pada gambar di atas diperoleh *p-value* pada model sebesar 0,503 ($>0,05$) dimana ini menunjukkan bahwa data model tersebut tidak signifikan. Hal ini berarti model formula yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon nilai %Te. Pada gambar tersebut juga terdapat nilai *Lack of fit* dengan *p-value* sebesar 0,899 ($>0,05$) yang menyatakan bahwa model yang dihasilkan cocok untuk memprediksikan kondisi proses ekstraksi yang menghasilkan nilai %Te optimum. Terdapat juga nilai koefisien determinasi R^2 (*R-squared*) sebesar 45,60%. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 45,60% nilai %Te dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, sedangkan sisanya sebesar 54,4% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model penelitian. Dari gambar tersebut juga terdapat nilai *R-squared (adjusted)* dan *R-squared (pred)* sebesar 0,00%. Hal ini menyatakan bahwa model respon nilai %Te memenuhi kriteria karena tidak

ada selisih dari keduanya. Model persamaan yang diperoleh pada respon nilai %Te dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$Y = - 6,00 + 0,336X_1 + 0,143X_2 - 0,00182X_1^2 + 0,00027X_2^2 - 0,00508X_1X_2$$

Keterangan:

Y = rendemen ekstraksi daun tayuman yang dihasilkan

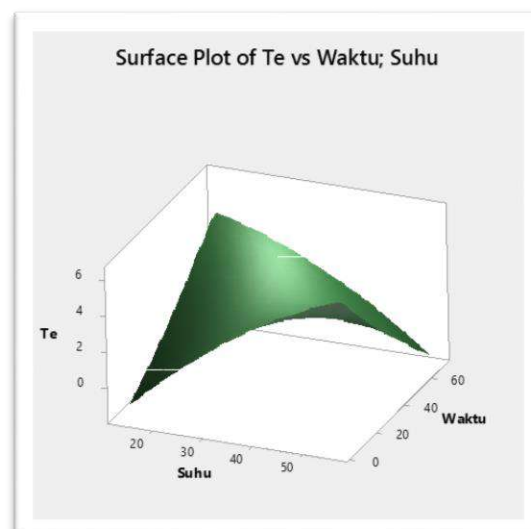
X_1 = suhu ($^{\circ}\text{C}$)

X_2 = waktu (menit)

Persamaan di atas menunjukkan bahwa respon nilai %Te dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, serta interaksi keduanya, yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif pada model.



Gambar 12. Contour Plot 2D Respon %Te vs Suhu dan Waktu



Gambar 13. Surface Plot Respon %Te vs Suhu dan Waktu

Grafik *countour plot* pada **Gambar 12** tersebut menunjukkan bahwa nilai %Te yang dihasilkan berbeda-beda dengan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi yang bervariasi. Semakin terang area, maka menunjukkan semakin tinggi nilai %Te yang didapatkan. Oleh sebab itu, warna hijau muda menunjukkan area yang mencapai titik optimum (nilai %Te minimal) yaitu kurang dari 0.

d. Respon Persen Transmisi Pigmentasi (%Tp)

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA). **Gambar 14** menunjukkan hasil pembacaan menggunakan analisa ANOVA.

Response Surface Regression: TP versus Blocks; Suhu; Waktu					
Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	6	83.880	13.9800	1.01	0.488
Blocks	1	3.125	3.1246	0.23	0.649
Linear	2	15.097	7.5486	0.54	0.603
Suhu	1	3.678	3.6779	0.27	0.622
Waktu	1	11.419	11.4194	0.82	0.394
Square	2	8.588	4.2938	0.31	0.743
Suhu*Suhu	1	7.785	7.7847	0.56	0.478
Waktu*Waktu	1	0.461	0.4607	0.03	0.861
2-Way Interaction	1	57.070	57.0705	4.11	0.082
Suhu*Waktu	1	57.070	57.0705	4.11	0.082
Error	7	97.091	13.8702		
Lack-of-Fit	3	15.723	5.2408	0.26	0.853
Pure Error	4	81.369	20.3422		
Total	13	180.971			

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3.72427	46.35%	0.36%	0.00%

Gambar 14. Regresi *Respon Surface* antara %Tp vs Suhu dan Waktu

Pada gambar di atas diperoleh *p-value* pada model sebesar 0,488 ($>0,05$) dimana nilai ini menunjukkan bahwa data model tersebut tidak signifikan. Hal ini berarti model formula yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon nilai %Tp. Pada gambar tersebut juga terdapat nilai *Lack of fit* dengan *p-value* sebesar 0,853 ($>0,05$) yang menyatakan bahwa model yang dihasilkan cocok untuk memprediksikan kondisi proses ekstraksi yang menghasilkan nilai %Tp optimum. Terdapat juga nilai koefisien determinasi R^2 (*R-squared*) sebesar 46,35%. Hal ini menunjukkan bahwa sebesar 46,35% nilai %Tp dipengaruhi oleh suhu dan

waktu ekstraksi, sedangkan sisanya sebesar 53,65% dipengaruhi oleh faktor-faktor lain di luar model penelitian. Dari gambar tersebut juga terdapat nilai *R-square (adjusted)* dan *R-squared (pred)* berturut-turut sebesar 0,36% dan 0,00%. Hal ini menunjukkan bahwa model respon nilai %Tp memenuhi kriteria karena selisih keduanya kurang dari 20%. Model persamaan yang diperoleh pada respon nilai %Tp dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Y = - 8,8 + 0,784X_1 + 0,302X_2 - 0,00456X_1^2 + 0,00049X_2^2 - 0,01119X_1X_2$$

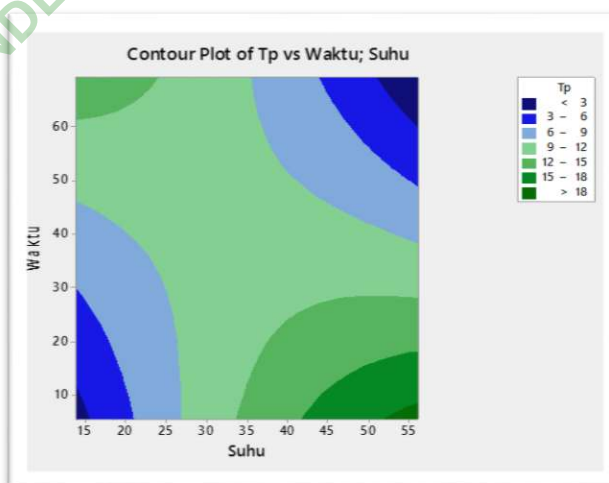
Keterangan:

Y = rendemen ekstraksi daun tayuman yang dihasilkan

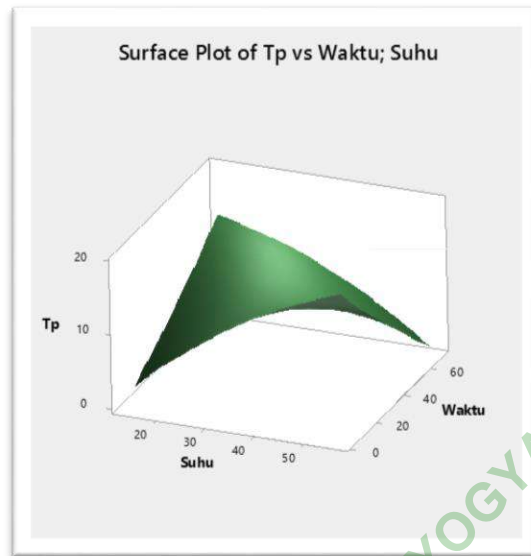
X_1 = suhu ($^{\circ}\text{C}$)

X_2 = waktu (menit)

Persamaan di atas menunjukkan bahwa respon nilai %Tp dipengaruhi oleh suhu dan waktu ekstraksi, namun tidak dengan interaksi keduanya, yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif pada model.



Gambar 15. Contour Plot 2D Respon %Tp vs Suhu dan Waktu



Gambar 16. Surface Plot Respon %Tp vs Suhu dan Waktu

Grafik *countour plot* pada **Gambar 15** tersebut menunjukkan bahwa nilai %Tp yang dihasilkan berbeda-beda dengan kombinasi suhu dan waktu ekstraksi yang bervariasi. Semakin gelap area, maka semakin tinggi nilai %Tp yang didapatkan. Oleh sebab itu, warna hijau tua menunjukkan area yang mencapai titik optimum (%Tp minimal) yaitu kurang dari 3.

e. Optimasi desain RSM

Dilakukan proses analisis data untuk memperoleh nilai optimasi dari masing-masing parameter. Hasil optimasi pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Optimasi RSM Ekstraksi daun tayuman menggunakan Minitab

Solution	Solution						Composite Desirability
	Suhu	Waktu	Tp	Te	SPF	Rendemen	
1	13.786	5.680	1.965	-1.299	24.904	13.453	1

Berdasarkan **Tabel 11** didapatkan hasil prediksi nilai optimum dari masing-masing respon ekstraksi daun *B.purpurea* yaitu %Tp 1,965; %Te - 1,299; nilai SPF 24,904 dan persen rendemen sebesar 13,453 dapat diperoleh

pada suhu 13,786°C dengan waktu 5,680 menit dan *Composite Desirability* sebesar 1.

f. Validasi Model RSM

Hasil validasi data setelah melakukan percobaan sesuai dengan nilai optimasi pada RSM, ditunjukkan pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Hasil Ekstraksi daun tayuman untuk validasi metode RSM

Optimal						
Suhu	Waktu	Tp	Te	SPF	Rendemen	Uji T
13.7868	5.68019	7.892	0.323	24.448	12.179	0.860

Berdasarkan **Tabel 12** diperoleh hasil masing-masing respon yang tidak berbeda jauh dari hasil prediksi pada RSM. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji statistika (*Two Sample T-test*) yang menunjukkan bahwa *p-value* sebesar 0,860 ($>0,05$) yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil validasi dengan hasil prediksi oleh RSM. Kondisi ini menunjukkan bahwa model ini bisa diterima.

B. Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan rancangan optimasi menggunakan aplikasi *Minitab Version 17* dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM) tipe *Central Composite Design* (CCD) dan diperoleh sebanyak 14 kombinasi perlakuan dengan variasi suhu dan waktu seperti pada **Tabel 6**. Ekstraksi dilakukan dengan semua kombinasi berdasarkan RSM dan hasil ekstraksi kemudian dianalisis parameter nilai rendemen, SPF, %Te dan %Tp. Hasil yang diperoleh kemudian diolah dengan aplikasi *Minitab Version 17*.

Data nilai rendemen dari hasil analisis ditunjukkan pada **Tabel 7**. Berdasarkan **Tabel 7** nilai rendemen terendah diperoleh pada perlakuan ke-2 dengan suhu 50°C dan waktu 15 menit sebesar 3,75%, sedangkan nilai rendemen tertinggi diperoleh pada perlakuan ke-10 dengan suhu 35°C dan waktu 5,680 menit sebesar 12,66%. Dalam hal ini, perlakuan ke-10 memiliki nilai rendemen yang lebih

tinggi, karena seperti terlihat pada **Tabel 8** skrining fitokimia, perlakuan tersebut menunjukkan intensitas warna senyawa fenolik dan flavonoid yang sangat kuat. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa semakin rendah suhu dan semakin singkat waktu ekstraksi maka semakin rendemen yang dihasilkan semakin tinggi, karena semakin banyak senyawa yang terekstraksi. Hal ini dikarenakan pada suhu tinggi dan dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan senyawa terurai dan menguapkan lebih banyak air (Sukma dkk., 2017). Hal ini berbeda dengan penelitian Sekarsari dkk., (2019) yang menyatakan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama penggunaan waktu ekstaksi maka rendemennya semakin tinggi. Analisis menggunakan RSM menunjukkan bahwa variabel waktu ekstraksi yang digunakan memberikan perbedaan yang lebih signifikan pada nilai rendemen dibandingkan dengan variabel suhu. Hal ini berarti waktu ekstraksi lebih berpengaruh daripada suhu ekstraksi.

Proses selanjutnya yaitu penentuan aktivitas penangkal radiasi UV dari ekstrak daun tayuman (*B.purpurea*). Proses ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dalam rentang panjang gelombang UV. Penentuan ini mencakup nilai SPF (*Sun Protection Factor*), %Te (persen transmisi eritema) dan %Tp (persen transmisi pigmentasi). Hasil pengujian nilai SPF pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 9**. Berdasarkan **Tabel 9** didapatkan nilai SPF terendah yaitu pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37,5 menit sebesar 11,795 yang termasuk dalam kategori minimal karena berada pada kisaran 2-12. Dalam hal ini, nilai SPF tersebut dapat membantu melindungi kulit dari radiasi sinar UV selama 1 jam 58 menit. Didapatkan juga nilai SPF tertinggi yaitu pada perlakuan ke-8 dengan suhu 13,786°C dan waktu 37,5 menit sebesar 23,205 yang termasuk dalam kategori *moderate* karena berada pada kisaran 12-30. Dalam hal ini, nilai SPF tersebut dapat membantu melindungi kulit dari radiasi sinar UV selama 3 jam 52 menit.

Hasil pengujian %Te pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 10**. Berdasarkan **Tabel 10** didapatkan nilai %Te terendah yaitu pada perlakuan ke-8 dengan suhu 13,786°C dan waktu 37,5 menit sebesar 0,409% yang termasuk dalam kategori *sunblock* (<1%) dengan arti nilai tersebut dapat melindungi kulit dari

paparan sinar UVA dan UVB. Untuk nilai %Te tertinggi diperoleh pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37,5 menit sebesar 6,091% yang termasuk dalam kategori *standard suntan* (6-12%) dengan arti nilai tersebut dapat memproteksi kulit dengan menyerap sebagian sinar UVB dan sedikit sinar UVA.

Hasil pengujian %Tp pada penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 10**. Berdasarkan **Tabel 10** didapatkan nilai %Tp terendah yaitu pada perlakuan ke-4 dengan suhu 50°C dan waktu 60 menit sebesar 4,895%. Untuk nilai %Tp tertinggi diperoleh pada perlakuan ke-5 dengan suhu 35°C dan waktu 37,5 menit sebesar 17,571%. Dalam hal ini kedua sampel pada perlakuan tersebut termasuk dalam kategori *sunblock* (3-40%).

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa semakin rendah suhu dan semakin lama waktu ekstraksi maka nilai SPF akan semakin tinggi, tetapi nilai %Te dan %Tp akan semakin kecil. Hal ini dibuktikan dengan hasil skrining fitokimia pada **Tabel 8** yang menunjukkan bahwa suhu yang rendah dan waktu ekstraksi yang lama menghasilkan intensitas warna senyawa fenolik dan flavonoid yang kuat. Hal ini sesuai dengan penelitian Kanani dkk., (2017) yang menyatakan bahwa suhu yang rendah dapat menghasilkan kandungan antioksidan yang lebih banyak, dimana apabila semakin besar aktivitas antioksidan dalam ekstrak maka nilai SPF akan semakin tinggi, tetapi nilai %Te dan %Tp semakin rendah. Suatu tabir surya dikatakan efektif bila memiliki nilai SPF yang tinggi, tetapi memiliki nilai %Te dan %Tp yang rendah (Widyawati dkk., 2019). Berdasarkan analisis tersebut, dapat diketahui bahwa daun tayuman memiliki potensi sebagai bahan tabir surya. Analisis menggunakan RSM menunjukkan bahwa variabel waktu ekstraksi yang digunakan memberikan perbedaan yang lebih signifikan pada nilai SPF, %Te dan %Tp dibandingkan dengan variabel suhu. Hal ini berarti waktu ekstraksi lebih berpengaruh daripada suhu ekstraksi.

Setelah melakukan analisis data dari semua parameter, selanjutnya dilakukan optimasi desain RSM untuk mengetahui perlakuan yang menghasilkan nilai respon parameter optimal. Penentuan parameter optimal didasarkan pada pendekatan nilai *desirability* yang paling besar, yang memiliki arti bahwa terdapat kedekatan antara hasil uji dengan nilai yang diharapkan. Nilai *desirability* sangat

dipengaruhi oleh target yang ingin dicapai untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal (Daud & Musdalipah, 2018). Target yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah (1) nilai rendemen dengan target *maximize*, untuk mendapatkan ekstrak dengan nilai rendemen paling besar, (2) nilai SPF dengan target *maximize*, untuk mendapatkan ekstrak dengan nilai SPF paling besar, (3) %Te dan %Tp dengan target *minimize*, untuk mendapatkan ekstrak dengan nilai %Te dan %Tp paling kecil. Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan diperoleh solusi optimum yaitu pada suhu 13,786°C dan waktu 5,680 menit, dengan prediksi nilai parameter dan nilai *desirability* yang dapat dilihat pada **Tabel 11**. Setelah itu hasil dari optimasi selanjutnya dilakukan validasi, untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan antara respon yang diprediksi oleh aplikasi dengan respon yang dihasilkan pada percobaan. Hasil dari validasi yang dilakukan ditunjukkan pada **Tabel 12**, dimana tabel tersebut menunjukkan bahwa hasil validasi tidak berbeda secara signifikan (>0.05) pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Response Surface Methodology* sesuai dan dapat digunakan untuk menentukan respon optimal dari ekstrak etanol daun tayuman.