

# OPTIMASI EKSTRAKSI PIGMEN DARI DAUN JATI MUDA SEBAGAI SUMBER PEWARNA PANGAN ALAMI MELALUI KAJIAN SUHU DAN LAMA EKSTRAKSI

Oleh:

Mochammad Affan Lesmana

221040200008

Dosem Pembimbing:

Syarifa Ramadhani Nurbaya

Program Studi Teknologi Pangan

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Januari, 2026



# PENDAHULUAN



Daun jati muda (*Tectona grandis*) mengandung pigmen antosianin alami yang memberi warna merah dan berpotensi menjadi pewarna makanan pengganti bahan sintetis. Daun jati mengandung berbagai pigmen dan senyawa, antara lain 38% antosianin, 30% feofitin, 23% klorofil, dan 5%  $\beta$ -karoten, serta beberapa senyawa lain yang belum teridentifikasi. Menariknya, daun jati muda menghasilkan warna merah yang lebih kuat dibandingkan daun yang lebih tua. Selain aman dikonsumsi, antosianin juga memiliki manfaat antioksidan. Namun, efektivitas ekstraksi pigmen ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu. Suhu terlalu tinggi atau waktu yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas antosianin. Penelitian ini mengkaji pengaruh suhu dan waktu ekstraksi untuk memperoleh hasil optimal dari daun jati muda sebagai pewarna alami yang aman dan ramah lingkungan.

# RUMUSAN MASALAH

- Berapakah suhu yang optimum dalam proses ekstraksi antosianin dari daun jati muda?
- Berapakah lama waktu yang optimum dalam proses ekstraksi antosianin dari daun jati muda?

## TUJUAN PENELITIAN

- Mengetahui suhu optimum dalam proses ekstraksi antosianin dari daun jati muda.
- Menentukan lama waktu ekstraksi yang optimum untuk memperoleh hasil antosianin maksimal dari daun jati muda.

# BAHAN DAN ALAT

## Bahan

- Daun jati muda segar (*Tectona grandis*) bahan utama
- Aquades sebagai pelarut
- Buffer pH 1.0 menstabilkan larutan pada pH sangat asam
- Buffer pH 4.5 menstabilkan larutan pada pH sekitar 4.5, yaitu pH asam lemah.



# BAHAN DAN ALAT

## Alat

- Timbangan analitik – untuk menimbang bahan
- Blender Philips – untuk menghancurkan daun jati
- Erlenmeyer – sebagai wadah ekstraksi
- Corong dan kertas saring – untuk penyaringan
- Spektrofotometer UV-Vis – untuk analisis
- Kuvet – sebagai wadah larutan pada spektrofotometer
- Mikropipet – untuk pengambilan larutan dalam jumlah kecil
- Tabung reaksi – untuk reaksi kimia
- Waterbath – untuk proses pemanasan
- Pipet ukur dan pipet tetes – untuk pengambilan larutan
- Aluminium foil – untuk menutup wadah dan menghindari cahaya
- Labu ukur – untuk pengukuran volume secara presisi



# METODE PENELITIAN

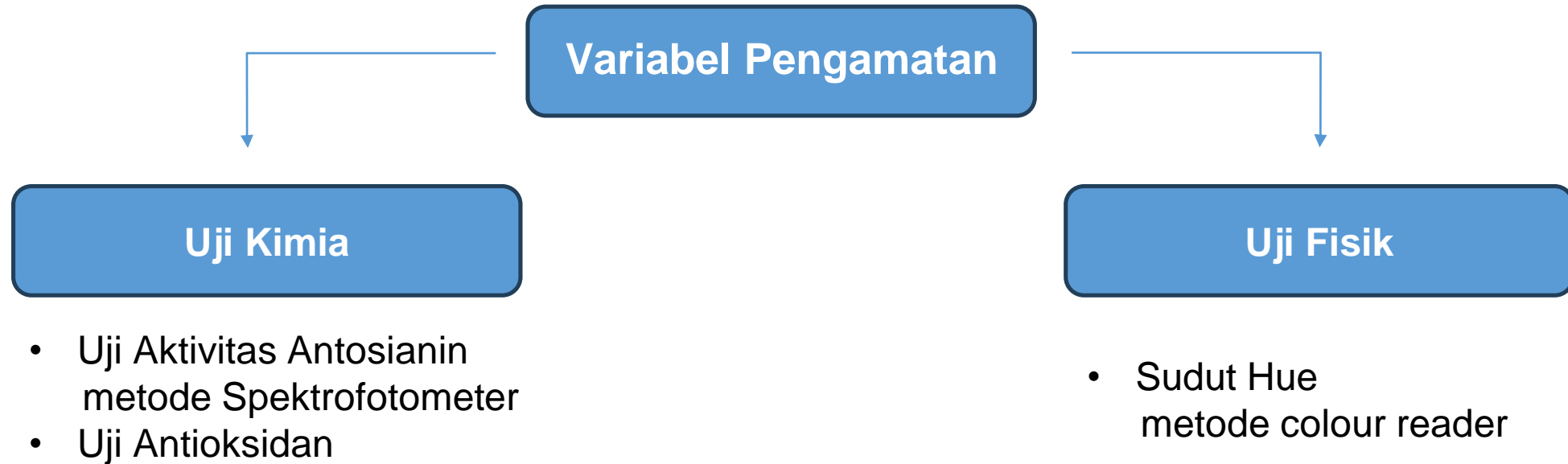
## Rancangan Percobaan

Penelitian ini dirancang menggunakan metode CCD yang merupakan bagian dari RSM. Rancangan yang digunakan pada Tabel

	Konsentrasi Suhu	Konsentrasi Waktu
Batas Bawah	40° C	30 menit
Batas Tengah	50° C	60 menit
Batas Atas	60° C	90 menit

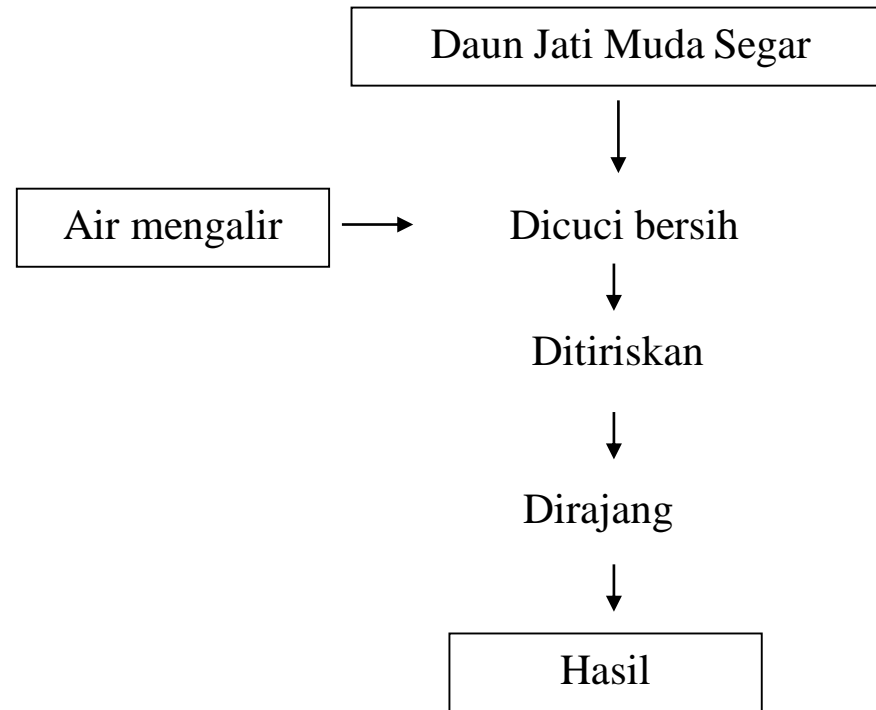


# VARIABEL PENGAMATAN



# PROSEDUR PENELITIAN

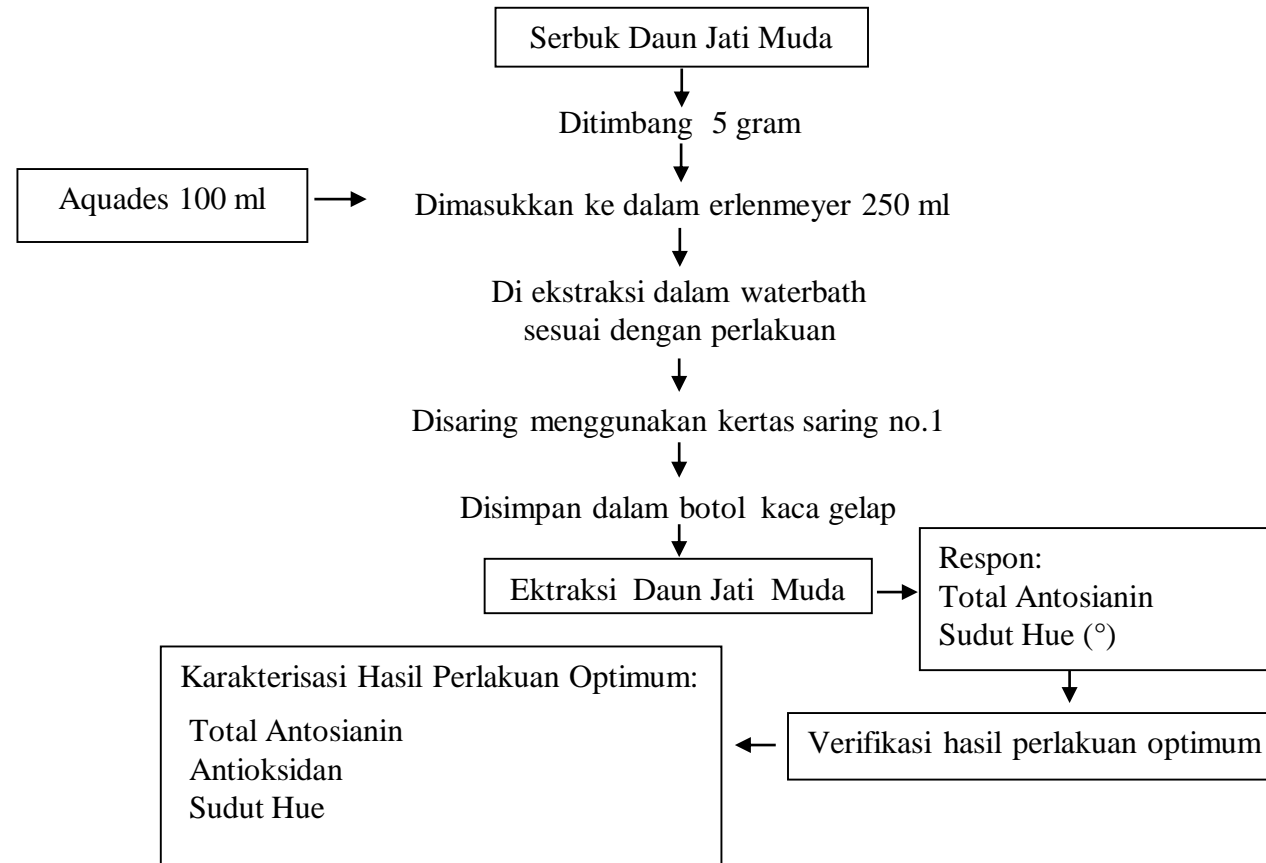
- Proses Perajangan Daun Jati Segar





# PROSEDUR PENELITIAN

- Optimasi Ekstraksi Serbuk Daun Jati Muda



# HASIL UJI ANTOSIANIN & SUDUT HUE

No	Variabel Kode		Variabel Sebenarnya		Respon	
	A1	A2	Suhu (° C)	Waktu (menit)	Antosianin (mg/100g)	Sudut hue (°)
1.	-1.414	0	35.8579	60	1.202	48.792
2.	1	1	60	90	1.119	52.368
3.	-1	1	40	90	1.303	53.170
4.	-1	-1	40	30	1.436	51.423
5.	0	0	50	60	1.453	45.629
6.	1.414	0	64.1421	60	1.369	49.643
7.	0	1.414	50	102.426	1.269	52.685
8.	0	-1.414	50	17.5736	1.202	50.401
9.	0	0	50	60	1.486	48.209
10.	0	0	50	60	1.436	47.075
11.	0	0	50	60	1.453	45.867
12.	0	0	50	60	1.587	47.363
13.	1	-1	60	30	1.520	47.923

# PEMILIHAN MODEL

Pemilihan model pada metode optimasi dengan Response Surface Methodini dapat ditentukan melalui model uraianjumlah kuadrat (Sequential Model Sum of Squares), uji ketidaksesuaian (Lack of Fit Tests), serta ringkasan modelberdasarkan analisis statistik (Model Summary Statistics)

- **Model uraianjumlahkuadrat(Sequential Model Sum of Squares)**

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F-Hitung	p-value proh>F	Keterangan
Mean	24.47	1	24.47			
Linear	0.0137	2	0.0068	0.3021	0.7458	
2FI	0.0117	1	0.0117	0.4898	0.5017	
<u>Quadratic</u>	<u>0.1567</u>	<u>2</u>	<u>0.0783</u>	<u>9.52</u>	<u>0.0101</u>	<u>Suggested</u>
Cubic	0.0432	3	0.0144	4.00	0.1069	Aliased
Residual	0.0144	4	0.0036			
Total	24.71	13	1.90			

**Antosianin**

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F-Hitung	p-value proh>F	Keterangan
Mean	31562.07	1	31562.07			
Linear	7.05	2	3.52	0.4899	0.6266	
2FI	7.08	1	7.08	0.9833	0.3473	
<u>Quadratic</u>	<u>47.28</u>	<u>2</u>	<u>23.64</u>	<u>9.42</u>	<u>0.0103</u>	<u>Suggested</u>
Cubic	14.24	3	4.75	5.71	0.0627	Aliased
Residual	3.32	4	0.8306			
Total	31641.04	13	2433.93			

**Sudut hue**

Model uraian jumlah kuadrat ditentukan berdasarkan nilai p-value. Dimana dapat dikatakan signifikan apabila semakin kecil nilai p-value. Respon Anosianin dianjurkan menggunakan model quadratickarena bersifat signifikan dan nilai  $p\text{-value} < 0,05$  sehingga berpengaruh lebih besar dari model.

# PEMILIHAN MODEL

## Model Analisis Statistik (Model Summary Statistics)

Sumber Keragaman	Std. Dev.	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	PRESS	Keterangan
Linear	0.1503	0.0570	-0.1316	-0.6852	0.4038	
2FI	0.1543	0.1057	-0.1925	-1.4795	0.5942	
<u>Quadratic</u>	<u>0.0907</u>	<u>0.7595</u>	<u>0.5878</u>	<u>-0.3763</u>	<u>0.3298</u>	<u>Suggested</u>
Cubic	0.0600	0.9399	0.8197		*	Aliased

### Antosianin

- **Nilai standar deviasi terendah** dibandingkan model lainnya, yang menandakan tingkat kesalahan model lebih kecil.
- **Nilai R<sup>2</sup> yang relatif tinggi**, sehingga variasi respon antosianin dapat dijelaskan dengan baik oleh model.
- **Nilai Adjusted R<sup>2</sup> positif**, menunjukkan kecocokan model setelah mempertimbangkan jumlah variabel.
- **Nilai Predicted R<sup>2</sup> yang masih dapat diterima**, sehingga model memiliki kemampuan prediksi yang cukup baik.
- **Nilai PRESS lebih kecil**, yang mengindikasikan ketepatan prediksi model.

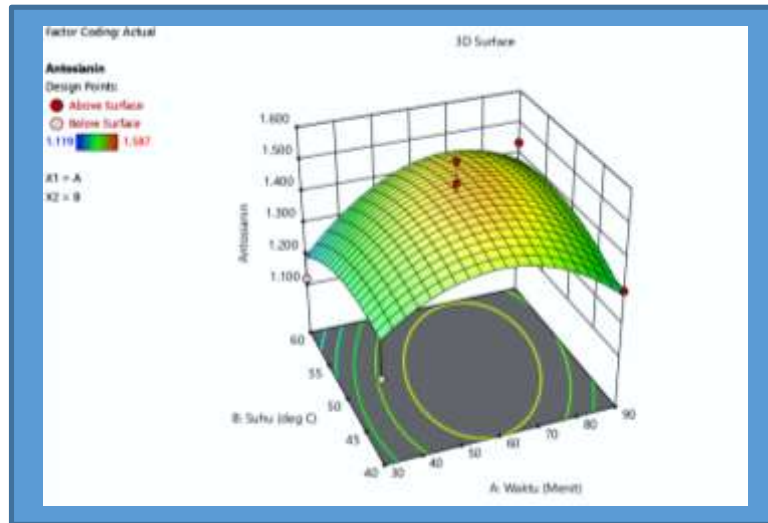
Sumber Keragaman	Std. Dev.	R <sup>2</sup>	Adjusted R <sup>2</sup>	Predicted R <sup>2</sup>	PRESS	Keterangan
Linear	2.68	0.0892	-0.0929	-0.7090	134.95	
2FI	2.68	0.1789	-0.0947	-1.4716	195.18	
<u>Quadratic</u>	<u>1.58</u>	<u>0.7777</u>	<u>0.6188</u>	<u>-0.3477</u>	<u>106.42</u>	<u>Suggested</u>
Cubic	0.9114	0.9579	0.8738		*	Aliased

### Sudut hue

- **Nilai standar deviasi yang lebih kecil** dibandingkan model linear dan 2FI, menandakan variasi kesalahan yang lebih rendah.
- **Nilai R<sup>2</sup> yang tinggi**, yang menunjukkan bahwa sebagian besar variasi sudut hue dapat dijelaskan oleh model.
- **Nilai Adjusted R<sup>2</sup> tertinggi**, sehingga model tetap stabil meskipun jumlah parameter bertambah.
- **Nilai PRESS yang lebih rendah**, yang menunjukkan kemampuan prediksi model yang lebih baik.
- **Model kubik kembali mengalami aliasing**, sehingga tidak layak digunakan dalam analisis.

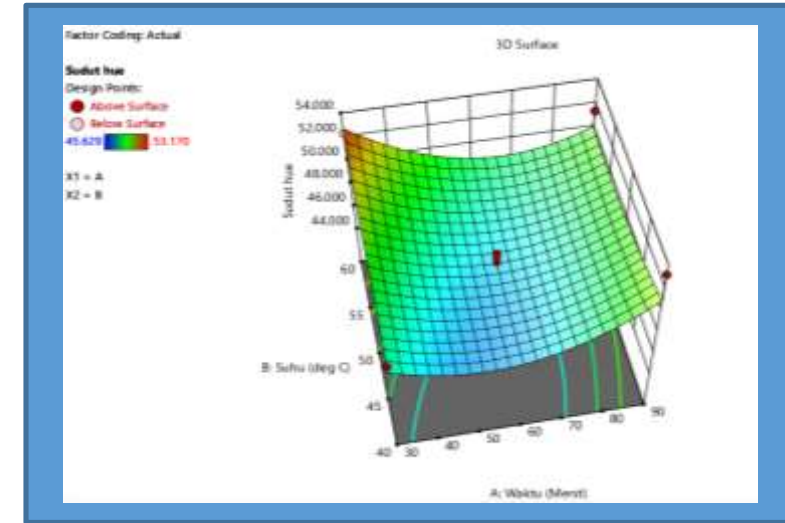
# GRAFIK 3D INTERAKSI

## Antosianin



- Grafik menunjukkan adanya hubungan nonlinier antara waktu (A) dan suhu (B) terhadap kadar antosianin.
- Nilai antosianin meningkat hingga mencapai titik optimum, kemudian menurun pada waktu dan suhu yang terlalu tinggi.
- Bentuk permukaan yang melengkung menegaskan bahwa model kuadratik sesuai dalam menggambarkan respon antosianin.

## Sudut hue



- Grafik 3D memperlihatkan bahwa sudut hue dipengaruhi oleh kombinasi waktu dan suhu proses.
- Perubahan sudut hue terjadi secara bertahap seiring peningkatan waktu dan suhu.
- Permukaan respon yang halus menunjukkan interaksi kedua faktor bersifat moderat dan dapat dijelaskan dengan baik oleh model kuadratik.

# ANALISIS RAGAM

## Antosianin

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F-Hitung	p-value $\text{proh} > F$	Keterangan
Model	0.1820	5	0.0364	4.42	0.0388	significant
Lack of Fit	0.0432	3	0.0144	4.00	0.1069	notsignificant
A-Waktu	0.0131	1	0.0131	1.59	0.2482	
B-Suhu	0.0006	1	0.0006	0.0719	0.7963	
AB	0.0117	1	0.0117	1.42	0.2727	
Std. Dev.	0.0907					
R <sup>2</sup>	0.7595					
Adjusted R <sup>2</sup>	0.5878					
Predicted R <sup>2</sup>	-0.3763					
PRESS	0.3298					

- Model signifikan ( $F = 4,42$ ;  $p = 0,0388 < 0,05$ ), menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap respon antosianin.
- Lack of fit tidak signifikan ( $p = 0,1069$ ), sehingga model dinyatakan sesuai (fit).
- $R^2 = 0,7595$ , artinya 75,95% variasi respon dapat dijelaskan oleh model.
- Faktor waktu (A), suhu (B), dan interaksi (AB) tidak signifikan secara parsial, namun berkontribusi dalam model kuadratik.

## Sudut hue

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F-Hitung	p-value $\text{proh} > F$	Keterangan
Model	61.41	5	12.28	4.90	0.0303	significant
Lack of Fit	14.24	3	4.75	5.71	0.0627	notsignificant
A-Waktu	0.0052	1	0.0052	0.0021	0.9651	
B-Suhu	7.04	1	7.04	2.81	0.1377	
AB	7.08	1	7.08	2.82	0.1324	
Std. Dev.	1.58					
R <sup>2</sup>	0.7777					
Adjusted R <sup>2</sup>	0.6188					
Predicted R <sup>2</sup>	-0.3477					
PRESS	106.42					

- Model kuadratik signifikan ( $F = 4,90$ ;  $p = 0,0303 < 0,05$ ), menunjukkan perlakuan berpengaruh nyata terhadap respon sudut hue.
- Lack of fit tidak signifikan ( $p = 0,0627$ ), sehingga model dinyatakan fit.
- Faktor waktu (A), suhu (B), dan interaksi (AB) tidak berpengaruh nyata secara parsial ( $p > 0,05$ ).
- Nilai  $R^2 = 0,7777$ , menunjukkan 77,77% variasi respon dapat dijelaskan oleh model.



# PENENTUAN TITIK OPTIMAL RESPON

## Constraints

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A:Waktu	maximize	30	90	1	1	3
B:Suhu	minimize	40	60	1	1	3
Antosianin	maximize	1.119	1.587	1	1	3
Sudut hue	maximize	45.629	53.17	1	1	3

## Solution

Number	Waktu	Suhu	Antosianin	Sudut hue	Desirability	
1	90	40	1.398	50.932	0.716	Selected

- Penentuan titik optimum pada respon total antosianin dan sudut hue didapatkan pada suhu 40°C dengan waktu 90 menit
- Didapatkan 1 respon dengan nilai desirability 0.716 (72%)
- Nilai desirability sebesar 0.716 mengartikan ketepatan factor dengan respon yang telah ditentukan dapat terpenuhi sebesar 72%
- Dilakukan pengujian pada Solusi yang disarankan untuk mendapatkan nilai aktual

# VERIFIKASI

	Prediksi	Verifikasi	Tingkat Ketepatan	p-Value
Suhu	40			
Waktu	90			
Antosianin	1.398	1.432	97.62	0.290
Sudut hue	50.932	52.135	97.69	0.655
Desirability	0.716			
Keterangan	Selected			

- Selisih antara prediksi dan verifikasi antosianin 2.43% dan sudut hue 2.36 keduanya  $< 3\%$ , menunjukkan kesesuaian yang sangat baik.
- Perbedaan nilai diduga karena umur daun yang digunakan tidak sama akibat paparan matahari, dan masa simpan yang menyebabkan variasi alami meskipun perlakuan sama
- Selisih perbedaan nilai tidak melebihi dari 5% yang mengartikan bahwa penggunaan model cukup baik untuk proses pembuatan kombucha. Dimana solusi dari program dapat diterima apabila selisih nilai yang didapatkan kurang dari 5%

# KARAKTERISASI

Respon	Waktu (menit)	Suhu (0C)	Hasil
Antosianin	90	40	1.432
Sudut hue	90	40	52.135
Antioksidan	90	40	8.867

- Kondisi ekstraksi optimum diperoleh pada suhu 40 °C dan waktu 90 menit, yang menghasilkan kadar antosianin tertinggi (1.432 mg/100 g) serta karakteristik warna ekstrak yang optimal.'
- Penggunaan suhu rendah efektif dalam menjaga stabilitas antosianin yang bersifat termolabil, sehingga mencegah degradasi akibat panas berlebih dan tetap mempertahankan aktivitas antioksidan.
- Nilai aktivitas antioksidan sebesar 8.867 menunjukkan bahwa antosianin berkontribusi signifikan sebagai senyawa fenolik penangkap radikal bebas dalam ekstrak daun jati muda.
- Waktu ekstraksi 90 menit memungkinkan proses difusi senyawa bioaktif berlangsung optimal tanpa menyebabkan degradasi atau oksidasi pigmen.
- Nilai sudut hue 52,135 mengindikasikan dominasi warna merah keunguan yang stabil, mencerminkan mutu visual ekstrak yang baik dan khas pigmen antosianin.

# KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan optimasi, diperoleh kondisi optimum ekstraksi antosianin daun jati muda pada suhu 40 °C dan waktu ekstraksi 90 menit. Kondisi tersebut menghasilkan kadar antosianin dan karakteristik warna ekstrak yang paling optimal. Hasil prediksi menggunakan Software Design Expert DX 13.0.5.0 menunjukkan nilai kadar antosianin sebesar 1,398 dengan sudut hue 50,932, sedangkan hasil verifikasi eksperimental menghasilkan nilai yang mendekati, yaitu 1,432 untuk kadar antosianin dan 52,135 untuk sudut hue. Tingkat kesesuaian antara nilai prediksi dan hasil verifikasi masing-masing mencapai 97,62% dan 97,69%, yang menunjukkan bahwa model optimasi memiliki akurasi dan reliabilitas yang baik. Ekstrak daun jati muda pada kondisi optimum memiliki kandungan antosianin relatif tinggi dengan warna merah keunguan yang stabil. Penggunaan suhu ekstraksi rendah berperan dalam menjaga stabilitas antosianin yang sensitif terhadap panas, sedangkan waktu ekstraksi yang lebih lama mendukung proses difusi senyawa secara optimal.



# DOKUMENTASI PENGUJIAN

