

### 3. HASIL PENELITIAN

#### 3.1. Hasil Uji Total Fenolik Pada Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

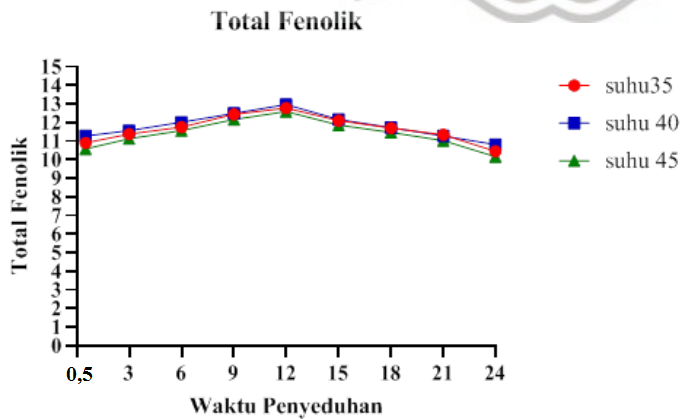
Hasil uji total fenolik pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea* dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut

Tabel 1. Kadar Total Fenolik Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	35°C	40°C	45°C
0,5	10,902±0,044 <sup>B2</sup>	11,282±0,168 <sup>C2</sup>	10,583±0,209 <sup>A2</sup>
3	11,380±0,273 <sup>B4</sup>	11,574±0,260 <sup>C4</sup>	11,136±0,105 <sup>A4</sup>
6	11,750±0,071 <sup>B6</sup>	12,018±0,163 <sup>C6</sup>	11,566±0,159 <sup>A6</sup>
9	12,438±0,124 <sup>B8</sup>	12,493±0,072 <sup>C8</sup>	12,174±0,119 <sup>A8</sup>
12	12,780±0,047 <sup>B9</sup>	12,973±0,108 <sup>C9</sup>	12,590±0,037 <sup>A9</sup>
15	12,100±0,102 <sup>B7</sup>	12,171±0,179 <sup>C7</sup>	11,874±0,075 <sup>A7</sup>
18	11,702±0,243 <sup>B5</sup>	11,736±0,176 <sup>C5</sup>	11,470±0,164 <sup>A5</sup>
21	11,338±0,200 <sup>B3</sup>	11,287±0,190 <sup>C3</sup>	11,028±0,168 <sup>A3</sup>
24	10,451±0,124 <sup>B1</sup>	10,817±0,092 <sup>C1</sup>	10,172±0,236 <sup>A1</sup>

Keterangan:

- Semua nilai adalah mean ± standar deviasi ( $n = 27$ )
- Nilai dengan *superscript uppercase* menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*.
- Nilai dengan *number* menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*.

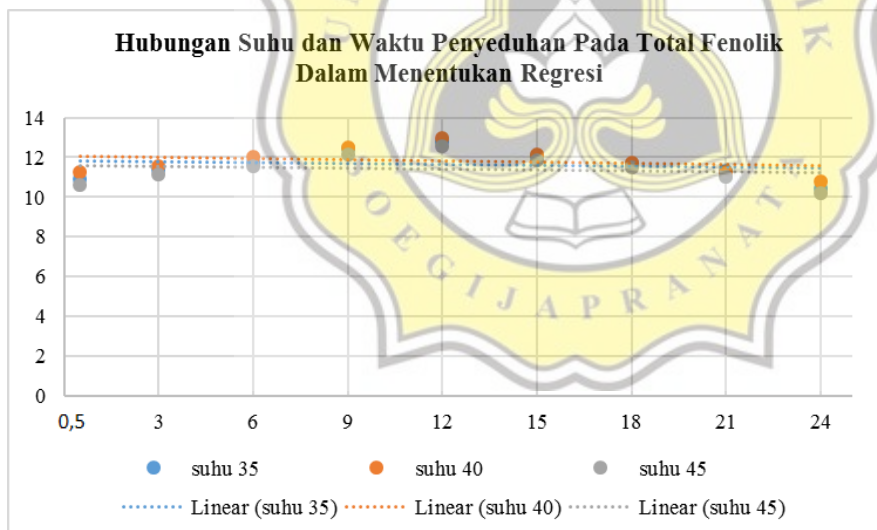


Gambar 3. Grafik Kandungan Total Fenolik Pada Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Pada Tabel 1., sampel dengan suhu pengeringan 40°C dengan penyeduhan selama 12 menit, memiliki total fenolik paling tinggi yaitu sebesar 12,973 mg/L. Total fenolik terendah dimiliki oleh sampel yang dikeringkan dengan suhu 45°C dan diseduh selama 24 menit, dengan nilai yaitu 10,172 mg/L. Pada Gambar 3., menunjukkan grafik total fenolik pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea*, total fenolik meningkat seiring lamanya waktu penyeduhan dan akan menurun saat sudah mencapai titik optimal. Waktu penyeduhan optimal pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea* yaitu selama 12 menit, setelah 12 menit grafik menunjukkan adanya penurunan aktivitas antioksidan.

Tabel 2. Persamaan Regresi Hubungan Suhu dan Waktu Pada Kandungan Total Fenolik Pada Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Suhu	y	R <sup>2</sup>
35°C	$6E-06x^3 - 0,0132x^2 + 0,3038x + 10,656$	0,9317
40°C	$0,0002x^3 - 0,0169x^2 + 0,307x + 10,972$	0,8871
45°C	$5E-05x^3 - 0,0155x^2 + 0,3346x + 10,33$	0,9423



Gambar 4. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Total Fenolik Dalam Menentukan Regresi

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa sampel yang dikeringkan pada suhu 35°C, 40°C, dan 35°C memiliki nilai R<sup>2</sup> yaitu 0,9317; 0,8871; 0,9423. Pada Gambar 4., dapat dilihat bahwa terdapat hubungan yang linear antara waktu penyeduhan dengan kandungan total fenolik.

### 3.2. Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea* dengan menggunakan 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

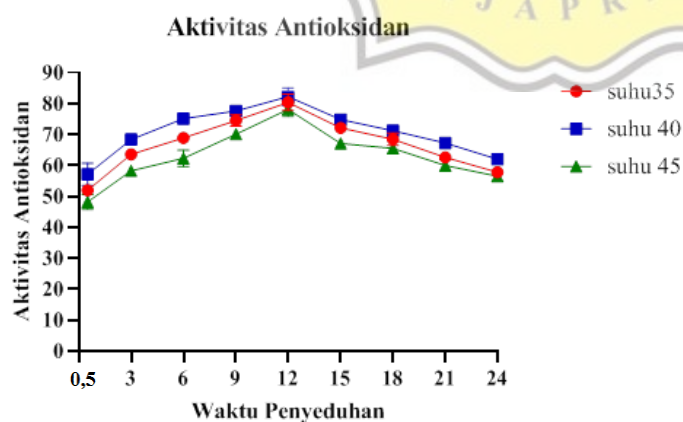
Hasil uji aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	35°C	40°C	45°C
0,5	51,913±0,886 <sup>B1</sup>	57,133±3,618 <sup>C1</sup>	48,224±2,431 <sup>A1</sup>
3	63,579±1,425 <sup>B3</sup>	68,353±0,951 <sup>C3</sup>	58,266±1,048 <sup>A3</sup>
6	68,850±1,005 <sup>B4</sup>	75,130±1,432 <sup>C4</sup>	62,310±2,644 <sup>A4</sup>
9	74,549±1,884 <sup>B6</sup>	77,616±0,827 <sup>C6</sup>	70,071±1,476 <sup>A6</sup>
12	80,392±2,678 <sup>B7</sup>	82,210±2,854 <sup>C7</sup>	78,123±2,244 <sup>A7</sup>
15	72,148±1,424 <sup>B5</sup>	74,794±1,718 <sup>C5</sup>	67,063±1,543 <sup>A5</sup>
18	68,401±2,031 <sup>B4</sup>	71,198±1,430 <sup>C4</sup>	65,543±1,192 <sup>A4</sup>
21	62,596±1,160 <sup>B3</sup>	67,240±1,561 <sup>C3</sup>	59,981±1,869 <sup>A3</sup>
24	57,794±1,439 <sup>B2</sup>	61,997±1,649 <sup>C2</sup>	56,500±1,179 <sup>A2</sup>

Keterangan:

- Semua nilai adalah mean ± standar deviasi ( $n = 27$ )
- Nilai dengan *superscript uppercase* menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*.
- Nilai dengan *number* menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*



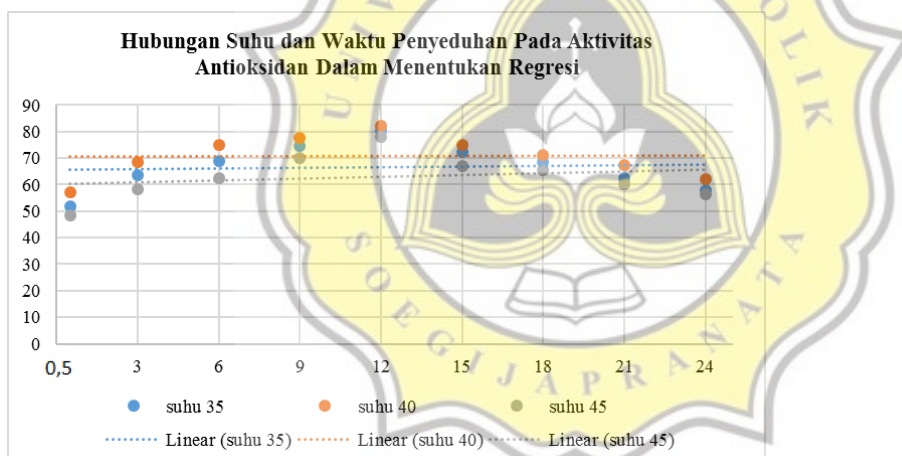
Gambar 5. Grafik Aktivitas Antioksidan Pada Minuman Herbal *Echinacea purpurea*

Aktivitas antioksidan pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea* dapat dilihat pada Tabel 3. aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh dengan pengeringan pada suhu 40°C dan

penyeduhan selama 12 menit yaitu sebesar 82,210%. Sedangkan aktivitas antioksidan terendah yaitu 48,224% yang diperoleh dari proses suhu pengeringan 45°C dan lama penyeduhan 0,5 menit. Pada Gambar 5., menunjukkan grafik aktivitas antioksidan minuman herbal bunga *Echinacea purpurea*, dapat dilihat bahwa aktivitas antioksidan meningkat seiring lamanya waktu penyeduhan. Waktu penyeduhan optimal pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea* yaitu selama 12 menit, setelah mencapai titik optimal maka grafik menunjukkan adanya penurunan aktivitas antioksidan.

Tabel 4. Persamaan Regresi Polinomial Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Suhu	y	R <sup>2</sup>
35°C	$0,0048x^3 - 0,3334x^2 + 5,5477x + 48,978$	0,9492
40°C	$0,0059x^3 - 0,356x^2 + 5,4588x + 54,526$	0,9675
45°C	$0,004x^3 - 0,291x^2 + 5,1315x + 44,944$	0,8816

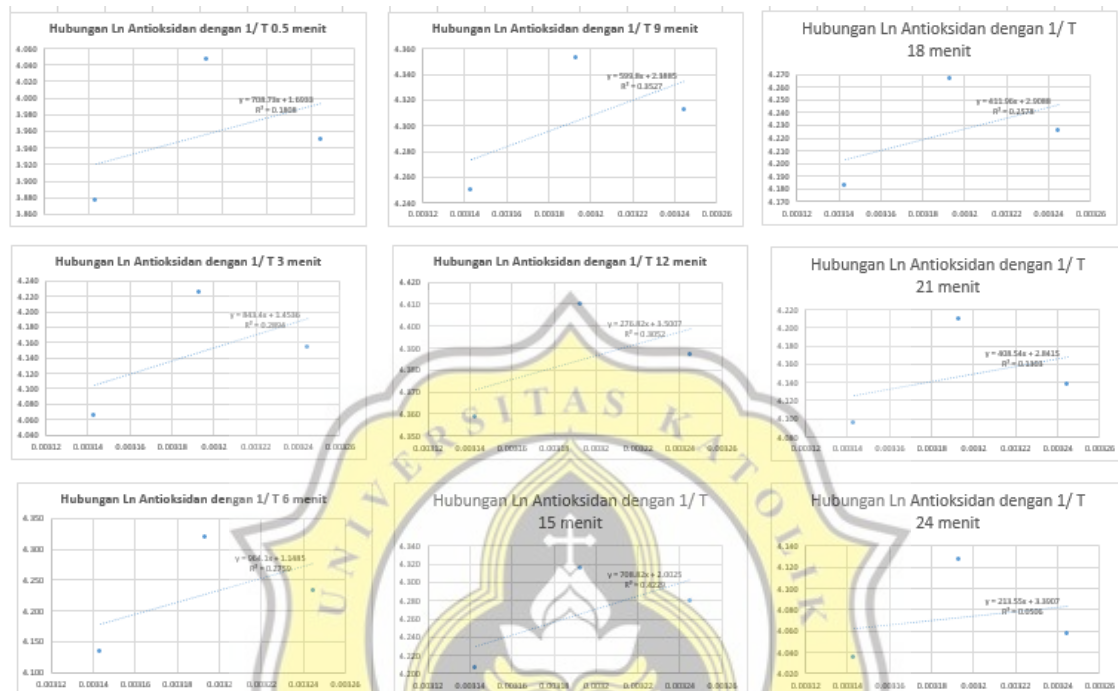


Gambar 6. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Aktivitas Antioksidan Dalam Menentukan Regresi

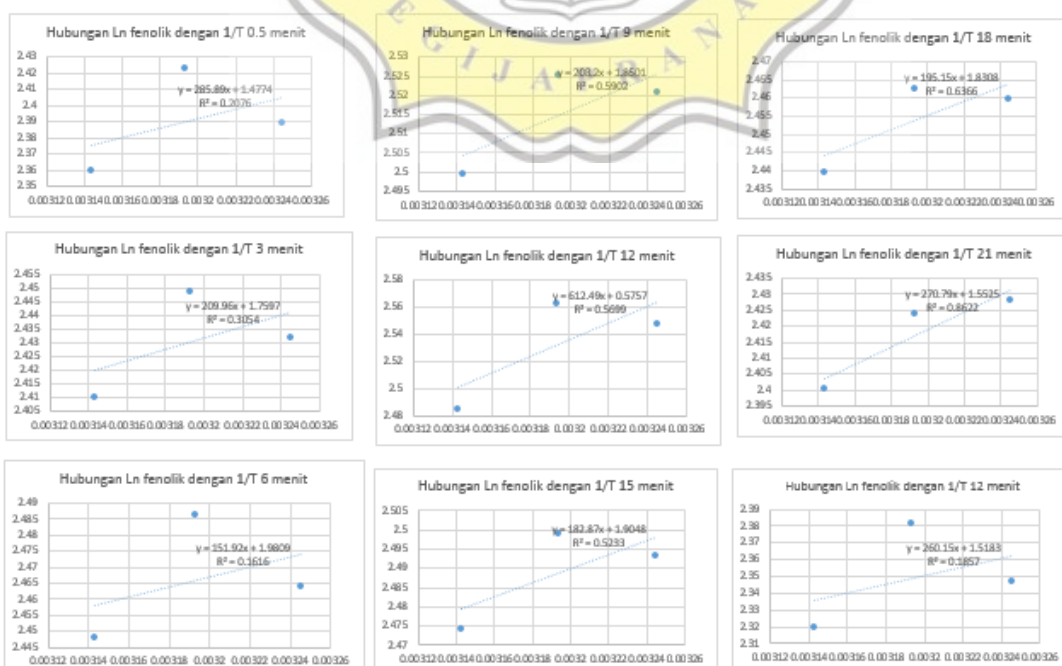
Pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa sampel yang dikeringkan pada suhu 35°C, 40°C, dan 35°C memiliki nilai R<sup>2</sup> yaitu 0,9492; 0,9675; 0,8816. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu penyeduhan menyebabkan adanya perubahan aktivitas antioksidan. Pada Gambar 6., dapat dilihat bahwa terdapat hubungan yang linear antara waktu penyeduhan dengan kandungan aktivitas antioksidan.

### 3.3. Energi Aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Grafik Arrhenius hubungan antara  $1/T$  dengan  $\ln(k)$  dapat dilihat pada Gambar 7. dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik Arrhenius hubungan  $\ln(k)$  dengan  $1/T$  pada aktivitas antioksidan



Gambar 8. Grafik Arrhenius hubungan  $\ln(k)$  dengan  $1/T$  pada total fenolik



Hasil perhitungan dari energi aktivasi pada antioksidan dan total fenolik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Energi Aktivasi Pada Antioksidan dan Total Fenolik

Waktu (menit)	Ea (KJ/mol)	
	Antioksidan	Total Fenolik
0,5	-5.89	-2.38
3	-7.01	-1.75
6	-8.02	-1.26
9	-4.99	-1.73
12	-2.30	-5.09
15	-5.89	-1.52
18	-3.43	-1.62
21	-3.40	-2.25
24	-1.78	-2.16

Pada Tabel 5. terdapat hasil dari perhitungan Energi Aktivasi (KJ/mol) antioksidan dan total fenolik dengan menggunakan rumus persamaan yang terdapat pada grafik di lampiran dan sudah diubah dibentuk KJ/mol, energi aktivasi yang dibutuhkan pada aktivitas antioksidan dan total fenolik rendah. Energi aktivasi tertinggi pada aktivitas antioksidan yaitu -1,78 (KJ/K mol), sedangkan terendah yaitu -8,02 (KJ/K mol). Energi aktivasi tertinggi pada total fenolik yaitu -1,73 (KJ/K mol), sedangkan terendah yaitu sebesar -5,09 (KJ/K mol).

#### 3.4. Hasil Uji Intensitas Warna Pada Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

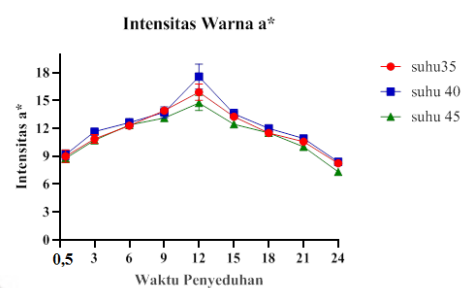
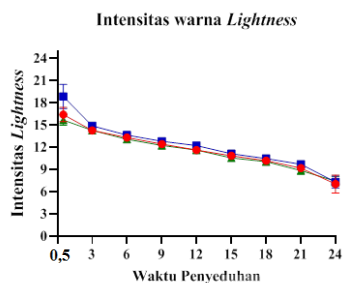
Hasil uji intensitas warna yang meliputi  $L$ ,  $a^*$ , dan  $b^*$  pada minuman herbal bunga *Echinacea purpurea* dapat dilihat pada Tabel 5. sebagai berikut

Tabel 6. Intensitas Warna Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

Suhu Pengerinan	Waktu Penyeduhan (menit)	Intensitas Warna		
		<i>Lightness</i>	a*	B*
35°C	0,5	16.404±0.968 <sup>B9</sup>	8.994±0.672 <sup>B2</sup>	2.392±0.323 <sup>B2</sup>
	3	14.254±0.254 <sup>B8</sup>	10.876±0.472 <sup>B4</sup>	2.843±0.215 <sup>B3</sup>
	6	13.298±0.179 <sup>B7</sup>	12.291±0.188 <sup>B6</sup>	3.529±0.144 <sup>B4</sup>
	9	12.431±0.0163 <sup>B6</sup>	13.928±0.169 <sup>B8</sup>	4.258±0.121 <sup>B6</sup>
	12	11.620±0.239 <sup>B5</sup>	15.907±0.864 <sup>B9</sup>	5.168±0.215 <sup>B7</sup>
	15	10.852±0.305 <sup>B4</sup>	13.258±0.267 <sup>B7</sup>	3.999±0.143 <sup>B5</sup>
	18	10.174±0.190 <sup>B3</sup>	11.510±0.184 <sup>B5</sup>	2.973±0.239 <sup>B3</sup>
	21	9.167±0.126 <sup>B2</sup>	10.569±0.195 <sup>B3</sup>	2.533±0.271 <sup>B2</sup>
	24	7.031±1.201 <sup>B1</sup>	8.250±0.370 <sup>B1</sup>	1.232±0.152 <sup>B1</sup>
40°C	0,5	18.834±1.634 <sup>C9</sup>	9.170±0.520 <sup>C2</sup>	2.582±0.219 <sup>C2</sup>
	3	14.893±0.168 <sup>C8</sup>	11.653±0.147 <sup>C4</sup>	3.159±0.345 <sup>C3</sup>
	6	13.630±0.141 <sup>C7</sup>	12.628±0.448 <sup>C6</sup>	3.932±0.193 <sup>C4</sup>
	9	12.797±0.181 <sup>C6</sup>	13.741±0.579 <sup>C8</sup>	4.658±0.309 <sup>C6</sup>
	12	12.210±0.304 <sup>C5</sup>	17.579±1.351 <sup>C9</sup>	5.871±0.452 <sup>C7</sup>
	15	11.110±0.284 <sup>C4</sup>	13.571±0.493 <sup>C7</sup>	4.312±0.279 <sup>C5</sup>
	18	10.469±0.156 <sup>C3</sup>	12.008±0.286 <sup>C5</sup>	3.280±0.180 <sup>C3</sup>
	21	9.698±0.111 <sup>C2</sup>	10.921±0.231 <sup>C3</sup>	2.678±0.207 <sup>C2</sup>
	24	7.309±0.823 <sup>C1</sup>	8.411±0.355 <sup>C1</sup>	1.672±0.267 <sup>C1</sup>
45°C	0,5	15.647±0.717 <sup>A9</sup>	8.778±0.443 <sup>A2</sup>	2.083±0.183 <sup>A2</sup>
	3	14.276±0.202 <sup>A8</sup>	10.723±0.320 <sup>A4</sup>	2.521±0.132 <sup>A3</sup>
	6	13.068±0.252 <sup>A7</sup>	12.368±0.297 <sup>A6</sup>	3.154±0.154 <sup>A4</sup>
	9	12.233±0.102 <sup>A6</sup>	13.130±0.272 <sup>A8</sup>	3.953±0.236 <sup>A6</sup>
	12	11.624±0.250 <sup>A5</sup>	14.734±0.825 <sup>A9</sup>	4.577±0.212 <sup>A7</sup>
	15	10.558±0.226 <sup>A4</sup>	12.444±0.138 <sup>A7</sup>	3.417±0.292 <sup>A5</sup>
	18	10.048±0.230 <sup>A3</sup>	11.528±0.248 <sup>A5</sup>	2.400±0.343 <sup>A3</sup>
	21	8.844±0.440 <sup>A2</sup>	10.023±0.380 <sup>A3</sup>	1.782±0.110 <sup>A2</sup>
	24	7.433±0.655 <sup>A1</sup>	7.324±0.234 <sup>A1</sup>	0.777±0.130 <sup>A1</sup>

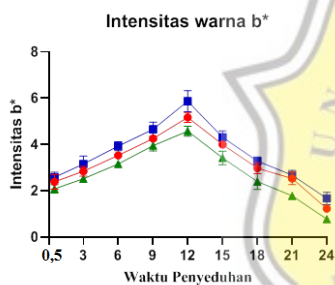
Keterangan:

- Semua nilai adalah mean  $\pm$  standar deviasi ( $n = 27$ )
- Nilai dengan *superscript uppercase* menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*.
- Nilai dengan *number* menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan pada tingkat kepercayaan 95% dengan uji *Two Way Anova*



Gambar 9. Intensitas Nilai Lightness (L)

Gambar 10. Intensitas Nilai Hue (a\*)



Gambar 11. Intensitas Nilai Yellowness (b\*)

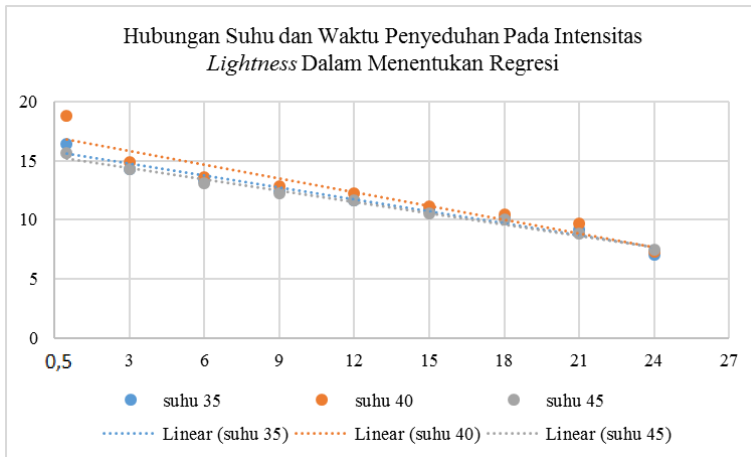
Pada Tabel 6., dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan paling tinggi dimiliki sampel bunga *Echinacea purpurea* yang dikeringkan dengan suhu 40°C dan lama penyeduhan 0,5 menit dengan nilai 18.834. Sedangkan tingkat kecerahan paling rendah yaitu 7.031 dengan suhu pengeringan 35°C dan penyeduhan selama 24 menit. Nilai a\* (*redness*) paling tinggi yaitu 17.579 yang diperoleh dengan suhu pengeringan 40°C dan penyeduhan selama 12 menit, sedangkan nilai a\* (*redness*) terendah yaitu 7.324 yang diperoleh dengan suhu pengeringan 45°C dan penyeduhan selama 24 menit. Nilai b\* (*yellowness*) paling tinggi yaitu 5.871 yang diperoleh dengan suhu pengeringan 40°C dan penyeduhan selama 12 menit, sedangkan nilai b\* (*yellowness*) terendah yaitu 0.777 yang diperoleh dengan suhu pengeringan 45°C dan penyeduhan selama 24 menit.



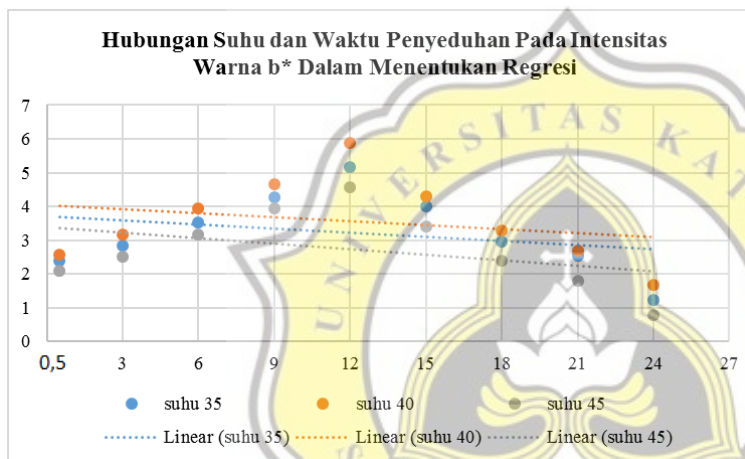
Pada Gambar 9., dapat dilihat mengenai grafik peningkatan dan penurunan nilai *Lightness*. Sampel bunga *Echinacea purpurea* dengan suhu pengeringan 40°C memiliki nilai *Lightness* paling tinggi, lalu diikuti oleh sampel bunga *Echinacea purpurea* dengan suhu pengeringan 35°C dan selanjutnya 45°C. Pada Gambar 10. dan Gambar 11., dapat dilihat mengenai grafik peningkatan dan penurunan nilai  $a^*$  (*redness*). Pada waktu penyeduhan ke-0 dapat dilihat bahwa belum terdeteksi nilai  $a^*$  (*redness*) dan nilai  $b^*$  (*yellowness*), karena belum terdapat senyawa yang terekstrak keluar dari bahan. Sampel bunga *Echinacea purpurea* dengan suhu pengeringan 40°C memiliki nilai  $a^*$  (*redness*) paling tinggi, lalu diikuti oleh sampel bunga *Echinacea purpurea* dengan suhu pengeringan 35°C dan selanjutnya 45°C. Waktu penyeduhan 12 menit menunjukkan nilai  $a^*$  (*redness*) dan nilai  $b^*$  (*yellowness*) tertinggi dari minuman herbal bunga *Echinacea purpurea*.

Tabel 7. Persamaan Regresi Hubungan Suhu dan Waktu Pada Intensitas Warna Minuman Herbal Bunga *Echinacea purpurea*

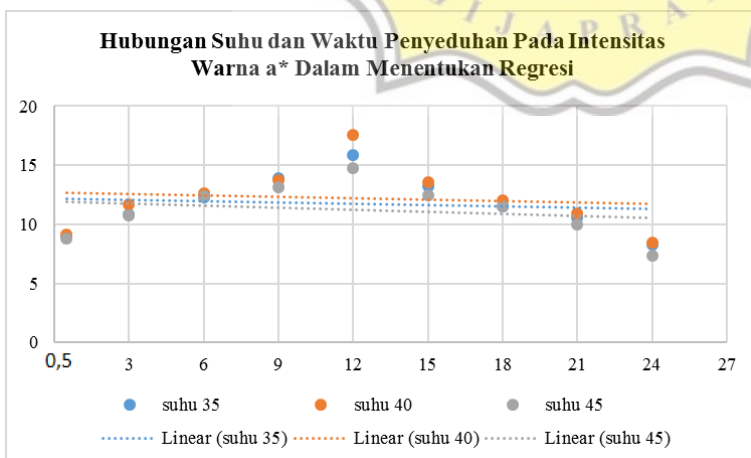
Warna	Suhu	y	R <sup>2</sup>
<i>Lightness</i>	35°C	$-0.0014x^3 + 0.0535x^2 - 0.857x + 16.692$	0.9964
	40°C	$-0.0024x^3 + 0.0949x^2 - 1.4011x + 19.091$	0.9855
	45°C	$-0.0008x^3 + 0.0315x^2 - 0.6288x + 15.929$	0.9985
$a^*$	35°C	$0.0005x^3 - 0.0624x^2 + 1.1825x + 8.0827$	0.9053
	40°C	$0.0004x^3 - 0.0606x^2 + 1.208x + 8.379$	0.8231
	45°C	$0.0003x^3 - 0.051x^2 + 1.0253x + 8.1702$	0.9559
$b^*$	35°C	$-1E-05x^3 - 0.0191x^2 + 0.4335x + 1.9496$	0.8971
	40°C	$0.0002x^3 - 0.0294x^2 + 0.5518x + 2.0321$	0.8633
	45°C	$0.0002x^3 - 0.0257x^2 + 0.4702x + 1.5994$	0.9079



Gambar 12. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Intensitas *Lightness* Dalam Menentukan Regresi



Gambar 13. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Intensitas Warna  $b^*$  Dalam Menentukan Regresi



Gambar 14. Grafik Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan Pada Intensitas Warna  $a^*$  Dalam Menentukan Regresi

Pada Tabel 7. dapat dilihat bahwa sampel yang dikeringkan pada suhu 35°C, 40°C, dan 35°C memiliki nilai  $R^2$  *lightness* yaitu 0.9964; 0.9855; 0.9985. Hal ini menunjukkan bahwa lama waktu penyeduhan menyebabkan adanya perubahan intensitas *lightness* dalam jumlah kecil. Sampel yang dikeringkan pada suhu 35°C, 40°C, dan 35°C memiliki nilai  $R^2$  intensitas warna  $a^*$  yaitu 0.9053; 0.8231; 0.9559. Sampel yang dikeringkan pada suhu 35°C, 40°C, dan 35°C memiliki nilai  $R^2$  intensitas warna  $b^*$  yaitu 0.8971; 0.8633; 0.9079. Hal ini menunjukkan nilai  $R^2$  intensitas warna  $a^*$  dan  $b^*$  mendekati angka 1 atau hampir mendekati linear, sehingga dapat dikatakan bahwa waktu penyeduhan mempengaruhi intensitas  $a^*$  dan  $b^*$ . Pada Gambar 12., Gambar 13., dan Gambar 14., dapat dilihat bahwa terdapat hubungan yang linear antara waktu penyeduhan dengan kandungan aktivitas antioksidan.

### 3.5. Uji Korelasi

Hasil Uji Korelasi Antara Antioksidan, Polifenol, *Lightness*,  $a^*$  dan  $b^*$  dapat dilihat di Tabel 9.

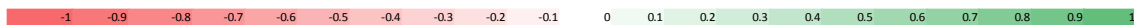
Tabel 8. Hubungan Korelasi Antara Total Fenolik, Antioksidan, *Lightness*,  $a^*$  dan  $b^*$

No	Variabel	r	Kekuatan korelasi
1	Total Fenolik ↔ Antioksidan	0,887**	Sangat kuat
2	Warna L ↔ Antioksidan	-0,119	Tidak ada
3	Warna $a^*$ ↔ antioksidan	0.876**	Sangat kuat
4	Warna $b^*$ ↔ antioksidan	0.846**	Sangat kuat
5	Warna L ↔ Total Fenolik	0.155*	Sangat lemah
6	Warna $a^*$ ↔ Total Fenolik	0.935**	Sangat kuat
7	Warna $b^*$ ↔ Total Fenolik	0.942**	Sangat kuat
8	Warna $a^*$ ↔ Warna L	0.106	Sangat lemah
9	Warna $b^*$ ↔ Warna L	0.253**	Lemah
10	Warna $b^*$ ↔ Warna $a^*$	0.933**	Sangat kuat

Hasil uji korelasi antara antioksidan, total fenolik, *lightness*,  $a^*$  dan  $b^*$  dapat dilihat pada *heatmap correlation* Tabel 9. dan Gambar 15.

Tabel 9. Korelasi antara antioksidan, total fenolik, *lightness*, a\* dan b\*

	Antioksidan	Fenolik	<i>Lightness</i>	a*	b*
Antioksidan	1				
Fenolik	0.887**	1			
<i>Lightness</i>	-0.119	0.155*	1		
a*	0.876**	0.935**	0.106	1	
b*	0.846**	0.942**	0.253**	0.933**	1



Gambar 15. Heatmap Correlation

Keterangan: dalam *heatmap* terdapat p-value yaitu \*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ . ( $n = 27$ )

0,00-0,20 = Hubungan korelasi sangat lemah

0,21-0,40 = Hubungan korelasi lemah

0,41-0,50 = Hubungan korelasi sedang

0,61-0,80 = Hubungan korelasi kuat

0,81-0,100 = Hubungan korelasi sangat kuat

Tabel 8., Tabel 9., dan Gambar 15. memperlihatkan adanya korelasi diantara total fenolik, antioksidan, dan warna. Korelasi dengan hasil positif menunjukkan adanya hubungan antar variabel penelitian, sedangkan negatif menunjukkan tidak adanya hubungan antar variabel. Intensitas *lightness* tidak memiliki korelasi dengan aktivitas antioksidan dan memiliki korelasi yang sangat lemah dengan total fenolik. Warna yang disajikan pada Tabel 9. dan Gambar 15. menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan antar variabel.