

### 3. HASIL PENELITIAN

#### 3.1. Hasil Uji Total Fenolik Minuman Herbal Daun Kelor

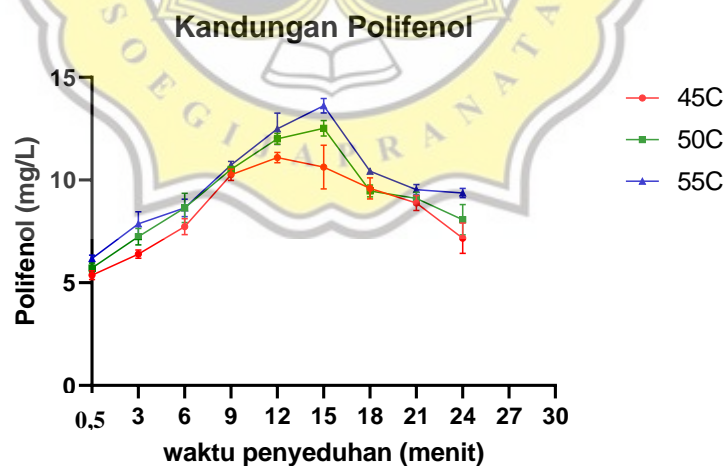
Hasil Uji Total Fenolik (mg/L) Minuman Herbal Daun Kelor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Total Fenolik (mg/L) Minuman Herbal Daun Kelor

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	45°C	50°C	55°C
0,5	5.36±0.21 <sup>A1</sup>	5.71±0.23 <sup>B1</sup>	6.18±0.16 <sup>C1</sup>
3	6.38±0.20 <sup>A2</sup>	7.24±0.40 <sup>B2</sup>	7.87±0.58 <sup>C2</sup>
6	7.72±0.38 <sup>A3</sup>	8.64±0.71 <sup>B3</sup>	8.64±0.42 <sup>C3</sup>
9	10.25±0.28 <sup>A6</sup>	10.51±0.13 <sup>B6</sup>	10.73±0.17 <sup>C6</sup>
12	11.08±0.25 <sup>A7</sup>	12.00±0.72 <sup>B7</sup>	12.49±0.75 <sup>C7</sup>
15	10.63±1.06 <sup>A8</sup>	12.52±0.37 <sup>B8</sup>	13.61±0.35 <sup>C8</sup>
18	9.58±0.51 <sup>A5</sup>	9.46±0.29 <sup>B5</sup>	10.43±0.11 <sup>C5</sup>
21	8.88±0.36 <sup>A4</sup>	9.10±0.30 <sup>B4</sup>	9.52±0.25 <sup>C4</sup>
24	7.17±0.73 <sup>A3</sup>	8.06±0.73 <sup>B3</sup>	9.36±0.22 <sup>C3</sup>

Keterangan :

- Semua nilai adalah *mean±standard deviation* (n=9)
- Nilai dengan *superscript* huruf menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji *Duncan* pada tingkat kepercayaan 95%
- Nilai dengan *superscript* angka menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji *Duncan* pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 3. Grafik Total Fenolik Minuman Herbal Daun Kelor

Tabel 3. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Total Fenolik

Suhu (°C)	Y	R <sup>2</sup>
45	$-0,0166x^3-0,03x^2+2,0526x+2,9833$	0,9358
50	$-0,0075x^3-0,1861x^2+2,8236x+2,7193$	0,8734
55	$-0,0136x^3-0,0759x^2+2,3462x+3,6148$	0,8263

Pada Tabel 2., dapat dilihat bahwa total fenolik paling tinggi yaitu 13,61 mg/L pada sampel daun kelor kering dengan suhu 55°C menggunakan waktu penyeduhan 15 menit sedangkan yang terendah yaitu 5,36 mg/L dengan suhu pengeringan 45°C menggunakan waktu penyeduhan 0,5 menit. Grafik peningkatan dan penurunan total fenolik pada minuman daun kelor dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3., dapat dilihat grafik total fenolik berdasarkan suhu pengeringan dan waktu penyeduhan yang berbeda, kandungan fenolik akan meningkat seiring berjalannya lama waktu penyeduhan hingga mencapai titik optimal kemudian menurun.

### 3.2. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Daun Kelor

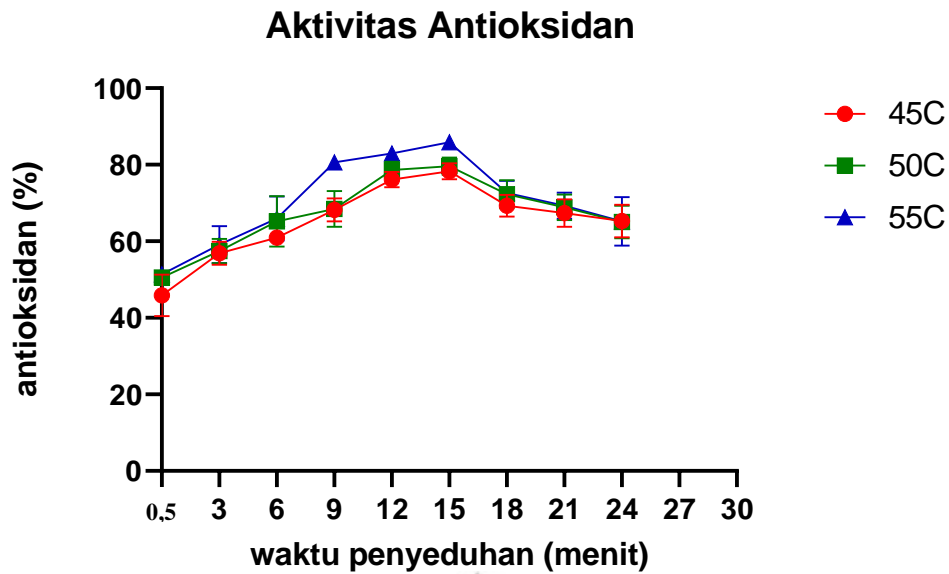
Hasil uji aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Aktivitas Antioksidan (%) Minuman Herbal Daun Kelor

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	45°C	50°C	55°C
0,5	45.87±5.44 <sup>A1</sup>	50.56±1.82 <sup>B1</sup>	51.38±1.85 <sup>C1</sup>
3	56.83±3.00 <sup>A2</sup>	57.48±3.16 <sup>B2</sup>	59.15±4.85 <sup>C2</sup>
6	60.99±1.88 <sup>A3</sup>	65.20±6.59 <sup>B3</sup>	65.96±5.74 <sup>C3</sup>
9	68.18±3.06 <sup>A5</sup>	68.43±4.65 <sup>B5</sup>	80.65±1.85 <sup>C5</sup>
12	76.11±2.05 <sup>A6</sup>	78.62±2.16 <sup>B6</sup>	82.98±1.66 <sup>C6</sup>
15	78.33±2.10 <sup>A7</sup>	79.62±2.23 <sup>B7</sup>	85.88±1.12 <sup>C7</sup>
18	69.32±2.87 <sup>A5</sup>	72.25±3.72 <sup>B5</sup>	72.66±3.21 <sup>C5</sup>
21	67.35±3.59 <sup>A4</sup>	68.89±3.38 <sup>B4</sup>	69.31±3.39 <sup>C4</sup>
24	65.26±4.25 <sup>A3</sup>	65.01±4.24 <sup>B3</sup>	65.23±6.33 <sup>C3</sup>

Keterangan :

- Semua nilai adalah *mean±standard deviation* (n=9)
- Nilai dengan *superscript* huruf menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%
- Nilai dengan *superscript* angka menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%



Gambar 4. Grafik Aktivitas Antioksidan Minuman Daun Kelor

Tabel 5. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Aktivitas Antioksidan

Suhu (°C)	Y	R <sup>2</sup>
45	$-0,0016x^3-1,1392x^2+13,794x+32,824$	0,9521
50	$-0,0588x^3-2747x^2+9,8047x+40,246$	0,9302
55	$-0,0094x^3-1,4121x^2+16,68x+33,794$	0,8863

Pada Tabel 4., dapat dilihat aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 85,88% pada sampel daun kelor kering dengan suhu 55°C menggunakan waktu penyeduhan 15 menit sedangkan aktivitas antioksidan terendah yaitu 45,87% adalah sampel daun kelor kering dengan suhu 45°C menggunakan waktu penyeduhan 0,5 menit. Grafik peningkatan dan penurunan aktivitas antioksidan pada minuman daun kelor dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4., dapat dilihat grafik aktivitas antioksidan pada suhu pengeringan dan waktu penyeduhan yang berbeda, dimana aktivitas antioksidan akan meningkat seiring berjalannya lama waktu penyeduhan hingga mencapai titik optimal kemudian menurun.

### 3.3. Hasil Uji Intensitas Warna

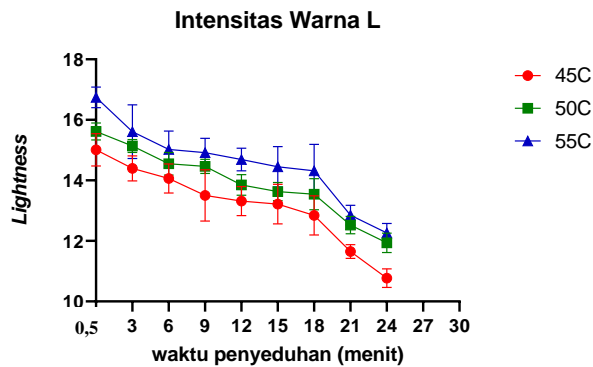
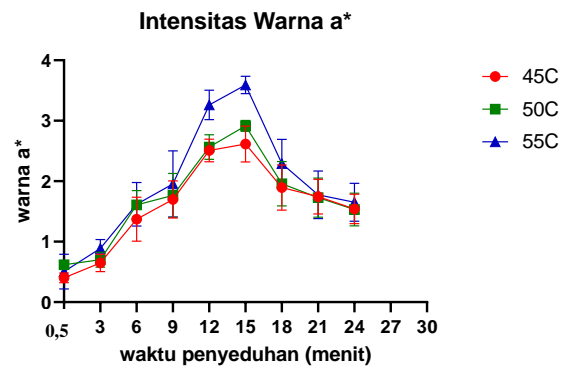
Hasil Uji Intensitas Warna Minuman Herbal Daun Kelor dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Intensitas Warna Minuman Herbal Daun Kelor

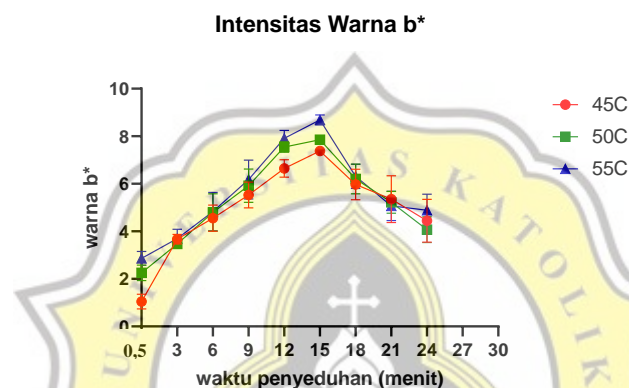
Suhu Pengeringan	Waktu Penyeduhan (menit)	Warna		
		L	a*	b*
45°C	0,5	15.00±0.53 <sup>A7</sup>	0.40±0.08 <sup>A1</sup>	1.04±0.31 <sup>A1</sup>
	3	14.39±0.41 <sup>A6</sup>	0.64±0.14 <sup>A2</sup>	3.67±0.20 <sup>A2</sup>
	6	14.06±0.47 <sup>A5</sup>	1.37±0.36 <sup>A3</sup>	4.55±0.54 <sup>A3</sup>
	9	13.50±0.85 <sup>A5</sup>	1.69±0.30 <sup>A4</sup>	5.52±0.54 <sup>A5</sup>
	12	13.31±0.47 <sup>A4</sup>	2.50±0.18 <sup>A5</sup>	6.64±0.36 <sup>A6</sup>
	15	13.21±0.65 <sup>A34</sup>	2.61±0.29 <sup>A6</sup>	7.38±0.18 <sup>A7</sup>
	18	12.84±0.64 <sup>A3</sup>	1.89±0.37 <sup>A7</sup>	5.97±0.64 <sup>A5</sup>
	21	11.65±0.22 <sup>A2</sup>	1.74±0.29 <sup>A4</sup>	5.35±0.98 <sup>A4</sup>
	24	10.76±0.30 <sup>A1</sup>	1.54±0.24 <sup>A3</sup>	4.44±0.89 <sup>A3</sup>
50°C	0,5	15.61±0.27 <sup>B7</sup>	0.61±0.07 <sup>B1</sup>	2.25±0.32 <sup>B1</sup>
	3	15.14±0.21 <sup>B6</sup>	0.70±0.12 <sup>B2</sup>	3.46±0.17 <sup>B2</sup>
	6	14.55±0.37 <sup>B5</sup>	1.60±0.23 <sup>B3</sup>	4.79±0.78 <sup>B3</sup>
	9	14.46±0.23 <sup>B5</sup>	1.76±0.36 <sup>B4</sup>	5.92±0.69 <sup>B5</sup>
	12	13.84±0.33 <sup>B4</sup>	2.56±0.20 <sup>B5</sup>	7.54±0.22 <sup>B6</sup>
	15	13.62±0.30 <sup>B34</sup>	2.91±0.09 <sup>B6</sup>	7.88±0.20 <sup>B7</sup>
	18	13.54±0.51 <sup>B3</sup>	1.95±0.36 <sup>B7</sup>	6.20±0.63 <sup>B5</sup>
	21	12.52±0.29 <sup>B2</sup>	1.72±0.32 <sup>B4</sup>	5.22±0.46 <sup>B4</sup>
	24	11.93±0.32 <sup>B1</sup>	1.53±0.27 <sup>B3</sup>	4.07±0.53 <sup>B3</sup>
55°C	0,5	16.76±0.34 <sup>C7</sup>	0.50±0.28 <sup>C1</sup>	2.86±0.29 <sup>C1</sup>
	3	15.60±0.88 <sup>C6</sup>	0.88±0.14 <sup>C2</sup>	3.69±0.39 <sup>C2</sup>
	6	15.02±0.61 <sup>C5</sup>	1.61±0.36 <sup>C3</sup>	4.82±0.80 <sup>C3</sup>
	9	14.91±0.47 <sup>C5</sup>	1.95±0.54 <sup>C4</sup>	6.18±0.81 <sup>C5</sup>
	12	14.69±0.37 <sup>C4</sup>	3.26±0.24 <sup>C5</sup>	7.91±0.33 <sup>C6</sup>
	15	14.45±0.66 <sup>C34</sup>	3.59±0.14 <sup>C6</sup>	8.69±0.21 <sup>C7</sup>
	18	14.31±0.87 <sup>C3</sup>	2.29±0.40 <sup>C7</sup>	6.31±0.50 <sup>C5</sup>
	21	12.85±0.32 <sup>C2</sup>	1.77±0.39 <sup>C4</sup>	5.06±0.61 <sup>C4</sup>
	24	12.26±0.32 <sup>C1</sup>	1.65±0.31 <sup>C3</sup>	4.88±0.67 <sup>C3</sup>

Keterangan :

- Semua nilai adalah *mean±standard deviation* (n=9)
- Nilai dengan *superscript* huruf menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%
- Nilai dengan *superscript* angka menunjukkan perbedaan yang nyata antar waktu penyeduhan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%

Gambar 5. Intensitas Nilai *Lightness* (L)

Gambar 6. Intensitas Nilai Hue (a\*)



Gambar 7. Intensitas nilai Hue (b\*)

Tabel 7. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Intensitas Warna

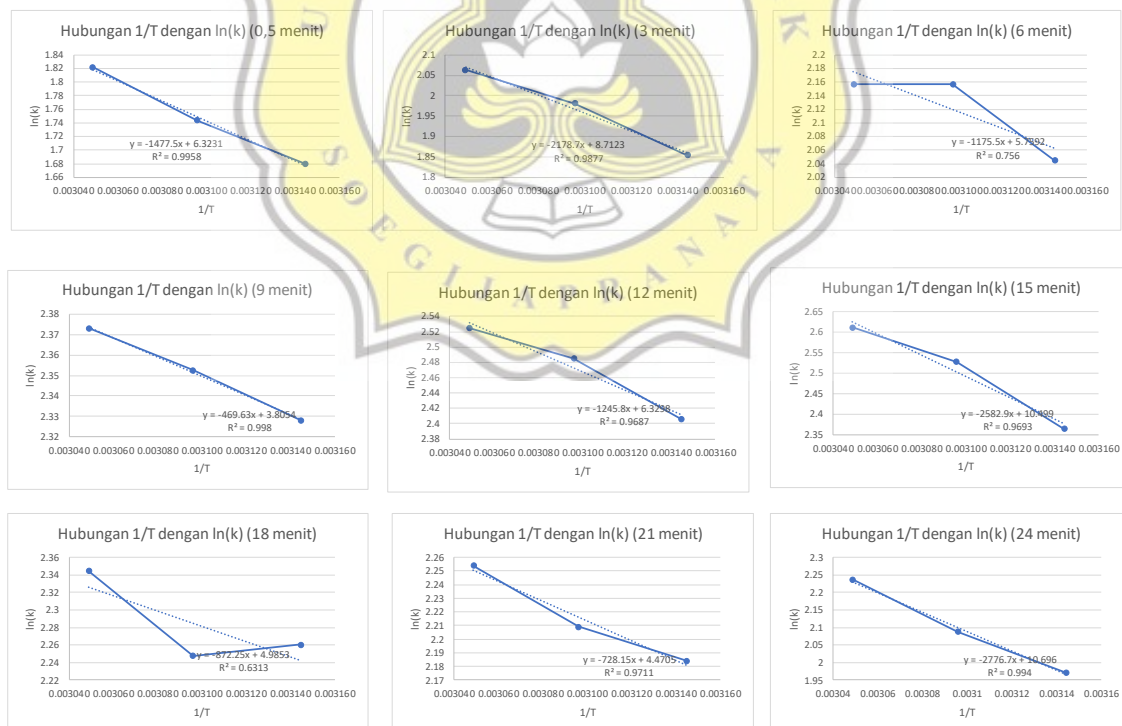
Warna	Suhu (°C)	Y	R <sup>2</sup>
Lightness	45	$-0,0183x^3+0,2403x^2-1,2788x+16,1$	0,9887
	50	$-0,0106x^3+0,1439x^2-0,9407x+16,453$	0,9844
	55	$-0,025x^3+0,3624x^2-1,8937x+18,231$	0,9761
a*	45	$-0,0057x^3+0,0005x^2+0,6523x-0,3946$	0,8861
	50	$-0,0078x^3+0,0285x^2+0,537x-0,1183$	0,8340
	55	$-0,0115x^3+0,0514x^2+0,6539x-0,1183$	0,8075
b*	45	$0,0007x^3-0,248x^2+2,8101x-1,3946$	0,9586
	50	$-0,0192x^3+0,335x^2+1,625x+0,4093$	0,9358
	55	$-0,0195x^3+0,0521x^2+1,4645x+1,0123$	0,8321

Pada Tabel 6., dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan paling tinggi yaitu 16,76 pada sampel daun kelor kering dengan suhu pengeringan 55°C menggunakan waktu penyeduhan 0 menit sedangkan yang paling rendah yaitu 10,76 pada sampel daun kelor kering dengan suhu pengeringan 45°C menggunakan waktu penyeduhan 24 menit. Nilai *Hue* (a\*) tertinggi yaitu 3,59 pada sampel daun kelor kering dengan suhu pengeringan 55°C menggunakan waktu penyeduhan 15 menit sedangkan yang paling rendah yaitu 0,40 pada sampel daun kelor kering

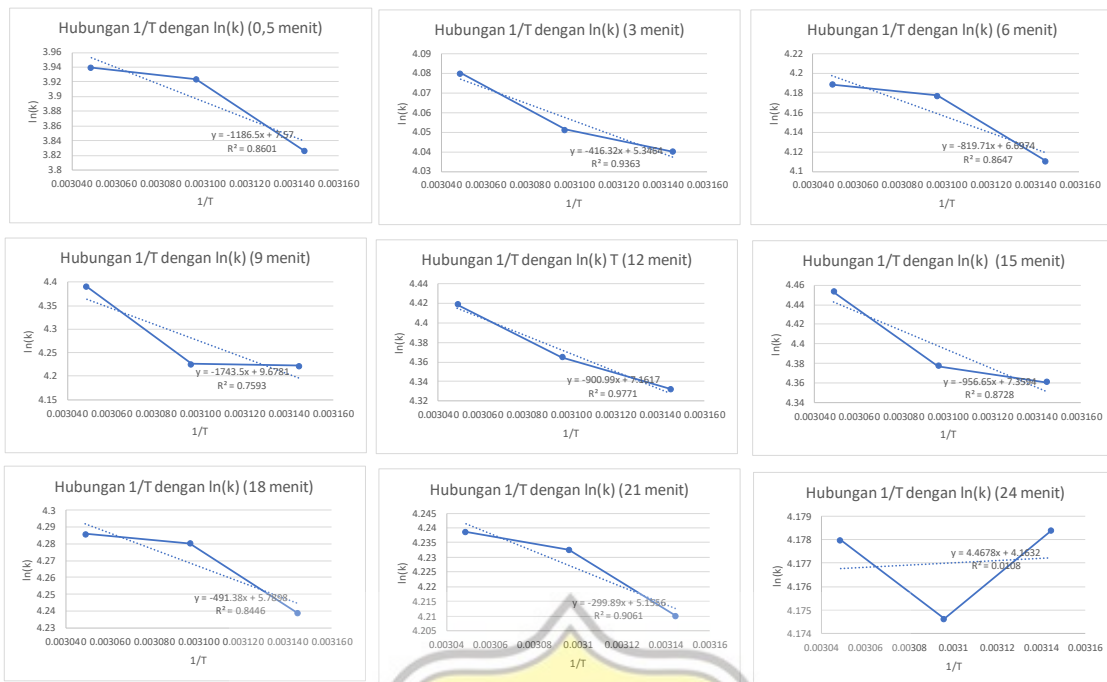
dengan suhu pengeringan 45°C menggunakan waktu penyeduhan 0 menit. Sedangkan nilai *Hue* ( $b^*$ ) yang tertinggi yaitu 8,69 pada sampel daun kelor kering dengan suhu pengeringan 55°C menggunakan waktu penyeduhan 15 menit dan yang terendah yaitu 1,04 pada sampel daun kelor kering dengan suhu pengeringan 45°C menggunakan waktu penyeduhan 0,5 menit. Peningkatan dan penurunan nilai *Lightness* dapat dilihat dalam Gambar 5., dimana semakin lama berjalannya waktu penyeduhan semakin rendah nilai L atau semakin rendah tingkat kecerahan pada setiap sampel. Pada gambar 5., dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan paling tinggi adalah sampel dengan suhu pengeringan 55°C kemudian diikuti oleh sampel dengan suhu 50°C dan suhu 45°C. Pada gambar 6., dapat diketahui bahwa nilai *Hue* ( $a^*$ ) mengalami peningkatan seiring berjalannya lama waktu penyeduhan kemudian menurun. Sama halnya dengan Gambar 6., Gambar 7 yang menunjukkan nilai *Hue* ( $b^*$ ) mengalami peningkatan seiring berjalannya lama waktu penyeduhan kemudian menurun.

### 3.4. Energi Aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Daun Kelor

Grafik Arrhenius hubungan antara  $1/T$  dan  $\ln(k)$  dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



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



Gambar 9. Grafik Arrhenius hubungan  $1/T$  dengan  $\ln(k)$  pada aktivitas antioksidan

Hasil perhitungan energi aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan dapat dilihat pada Tabel 8. Grafik Arrhenius dapat dilihat dalam lampiran 5.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Energi Aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan

Waktu (menit)	Ea (KJ/K mol)	
	Total Fenolik	antioksidan
3	12.28	9.86
6	18.11	3.46
9	14.76	6.82
12	3.90	14.50
15	10.36	7.49
18	21.47	7.95
21	7.25	4.09
24	6.05	-0,04

Pada Tabel 8., dapat dilihat hasil energi aktivasi (KJ/mol) yang dihitung dengan rumus persamaan pada grafik (gambar 7 dan 8) dan diubah dalam bentuk KJ/mol dapat dilihat pada Tabel 8. Energi aktivasi tertinggi total fenolik pada waktu penyeduhan 18 menit yaitu 21,47 (KJ/ K mol) sedangkan yang terendah pada waktu penyeduhan 24 menit yaitu 6,05 (KJ/ K mol). Sedangkan energi aktivasi tertinggi aktivitas antioksidan pada waktu penyeduhan 12 menit yaitu 14,50 (KJ/ K mol) sedangkan yang terendah pada waktu penyeduhan 24 menit yaitu 2,49 (KJ/ K mol).

### 3.5. Hasil Korelasi antara Total Fenolik, Aktivitas Antioksidan dan Intensitas Warna

Hasil Uji Korelasi Antara Total Fenolik, Antioksidan, *lightness*,  $a^*$  dan  $b^*$  dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 9. Hubungan Korelasi Antara Total Fenolik, Antioksidan, Lightness,  $a^*$  dan  $b^*$

No	Variabel	r	Hubungan Korelasi
1	Total Fenolik ↔ Antioksidan	0,890**	Sangat kuat
2	Warna L ↔ Antioksidan	-0,255**	Tidak ada
3	Warna $a^*$ ↔ antioksidan	0,869**	Sangat kuat
4	Warna $b^*$ ↔ antioksidan	0,909**	Sangat kuat
5	Warna L ↔ Total Fenolik	-0,174**	Tidak ada
6	Warna $a^*$ ↔ Total Fenolik	0,893**	Sangat kuat
7	Warna $b^*$ ↔ Total Fenolik	0,910**	Sangat kuat
8	Warna $a^*$ ↔ Warna L	-0,242**	Tidak ada
9	Warna $b^*$ ↔ Warna L	-0,227**	Tidak ada
10	Warna $a^*$ ↔ Warna $b^*$	0,875**	Sangat kuat

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

Hasil Uji Korelasi Antara Total Fenolik, antioksidan, *lightness*,  $a^*$  dan  $b^*$  dalam bentuk *heatmap correlation* dapat dilihat pada Gambar 6.

	polifenol	antioksidan	warna L	warna a	warna b
polifenol	1				
antioksidan	0.890**	1			
warna L	-0.174**	-0.255**	1		
warna a	0.893**	0.869**	-0.242**	1	
warna b	0.910**	0.909**	-0.227**	0.875**	1

Gambar 10. *Heatmap Correlation*

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

0,000-0,200 = Hubungan korelasi sangat lemah

0,201-0,400 = Hubungan korelasi lemah

0,401-0,500 = Hubungan korelasi sedang

0,601-0,801 = Hubungan korelasi kuat

0,801-0,1000 = Hubungan korelasi sangat kuat

Pada Gambar 10., dapat dilihat adanya hubungan korelasi yang berbanding lurus (memiliki korelasi positif) antara total fenol, antioksidan, warna  $a^*$  dan warna  $b^*$ . Sedangkan nilai *lightness* memiliki hubungan yang berbanding terbalik (memiliki korelasi negatif) dengan total fenol, antioksidan, warna  $a^*$  dan warna  $b^*$ . Kuat atau tidaknya hubungan ditunjukkan dengan nilai r. Warna biru dalam *heatmap* menunjukkan hubungan korelasi positif, sedangkan warna kuning menunjukkan hubungan korelasi negatif antar variabel.