

3. HASIL PENELITIAN

3.1. Hasil Aktivitas Antioksidan Minuman Herbal Daun Pegagan

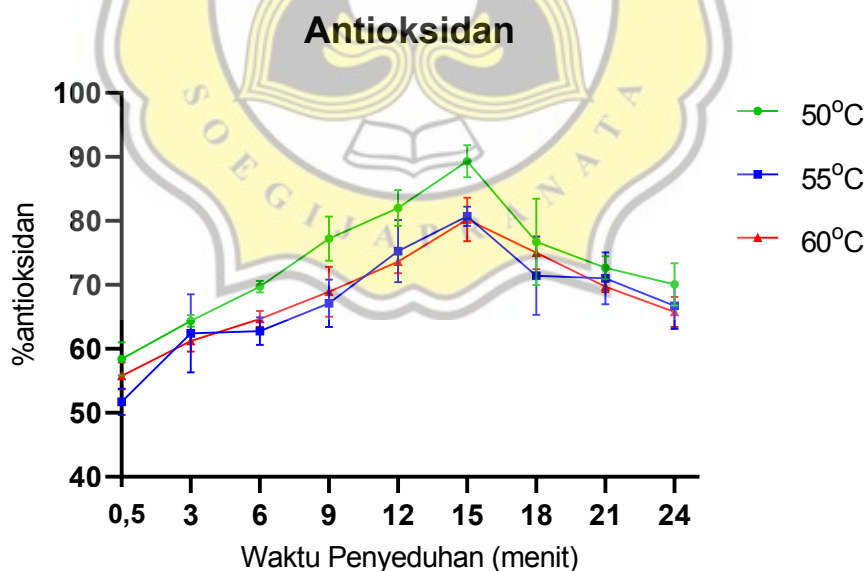
Hasil uji aktivitas antioksidan terhadap radikal DPPH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Aktivitas Antioksidan (%) Minuman Herbal Daun Pegagan

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	50°C	55°C	60°C
0,5	58,419 ± 2,622 ^{b1}	51,746 ± 2,079 ^{a1}	55,757 ± 2,140 ^{a1}
3	64,393 ± 0,940 ^{b2}	62,447 ± 6,117 ^{a2}	61,231 ± 1,673 ^{a2}
6	69,742 ± 0,901 ^{b3}	62,758 ± 2,168 ^{a3}	64,687 ± 1,259 ^{a3}
9	77,244 ± 3,475 ^{b5}	67,120 ± 3,698 ^{a5}	68,908 ± 3,916 ^{a5}
12	82,034 ± 2,827 ^{b7}	75,257 ± 4,873 ^{a7}	73,637 ± 1,789 ^{a7}
15	89,348 ± 2,537 ^{b8}	80,713 ± 1,535 ^{a8}	80,223 ± 3,384 ^{a8}
18	76,736 ± 6,760 ^{b6}	71,412 ± 6,103 ^{a6}	75,040 ± 2,560 ^{a6}
21	72,678 ± 1,807 ^{b5}	71,020 ± 4,041 ^{a5}	69,721 ± 0,838 ^{a5}
24	70,068 ± 3,318 ^{b4}	66,7433 ± 3,615 ^{a4}	65,753 ± 2,395 ^{a4}

Keterangan:

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



Gambar 3. Aktivitas Antioksidan pada Minuman Herbal Daun Pegagan Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Waktu Penyeduhan

Tabel 2. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Aktivitas Antioksidan

Suhu (°C)	Y	R ²
50	$-0,003x^3 - 0,0244x^2 + 2,7179x + 57,26$	0,8671
55	$-0,0026x^3 - 0,0057x^2 + 2,209x + 52,635$	0,8734
60	$-0,0049x^3 + 0,078x^2 + 1,2865x + 55,885$	0,9382

Berdasarkan Tabel 1., dapat dilihat pada aktivitas antioksidan tertinggi yaitu 89,348% pada daun pegagan kering dengan suhu 50°C menggunakan waktu penyeduhan 15 menit, sedangkan aktivitas terendah yaitu 51,746% pada suhu 55°C menggunakan waktu penyeduhan 0,5 menit.

Pada Gambar 3., dapat dilihat grafik peningkatan dan penurunan aktivitas antioksidan pada minuman herbal daun pegagan. Berdasarkan Gambar 3., dapat dilihat dan diketahui grafik aktivitas antioksidan pada minuman herbal daun pegagan pada suhu pengeringan dan waktu penyeduhan yang berbeda, aktivitas antioksidan sendiri dapat meningkat hingga waktu optimal lalu selanjutnya akan mengalami penurunan.

Pada Tabel 2., dapat dilihat bahwa persamaan regresi polinomial untuk mengetahui hubungan secara matematis yang didapatkan dari waktu penyeduhan 0,5 menit hingga 24 menit. Pada suhu 60°C menunjukkan angka 0,9382 yang paling mendekati angka 1 merupakan hubungan yang paling kuat.

3.2. Hasil Uji Total Fenolik Minuman Herbal Daun Pegagan

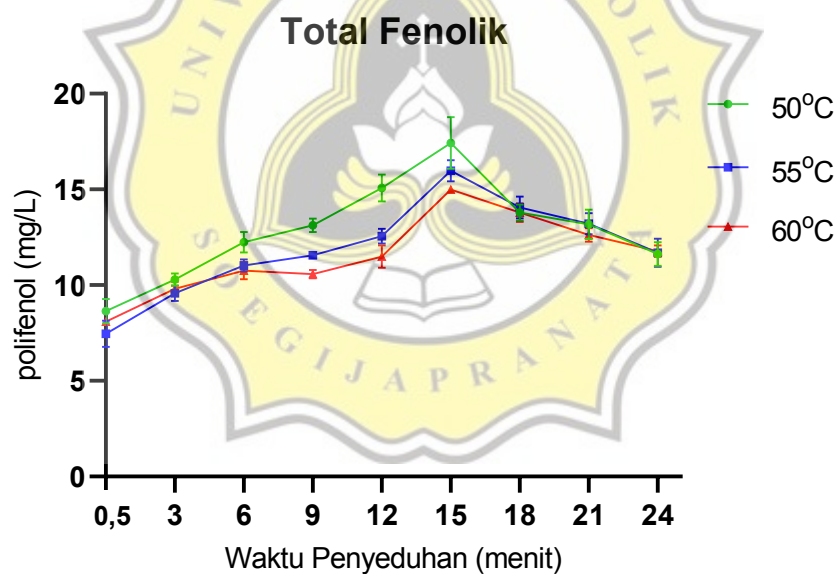
Hasil Uji Total Fenolik (mg/L) Minuman Herbal Daun Pegagan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Total Fenolik (mg/L) Minuman Herbal Daun Pegagan

Waktu Penyeduhan (menit)	Suhu Pengeringan		
	50°C	55°C	60°C
0,5	8,636 ± 0,646 ^{c1}	7,464 ± 0,682 ^{b1}	8,096 ± 0,174 ^{a1}
3	10,291 ± 0,325 ^{c2}	9,578 ± 0,408 ^{b2}	9,802 ± 0,370 ^{a2}
6	12,238 ± 0,535 ^{c3}	11,031 ± 0,323 ^{b3}	10,766 ± 0,450 ^{a3}
9	13,120 ± 0,357 ^{c4}	11,554 ± 0,188 ^{b4}	10,582 ± 0,228 ^{a4}
12	15,070 ± 0,701 ^{c5}	12,562 ± 0,380 ^{b5}	11,498 ± 0,583 ^{a5}
15	17,424 ± 1,358 ^{c7}	15,973 ± 0,546 ^{b7}	14,999 ± 0,178 ^{a7}
18	13,790 ± 0,426 ^{c6}	14,061 ± 0,563 ^{b6}	13,783 ± 0,484 ^{a6}
21	13,182 ± 0,766 ^{c5}	13,212 ± 0,550 ^{b5}	12,619 ± 0,363 ^{a5}
24	11,627 ± 0,623 ^{c4}	11,697 ± 0,735 ^{b4}	11,781 ± 0,313 ^{a4}

Keterangan:

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



Gambar 4. Kandungan Total Fenolik Pada Minuman Herbal Daun Pegagan Berdasarkan Suhu Pengeringan dan Waktu Penyeduhan

Tabel 4. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Total Fenolik

Suhu (°C)	Y	R ²
50	$-0,0012x^3 + 0,0061x^2 + 0,6349x + 8,4749$	0,8736
55	$-0,0014x^3 + 0,024x^2 + 0,3984x + 7,7292$	0,9033
60	$-0,0015x^3 + 0,0351x^2 + 0,1349x + 8,4781$	0,8371

Berdasarkan Tabel 3., dapat dilihat bahwa total fenolik yang paling tinggi yaitu 17,424mg/L dengan suhu pengeringan 50°C dan waktu penyeduhan 15 menit, sedangkan total fenolik yang paling rendah yaitu 7,464mg/L pada suhu pengeringan 55°C dengan waktu penyeduhan 0,5 menit.

Pada Gambar 4., dapat dilihat grafik kenaikan dan penurunan total fenolik pada daun pegagan. Dari Gambar 4., juga dapat dilihat dan diketahui grafik total fenolik minuman herbal daun pegagan pada suhu pengeringan dan waktu penyeduhan yang berbeda, aktivitas antioksidan sendiri dapat meningkat hingga waktu optimal lalu selanjutnya akan mengalami penurunan.

Pada Tabel 2., dapat dilihat bahwa persamaan regresi polinomial untuk mengetahui hubungan secara matematis yang didapatkan dari waktu penyeduhan 0,5 menit hingga 24 menit. Pada suhu 55°C menunjukkan angka 0,9033 yang paling mendekati angka 1 merupakan hubungan yang paling kuat.

3.3. Hasil Uji Intensitas Warna Minuman Herbal Daun Pegagan

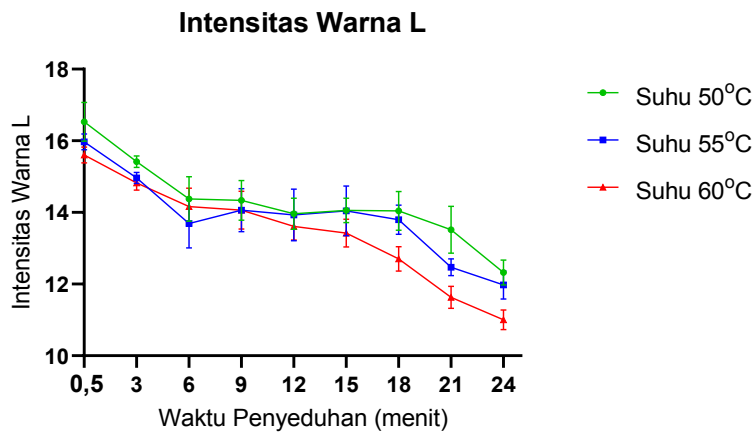
Hasil Uji Intensitas Warna Minuman Herbal Daun Pegagan dapat dilihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Intensitas Warna Minuman Herbal Daun Pegagan

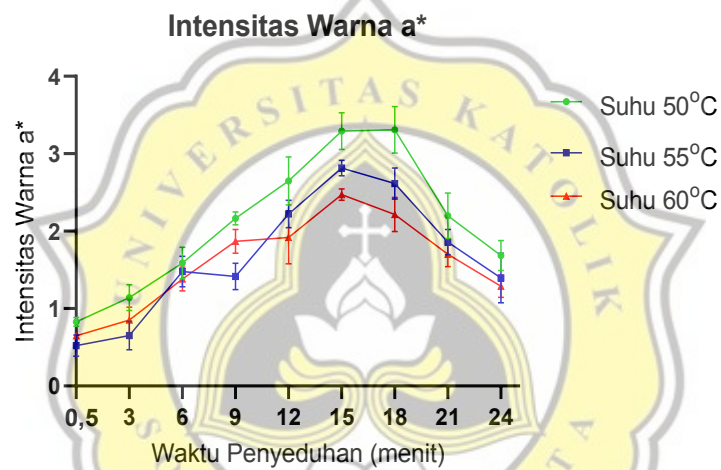
Suhu Pengeringan	Waktu Penyeduhan (menit)	Warna		
		L	a*	b*
50°C	0,5	16,529 ± 0,544 ^{c7}	0,829 ± 0,056 ^{c1}	3,054 ± 0,466 ^{c1}
	3	15,417 ± 0,160 ^{c6}	1,142 ± 0,166 ^{c2}	4,059 ± 0,231 ^{c2}
	6	14,378 ± 0,619 ^{c45}	1,589 ± 0,202 ^{c3}	4,919 ± 0,300 ^{c3}
	9	14,338 ± 0,557 ^{c5}	2,166 ± 0,082 ^{c4}	5,469 ± 0,207 ^{c5}
	12	13,963 ± 0,432 ^{c4}	2,649 ± 0,310 ^{c5}	6,509 ± 0,262 ^{c7}
	15	14,054 ± 0,345 ^{c4}	3,290 ± 0,240 ^{c7}	8,612 ± 0,237 ^{c9}
	18	14,040 ± 0,545 ^{c3}	3,308 ± 0,301 ^{c6}	7,954 ± 0,355 ^{c8}
	21	13,516 ± 0,657 ^{c2}	2,200 ± 0,296 ^{c4}	7,051 ± 0,469 ^{c6}
	24	12,322 ± 0,350 ^{c1}	1,683 ± 0,197 ^{c3}	5,550 ± 0,673 ^{c4}
55°C	0,5	15,968 ± 0,219 ^{b7}	0,522 ± 0,137 ^{b1}	0,939 ± 0,250 ^{a1}
	3	14,963 ± 0,154 ^{b6}	0,651 ± 0,186 ^{b2}	3,444 ± 0,284 ^{a2}
	6	13,688 ± 0,682 ^{b45}	1,478 ± 0,196 ^{b3}	3,640 ± 0,305 ^{a3}
	9	14,061 ± 0,601 ^{b5}	1,417 ± 0,170 ^{b4}	4,758 ± 0,197 ^{a5}
	12	13,927 ± 0,724 ^{b4}	2,223 ± 0,180 ^{b5}	6,043 ± 0,615 ^{a7}
	15	14,043 ± 0,692 ^{b4}	2,816 ± 0,102 ^{b7}	7,969 ± 0,085 ^{a9}
	18	13,799 ± 0,411 ^{b3}	2,614 ± 0,201 ^{b6}	6,579 ± 0,830 ^{a8}
	21	12,469 ± 0,233 ^{b2}	1,857 ± 0,165 ^{b4}	4,593 ± 0,311 ^{a6}
	24	11,979 ± 0,397 ^{b1}	1,393 ± 0,322 ^{b3}	4,220 ± 0,300 ^{a4}
60°C	0,5	15,604 ± 0,233 ^{a7}	0,650 ± 0,300 ^{a1}	2,629 ± 0,499 ^{b1}
	3	14,821 ± 0,120 ^{a6}	0,850 ± 0,170 ^{a2}	3,607 ± 0,215 ^{b2}
	6	14,163 ± 0,516 ^{a45}	1,380 ± 0,156 ^{a3}	4,228 ± 0,282 ^{b3}
	9	14,063 ± 0,524 ^{a5}	1,869 ± 0,154 ^{a4}	5,343 ± 0,257 ^{b5}
	12	13,607 ± 0,386 ^{a4}	1,917 ± 0,342 ^{a5}	6,418 ± 0,382 ^{b7}
	15	13,422 ± 0,390 ^{a4}	2,470 ± 0,074 ^{a7}	7,618 ± 0,197 ^{b9}
	18	12,706 ± 0,344 ^{a3}	2,216 ± 0,221 ^{a6}	7,023 ± 0,241 ^{b8}
	21	11,627 ± 0,312 ^{a2}	1,702 ± 0,160 ^{a4}	6,104 ± 0,437 ^{b6}
	24	11,006 ± 0,273 ^{a1}	1,289 ± 0,142 ^{a3}	5,093 ± 0,578 ^{b4}

Keterangan:

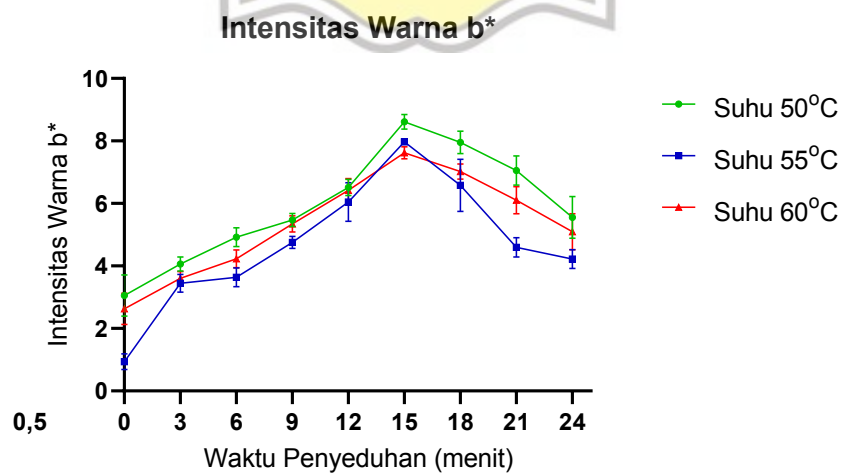
- * Semua nilai adalah mean ± standar deviasi (n=9)
- * Nilai dengan *superscript uppercase* menunjukkan perbedaan yang nyata antar suhu pengeringan dengan Uji *Two Way Anova* dilanjutkan Uji Duncan pada tingkat kepercayaan 95%
- * Nilai dengan *superscript lowercase* menunjukkan perbedaan yang nyata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



Gambar 5. Intensitas Nilai *Lightness* (L) Pada Minuman Herbal Daun Pegagan



Gambar 6. Intensitas Nilai *Hue* (a*) Pada Minuman Herbal Daun Pegagan



Gambar 7. Intensitas Nilai *Hue* (b*) Pada Minuman Herbal Daun Pegagan

Tabel 6. Persamaan Hubungan Suhu dan Waktu Penyeduhan pada Intensitas Warna

Warna	Suhu (°C)	Y	R ²
<i>Lightness</i>	50	-0,1305x + 15,85	0,8368
	55	-0,1291x + 15,426	0,8003
	60	-0,1752x + 15,549	0,9589
a*	50	-0,0009x ³ + 0,0204x ² + 0,0416x + 0,8254	0,9512
	55	-0,0007x ³ + 0,0171x ² + 0,045x + 0,4916	0,9236
	60	-0,0004x ³ + 0,0067x ² + 0,1043x + 0,5953	0,9527
b*	50	-0,0017x ³ + 0,0418x ² + 0,0545x + 3,2366	0,9484
	55	-0,0009x ³ + 0,0065x ² + 0,4757x + 1,1851	0,8765
	60	-0,0012x ³ + 0,0261x ² + 0,1818x + 2,6614	0,9715

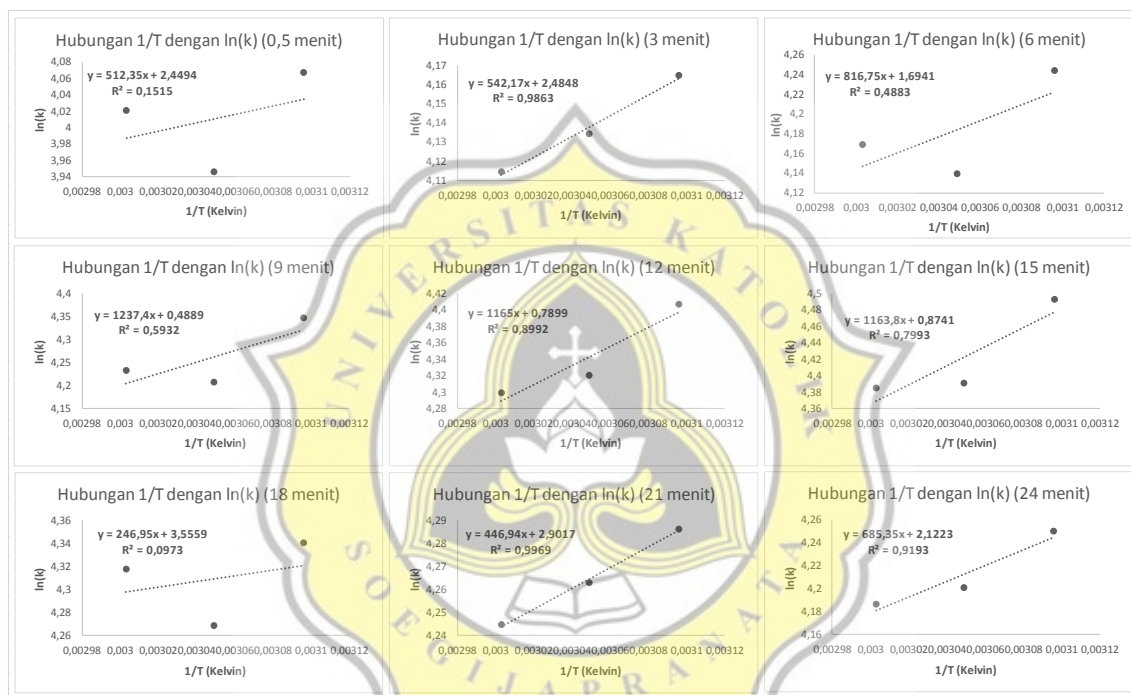
Berdasarkan pada Tabel 5., dapat dilihat kecerahan daun pegagan kering yang paling tinggi yaitu 16,529 pada suhu 50°C dengan waktu penyeduhan 0,5 menit, sedangkan kecerahan yang paling rendah yaitu 11,006 pada suhu 60°C dengan waktu penyeduhan 24 menit. Selanjutnya, dapat dilihat nilai *Hue* (a*) yang paling tinggi yaitu 3,308 pada suhu 50°C dengan waktu penyeduhan 18 menit, sedangkan nilai yang paling rendah yaitu 0,522 pada suhu 55°C dengan waktu penyeduhan 0,5 menit. Lalu, nilai *Hue* (b*) dapat dilihat bahwa yang paling tinggi 8,612 pada suhu 50°C dengan waktu penyeduhan 15 menit, sedangkan yang paling rendah yaitu 0,939 pada suhu 55°C dengan waktu penyeduhan 0,5 menit. Kenaikan dan penurunan nilai *Lightness* dapat dilihat pada Gambar 5., dimana waktu penyeduhan yang semakin panjang akan menyebabkan nilai semakin rendah tingkat kecerahan pada setiap sampelnya, berdasarkan grafik pada Gambar 5., dapat dilihat bahwa tingkat kecerahan yang paling tinggi yaitu berturut-turut dari suhu 50°C, suhu 55°C dan yang terakhir yaitu suhu 60°C merupakan nilai kecerahan yang paling rendah. Pada Gambar 6., dapat dilihat bahwa grafik nilai *Hue* (a*) mengalami kenaikan dengan berjalannya waktu dan akan mengalami penurunan saat sudah sampai pada titik yang optimal. Pada Gambar 7., dapat dilihat mengenai grafik nilai *Hue* (b*) kenaikan dengan seiring berjalannya waktu penyeduhan dan akan mengalami penurunan pada saat waktu sudah optimal.

Pada Tabel 6., dapat dilihat bahwa persamaan regresi linear untuk mengetahui hubungan secara matematis yang didapatkan dari waktu penyeduhan 0,5 menit hingga 24 menit pada warna L, didapatkan hasil 0,9589 pada suhu 60°C menunjukkan bahwa hasil tersebut yang paling mendekati angka 1 merupakan hubungan yang paling kuat. Lalu, pada warna a*

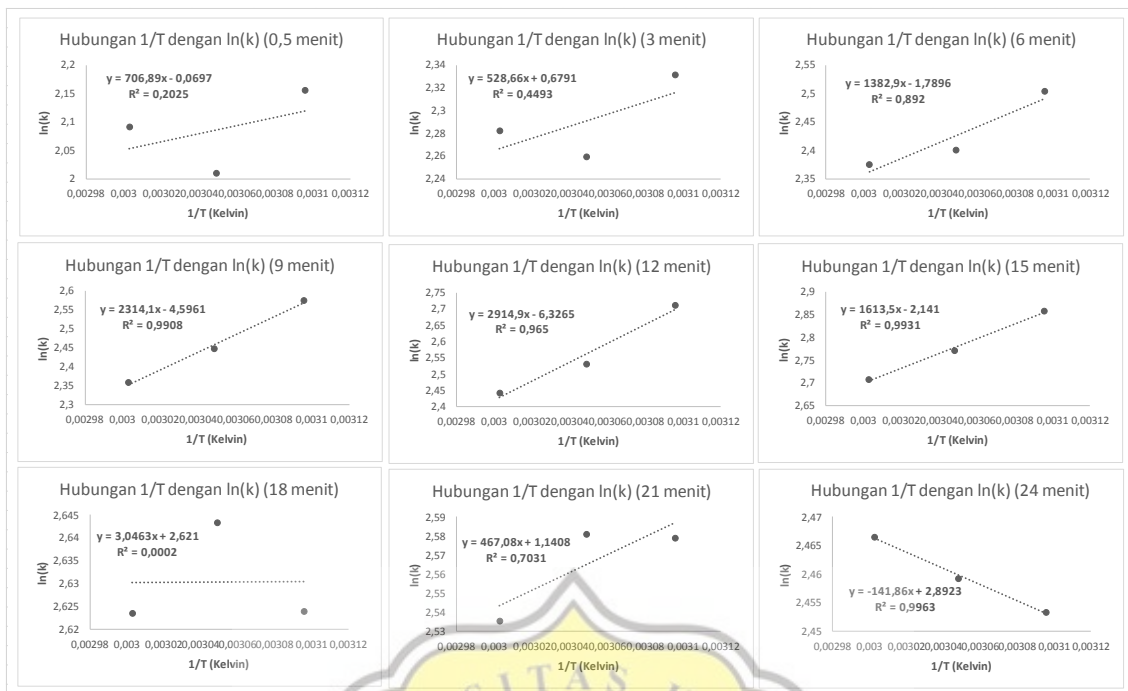
didapatkan hasil yang paling tinggi yaitu 0,9527 pada suhu 60°C. Sedangkan, pada warna b* didapatkan hasil yang paling tinggi yaitu 0,9715 pada suhu 60°C.

3.4. Energi Aktivasi Antioksidan dan Total Fenolik Minuman Herbal Daun Pegagan

Grafik Arrhenius hubungan antara $1/T$ dengan $\ln(k)$ dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



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



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

Hasil perhitungan energi aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Energi Aktivasi Total Fenolik dan Aktivitas Antioksidan

Waktu (menit)	Ea (KJ/K mol)	
	Antioksidan	Total Fenolik
0,5	4,260	5,877
3	4,508	4,395
6	6,790	11,497
9	10,288	19,239
12	9,686	24,234
15	9,676	13,415
18	2,053	0,025
21	3,716	3,883
24	5,698	-1,179

Berdasarkan Tabel 7. Energi aktivasi tertinggi pada aktivitas antioksidan yaitu pada waktu penyeduhan 12 menit dengan hasil 10,29 (KJ/K mol) sedangkan untuk hasil terendah yaitu pada waktu penyeduhan 18 menit dengan hasil 2,05 (KJ/K mol). Sedangkan, energi aktivasi tertinggi pada total fenolik yaitu pada waktu penyeduhan 15

menit dengan hasil 24,23 (KJ/K mol) sedangkan untuk hasil terendah yaitu pada waktu penyeduhan 24 menit dengan hasil -1,179 (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 8.

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

No	Variabel	r	Hubungan Korelasi
1	Total Fenolik ↔ Antioksidan	0,867**	Sangat kuat
2	Warna L ↔ Antioksidan	-0,330**	Tidak ada
3	Warna a^* ↔ antioksidan	0,842**	Sangat kuat
4	Warna b^* ↔ antioksidan	0,853**	Sangat kuat
5	Warna L ↔ Total Fenolik	-0,422**	Tidak ada
6	Warna a^* ↔ Total Fenolik	0,876**	Sangat kuat
7	Warna b^* ↔ Total Fenolik	0,876**	Sangat kuat
8	Warna a^* ↔ Warna L	-0,299**	Tidak ada
9	Warna b^* ↔ Warna L	-0,400**	Tidak ada
10	Warna b^* ↔ Warna b^*	0,882**	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 10.

	%antioksidan	total fenolik	warna L	warna a	warna b
%antioksidan	1				
total fenolik	0,867	1			
warna L	-0,331	-0,423	1		
warna a	0,842	0,876	-0,299	1	
warna b	0,853	0,876	-0,400	0,882	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 pengujian korelasi dengan hasil positif menunjukkan adanya hubungan antar variabel sedangkan hasil negatif menunjukkan tidak adanya hubungan antar variabel. Warna yang disajikan menunjukkan hubungan lurus atau berbanding terbalik.

