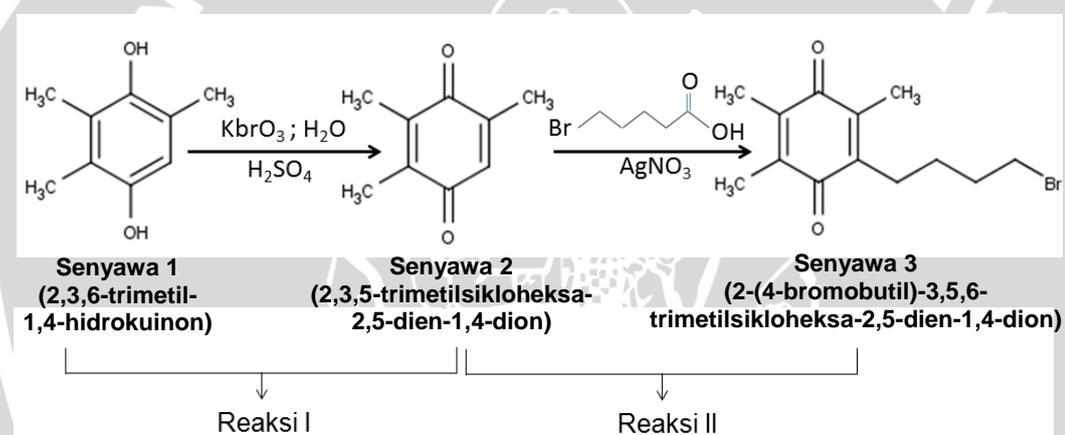


BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

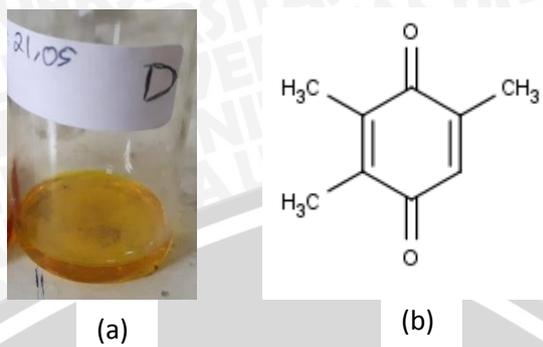
Pada penelitian ini, dilakukan sintesis turunan timokuinon, pengujian koefisien partisi timokuinon dan turunannya, serta pengujian kelarutan dalam air timokuinon dan turunannya. Sintesis turunan timokuinon dilakukan dengan dua tahap, dimana tahap pertama merupakan reaksi oksidasi dan tahap kedua merupakan reaksi bromoalkilasi (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Reaksi Satu dan Dua Sintesis Turunan Timokuinon

5.1.1 Sintesis Tahap Pertama dan Karakterisasinya

Setelah dilakukan sintesis tahap pertama melalui reaksi oksidasi antara 2,3,6-trimetil-1,4-hidrokuinon (9 mmol) dan KBrO_3 (3 mmol) dengan katalis H_2SO_4 serta pelarut air, hasil sintesis senyawa 2 yang didapat dalam penelitian adalah 1,15 gram. Berdasarkan pengamatan organoleptik, didapatkan senyawa berbentuk cair, berwarna kuning, dan berbau khas.



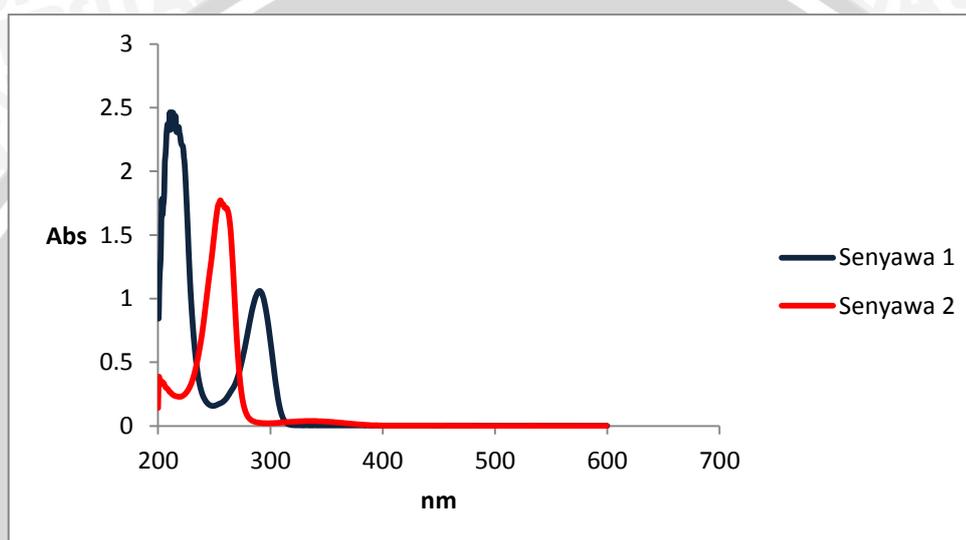
Gambar 5.2 Hasil Sintesis Senyawa 2 (a) dan Struktur Senyawa (b)

Karakterisasi pertama yang dilakukan pada penelitian ini adalah melakukan identifikasi nilai R_f senyawa 2 dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT). Fase diam yang digunakan pada penelitian ini adalah plat *silica gel* 60 F254 yang bersifat polar. Sebelum dilakukan identifikasi nilai R_f , dilakukan optimasi eluen (fase gerak) terlebih dahulu untuk mengetahui komposisi eluen yang baik untuk dilakukan KLT dan kromatografi kolom. Optimasi dilakukan menggunakan tiga macam komposisi eluen yang memiliki polaritas berbeda. Hasil optimasi eluen tercantum pada Tabel 5.1. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa komposisi eluen yang baik untuk senyawa ini adalah kloroform 100%. Nilai R_f yang dapat dikatakan baik seharusnya berada pada rentang 0,3-0,7 atau tidak terlalu dekat dengan nilai nol dan 1 (IAEA, 2005). Dengan menggunakan eluen tersebut dapat diketahui nilai R_f senyawa hasil sintesis tahap pertama sebesar 0,625.

Tabel 5.1 Optimasi Eluen dengan KLT dan Karakterisasi KLT Senyawa 1 dan 2

Eluen	Rf	Rf
	Senyawa 1	Senyawa 2
Kloroform 100%	0,425	0,625
Kloroform:n-heksana (1:1)	0	0,250
Kloroform:n-heksana (3:7)	0,125	0,15

Untuk melihat adanya perubahan panjang gelombang maksimum, dilakukan analisis senyawa hasil sintesis dan bahan awal menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pada analisis ini diperoleh data panjang gelombang maksimum dan nilai absorbansi yang tercantum pada Tabel 5.2 dan spektra UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 5.3.

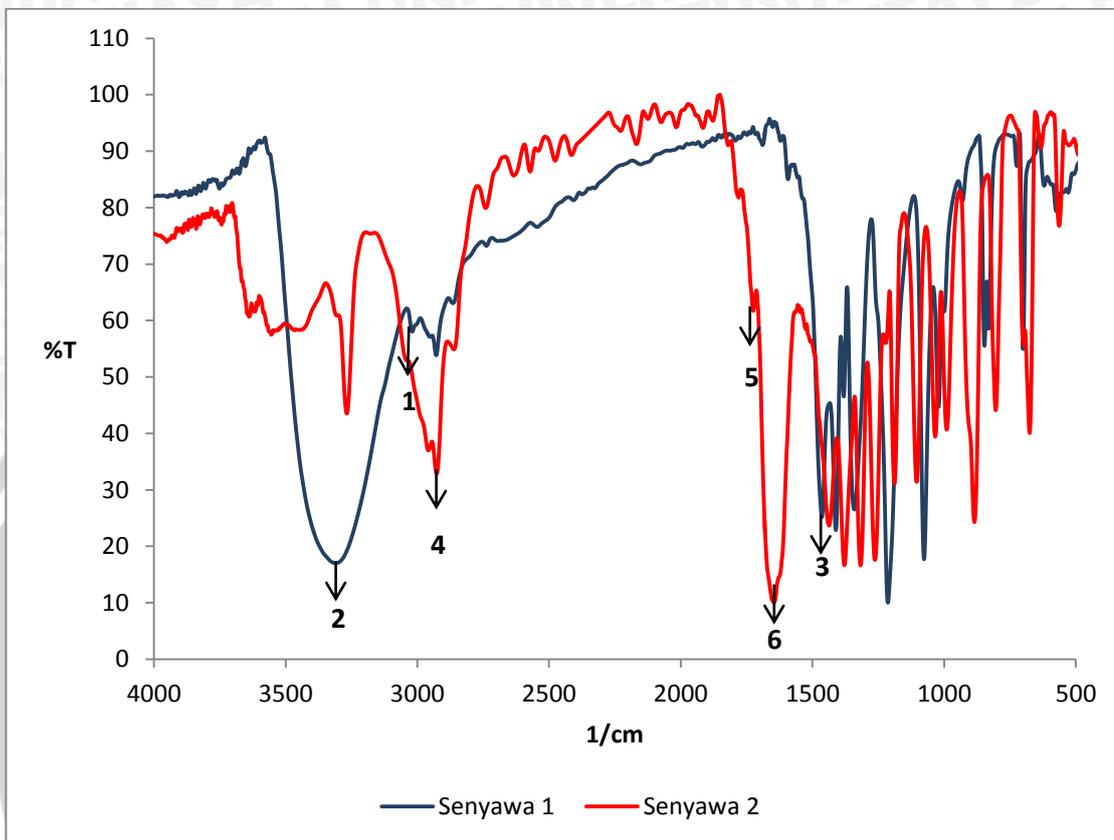


Gambar 5.3 Spektra UV-Vis Senyawa 1 dan Senyawa 2

Tabel 5.2 Hasil Identifikasi dengan UV-Vis Senyawa 1 dan 2

Senyawa	λ maks (nm)	Absorbansi
1	394,5	0,004
	290,5	1,061
2	339,5	0,039
	255,5	1,772

Kemudian dilakukan karakterisasi dengan FT-IR. Spektra IR senyawa 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 5.4. Daerah serapan masing-masing gugus fungsi senyawa 1 dan senyawa 2 disajikan pada Tabel 5.3. Untuk mengetahui keberhasilan terbentuknya senyawa baru hasil sintesis, daerah serapan gugus-gugus fungsi senyawa hasil sintesis dibandingkan dengan daerah serapan bahan awal.



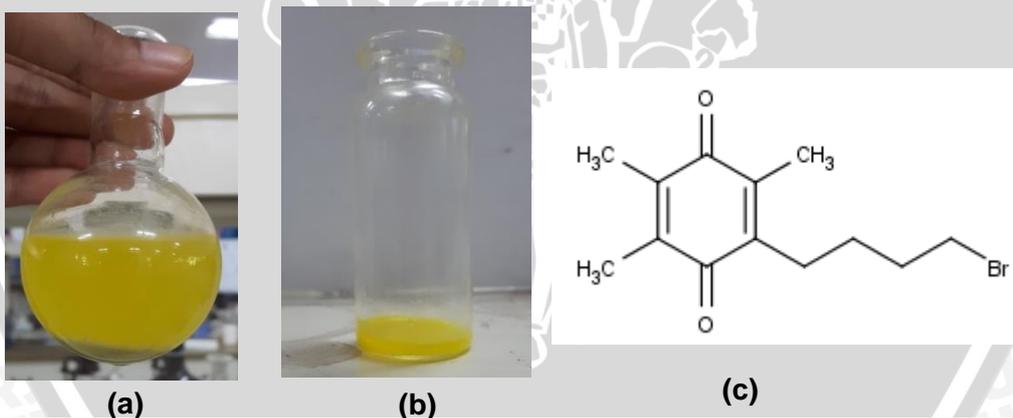
Gambar 5.4 Perbandingan Spektra IR Senyawa 1 dan 2

Tabel 5.3 Hasil Identifikasi dengan IR Senyawa 1 dan 2

Senyawa	Puncak	Puncak (cm ⁻¹)	Intensitas (%T)
1	1.	2950,89 (C-H)	57,089
	2.	3311,55 (C-OH)	17,022
	3.	1463,09 (C=C cincin aromatik)	85,02
2	4.	2925,81 (C-H)	32,858
	5.	1724,24 (C=O)	61,688
	6.	1647,10 (C=C alkena)	10

5.1.2 Sintesis Tahap Kedua dan Karakterisasinya

Setelah dilakukan reaksi bromoalkilasi dengan menggunakan asam 5-bromovalerat dengan katalis AgNO_3 serta pelarut aseto nitril dan air didapatkan suatu larutan berwarna kuning dengan endapan berwarna putih kehijauan. Setelah dilakukan penyaringan yang dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan dietil eter serta penguapan menggunakan *rotary evaporator* diperoleh 0,78 gram senyawa 3. Berdasarkan pengamatan organoleptik, didapatkan senyawa berbentuk cair, berwarna kuning dan berbau khas. Selanjutnya dilakukan proses pemurnian menggunakan kromatografi kolom dengan eluen kloroform:n-heksana (1:1) dan diperoleh 20 vial larutan senyawa dengan satu fraksi. Hasil eluasi selanjutnya diuapkan dan diperoleh 0,36 gram senyawa berwarna kuning cerah, konsistensi kental dan berbau khas.



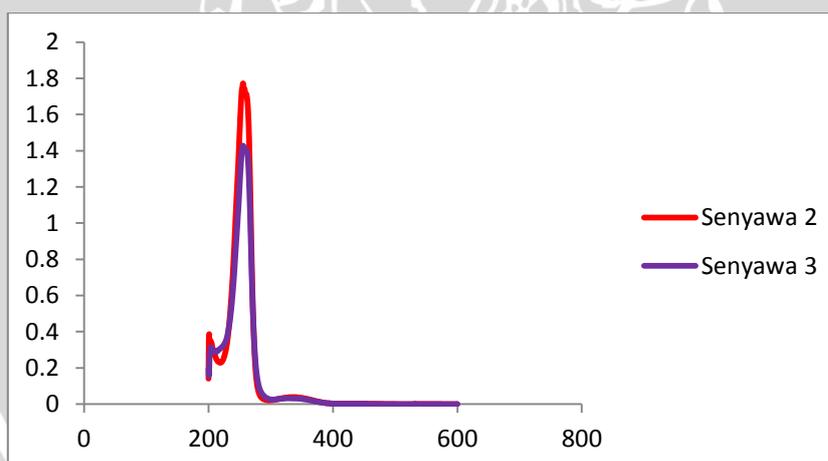
Gambar 5.5 Hasil Reaksi Bromoalkilasi (a), Senyawa 3 (b), dan Struktur Senyawa 3 (c)

Sama seperti yang dilakukan pada senyawa hasil reaksi tahap pertama (Senyawa 2), sebelum dilakukan KLT, terlebih dahulu dilakukan optimasi eluen yang baik untuk KLT. Hasil optimasi eluen tercantum pada Tabel 5.4. Berdasarkan hasil optimasi, eluen yang menghasilkan nilai R_f yang baik adalah eluen dengan komposisi kloroform 100% dan kloroform:n-heksana (1:1).

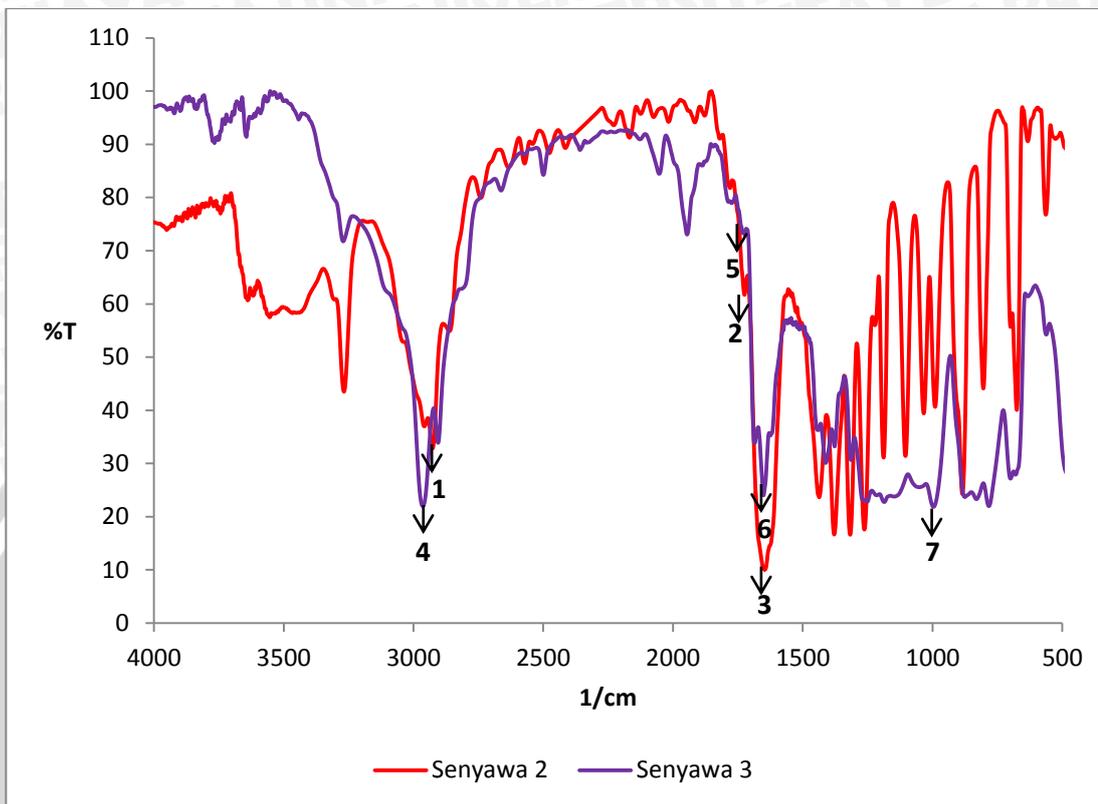
Tabel 5.4 Optimasi Eluen dengan KLT dan Karakterisasi KLT Senyawa 2 dan 3

Eluen	Rf	Rf
	Senyawa 2	Senyawa 3
Kloroform 100%	0,650	0,675
Kloroform:n-heksana (1:1)	0,475	0,450
Kloroform:n-heksana (3:7)	0,125	0,125

Untuk melihat adanya perubahan panjang gelombang maksimum, dilakukan analisis senyawa hasil sintesis dan bahan awal menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dimana pada analisis ini diperoleh data panjang gelombang maksimum senyawa 2 dan senyawa 3 sebesar 255,5 nm. Spektra UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 5.7.

**Gambar 5.7 Spektra UV-Vis Senyawa 2 dan 3**

Untuk mengetahui keberhasilan terbentuknya senyawa baru hasil sintesis tahap kedua, daerah serapan gugus-gugus fungsi senyawa hasil sintesis dibandingkan dengan daerah serapan senyawa hasil sintesis tahap pertama. Spektra hasil IR senyawa 3 dapat dilihat di Gambar 5.8. Daerah serapan masing-masing gugus fungsi senyawa 2 dan senyawa 3 disajikan pada Tabel 5.5.



Gambar 5.8 Perbandingan Spektra IR Senyawa 2 dan 3

Tabel 5.5 Hasil Identifikasi dengan IR Senyawa 2 dan 3

Senyawa	Puncak	Puncak (cm ⁻¹)	Intensitas (%T)
2	1.	2925,81 (C-H)	32,858
	2.	1724,24 (C=O)	61,688
	3.	1647,10 (C=C)	10,000
3	4.	2964,39 (C-H)	21,981
	5.	1722,31 (C=O)	72,940
	6.	1650,95 (C=C)	24,017
	7.	783,05 (C-Br)	21,985

5.1.3 Hasil Uji Koefisien Partisi

5.1.3.1 Hasil Uji Koefisien Partisi Timokuinon

Pada uji koefisien partisi timokuinon, dibuat tiga macam partisi yang mengandung komposisi fase buffer berair dan fase oktanol yang berbeda, dimana senyawa timokuinon dilarutkan dalam fase oktanol hingga mencapai konsentrasi 10 mM. Ketiga partisi tersebut selanjutnya dikocok selama 1 jam dengan kecepatan 200 rpm menggunakan *orbital shaker*. Setelah pengocokan selesai, dipisahkan antara fase buffer berair dan fase oktanol masing masing partisi.

Kemudian diukur konsentrasi senyawa timokuinon dalam setiap fase tersebut menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan dihitung nilai koefisien partisinya. Sebelum dilakukan pengukuran konsentrasi, perlu diketahui terlebih dahulu berapa panjang gelombang maksimum senyawa timokuinon yang dapat dilihat pada Lampiran 5 (Tabel L.5.1). Berdasarkan hasil *scanning* panjang gelombang maksimum pada masing-masing konsentrasi larutan yang dibuat, dapat ditentukan bahwa panjang gelombang maksimum senyawa timokuinon adalah 295 nm.

5.1.3.1.1 Fase Buffer Berair

Sebelum dilakukan pengukuran absorbansi masing-masing sampel, terlebih dahulu dibuat kurva baku dari empat larutan timokuinon dalam buffer berair dengan konsentrasi yang berbeda dan diukur absorbansinya, serta dilakukan tiga kali pengulangan. Data absorbansi tercantum pada Lampiran 5 (Tabel L.5.2). Dari data absorbansi tersebut, diperoleh tiga persamaan kurva

baku yaitu pada Tabel 5.6. Persamaan kurva baku yang digunakan adalah persamaan yang memiliki kekuatan korelasi paling kuat yaitu persamaan kedua.

Tabel 5.6 Persamaan Kurva Baku Senyawa Timokuinon pada Fase Buffer Berair

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,001091x - 0,0016$	0,9975	0,9950
2	$y_2 = 0,001088x - 0,0018$	0,9977	0,9954
3	$y_3 = 0,001089x - 0,0034$	0,9973	0,9946

Dengan menggunakan persamaan tersebut, dilakukan perhitungan konsentrasi. Diperoleh nilai median sebesar 262,6840 ppm, dengan nilai minimum 204,7790 ppm dan nilai maksimum sebesar 320,5880 ppm.

5.1.3.1.2 Fase Oktanol :

Sebelum dilakukan pengukuran absorbansi masing-masing sampel, terlebih dahulu dibuat kurva baku dari empat larutan timokuinon dalam n-oktanol dengan konsentrasi yang berbeda dan diukur absorbansinya, serta dilakukan tiga kali pengulangan. Diperoleh tiga persamaan kurva baku yaitu pada Tabel 5.7. Persamaan kurva baku yang digunakan adalah persamaan yang memiliki kekuatan korelasi paling kuat yaitu persamaan pertama. Dengan menggunakan persamaan tersebut, ditentukan nilai konsentrasi timokuinon yang berada pada fase n-oktanol yang tercantum pada Lampiran 5 (Tabel L.5.5). Diperoleh nilai median sebesar 3029,9380 ppm, dengan nilai minimum 2569,2270 ppm dan nilai maksimum sebesar 3546,7580 ppm.

Tabel 5.7 Persamaan Kurva Baku Senyawa Timokuinon pada Fase Oktanol

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,001604x + 0,00810$	0,9963	0,9926
2	$y_2 = 0,001587x + 0,00108$	0,9954	0,9908
3	$y_3 = 0,001595x + 0,00700$	0,9952	0,9904



5.1.3.1.3 Koefisien Partisi (Log P) Timokuinon :

Koefisien partisi senyawa timokuinon diperoleh dari nilai logaritma hasil perbandingan konsentrasi senyawa pada fase n-oktanol dengan konsentrasi pada fase buffer berair. Tabel 5.8 menunjukkan nilai koefisien partisi senyawa timokuinon dengan nilai median sebesar 1,0788.

Tabel 5.8 Koefisien Partisi (Log P) Senyawa Timokuinon

Partisi	Log P I	Log P II	Log P III
a	1,0439	1,0427	1,0439
b	1,1137	1,1137	1,1137

5.1.3.2 Hasil Uji Koefisien Partisi Turunan Timokuinon

5.1.3.2.1 Fase Buffer Berair

Sama seperti yang dilakukan pada partisi senyawa timokuinon, sebelum dilakukan pengukuran absorbansi masing-masing sampel, terlebih dahulu dibuat kurva baku dari empat larutan turunan timokuinon dalam buffer berair dengan konsentrasi yang berbeda dan diukur absorbansinya, serta dilakukan tiga kali pengulangan. Diperoleh tiga persamaan kurva baku yang tercantum pada Tabel 5.9. Persamaan kurva baku yang digunakan adalah persamaan yang memiliki kekuatan korelasi paling kuat yaitu persamaan kedua.

Tabel 5.9 Persamaan Kurva Baku Senyawa Turunan Fase Buffer Berair

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,00997x + 0,0069$	0,9993	0,9986
2	$y_2 = 0,00991x + 0,0105$	0,9995	0,9990
3	$y_3 = 0,00993x + 0,0095$	0,9994	0,9988

Dengan menggunakan persamaan tersebut, dilakukan perhitungan konsentrasi. Diperoleh nilai rata-rata konsentrasi turunan timokuinon dalam fase berair sebesar 54,6860 ppm.

5.1.3.2.2 Fase Oktanol :

Dibuat persamaan kurva baku untuk menentukan konsentrasi senyawa turunan timokuinon dalam fase oktanol. Persamaan kurva baku yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.10. Dipilih persamaan kurva baku pertama karena memiliki kekuatan korelasi paling kuat. Dengan menggunakan persamaan tersebut, dilakukan perhitungan konsentrasi. Diperoleh nilai rata-rata konsentrasi turunan timokuinon dalam fase oktanol sebesar 5735,3100 ppm.

Tabel 5.10 Persamaan Kurva Baku Turunan pada Fase Oktanol

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,009606x - 0,033$	0,9981	0,9962
2	$y_2 = 0,009597x - 0,033$	0,9970	0,9940
3	$y_3 = 0,009609x - 0,034$	0,9980	0,9960

5.1.3.2.3 Koefisien Partisi (LogP) Turunan Timokuinon :

Tabel 5.11 menunjukkan nilai koefisien partisi senyawa turunan timokuinon. Nilai koefisien partisi diperoleh dari nilai logaritma hasil perbandingan konsentrasi senyawa pada fase n-oktanol dengan konsentrasi pada fase buffer berair. Nilai rata-rata koefisien partisi turunan timokuinon sebesar $2,0289 \pm 0,1173$.

Tabel 5.11 Koefisien Partisi (Log P) Senyawa Turunan Timokuinon

Partisi	Log P I	Log P II	Log P III
a	2,1153	2,1118	2,1087
b	2,0310	2,0310	2,0310
c	1,9470	1,9433	1,9414

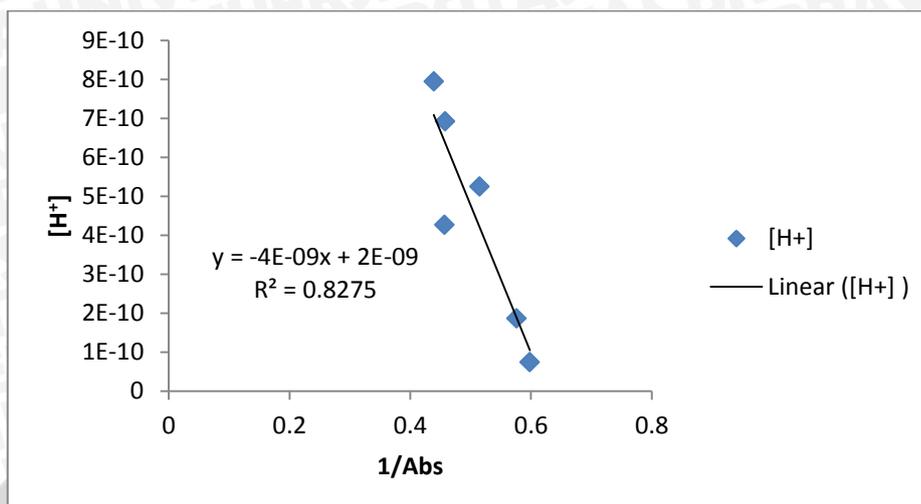
5.1.4 Hasil Uji Kelarutan dalam Air

5.1.4.1 Hasil Uji Kelarutan dalam Air Timokuinon

Langkah pertama yang dilakukan untuk menguji kelarutan senyawa timokuinon adalah menentukan nilai pKa senyawa tersebut dan pH dimana senyawa lebih banyak dalam keadaan tidak terion. Penentuan nilai pKa dilakukan dengan metode spektrofotometri. Pertama, disiapkan enam macam larutan Na_2HPO_4 yang memiliki pH berbeda. Keenam larutan ini kemudian dicampur dengan larutan senyawa timokuinon dan diukur masing – masing nilai absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Berdasarkan hasil *scanning* panjang gelombang, diperoleh panjang gelombang maksimum sebesar 257,5 nm. Hasil pengukuran absorbansi keenam larutan ditampilkan dalam Lampiran 6 (Tabel L.6.1).

Setelah itu dibuat persamaan regresi dari keenam larutan senyawa, dimana $1/\text{absorbansi}$ sebagai nilai x dan $[\text{H}^+]$ sebagai y . Nilai $[\text{H}^+]$ diperoleh dari $[\text{H}^+] = \text{antilog } -\text{pH}$. Persamaan yang didapatkan adalah $y = - 3,7956 \cdot 10^{-9}x + 2,3746 \cdot 10^{-9}$ dengan $r = - 0,90965$. Nilai a dari persamaan regresi tersebut adalah nilai yang menunjukkan besar K_a senyawa timokuinon yaitu sebesar $2,3746 \cdot 10^{-9}$. Untuk menghitung pKa digunakan rumus $\text{pKa} = - \log a$, sehingga nilai pKa timokuinon adalah 8,6244.

Selanjutnya dibuat buffer Britton-Robbinson sesuai pH senyawa. pH senyawa diperoleh dari rumus $\text{pH} = - \log [\text{H}^+]$, dimana $[\text{H}^+]$ senyawa yang menunjukkan nilai pKa senyawa tersebut merupakan nilai $[\text{H}^+]$ yang berada pada garis regresi (Gambar 5.9) yaitu $1,862 \cdot 10^{-10}$, sehingga nilai pH senyawa timokuinon adalah 9,73.



Gambar 5.9 Absorbansi Timokuinon pada Berbagai pH

Larutan buffer Britton-Robbinson yang sudah memiliki pH sesuai pH senyawa digunakan sebagai pelarut untuk melakukan pengujian kelarutan timokuinon. Sebanyak 10 mg senyawa timokuinon dimasukkan ke dalam 5 ml buffer dan dilakukan pengocokan selama 6 jam menggunakan *orbital shaker*. Selanjutnya larutan dibiarkan selama 18 jam dan kemudian disentrifugasi selama 10 menit. Perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan. Untuk menentukan kelarutan timokuinon, masing-masing supernatan diambil dan diukur konsentrasinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Sebelum menentukan absorbansi masing-masing sampel, dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva baku dari empat macam konsentrasi. Berdasarkan hasil *scanning* yang sudah dilakukan diketahui bahwa panjang gelombang maksimum yang digunakan untuk pengukuran selanjutnya sebesar 257,5 nm. Dengan panjang gelombang tersebut, diperoleh absorbansi larutan baku kerja dan sampel yang tercatum pada Lampiran 6 (Tabel L.6.3). Dari data absorbansi kurva baku dapat ditentukan persamaan kurva baku berikut:

Tabel 5.12 Persamaan Kurva Baku Senyawa Timokuinon

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,02165x - 0,46485$	0,9565	0,9149
2	$y_2 = 0,02180x - 0,47345$	0,9574	0,9166
3	$y_3 = 0,02165x - 0,46485$	0,9565	0,9149

Dari ketiga persamaan di atas, dipilih persamaan yang memiliki kekuatan korelasi paling kuat yaitu persamaan kedua. Dengan menggunakan persamaan ini dapat ditentukan konsentrasi sampel. Konsentrasi sampel diukur dengan menggunakan pengenceran 125 kali. Data konsentrasi sampel dapat dilihat pada Lampiran 6 (Tabel L.6.4). Konsentrasi tersebut menunjukkan kelarutan timokuinon di dalam air. Namun, pada penelitian ini kelarutan dinyatakan dalam satuan mg/ml, sehingga data kelarutan dalam air senyawa timokuinon dapat dilihat pada Tabel 5.13 dengan nilai median 7,2040 mg/ml.

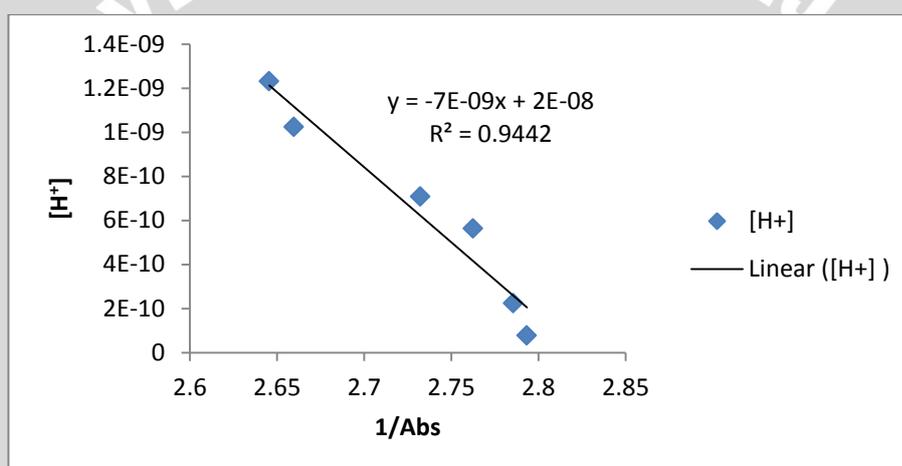
Tabel 5.13 Kelarutan Senyawa Timokuinon dalam Air

Partisi	Kelarutan I (mg/ml)	Kelarutan II (mg/ml)	Kelarutan III (mg/ml)
1	7,2040	7,2040	7,2040
2	6,9980	6,9980	6,9980
3	7,2270	7,2270	7,2330

5.1.4.2 Hasil Uji Kelarutan dalam Air Turunan Timokuinon

Sama seperti pada senyawa timokunon, langkah pertama yang dilakukan untuk menguji kelarutan senyawa turunan timokuinon adalah menentukan nilai pKa dan pH senyawa dengan menggunakan metode yang sama. Berdasarkan hasil *scanning* panjang gelombang yang tercantum pada Lampiran 6 (Tabel L.6.5), diperoleh panjang gelombang maksimum sebesar 260,3 nm. Kemudian dibuat persamaan regresi dari enam larutan senyawa yang memiliki pH berbeda. Persamaan yang diperoleh adalah $y = - 7,0878 \cdot 10^{-9}x + 1,9999 \cdot 10^{-8}$ dengan $r = - 0,97877$.

Nilai a dari persamaan regresi di atas adalah nilai yang menunjukkan besar K_a senyawa turunan timokuinon yaitu sebesar $1,9999 \cdot 10^{-8}$. Untuk menghitung pK_a digunakan rumus $pK_a = -\log a$, sehingga nilai pK_a turunan timokuinon adalah 7,6990. Selanjutnya dibuat buffer Britton-Robbinson sesuai pH senyawa yang dihitung menggunakan rumus $pH = -\log [H^+]$, dimana $[H^+]$ senyawa yang menunjukkan nilai pK_a senyawa tersebut merupakan nilai $[H^+]$ yang berada pada garis regresi (Gambar 5.10) yaitu $1,2300 \cdot 10^{-9}$, sehingga nilai pH senyawa turunan timokuinon adalah 8,91.



Gambar 5.10 Absorbansi Turunan Timokuinon pada Berbagai pH

Larutan buffer Britton-Robbinson yang sudah memiliki pH sesuai pH senyawa digunakan sebagai pelarut untuk melakukan pengujian kelarutan turunan timokuinon dengan spektrofotometer UV-Vis. Sebelum mengukur absorbansi masing-masing sampel, dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva baku dari empat macam konsentrasi. Berdasarkan hasil *scanning* yang sudah dilakukan yang tercantum pada Lampiran 6 (Tabel L.6.7) diketahui bahwa panjang gelombang maksimum yang digunakan untuk pengukuran selanjutnya sebesar 259,9 nm. Dengan panjang gelombang tersebut, dilakukan pembuatan persamaan kurva baku dan

pengukuran konsentrasi sampel. Diperoleh tiga persamaan kurva baku yang tercatum pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Persamaan Kurva Baku Senyawa Turunan Timkuinon

Pengulangan	Persamaan	R	R ²
1	$y_1 = 0,04883x - 0,0535$	0,9919	0,9839
2	$y_2 = 0,04883x - 0,0535$	0,9919	0,9839
3	$y_3 = 0,04886x - 0,0541$	0,9922	0,9844

Dari ketiga persamaan di atas, dipilih persamaan yang memiliki kekuatan korelasi yang paling kuat yaitu persamaan ketiga. Dengan menggunakan persamaan ini dapat ditentukan konsentrasi sampel. Konsentrasi sampel diukur dengan menggunakan pengenceran 100 kali. Data konsentrasi sampel dapat dilihat pada Lampiran 6 (Tabel L.6.9). Konsentrasi tersebut menunjukkan kelarutan turunan timokuinon di dalam air. Namun, pada penelitian ini kelarutan dinyatakan dalam satuan mg/ml. Sehingga data kelarutan dalam air senyawa timokuinon dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Kelarutan Senyawa Turunan Timokuinon dalam Air

Partisi	Kelarutan I (mg/ml)	Kelarutan II (mg/ml)	Kelarutan III (mg/ml)
1	0,5490	0,5510	0,5510
2	0,5590	0,5550	0,5610
3	0,5750	0,5710	0,5730

5.2 Analisis Data

5.2.1 Hasil Uji Koefisien Partisi

Hasil uji menunjukkan bahwa data koefisien partisi senyawa turunan timokuinon berdistribusi normal dengan $p = 0,062$ pada uji Shapiro-Wilk. Namun, data koefisien partisi senyawa timokuinon tidak berdistribusi normal yaitu $p = 0,005$. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas dan dihasilkan nilai $p = 0,225$ ($p > 0,05$). Hasil ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh homogen (Lampiran 7).

Kemudian dilakukan transformasi data, namun data koefisien partisi senyawa timokuinon tetap tidak berdistribusi normal. Oleh sebab itu, nilai rata-rata tidak dapat digunakan untuk membandingkan nilai koefisien partisi kedua senyawa tersebut, sehingga nilai koefisien partisi timokuinon hanya dapat dinyatakan dalam median, nilai minimum, dan nilai maksimum yang tercantum pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 Nilai Median dan Rata-rata Koefisien Partisi

Senyawa	Median (Min-Maks)	Rata-rata \pm SD
Timokuinon	1,0788 (1,0427-1,1137)	-
Turunan Timokuinon	2,0310 (1,9414-2,1153)	2,0289 \pm 0,1173

Untuk mengetahui ketelitian dan ketepatan data koefisien partisi turunan timokuinon dilakukan uji presisi dan uji akurasi. Diperoleh nilai koefisien variasi sebesar 5,7800 % dan nilai akurasi sebesar 97,1687 %. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai koefisien partisi senyawa timokuinon dan turunannya digunakan uji Mann-Whitney. Hasil uji ini menyatakan bahwa $p = 0,001$. Oleh karena nilai $p < 0,05$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan antara koefisien partisi senyawa timokuinon dan turunannya, serta dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien partisi senyawa turunan timokuinon lebih besar dari senyawa timokuinon.

5.2.2 Hasil Uji Kelarutan dalam Air

Hasil uji menunjukkan bahwa data kelarutan dalam air senyawa turunan timokuinon berdistribusi normal dengan nilai $p = 0,177$ pada uji Shapiro-Wilk. Namun, data kelarutan dalam air timokuinon tidak berdistribusi normal dengan nilai $p = 0,001$. Selanjutnya, dilakukan uji homogenitas dan dihasilkan nilai $p <$

0,001 ($p < 0,05$) yang menunjukkan data tidak homogen (Lampiran 7). Kemudian dilakukan transformasi data, namun data kelarutan dalam air timokuinon tetap tidak berdistribusi normal dan tidak homogen. Oleh sebab itu, nilai rata-rata tidak dapat digunakan untuk membandingkan kelarutan dalam air kedua senyawa tersebut, sehingga kelarutan dalam air timokuinon dinyatakan dalam median, nilai minimum, dan nilai maksimum yang tercantum pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Nilai Median dan Rata-rata Kelarutan dalam Air

Senyawa	Median (Min-Maks)	Rata-rata \pm SD
Timokuinon	7,2040 (6,9980-7,2330) mg/ml	-
Turunan Timokuinon	0,5590 (0,549-0,575) mg/ml	0,5610 \pm 0,0100 mg/ml

Untuk mengetahui ketelitian dan ketepatan data kelarutan dalam air turunan timokuinon dilakukan uji presisi dan uji akurasi. Diperoleh nilai koefisien variasi sebesar 1,7825 % dan nilai akurasi sebesar 98,5227 %. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan derajat kelarutan dalam air senyawa timokuinon dan turunannya digunakan uji Mann-Whitney. Hasil uji ini menyatakan bahwa $p < 0,001$. Oleh karena nilai $p < 0,05$, maka hipotesis nol (H_0) ditolak. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelarutan dalam air senyawa timokuinon dan turunannya, sehingga dapat disimpulkan bahwa kelarutan dalam air senyawa turunan timokuinon lebih kecil dari senyawa timokuinon.