



## OPTIMASI KONSENTRASI KATALIS NaOH PADA SINTESIS SENYAWA 1,3-DIFENIL-2-PROPEN-1-ON DENGAN METODE MICROWAVE-ASSISTED ORGANIC SYNTHESIS (MAOS)

### *Optimization of NaOH Catalyst Concentration on 1,3-Diphenyl-2-propen-1-on Synthesis Using Microwave-Assisted Organic Synthesis (MAOS) Method*

**Iin Narwanti \* dan Narendra Bagus Kusumajati**

Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan  
Jl. Prof. Dr. Soepomo S.H, Janturan, Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta 55164, Indonesia

Untuk korespondensi: e-mail: iin.narw@gmail.com

Received: December 04, 2018

Accepted: April 15, 2019

Online Published: April 30, 2019

DOI : 10.20961/jkpk.v4i1.25790

#### ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on dengan metode *Microwave-Assisted Organic Synthesis* (MAOS) dengan variasi konsentrasi katalis NaOH. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi katalis NaOH dalam sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on menggunakan metode MAOS yang menghasilkan rendemen yang optimal. Sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on menggunakan benzaldehid dan asetofenon dilakukan dengan metode MAOS dengan katalis NaOH. Variasi konsentrasi katalis NaOH sebesar 10%, 20%, 30%, dan 40%. Radiasi microwave dilakukan pada daya 140 watt selama 20 detik. Kemurnian 1,3-difenil-2-propen-1-on hasil sintesis diuji dengan pemeriksaan titik lebur, KLT, dan kromatografi gas. Struktur 1,3-difenil-2-propen-1-on hasil sintesis dikarakterisasi dengan FTIR, GC-MS dan NMR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on dapat disintesis dari benzaldehid dan asetofenon menggunakan MAOS dengan rata-rata rendemen pada variasi konsentrasi katalis 10, 20, 30 dan 40% berturut-turut adalah (50,58±1,84)%, (69,20±1,58)%, (84,55±1,50)% dan (90,60±0,96)%. Konsentrasi katalis NaOH 40% menghasilkan rendemen produk sintesis yang paling optimal.

**Kata Kunci:** kondensasi aldol, konsentrasi katalis, microwave-assisted organic synthesis (MAOS), 1,3-difenil 2-propen-1-on

#### ABSTRACT

Synthesis of 1,3-diphenyl-2-propen-1-on by Microwave-Assisted Organic Synthesis (MAOS) with a variation of NaOH catalyst concentration has been done. The purpose of this study was to determine the concentration of NaOH catalyst in the synthesis of 1,3-diphenyl-2-propen-1-on using MAOS method which produced optimal yield. The synthesis of 1,3-diphenyl-2-propen-1-on using benzaldehyde and acetophenone was carried out using the MAOS method with NaOH catalyst. The variation of NaOH catalyst concentration was 10%, 20%, 30%, and 40%. Microwave radiation was carried out at 140 watts for 20 seconds. The purity of the synthesized 1,3-diphenyl-2-propen-1-on was tested by melting point, TLC, and gas chromatography. The structure of the synthesized 1,3-diphenyl-2-propen-1-on was characterized by FTIR, GC-MS and NMR. The results showed that the compound 1,3-diphenyl-2-propen-1-on can be synthesized from benzaldehyde and acetophenone using MAOS method. The obtained yield at varying catalyst concentrations of 10, 20, 30 and 40% were (50.58±1.84%, (69.20±1.58)%, (84.55±1.50)% and

(90.60±0.96)%, respectively. The concentration of 40% NaOH catalyst produces the most optimal yield of synthesis products.

**Keywords:** Aldol condensation, catalyst concentration, microwave-assisted organic synthesis (MAOS), 1,3-diphenyl-2-propen-1-on

## PENDAHULUAN

Senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on merupakan senyawa alam yang banyak ditemukan pada buah-buahan dan sayuran [1] serta merupakan prekursor dari senyawa flavonoid dan isoflavonoid [2]. Senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on memiliki sistem cincin terkonjugasi dengan ikatan rangkap C=C dan C=O. Pada struktur 1,3-difenil-2-propen-1-on terdapat gugus etilen keto (-CO-CH=CH) yang mempunyai berbagai macam aktivitas biologi/ farmakologi [3].

Senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on dan derivatnya memegang peranan penting di dalam bahan alam karena aktivitas biologisnya yang luas diantaranya sebagai antitumor, anti bakterial, dan antiinflamasi [4], agen kardiovaskular [5], anti kanker [6], anti malaria, anti tuberkulosis [7], antioksidan [8], imunomodulator [9], antiinfeksi, dan antiinflamasi [10]. Senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on atau kalkon diketahui sebagai kunci intermediet di dalam mensintesis senyawa-senyawa heterosiklik yang berperan penting dalam aktivitas biologi. Di sisi lain, kalkon sulit diisolasi dari tanaman karena adanya enzim kalkon sintetase (CSH) yang dengan mudah merubah kalkon menjadi flavanon [2]. Oleh karena itu, sintesis merupakan salah satu metode dalam upaya untuk mendapatkan senyawa tersebut. Sintesis dilakukan bertujuan untuk memperkaya materi pemula yang dapat dijadikan senyawa

obat baru baik dari bahan organik maupun sintetik.

Sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on dapat disintesis melalui kondensasi dari aldehid dan keton aromatik. Beberapa strategi dalam mensintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on telah dilakukan. Salah satu strategi yang dilakukan yaitu dengan reaksi kondensasi aldol dengan katalis basa [11], Ba(OH)<sub>2</sub> [12] dan radiasi ultrasonik [13]. Dengan metode konvensional, sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on menghasilkan rendemen sebesar 56,17% [14]. Sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on dengan menggunakan montmorillonit - KSF (*acid – clay*) secara iradiasi ultrasonik selama 30 menit menghasilkan rendemen sebesar 79,4%. Keasaman permukaan dan luas area montmorillonit berpengaruh terhadap aktivitas katalitiknya [15].

Saat ini penelitian sintesis menggunakan *Microwave-Assisted Organic Synthesis/ MAOS* telah banyak dikembangkan. Metode ini didasarkan pada pemanasan langsung ke campuran reaksi, temperatur dapat melebihi titik didih campuran, sumber pemanasan berupa gelombang elektromagnetik [16]. Pemanasan yang terjadi pada metode iradiasi *microwave* didasari atas interaksi partikel bermuatan dengan gelombang elektromagnetik. Sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on menggunakan metode iradiasi gelombang mikro (*microwave*) dengan katalis bentonit/ montmorillonit menghasilkan rendemen optimal sebesar 1,72% [17]. Penelitian lain tentang

efektivitas katalis asam-basa pada sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on telah dilakukan dan menunjukkan bahwa  $\text{NaOH} > \text{NaOCH}_3 > \text{NaH} > \text{H}_2\text{SO}_4$  dengan hasil rendemen berturut-turut 50,62%, 13,06%, 12,58%, dan 4,17%. Perbedaan antara reaksi terkatalisis asam dan basa terletak pada pembentukan nukleofil sebagai penentu reaksi, dimana pada reaksi terkatalisis asam membentuk enol sedangkan pada reaksi terkatalisis basa menghasilkan ion enolat yang memiliki nukleofilisitas lebih kuat dibandingkan dengan enol. Metode MAOS ini telah banyak digunakan para peneliti untuk mensintesis suatu senyawa. Hal tersebut karena keunggulan dari metode ini diantaranya cepat, sangat ekonomis untuk sintesis skala besar (industri farmasi), pemanasan yang terjadi langsung ke campuran reaksi, temperatur reaksi dapat melebihi titik didih campuran, sumber pemanasan berupa gelombang elektromagnetik, laju pemanasan akan lebih cepat [16].

Sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on dengan katalis basa menghasilkan rendemen yang lebih baik daripada katalis asam [18]. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, dipilih NaOH sebagai katalis. Katalis NaOH merupakan katalis basa kuat yang dapat menarik proton alfa hidrogen pada suatu aldehid atau keton sehingga menyebabkan peristiwa resonansi anion yang stabil. Anion tersebut biasa dikenal dengan sebutan ion enolat. Ion enolat akan mengalami resonansi anion membentuk suatu karbanion dari asetofenon (nukleofil). Optimasi variasi konsentrasi katalis NaOH pada sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on menggunakan iradiasi gelombang mikro (*microwave*) perlu dilakukan untuk mendapatkan rendemen yang optimal.

## METODE PENELITIAN

### 1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah Benzaldehida (Merck), asetofenon (Merck), natrium hidroksida (Merck), etanol (Merck), aquadest, kloroform (Merck), dan metanol (Merck).

Peralatan yang digunakan adalah *Microwave*, gelas beaker (pyrex), corong Buchner, labu hisap, batang pengaduk, pipet volume (pyrex), pipet ukur (pyrex), *melting point apparatus*, Spektrofotometer IR (Shimadzu FTIR 8201 PC) Laboratorium MIPA Universitas Gajah Mada, GC-MS (Shimadzu QP-2010 SE) Laboratorium Penelitian Terpadu Universitas Ahmad Dahlan, dan NMR (Aglient DD2 500 MHz) Laboratorium Kimia Institut Teknologi Bandung.

### 2. Prosedur Penelitian

#### a. Sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on

Sebanyak 5 mmol asetofenon dimasukkan ke dalam gelas *beaker* kemudian dilarutkan dengan 1,5 mL etanol. Setelah larut masukan 1,5 mL natrium hidroksida dengan konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40% kemudian 5 mmol benzaldehid ditambahkan ke dalamnya. Gelas *beaker* yang berisi campuran dimasukkan ke dalam *microwave*, daya diatur sebesar 140 watt selama 20 detik, kemudian diletakan di atas penangas es atau ke dalam *freezer* hingga terbentuk padatan kristal, padatan yang diperoleh disaring menggunakan corong Buchner dan dicuci dengan aquades dingin kemudian dikeringkan di suhu ruangan, bila perlu dikeringkan di dalam desikator untuk membantu pengeringan. Padatan kristal

dimurnikan dengan melarutkannya ke dalam etanol. Setelah endapan larut sempurna, aquades dingin ditambahkan kedalamnya hingga terbentuk padatan kristal kuning kemudian padatan dikeringkan di dalam desikator dan ditimbang.

#### **b. Analisis kemurnian senyawa hasil sintesis**

Pengujian kemurnian produk sintesis dengan cara analisis titik lebur menggunakan *melting point apparatus*, KLT dengan fase gerak kloroform:metanol (10:1) dan kromatografi gas.

#### **c. Identifikasi senyawa hasil sintesis**

Analisis produk sintesis dengan spektrometri inframerah untuk mengetahui gugus fungsional, spektrometri massa, dan spektrometri resonansi magnetik inti.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on**

Senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on disintesis menggunakan material awal senyawa benzaldehida yang berfungsi sebagai elektrofil dan senyawa asetofenon sebagai nukleofil. Sintesis 1,3-difenil-2-propen-1-on ini melalui reaksi kondensasi aldol. Katalis yang digunakan yaitu katalis NaOH karena dapat menghasilkan produk sintesis yang optimum. Katalis NaOH merupakan basa kuat yang dapat menarik proton alfa hidrogen pada suatu aldehyd atau keton sehingga menyebabkan peristiwa resonansi anion yang stabil (ion enolat). Adapun proses reaksi kondensasi ini dilakukan dengan metode MAOS. Mekanisme reaksi pada metode iradiasi microwave terjadi ketika molekul ataupun ion yang berada pada suatu campuran akan berinteraksi dengan

gelombang elektromagnetik, interaksi tersebut menghasilkan suatu panas yang menyebabkan gerak acak dari molekul atau ion sehingga terjadi reaksi [16].

Pada saat pembentukan senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on akan terbentuk suatu ion stabil. Ion tersebut biasa disebut dengan ion enolat. Terbentuknya ion enolat ini akan menyebabkan suhu dari larutan meningkat ketika diradiasi oleh gelombang mikro. Hal tersebut disebabkan adanya interaksi antara ion dengan gelombang elektromagnetik sehingga menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan menyebabkan pergerakan acak dari ion atau molekul sehingga terjadi reaksi kondensasi aldol sehingga akan menghasilkan senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on[17].

Rendemen yang dihasilkan pada sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on ini dapat dilihat pada Tabel 1. Adapun padatan kristal senyawa disajikan pada Gambar 1.



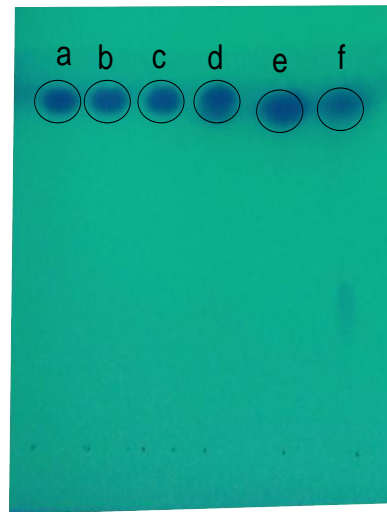
Gambar 1. Padatan kristal senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on

### **2. Analisis kemurnian senyawa hasil sintesis**

Analisis kemurnian produk sintesis secara kualitatif yaitu dengan mengamati jarak lebur. Hasil pengukuran (Tabel 1)

menunjukkan jarak lebur  $>2^{\circ}\text{C}$  pada setiap variasi konsentrasi katalis namun masih dikatakan murni karena memiliki satu spot pada KLT. Selain memiliki satu spot nilai Rf dari senyawa produk sintesis berbeda dengan nilai Rf material awal. Hal tersebut menandakan produk sintesis merupakan senyawa yang berbeda dari material awal. Nilai Rf produk sintesis pada semua variasi konsentrasi katalis sebesar 0,8125, asetofenon sebesar 0,7875 dan benzaldehid sebesar 0,7750. Produk sintesis juga memiliki satu puncak dengan waktu retensi sebesar 14,038 menit pada kromatografi gas. Hal ini menandakan bahwa produk sintesis merupakan senyawa yang murni. Hasil uji KLT dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan

kromatogram senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on tersaji pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil uji KLT 1,3-difenil-2-propen-1-on dengan katalis NaOH (a) 10%, (b) 20%, (c) 30%, (d) 40%, (e) asetofenon (f) benzaldehida, fasa gerak kloroform: metanol (10:1)

Tabel 1. Hasil sintesis senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on

Kel	Rep	Hasil Sintesis (gram)	Jarak lebur ( $^{\circ}\text{C}$ )	Rendemen (%)	Rerata $\pm$ SD
I	1	0,5090	3,3	48,88	$50,58 \pm 1,84^{(a)}$
	2	0,5471		52,54	
	3	0,5239		50,31	
II	1	0,7126	3,0	68,43	$69,20 \pm 1,58^{(b)}$
	2	0,7395		71,02	
	3	0,7095		68,14	
III	1	0,8643	2,7	83,00	$84,55 \pm 1,50^{(c)}$
	2	0,8813		84,64	
	3	0,8956		86,01	
IV	1	0,9344	2,9	89,73	$90,60 \pm 0,96^{(d)}$
	2	0,9417		90,44	
	3	0,9542		91,64	

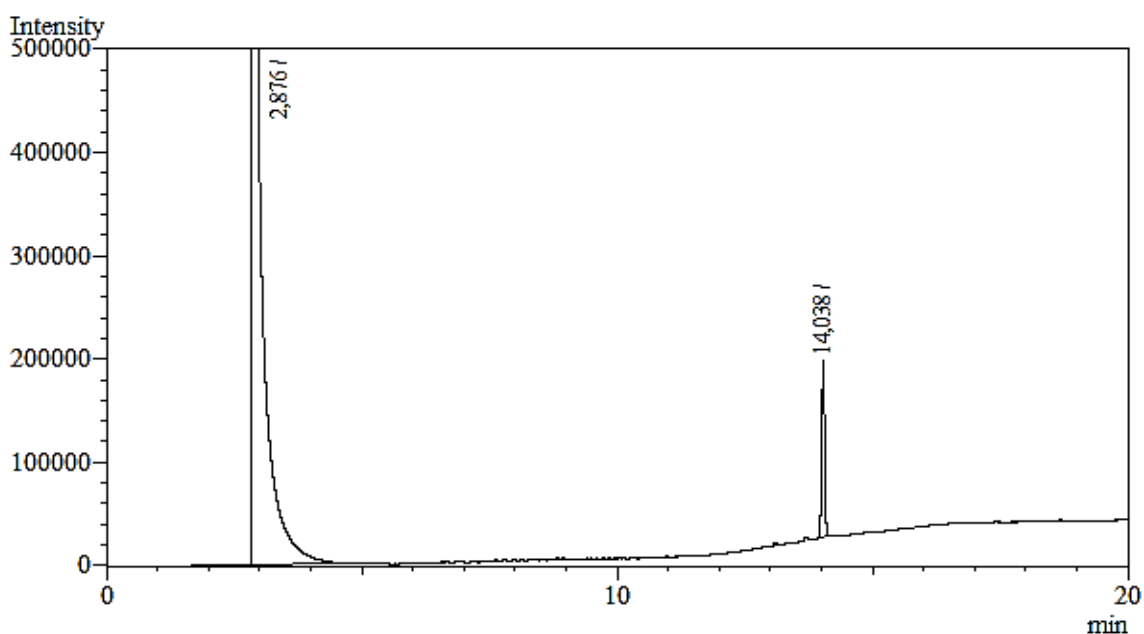
Keterangan: Perbedaan kode <sup>(a)</sup>, <sup>(b)</sup>, <sup>(c)</sup>, dan <sup>(d)</sup> menandakan perbedaan signifikan antara setiap variasi dengan taraf kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ).

I: Kelompok NaOH 10%;

II: Kelompok NaOH 20%;

III: Kelompok NaOH 30%

IV: Kelompok NaOH 40%

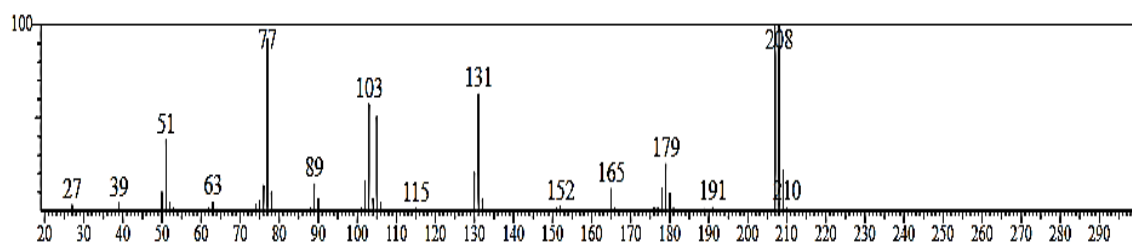


Gambar 3. Kromatogram senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on

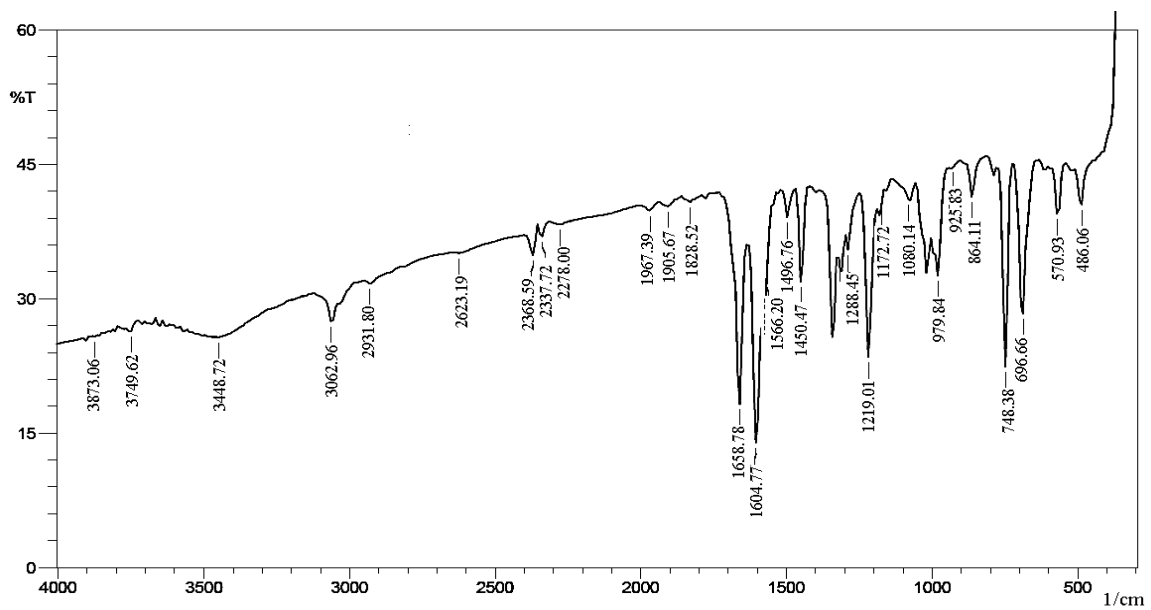
### 3. Identifikasi senyawa hasil sintesis

Identifikasi senyawa produk hasil sintesis dengan analisis spektrometri massa menghasilkan bobot molekul sebesar 208 g/mol yang dapat dilihat pada Gambar 4. Spektrometri inframerah untuk mengetahui gugus fungsional yang dimiliki oleh senyawa produk sintesis dan spektrometri resonansi magnetik inti untuk mengetahui atom hidrogen dan karbon pada senyawa produk sintesis [18]. Terbentuknya senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on ditandai dengan pembentukan ikatan  $\alpha$ - $\beta$  tak jenuh. Gambar 5 memperlihatkan Spektrum inframerah yang menunjukkan

adanya pembentukan ikatan  $\alpha$ - $\beta$  tak jenuh ditandai dengan adanya serapan pada bilangan gelombang  $1604,77\text{ cm}^{-1}$  dan dipertegas munculnya serapan pada daerah  $979,84\text{ cm}^{-1}$ . Hasil analisis spektrometri resonansi magnetik inti atom karbon pada ikatan  $\alpha$ - $\beta$  tak jenuh muncul pada pergeseran kimia sebesar 122,14 dan 144,48 ppm, sedangkan atom hidrogen muncul pada pergeseran kimia sebesar 8,15 dan 8,17 ppm. Adapun interpretasi dari spektrometri inframerah dan spektrometri resonansi magnetik inti ini disajikan pada Tabel 2.



Gambar 4. Spektrum massa senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on



Gambar 5. Spektrum inframerah senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on

Tabel 2. Interpretasi spektrometri inframerah dan spektrometri resonansi magnetik inti

No.	$\nu$ cm <sup>-1</sup>	$\delta$ C ppm	$\delta$ H ppm	Struktur senyawa target
$\alpha$	1604,77 &	122,14	8,15	
$\beta$	979,84	144,88	8,17	
C=O	1658,78	190,55	-	
1	748,38 &	138,26	-	
1'	864,11	134,94	-	
2	1566,20 &	129,02	7,80	
3	3062,96	128,69	7,83	
4		132,85	7,61	
2'		128,52	7,42	
3'		128,57	7,54	
4'		130,61	7,42	

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari rendemen senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on dapat disintesis dari benzaldehida dan asetofenon menggunakan MAOS dengan rata-rata rendemen pada variasi konsentrasi katalis 10, 20, 30 dan 40% berturut-turut adalah  $(50,58 \pm 1,84)\%$ ,  $(69,20 \pm 1,58)\%$ ,  $(84,55 \pm 1,50)\%$  dan  $(90,60 \pm 0,96)\%$ . Konsentrasi katalis NaOH 40% menghasilkan rendemen produk sintesis yang paling optimal. Hasil

analisis dengan KLT menunjukkan nilai R<sub>f</sub> yang berbeda dengan benzaldehid dan asetofenon, sedangkan hasil karakterisasi dengan FTIR, GC-MS dan NMR, menunjukkan hasil sintesis merupakan senyawa 1,3-difenil-2-propen-1-on.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Ahmad Dahlan yang mendanai penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Evranos Aksöz and R. Ertan, "Chemical and structural properties of chalcones I," *Fabad J. Pharm. Sci.*, vol. 36, no. 4, pp. 223–242, 2011.
- [2] I. W. Suirta, "Sintesis senyawa kalkon serta uji aktivitas sebagai antioksidan," *J. Kim.*, vol. 10, no. 1, pp. 75–80, 2016.
- [3] M. R. Jayapal and N. Y. Sreedhar, "Anhydrous K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> as catalyst for the synthesis of chalcones under microwave irradiation," *J. Pharm. Sci. Res.*, vol. 2, no. 10, pp. 644–647, 2010.
- [4] A. Shah, A. M. Khan, R. Qureshi, F. L. Ansari, M. F. Nazar, and S. S. Shah, "Redox behavior of anticancer chalcone on a glassy carbon electrode and evaluation of its interaction parameters with DNA," *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 9, no. 8, pp. 1424–1434, 2008.
- [5] D. K. Mahapatra and S. K. Bharti, "Therapeutic potential of chalcones as cardiovascular agents," *Life Sci.*, vol. 148, pp. 154–172, 2016.
- [6] M. Wan L.Xub, L.Hua A.Li. S.Li, W Lu, Y .Pang, C.Cao, X.Liu, P. Jiao,, "Synthesis and evaluation of novel isoxazolyl chalcones as potential anticancer agents," *Bioorg. Chem.*, vol. 54, pp. 38–43, 2014.
- [7] R.H. Hans, E.M. Guantai, C. Lategan, P.J. Smith, B Wan, SG Franzblau, J. Gut, PJ, Chibale K. R. H. Hans *et al.*, "Synthesis, Rosenthal antimalarial and antitubercular activity of acetylenic chalcones," *Bioorganic Med. Chem. Lett.*, vol. 20, no. 3, pp. 942–944, 2010.
- [8] D. P. Belsare, S. C. Pal, A. A. Kazi, R. S. Kankate, and S. S. Vanjari, "Evaluation of antioxidant activity of chalcones and flavonoids," *Int. J. ChemTech Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 1080–1089, 2010.
- [9] K. V. Gaikwad, S. V. Gaikwad, S. B. Jadhav, and S. D. Rathod, "Synthesis of some novel chalcones of phthalimidoester possessing good antiinflammatory and antimicrobial activity," *Indian J. Chem. - Sect. B Org. Med. Chem.*, vol. 49, no. 1, pp. 131–136, 2010.
- [10] Z. Nowakowska, "A review of anti-infective and anti-inflammatory chalcones," *European Journal of Medicinal Chemistry*, vol. 42, no. 2, pp. 125–137, 2007.
- [11] R. Revathi, C. Ratna Sreem, R. Jayakumar, D. Visagaperuma, and N. Anbalagan, "Microwave assisted synthesis and biological activity of certain 4-hydroxy chalcones," *Pharmacophore*, vol. 4, no. 2, pp. 59–69, 2013.
- [12] M. S. Rao, J. Kotesch, R. Narukulla, and H. Duddeck, "Synthesis and spectroscopic characterization of some chromanochalcones and their dihydro derivatives," vol. 2004, no. xiv, pp. 96–102, 2004.
- [13] V. Calvino, M. Picalloa, A. J. López-Peinadoa, R. . Martín-Aranda, and C. J. Durán-Valle, "Ultrasound accelerated Claisen–Schmidt condensation: A green route to chalcones," *Appl. Surf. Sci.*, vol. 252, no. 17, pp. 6071–6074, 2006.
- [14] N. Harmastuti, R. Herowati, D. Susilowati, H. D. Pranowo, and S. Mubarika, "Synthesis and cytotoxic activity of chalcone derivatis on human breast cancer lines," vol. 12, no. 3, pp. 261–267, 2012.
- [15] M. Chtourou, R. Abdelhédi, M. H. Frikha, and M. Trabelsi, "Solvent free synthesis of 1,3-diaryl-2-propenones catalyzed by commercial acid-clays under ultrasound irradiation," *Ultrason. Sonochem.*, vol. 17, no. 1, pp. 246–249, 2010.
- [16] P. Lindstrom, J. Tierney, B. Wathey, and J. Westman, "Microwave-assisted green organic synthesis- A review," *Tetrahedron*, vol. 57, pp. 9225–9283, 2001.



- [17] Suzana, K. Amalia, M. I. S. M. Rudyanto, H. Poerwono, and T. Budiati, "Sintesis khalkon dan derivatnya menurut reaksi kondensasi Claisen Schmidt dengan iradiasi gelombang mikro," *J. Farm. dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 24–27, 2014.
- 18] R. Dermawan, F. Firdaus, and N. H. Soekamto, "Efektivitas katalis asam-basa pada sintesis trans-1,3-difenil-2-propen-1-on melalui Reaksi kondensasi Claisen-Schmidt," *Univ. Hasanuddin*, pp. 1–9, 2015.