

ISBN :978-602-73159-0-7



SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA VII
“Penguatan Profesi Bidang Kimia dan Pendidikan Kimia
Melalui Riset dan Evaluasi”
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan P.MIPA FKIP UNS
Surakarta, 18 April 2015



MAKALAH
PENDAMPING

KIMIA ORGANIK

ISBN :978-602-73159-0-7

**ELUSIDASI STRUKTUR LENGKAP 2,6-BIS- -
METOKSIBENZIL)SIKLOHEKSANON (THA4) DENGAN
METODE SPEKTROSKOPI IR, GC-MS, DAN NMR (¹H-
NMR DAN ¹³C-NMR) 500 MHz**

Dewi Nur Cahyoning Sari^{1,*}, Ritmaleni², dan Sardjiman²

¹Bagian Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Bagian Kimia Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

email: ritmaleni@ugm.ac.id

ABSTRAK

Dari penelitian sebelumnya, telah dilakukan sintesis 2,6-bis-(4'-metoksibenzil)-sikloheksanon (THA4) melalui reaksi hidrogenasi menggunakan gas hidrogen dengan katalis paladium/karbon (Pd/C) 10%. Hasil sintesis dianalisis titik lebur, profil kromatogram KLT, dan elusidasi struktur menggunakan metode spektroskopi IR, GC-MS dan NMR (¹H-NMR DAN ¹³C-NMR) 90 MHz. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa THA4 memiliki titik lebur 156°-157°C dan profil kromatogram KLT berupa bercak tunggal dengan Rf = 0.68 (CCl₄:etil asetat = 5:1). Namun, setelah dilakukan sintesis kembali dengan metode yang sama dihasilkan titik lebur 62°-64°C, sedangkan profil kromatogram KLT dihasilkan 5 bercak. Dan salah satunya diduga bercak dengan Rf = 0,4 (DCM:hexane = 2:1) merupakan THA4. Oleh karena itu, perlu dilakukan elusidasi lengkap terhadap bercak dengan Rf = 0,4. Penelitian ini bertujuan untuk meyakinkan bahwa bercak dengan Rf = 0,4 yang dihasilkan merupakan senyawa THA4 hasil reaksi hidrogenasi.

Elusidasi lengkap bercak dengan Rf = 0,4 yang diduga sebagai senyawa THA4 dilakukan dengan metode spektroskopi IR, GC-MS dan NMR dengan frekuensi yang lebih besar yaitu 500 MHz.

Berdasarkan hasil spektra IR, GC-MS, dan NMR (¹H-NMR DAN ¹³C-NMR) 500 MHz dapat dipastikan bahwa bercak dengan Rf = 0,4 merupakan THA4. Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa yang dihasilkan merupakan senyawa yang sama dengan yang dihasilkan penelitian sebelumnya meskipun memiliki titik lebur yang berbeda yaitu THA4.

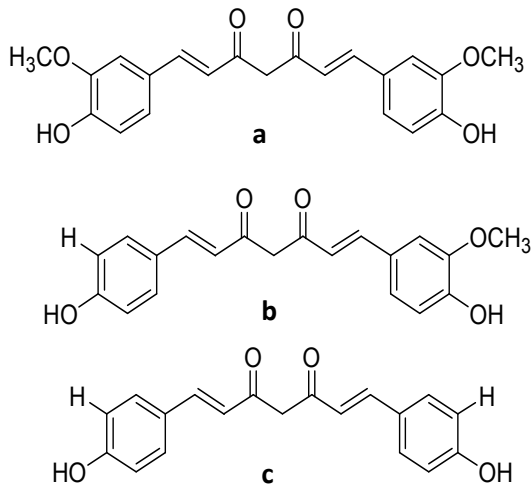
Kata Kunci: elusidasi struktur, THA4, spektroskopi NMR 500MHz

PENDAHULUAN

Kurkumin merupakan salah satu senyawa aktif yang diisolasi dari rimpang *Curcuma longa* L. (kunyit). Kurkumin dihasilkan secara alami bersamaan dengan

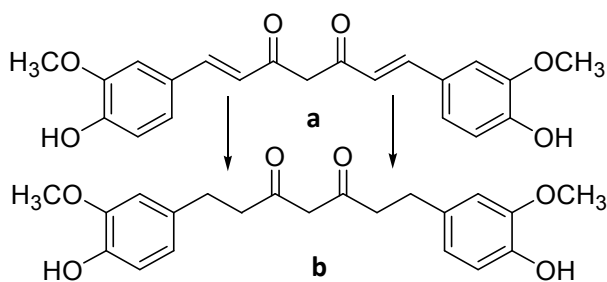
dua senyawa analog kurkumin lainnya yaitu demetoksikurkumin dan bis-demetoksikurkumin, yang dikenal dengan nama kurkuminoid. Kurkuminoid merupakan

komponen aktif dalam dalam kunyit yang bertanggung jawab untuk aktivitas biologis diantaranya sebagai antiinflamasi, antitrombosis, antioksidan, antimutagen, antiviral, antiparasitik, antimikrobal, dan antitumor [2]. Akan tetapi, kurkumin merupakan senyawa yang tidak stabil dan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama pH [13].



Gambar 1. Struktur Utama Kurkuminoid: kurkumin (a), demetoksikurkumin (b), dan bis-demetoksikurkumin (c)

Di dalam tubuh, kurkumin akan dimetabolisme menjadi tetrahidrokurkumin (THC). Studi sebelumnya menjelaskan bahwa THC memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan kurkumin secara *in vivo* [12]. Selain itu, THC lebih mudah diabsorpsi di saluran gastrointestinal dibandingkan kurkumin [6].



Gambar 2. Perbedaan Struktur Kurkumin (a) dan tetrahidrokurkumin (THC) (b)

Berdasarkan hasil penelitian di atas, Ritmaleni dan Simbara berhasil melakukan sintesis senyawa analog kurkumin yaitu Tetrahidropentagamavunon-0 (THPGV-0) dari *starting material* PGV-0 melalui reaksi hidrogenasi dalam pelarut metanol menggunakan katalis paladium/karbon (Pd/C) 10% [8]. PGV-0 adalah salah satu contoh senyawa analog kurkumin yang disintesis di Fakultas Farmasi UGM. Ritmaleni *et al.*, juga berhasil melakukan sintesis 2,6-bis-(4'-metoksibenzil)-sikloheksanon (THA4) dari *starting material* A4 melalui reaksi hidrogenasi menggunakan cara yang sama seperti THPGV-0 [10]. Hasil sintesis dianalisis titik lebur, profil kromatogram KLT, dan elusidasi struktur menggunakan metode spektroskopi IR, MS dan ¹H-NMR 90 MHz. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa THA4 memiliki titik lebur 156°-157°C dan profil kromatogram KLT berupa bercak tunggal dengan $R_f = 0,68$ (CCl₄:etil asetat = 5:1) [10]. Namun, setelah dilakukan sintesis kembali dengan metode yang sama dihasilkan titik lebur 62°-64°C, sedangkan profil kromatogram KLT dihasilkan 5 bercak. Dan salah satunya diduga bercak dengan $R_f = 0,4$ (DCM:hexane = 2:1) merupakan THA4. Oleh karena itu, perlu dilakukan elusidasi struktur lengkap terhadap bercak dengan $R_f = 0,4$. Penelitian ini bertujuan untuk meyakinkan bahwa bercak dengan $R_f = 0,4$ yang dihasilkan merupakan senyawa THA4 hasil reaksi hidrogenasi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Senyawa A4 (Curcumin Research Center, Fakultas Farmasi UGM), gas

hidrogen (PT Samator, Yogyakarta), katalis Pd/C 10% (Aldrich), metanol p.a (Merck), DCM p.a (Merck), hexane p.a (Merck), etanol p.a, akuades, silika gel GF₂₅₄, silika pro-kromatografi kolom ukuran 0,063-0,200 mm.

Jalannya penelitian

Ke dalam flakon ukuran 10 mL dimasukkan 1,0 g (2,99 mmol) senyawa A4, kemudian ditambahkan 5 mL metanol p.a, 0,6372 g (0,60 mmol) katalis Pd/C 10% dan dialiri gas hidrogen yang ditampung dalam balon melalui spuit injeksi. Reaksi dilakukan pada suhu kamar dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* pada kecepatan 300 rpm. Reaksi hidrogenasi dilakukan hingga terjadi perubahan warna dari warna kuning menjadi tidak berwarna. Isolasi senyawa THA4 dari *side product* menggunakan kromatografi kolom dengan fase gerak DCM:hexane (2:1). THA4 dimurnikan dengan cara rekristalisasi menggunakan etanol dan air. Elusidasi struktur lengkap menggunakan data spektra IR, MS, dan NMR (¹H-NMR DAN ¹³C-NMR) 500 MHz. Analisis spektra IR dilakukan di Laboratorium Fakultas Farmasi UGM, dan analisis MS dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, sedangkan analisis spektra ¹H-NMR dan ¹³C-NMR dilakukan di Puspipstek Kimia LIPI, Serpong, Tangerang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Sintesis THA4

Senyawa THA4 hasil sintesis memiliki karakter sebagai berikut: Pemerian: Kristal putih Rendemen: 28,54% (0,2888 gram); **Hasil KLT**: R_f = 0,4 (DCM:hexane = 2:1); Jarak lebur 62°-64°C (etanol dan air);

Kromatografi Gas: waktu retensi 25,523 menit, kolom HP-5MS, suhu oven 300°C, *Split injection mode*, gas pembawa helium, tekanan gas 8,70 psi, *column flow* 1,0 mL/menit; **MS (EI-MS, m/z)** : 338,2 (M⁺, C₂₂H₂₆O₃⁺) , 217,1 (C₁₄H₁₇O₂⁺), 121,1 (C₈H₉O⁺, *base peak*), 91 (C₇H₇⁺), 41 (C₃H₅⁺); **Inframerah** (*V_{max}*, cm⁻¹, KBr): 2856 (C-H ulur, metilen simetris); 1687 (C=O); 1510 (aromatik); 832 (C-H).

¹H-NMR (500 MHz, ppm, CDCl₃): δ 7,14-7,01 (4H, m, 4 × H₉-Ph); δ 6,86-6,81 (4H, m, 4 × H₁₀-Ph); δ 3,78 (6H, s, 2 × -OCH₃); δ 3,16 (2H, *dd*, J=4,55 Hz dan J=14,3 Hz, 2 × H7a); δ 2,52 (2H, *dddd*, J=4,85 Hz, J=8,75 Hz, J=12,6 Hz, dan J=17,8 Hz, 2 × H2,6); δ 2,38 (2H, *dd*, J=9,05 Hz dan J=14,25 Hz, 2 × H7b); δ 2,06 (2H, *dddd*, J=3,55 Hz, J=8,15 Hz, J=13,6 Hz, dan J=16,2 Hz, H3a,5a); δ 1,78 (1H, *dddd*, J=3,25 Hz, J=5,85 Hz, J=9,75 Hz, J=13,65 Hz, dan J=16,9 Hz, H4a); δ 1,56 (1H, *dddd*, J=3,55 Hz, J=6,8 Hz, J=13,3 Hz, dan J=16,5 Hz, H4b); δ 1,32 (2H, *ddd*, J=3,25 Hz, J=13 Hz, dan J=16,2 Hz, 2 × H3b,5b).

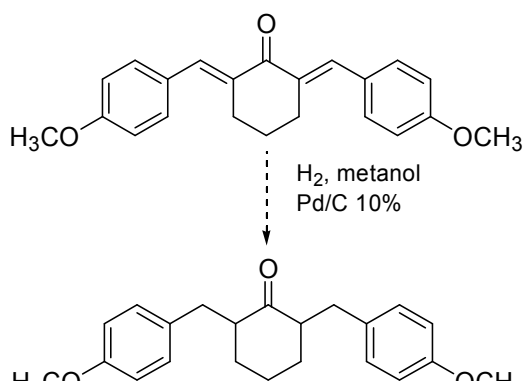
¹³C-NMR (500 MHz, ppm, CDCl₃): δ 213,41 (C1-sikloheksana); δ 158,36 ppm (C14-Ph); δ 157,99 ppm (C11-Ph); δ 132,73 ppm (C16-Ph); δ 131,77 ppm (C9-Ph); δ 130,23 ppm (C17-Ph); δ 129,78 ppm (C8-Ph); δ 114,28 ppm (C15-Ph); δ 113,83 ppm (C10-Ph); δ 55,41 ppm (C13,-OCH₃); δ 54,40 ppm (C12,-OCH₃); δ 53,28 ppm (C2,6-sikloheksanon); δ 35,96 ppm (C7); δ 35,02 ppm (C5-sikloheksanon); δ 34,70 ppm (C3-sikloheksanon) dan δ 25,53 ppm (C4-sikloheksanon).

Pembahasan

Metode yang digunakan untuk sintesis THA4 adalah metode hidrogenasi

senyawa A4 menggunakan katalis paladium/karbon (Pd/C) 10% seperti penelitian sebelumnya. Digunakan katalis Pd/C 10% untuk mempercepat reaksi dan memungkinkan sintesis dilakukan pada suhu kamar. Selain itu, katalis Pd/C 10% bersifat lebih spesifik mereduksi ikatan rangkap α,β -tak jenuh tanpa mereduksi karbonilnya dibandingkan dengan katalis logam lainnya seperti FeCl_3 , AlCl_3 , dan ZnCl_2 [9].

Hidrogenasi senyawa A4 menyebabkan hilangnya ikatan rangkap terkonjugasi pada struktur α,β -karbonil sehingga kromofor menjadi lebih pendek yang menyebabkan senyawa THA4 menjadi tidak berwarna. Sintesis senyawa THA4 tidak berwarna. Sintesis senyawa THA4 menghasilkan rendemen sebesar 28,54%.



Gambar 3. Reaksi hidrogenasi senyawa A4 menjadi senyawa THA4

Profil kromatogram KLT menunjukkan bahwa hasil reduksi memiliki 5 bercak, sedangkan pada penelitian sebelumnya menghasilkan bercak tunggal dengan $R_f = 0,68$. Dari kelima bercak yang dihasilkan, diduga bercak dengan $R_f = 0,4$ merupakan senyawa THA4. Adanya perbedaan nilai R_f ini dapat disebabkan karena penggunaan fase gerak yang berbeda pada KLT. Kemudian dilakukan isolasi senyawa THA4 dengan metode kromatografi kolom. Untuk

mengetahui keberadaan bercak dengan $R_f = 0,4$, maka dilakukan analisis kualitatif dengan KLT. Profil kromatogram KLT menunjukkan bahwa senyawa isolat berupa bercak tunggal yang berarti pemisahan senyawa target dengan produk samping telah berhasil dan diperoleh senyawa murni. Kristal hasil isolasi kemudian direkristalisasi untuk menghilangkan pengotor yang ada menggunakan etanol:air (2:1) untuk mendapatkan kristal murni.

Selanjutnya, kristal diukur jarak leburnya untuk mengetahui kemurnian dari kristal tersebut. Kristal dianggap murni apabila memiliki jarak lebur kurang dari 2°C . Jarak lebur senyawa THA4 adalah $62^\circ\text{-}64^\circ\text{C}$ yang berarti senyawa THA4 adalah murni. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya, dihasilkan senyawa THA4 yang memiliki jarak lebur $156^\circ\text{-}157^\circ\text{C}$. Adanya perbedaan titik lebur tersebut dapat disebabkan karena kedua senyawa tersebut merupakan diastereomer. Diastereomer digunakan untuk menyatakan isomer ruang antar molekul yang bukan bayangan cermin. Ciri-ciri bahwa suatu senyawa merupakan diastereomer adalah memiliki sifat fisika-kimia yang beda yaitu titik lebur dan kelarutan [3].

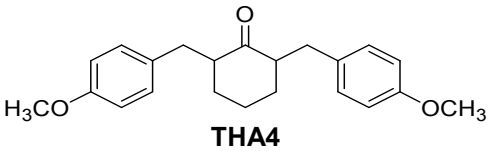
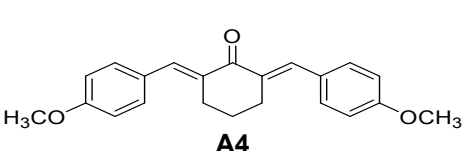
Untuk lebih meyakinkan bahwa senyawa hasil sintesis merupakan THA4 yang sama dengan hasil penelitian sebelumnya, maka dilakukan elusidasi struktur lengkap senyawa THA4 dengan menggunakan metode spektroskopi IR, MS, dan NMR ($^1\text{H-NMR}$ dan $^{13}\text{C-NMR}$) 500 MHz. Hasil analisis menggunakan spektroskopi MS menunjukkan bahwa senyawa THA4 memiliki BM sebesar

338,2 g/mol. Hasil ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya [10].

Analisis selanjutnya berdasarkan pola spektra IR. Spektra IR ini berfungsi untuk mengetahui gugus-gugus fungsional yang khas dari senyawa THA4. Berdasarkan perbandingan pola spektra, menunjukkan bahwa pola spektra THA4 dengan A4 memiliki kemiripan. Perbedaan keduanya terletak pada pola vibrasi ulur (*stretching*) gugus C=O, yang secara umum muncul pada rentang bilangan gelombang 1870-1540 cm^{-1} dengan intensitas kuat. Vibrasi ulur gugus C=O pada senyawa THA4 muncul pada bilangan gelombang 1687 cm^{-1} dengan intensitas kuat sedangkan pada senyawa A4 muncul pada bilangan gelombang lebih rendah, yaitu 1658,7 cm^{-1} dengan intensitas medium. Perbedaan bilangan gelombang ini dapat disebabkan karena ikatan rangkap pada struktur α,β -karbonil pada senyawa A4 memungkinkan

terjadinya resonansi yang menyebabkan pengurangan karakter gugus C=O pada senyawa A4 sehingga akan lebih berkarakter sebagai ikatan tunggal C-O yang memiliki bilangan gelombang lebih rendah [11]. Selain itu, pada pola spektra senyawa A4 ditemukan puncak sedang pada bilangan gelombang 1555,8 cm^{-1} yang menunjukkan adanya gugus α,β -tidak jenuh [1]. Sedangkan pada pola spektra THA4 puncak tersebut tidak ditemukan. Hal tersebut menunjukkan bahwa proses hidrogenasi telah berhasil mengubah ikatan rangkap pada struktur α,β -karbonil menjadi ikatan tunggal. Pola vibrasi selanjutnya yaitu vibrasi rentangan gugus C-H ulur (*stretching*) metilen simetris pada 2856 cm^{-1} . Adanya cincin aromatis ditunjukkan pola vibrasi C=C aromatis pada 1510 cm^{-1} dan C-H tekuk (*bending*) pada 832 cm^{-1} . Hasil spektra IR di atas menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya [10].

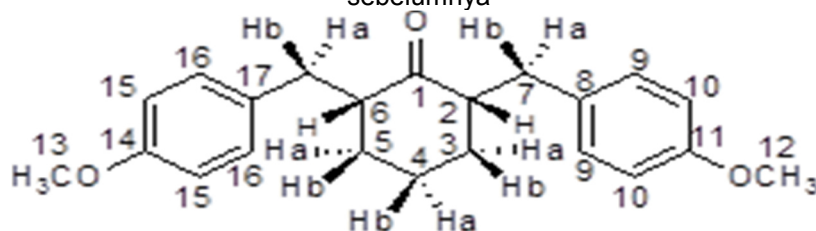
Tabel 1. Hasil Interpretasi Spektra IR senyawa THA4 dan A4

 THA4			 A4	
Gugus Fungsional	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Intensitas
C-H <i>stretching</i> metilen simetris	2856,9	Sedang	2828,8	Sedang
C=O <i>stretching</i>	1687	Kuat	1658,7	Sedang
α,β -tak jenuh	-	-	1555,8	Sedang
C=C <i>Stretching</i>	1611,99	Sedang	1658,7	Sedang
Cincin aromatik	1510	Kuat	1509,2 dan 1594,9	Kuat
C-O-C <i>stretching</i>	1174,7 dan 1111,6	Sedang	1113,9; 1142,6 dan 1162,8	Kuat
	1035,8	Kuat		
C-H <i>bending</i>	832	Kuat	836,4 dan 870,8	Kuat

Analisis spektroskopi selanjutnya adalah analisis NMR berdasarkan spektra $^1\text{H-NMR}$ dan $^{13}\text{C-NMR}$. Perbedaan hasil antara THA4 hasil penelitian ini dan penelitian sebelumnya terletak pada geseran kimia (δ) dan pola *splitting* yang dihasilkan. Adanya perbedaan geseran kimia (δ) disebabkan karena penggunaan frekuensi alat yang lebih besar akan menghasilkan frekuensi resonansi yang lebih besar dimana frekuensi resonansi tersebut akan mempengaruhi kekuatan medan magnet eksternal (B_0). Semakin besar frekuensi alat, semakin besar kekuatan medan magnet eksternal (B_0), maka semakin besar geseran kimia (δ) dari TMS [7,11]. Apabila pada H-NMR 90 MHz memiliki pola *splitting* yang saling *overlap* sehingga terlihat *multiplet*, maka pada H-NMR 500 MHz pola *splitting* akan terlihat dengan jelas (Tabel 2). Adanya pola *splitting* ini untuk menunjukkan *splitting* yang terjadi antar atom H yang akan menggambarkan letak atom H tersebut selain dengan geseran kimia (δ) sehingga lebih meminimalisir adanya kesalahan dalam menginterpretasikan pola spektra H-NMR. Dari penelitian sebelumnya, terdapat perbedaan dalam menginterpretasikan pola spektra H-NMR. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya perbedaan geseran kimia (δ) pada beberapa atom H, diantaranya

atom H₇ dengan atom H₂ atau H₆, dan atom H_{4b} dengan atom H_{3b} atau H_{5b}. Selain itu, adanya perbedaan ikatan atom H_a dan H_b pada atom H₇ dan atom H₄ tidak dapat terlihat dengan H-NMR 90 MHz (tabel 2). Sedangkan pola spektra C-NMR penelitian ini tidak dapat dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya karena tidak terdapat data pola spektra C-NMR. Untuk menunjukkan ada tidaknya C- α,β -karbonil dapat dilihat pola geseran kimia pada C- α,β -karbonil. Secara teoritis, karbon yang terhibridisasi sp^2 memiliki geseran kimia pada 110-150 ppm [11]. Atom C- α,β -karbonil muncul pada δ 53,28 ppm (C₂ atau C₆) dan δ 35,96 ppm (C₇). Adanya perubahan hibridisasi sp^2 menjadi sp^3 menyebabkan geseran kimia lebih *upfield*. Sedangkan atom C lainnya seperti atom C karbonil keton (C=O) pada sikloheksana muncul pada δ 213,41 ppm. Puncak atom C pada cincin benzena muncul pada δ 158,36 ppm (C₁₄); δ 157,99 ppm (C₁₁); δ 132,73 ppm (C₁₆); δ 131,77 ppm (C₉); δ 130,23 ppm (C₁₇); δ 129,78 ppm (C₈); δ 114,28 ppm (C₁₅); δ 113,83 ppm (C₁₀). Puncak atom C pada gugus metoksi muncul pada δ 55,41 ppm (C₁₃) dan 55,40 ppm (C₁₂) sedangkan atom C pada sikloheksana muncul pada δ 35,02 ppm (C₅); δ 34,70 ppm (C₃) dan δ 25,53 ppm (C₄).

Tabel 2. Perbandingan Interpretasi H-NMR THA4 hasil penelitian dengan hasil penelitian sebelumnya



Posisi atom H	δ (ppm)		Tetapan kopling (J) (Hz)		Pola <i>splitting</i>	
H ₉	7,14-7,01	7,13	-	6,7	<i>Multiplet</i>	<i>Doublet</i>
H ₁₀	6,86-6,81	6,79	-	6,7	<i>Multiplet</i>	<i>Doublet</i>
OCH ₃	3,78	3,77	-	-	<i>Singlet</i>	<i>Singlet</i>
H _{7a}	3,16	2,74-2,26	4,55; 14,3	-	<i>Doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>
H ₂ & H ₆	2,52	3,39-2,90	4,85; 8,75; 12,6; 17,8	-	<i>Doublet of doublet of doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>
H _{7b}	2,38	2,74-2,26	9,05; 14,25	-	<i>Doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>
H _{3a} & H _{5a}	2,06	2,26-1,87	3,55; 8,15; 13,6; 16,2	-	<i>Doublet of doublet of doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>
H _{4a}	1,78	1,45-0,96	3,25; 5,85; 9,75; 13,65; 16,9	-	<i>Doublet of doublet of doublet of doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>
H _{4b}	1,56		3,55; 6,8; 13,3; 16,5		<i>Doublet of doublet of doublet of doublet</i>	
H _{3b} & H _{5b}	1,32	1,87-1,45	3,25; 13; 16,2	-	<i>Doublet of doublet of doublet</i>	<i>Multiplet</i>

KESIMPULAN

Hasil elusidasi struktur lengkap dengan metode spektroskopi IR, MS dan NMR (¹H-NMR DAN ¹³C-NMR) 500 MHz menunjukkan bahwa senyawa THA4 hasil sintesis merupakan senyawa yang sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang berupa diastereomer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Penelitian Hibah Multidisiplin DIKTI 2012-2014 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Ardinova, S.E.S., 2010, Reduksi Senyawa Analog Siklovalon : 2,6-Bis(4'-metoksibenzilidin) sikoheksanon, 2,6-bis(4'-tersierbutilbenzildin)-

sikloheksanon, dan 2,6-bis(3',4'-diklorobenzilidin)sikloheksanon, *Skripsi*, Fakultas Farmasi Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

- [2] Chattopadhyay, I., Biswas, K., Bandyopadhyay, U., and Banerjee, R. K., 2004, Turmeric and Curcumin: Biological Actions and Medicinal Applications, *Curr. Sci*, 87(1), 44-50
- [3] Fessenden R. J., dan Fessenden, J. S., 1982, *Kimia Organik* Edisi III, Jilid I, Alih Bahasa oleh Pudjaatmaka, A.H., Penerbit Erlangga, Jakarta, p. 146-153.
- [4] Majeed, M., Badmev, V., Shivakumar, U., and Rajendran, R., 1995, *Curcuminoids Antioxidant Photonutrients*, Nutriscience Publisher, Piscataway, New Jersey, p. 1-78.

- [5] Okada, K., Wangpoengtrakul, Tanaka, T., Toyokumi, S., Uchida, K., and Osawa, T., 2001, Curcumin and Especially Tetrahydrocurcumin Ameliorate Oxidative Stress-induced Renal Injury in Mice, *J. Nutr.*, 131, 2090-2095.
- [6] Pavia, D. L., Lampman, G. M., and Kriz Jr, G. S., 2001, *Introduction to Spectroscopy*, W. B. Saunders Company, Philadelphia, p. 14-82, 102-137, 167-170, 390-428.
- [7] Ritmaleni dan Simbara, A., 2010, Sintesis Tetrahidro Pentagamavunon-0, *Majalah Farmasi Indonesia*, 21, 3547-3549.
- [8] Ritmaleni, Lestari, P., and Yuliatun, 2013, Iron (III) Chloride, Alumunium Chloride and Zinc Chloride as Catalysts in The Synthesis of Tetrahydropentagamavunon-0, *Chemistry and Materials Research*, 3 (2), 32-29.
- [9] Ritmaleni, Sardjiman, Widyastani,
- [10] F.A., Ardinova, S. E. S., and Andhini, J.D., 2013, Identification of Side Products From The Hydrogenation Reaction of Bis-(substitutedbenzylidene)-cyclopentanone/-cyclohexanone by Using Palladium/Carbon Catalyst, *Chemistry and Materials Research*, 3 (8), 48-57.
- [11] Silverstein, R.M., and Webster, F.X., 1998, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, 6th Ed., John Wiley & Sons Inc., New York.
- [12] Sugiyama, Y., Kawakishi, S., and Osawa, T., 1996, Involment of the β -diketone Moiety in The Oxidative Mechanism of Tetrahydrocurcumin. *Biochem. Pharmacol.*, 52, 519-525.
- [13] Tonnesen, H., and Karlsen, J., 1985, Studies on Curcuminoid and Curcuminoids: VI. Alkaline Degradation of Curcumin. *Z. Lebensm. Unters Forsch.* 180, 132-134 cit. Kiswanto, 2005, *Perubahan Kadar Senyawa Bioaktif Rimpang Temulawak dalam Penyimpanan (Curcuma xanthorrhiza Roxb.)*, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian (INTAN) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ISBN :978-602-73159-0-7

ISBN :978-602-73159-0-7

TANYA JAWAB

PENANYA : Ika Sri Suwanti

Pertanyaan :

- a) Apakah bercak Rf tadi karena tutup karet pada botol sampel?

Jawaban :

- a) Iya bisa jadi. Tapi kemungkinan adanya banyak bercak tersebut merupakan produk samping seperti penelitian sebelumnya. Untuk tau atau tidaknya pengaruh dari tutup karet bisa dilakukan elusidasi untuk bercak lainnya atau analisis lainnya lagi seperti adanya pengaruh tutup karet atau tidak.