

Sintesis dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton dengan Metode DPPH

Jessica^{a)}, Tutuk Budiati^{a)*}, Catherine Caroline^{a)}

^{a)}Fakultas Farmasi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Senyawa dibenzalaseton dan turunannya yaitu senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton adalah salah satu jenis antioksidan sintetik dan tergolong ke dalam analog Kurkumin. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan aktivitas antioksidan dari senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton hasil sintesis. Senyawa dibenzalaseton dan 4,4'-dinitrodibenzalaseton disintesis melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt* dengan perbandingan benzaldehida/4-nitrobenzaldehida dan aseton adalah 2:1 mEq dengan menggunakan katalis NaOH. Hasil sintesis dilakukan uji kemurnian dan uji identifikasi struktur dengan menggunakan spektroskopi Inframerah. Persentase rendemen hasil sintesis dibenzalaseton dan 4,4'-dinitrodibenzalaseton berturut-turut adalah 92,30% dan 96,70%. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH yang dinyatakan dengan nilai IC₅₀, dengan menggunakan pembanding Kurkumin dan Vitamin C. Perolehan rata-rata nilai IC₅₀ dari senyawa dibenzalaseton, 4,4'-dinitrodibenzalaseton, kurkumin dan vitamin C secara berturut-turut adalah 66 mM, 1,6 mM, 0,074 mM, dan 0,0846 mM. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton (IC₅₀ = 1,6 mM) lebih besar dibanding dengan senyawa dibenzalaseton (IC₅₀ = 66 mM) yang disebabkan oleh penambahan dua gugus nitro. Aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh Kurkumin lebih tinggi dari senyawa hasil sintesis. Potensi antioksidan dari 4,4'-dinitrodibenzalaseton terhadap vitamin C sebesar 5,28%.

Kata kunci: kondensasi *Claisen-Schmidt*, 4,4'-dinitrodibenzalaseton, antioksidan, DPPH.

Synthesis and Antioxidant Activity of 4,4'-dinitrodibenzalacetone by DPPH Method

Dibenzalacetone and its derivative, 4,4'-dinitrodibenzalacetone, are one of the synthetic antioxidant types antioxidant and are classified as curcumin analogues. This study aims to determine the antioxidant activity of the synthesized 4,4'-dinitrodibenzalacetone compound. Dibenzalacetone and 4,4'-dinitrodibenzalacetone were synthesized through Claisen-Schmidt condensation reaction with a benzaldehyde/4-nitrobenzaldehyde and acetone ratio of 2: 1 mEq using NaOH as catalyst. The purity of the synthesized compounds was carried out by its melting point and thin layer chromatogram; the structural identification using infrared spectroscopy. The yield percentages of dibenzalacetone and 4,4'-dinitrodibenzalacetone were 92.30% and 96.70%, respectively. The antioxidant activity test was carried out by the DPPH method which was stated with the IC₅₀ value, using curcumin and Vitamin C as comparison compounds. The average IC₅₀ value of the compound dibenzalacetone, 4,4'-dinitrodibenzalacetone, curcumin and vitamin C were 66 mM, respectively. 1.6 mM, 0.074 mM, and 0.0846 mM. This shows that the antioxidant activity of 4,4'-dinitrodibenzalacetone compound (IC₅₀ = 1.6 mM) is greater than dibenzalacetone compound (IC₅₀ = 66 mM) due to the addition of two nitro groups. The antioxidant activity possessed by curcumin is higher than the synthesized compound. The antioxidant potential of 4,4'-dinitrodibenzalacetone against vitamin C is 5.28%.

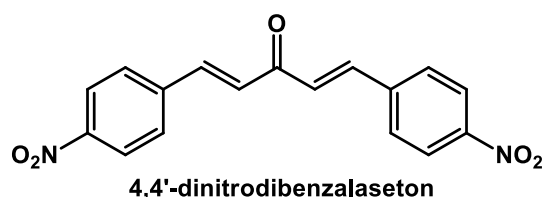
Keywords: *Claisen-Schmidt* condensation, 4,4'-dinitrodibenzalacetone, antioxidant, DPP.

*Corresponding author: Fakultas Farmasi Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Raya Kalisari Selatan No. 1 Surabaya, e-mail: budiatitutuk@gmail.com

PENDAHULUAN

Antioksidan dapat diartikan sebagai senyawa yang dapat menangkal atau meredam dampak negatif dari radikal bebas (Sugiharto *et al.*, 2012). Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu antioksidan enzimatis dan antioksidan non-enzimatis. Golongan antioksidan non-enzimatis terdiri dari antioksidan alami dan antioksidan sintetik (Yuslianti, 2018).

Kurkumin merupakan salah satu senyawa golongan polifenol dengan bahan aktif berupa *Zingiberaceae* yang dapat berperan sebagai antioksidan untuk mengurangi dampak negatif radikal bebas (Astuti, 2019; Sugiharto *et al.*, 2012). Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton merupakan salah satu jenis antioksidan sintetik yang merupakan analog senyawa Kurkumin, senyawa alami yang mempunyai berbagai aktivitas farmakologik, juga berkhasiat sebagai antioksidan (Raju *et al.*, 2017). Senyawa golongan dibenzalaseton merupakan salah satu analog Kurkumin yang juga menunjukkan aktivitas antioksidan. Struktur dari 4,4'-dinitrodibenzalaseton terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur 4,4'-dinitrodibenzalaseton.

Dibenzalaseton dapat dideskripsikan sebagai penangkap radikal bebas dan memiliki sifat antioksidan potensial (Rayar *et al.*, 2015). Senyawa Dibenzalaseton dan turunannya dapat disintesis melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt*, yaitu reaksi antara aseton dan benzaldehid atau turunannya dengan perbandingan 1:2 mEq. Pada penelitian ini akan disintesis senyawa Dibenzalaseton (senyawa 1a) dan 4,4'-dinitrodibenzalaseton (senyawa 1b) melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt*, dengan katalis basa NaOH (Handayani, *et al.*, 2010). antioksidan senyawa golongan Dibenzalaseton. Uji aktivitas senyawa 1b sebagai antioksidan pernah diteliti oleh Raju *et al.* (2017), namun hasil penelitian yang dilakukan secara spektrofotometrik kuantitatif menunjukkan bahwa senyawa tersebut tidak memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Secara teori adanya gugus 4-NO₂ menyebabkan bentuk terkonjugasi semakin panjang sehingga elektron bebas dapat dengan mudah terlepas sehingga makin mudah bereaksi dengan radikal bebas. Berdasarkan alasan tersebut, maka dilakukan penelitian untuk dapat

melihat pengaruh gugus 4-NO₂ menggunakan metode DPPH.

Oleh karenanya senyawa 1b hasil sintesis akan diuji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl). Prinsip dasar dari pengujian DPPH adalah pengukuran dari resonansi elektron yang ditangkap dengan spektrometer selama bereaksi dengan senyawa antioksidan (Susanto, 2019). Sebagai pembanding pada uji antioksidan ini digunakan Kurkumin.

METODE PENELITIAN

Alat

Timbangan analitis (Sartorius, Germany), seperangkat alat kromatografi lapis tipis, Melting Point Apparatus (Stuart Scientific SMP1, UK), Spektrofotometer Inframerah (Shimadzu FTIR-8400S), Multiskan-Go (Thermo Fisher Scientific, USA), Microplate 96-wells (Iwaki, Japan).

Bahan

Aseton p.a. (SAP Chemicals), 4-Nitrobenzaldehida p.a. (Merck, Jerman), Propanol p.a. (Mallinckrodt Chemicals, USA), Kurkumin p.a. (Sigma Aldrich, USA), vitamin C p.gg (PT Brataco), Natrium Hidroksida (Mallinckrodt Chemicals, USA), Asam Klorida (Mallinckrodt Chemicals, USA), DPPH (α,α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) (Sigma Aldrich, USA) Heksana p.a. (Mallinckrodt Chemicals, USA), Etil Asetat p.a. (Mallinckrodt Chemicals, USA), lempeng Silica Gel 60 F₂₅₄ (Merck, Jerman).

Tahapan Penelitian

Terdapat dua tahapan kerja, yaitu tahap sintesis dan tahap uji antioksidan dari senyawa (1a) dan (1b).

Sintesis Senyawa Dibenzalaseton (1a) dan 4,4'-dinitrodibenzalaseton (1b)

Senyawa turunan benzaldehida diambil sebanyak 5 mmol ditambahkan dengan propanol p.a. (1,25 ml) kemudian ditambahkan dengan aseton p.a. sebanyak 0,18 ml (2,5 mmol), diaduk sampai semua bahan terlarut. Tambahkan NaOH 20% sedikit demi sedikit sebanyak 1,25 ml, aduk selama 1-3 jam pada suhu kamar. Kesempurnaan reaksi diuji setiap 1 jam secara kromatografi lapis tipis (KLT). Tambahkan asam klorida dan cuci dengan aquadest yang telah ditambah dengan es batu. Saring, keringkan dalam oven dan rekristalisasi dengan menggunakan pelarut yang sesuai.

Uji Kemurnian dan Identifikasi Struktur Senyawa Hasil Sintesis

Uji kemurnian senyawa hasil sintesis berdasarkan data titik leleh dan uji kromatografi lapis tipis (klt) menggunakan merupakan 3 fase

gerak yang memiliki kepolaran berbeda. Sebagai pembanding digunakan 4-nitrobenzaldehida untuk KLT senyawa (1b) dan Benzaldehida untuk KLT senyawa (1a).

Identifikasi struktur secara spektrofotometer IR dengan metode pelet KBr dan diamati pada panjang gelombang 4000-600 cm^{-1} .

Uji Aktivitas Antioksidan

Pembuatan Larutan Induk DPPH

DPPH ditimbang sebanyak 150 mg dan dilarutkan dengan etanol p.a. sampai tepat 100 ml sehingga menghasilkan konsentrasi 1500 ppm.

Penentuan Panjang Gelombang Terpilih

Larutan induk DPPH dipipet berturut-turut sebanyak 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, dan 22 μl kemudian ditentukan absorbansi yang mendekati nilai 1.

Pembacaan blanko positif dilakukan dengan cara memipet etanol sebanyak 150 μl ditambah dengan larutan induk DPPH konsentrasi terpilih. Pada penelitian ini, larutan 4,4'-dinitrodibenzalaseton berwarna merah coklat sehingga tidak bisa teramati pada 518 nm yang merupakan panjang gelombang DPPH. Karena itu pengamatan dilakukan pada tiga panjang gelombang (518 ± 10) nm yaitu 508 nm, 518 nm, dan 528 nm. Cara perhitungan absorbansi menggunakan tiga panjang gelombang adalah sebagai berikut (Irwan, 2016) :

$$: Abs\ 518\ \text{nm} - \frac{Abs\ 508\ \text{nm} + Abs\ 528\ \text{nm}}{2} = \Delta A$$

Pengukuran Absorbansi Sampel dan Pembanding

Senyawa (1a) dan senyawa (1b) diuji dengan konsentrasi awal berturut-turut 26000 ppm, dan 5000 ppm. Kemudian keduanya diencerkan berderet sebanyak 7x. Pembanding yang digunakan adalah Kurkumin; sedangkan Vitamin C dipakai untuk validasi metode uji antioksidan. Kurkumin dan vitamin C dibuat dengan konsentrasi berturut-turut 500 ppm dan 100 ppm, kemudian diencerkan berderet sebanyak 7 kali.

Masing-masing konsentrasi baik senyawa hasil sintesis maupun pembanding dipipet sebanyak 150 μl ke dalam microplate dan ditambahkan larutan induk DPPH dengan volume terpilih. Setelah itu diinkubasi selama 30 menit di tempat gelap lalu dilakukan pembacaan serapan (absorbansi) dengan menggunakan 3 panjang gelombang yaitu 508 nm, 518 nm, dan 528 nm.

Penentuan Nilai IC_{50}

Kemampuan yang dimiliki oleh suatu zat dalam meredam radikal bebas disebut sebagai aktivitas antioksidan yang dinyatakan dalam satuan persen. Perhitungan persen aktivitas

antioksidan dinyatakan sebagai berikut (Jun *et al.*, 2003):

$$\frac{Abs\ \text{blanko} - Abs\ \text{sampel} (\Delta A)}{Abs\ \text{blanko}} \times 100$$

Sedangkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk dapat meredam radikal bebas sebanyak 50% disebut dengan nilai IC_{50} . Perhitungan nilai IC_{50} adalah : $50 = a + bx$, dimana nilai a dan b didapat dari nilai regresi antara konsentrasi senyawa yang digunakan dengan % aktivitas antioksidan yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis turunan Dibenzalaseton

Pada penelitian ini diperoleh hasil sintesis berupa padatan. Senyawa (1a) serbuk berwarna kuning pusat sedangkan senyawa (1b) berwarna coklat seperti tampak pada Gambar 2.



(1a)



(1b)

Gambar 2. Senyawa Dibenzalaseton (1a) dan 4,4'-dinitrodibenzalaseton (1b).

Senyawa Dibenzalaseton (1a)

Senyawa dibenzalaseton yang terbentuk dari hasil sintesis berupa serbuk padatan berwarna kuning pucat dan berbau khas; dengan rata-rata rendemen sebesar $92,3 \pm 4,83$ %. Berdasarkan hasil pengujian titik leleh didapat hasil rata-rata rentang titik leleh yaitu $107 - 109^{\circ}\text{C}$.

Hasil eluasi dengan 3 fase gerak berbeda memberikan noda tunggal dengan R_f berbeda dari senyawa awal. Harga R_f tersebut adalah $R_f = 0,40$ (heksana: etil asetat = 19:1); $R_f = 0,67$ (heksana :

etil asetat (17:5, v/v); dan Rf = 0,74 (heksana : etil asetat (17:8, v/v).

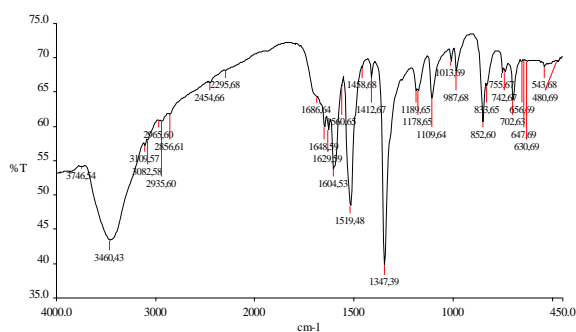
Spektrum IR senyawa (3a) yang dibuat dengan metode pellet KBr menunjukkan adanya gugus benziliden yaitu ikatan C=C (1591 dan 1447 cm^{-1}) dan $\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$ (3052 cm^{-1}) cincin benzena; C=O (keton α,β -tak jenuh) (1651 cm^{-1}).

Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton (1b)

Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton berupa padatan berwarna coklat, tidak berbau, larut dalam aseton; asam asetat glasial; dan DMSO, sedikit larut dalam etanol; metanol; dan anhidrida asetat, tidak larut dalam air; kloroform; eter; dan etil asetat. Persentase rendemen hasil sintesis adalah $96,70 \pm 1,88\%$.

Hasil eluasi dengan 3 fase gerak berbeda menunjukkan noda tunggal, masing-masing dengan Rf = 0,53 (aseton : heksana (1,5:3,5, v/v); Rf = 0,60 (aseton : heksana (2:3, v/v), dan Rf = 0,97 (aseton : etil asetat (2:3, v/v).

Identifikasi inframerah senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton ditunjukkan pada Gambar 3. Spektrum IR senyawa (1b) yang dibuat dengan metode pellet KBr menunjukkan adanya ikatan C=C benzena (1605 dan 1458 cm^{-1}) dan $\text{C}_{\text{sp}^2}\text{-H}$ (3082 cm^{-1}) aromatis; C=O keton terkonjugasi (1651 cm^{-1}), bensena tersubstitusi trans (852 cm^{-1}); N=C-H imina (2985 cm^{-1}) serta adanya gugus NO_2 (1347 dan 1519 cm^{-1}).



Gambar 3. Spektrum inframerah senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton.

Perbedaan antara senyawa hasil sintesis dengan senyawa awal ditunjukkan dengan adanya gugus keton α,β -tak-jenuh pada senyawa hasil sintesis sedangkan senyawa 4-nitrobenzaldehid tidak memiliki gugus keton α,β -tak-jenuh melainkan memiliki ikatan C-H yang merupakan tanda spesifik adanya gugus aldehid. Gugus keton (C=O) ditunjukkan dengan munculnya spektrum inframerah pada bilangan gelombang 1604 cm^{-1} . Perbedaan juga ditunjukkan dengan adanya ikatan C=C (alkena) yang dimiliki oleh senyawa hasil yang ditunjukkan dengan munculnya spektrum inframerah pada bilangan gelombang 1648 cm^{-1} . Adanya gugus fenil dibuktikan dengan

adanya ikatan C-H sp^2 aromatis yang muncul pada bilangan gelombang 3082 cm^{-1} dan adanya ikatan C=C aromatis yang muncul pada bilangan gelombang 1629 dan 1458 cm^{-1} . Gugus nitro (NO_2) dibuktikan dengan munculnya spektrum inframerah pada bilangan gelombang 1347 dan 1519 cm^{-1} .

Sintesis turunan dibenzalaseton berlangsung melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt* yang terdiri dari 3 tahapan reaksi yaitu pembentukan ion enolat, adisi nukleofilik terhadap gugus karbonil yang dilanjutkan dengan reaksi eliminasi. Mekanisme reaksinya terlihat pada Gambar 4.

Adanya substituen 4- NO_2 memperlambat terjadinya reaksi adisi nukleofilik pada karbonil. Hal ini disebabkan gugus 4- NO_2 akan menurunkan rapat elektron pada cincin benzena melalui resonansi sehingga mempersulit terjadinya polarisasi gugus C=O. Akibatnya ion enolat sebagai nukleofil juga lebih lambat menyerang gugus C=O (McMurry, 2016).

Hal ini bisa teramati berdasarkan lama reaksi yang dilakukan pada penelitian ini; pada sintesis (1a) memerlukan waktu pengadukan 1 jam sedangkan sintesis (1b) harus diaduk selama 3 jam dengan persen hasil sintesis tidak jauh berbeda.

Uji Aktivitas Antioksidan

Uji aktivitas antioksidan diawali dengan penentuan panjang gelombang DPPH yang terpilih; yaitu pada 518 nm dengan absorbansi terpilih sebesar 1,1528 pada pemipetan 14 μl . Pembacaan blanko positif dilakukan dengan menggunakan tiga panjang gelombang yaitu 508 nm, 518 nm, dan 528 nm karena senyawa hasil sintesis merupakan senyawa yang berwarna dan dapat memberikan serapan pada panjang gelombang 518 nm yang akan mempengaruhi hasil pembacaan.

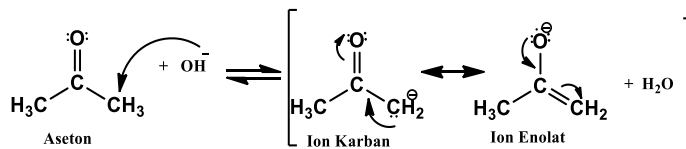
Senyawa uji (senyawa (1a), senyawa (1b), kurkumin dan vitamin C) hasil pengenceran sesuai prosedur kerja diuji aktivitas antioksidannya dengan penambahan DPPH. Dari delapan konsentrasi dipilih 4 konsentrasi agar persamaan garis mendekati linier. Dilakukan tiga kali replikasi dan nilai IC_{50} untuk masing-masing replikasi I, II, dan III, kemudian ditentukan nilai rata-ratanya. Grafik konsentrasi vs % aktivitas antioksidan dari ke-empat senyawa uji dapat dilihat pada Gambar 5a-d. Berdasarkan persamaan garis dapat ditentukan nilai IC_{50} . Dari persamaan garis tersebut, ditentukan nilai IC_{50} senyawa uji seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Vitamin C digunakan sebagai pembanding untuk mengetahui metode DPPH yang digunakan telah valid dan dapat diterapkan dalam penentuan aktivitas antioksidan senyawa hasil sintesis. Lung dan Destiani (2017) yang telah melakukan *review* artikel mengenai uji aktivitas antioksidan vitamin

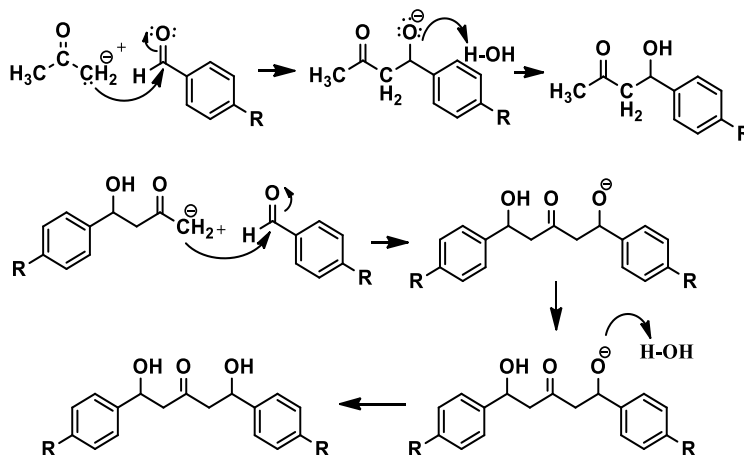
A, C, dan E dengan metode DPPH menyatakan bahwa vitamin C tergolong ke dalam senyawa antioksidan yang sangat kuat karena memiliki rata-rata nilai IC_{50} sebesar 14,79 ppm atau sebesar 0,084 mM, sedangkan pada uji aktivitas

antioksidan kali ini rata-rata nilai IC_{50} dari senyawa vitamin C adalah sebesar 0,0846 mM. Hal ini membuktikan bahwa metode DPPH yang digunakan telah valid dan dapat diterapkan dalam pengujian aktivitas antioksidan.

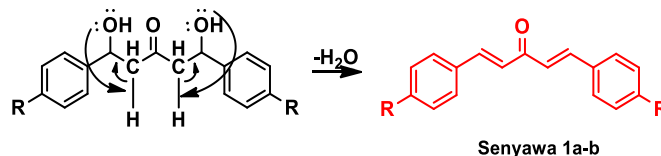
Tahap 1 : Pembentukan Ion Enolat



Tahap 2 : Adisi Nukleofilik



Tahap 3 : Eliminasi Molekul kecil (Dehidrasi)

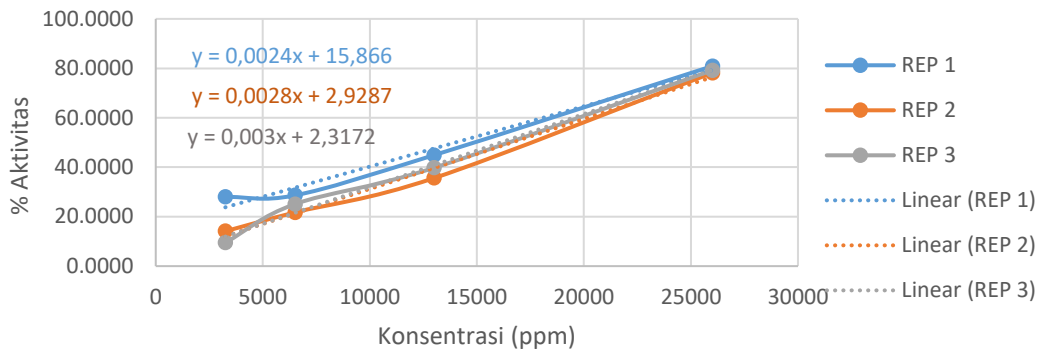


Gambar 4. Mekanisme reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt*.

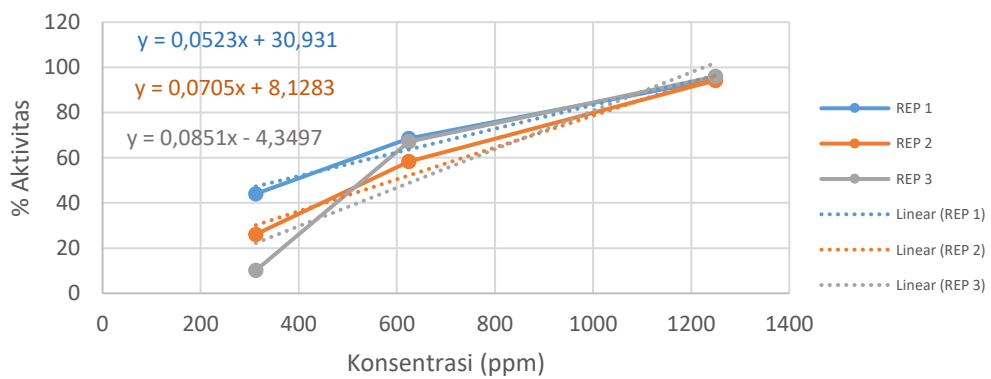
Aktivitas antioksidan dari Kurkumin dapat terjadi melalui dua jalur, yang pertama yaitu akibat adanya gugus OH fenolik dan yang kedua terjadi akibat adanya gugus α,β -tak-jenuh. Pada senyawa hasil sintesis aktivitas antioksidan terjadi hanya melalui satu jalur yaitu akibat adanya gugus karbonil α,β -tak-jenuh. Hal ini menyebabkan nilai IC_{50} dari 4,4'-dinitrodibenzalaseton lebih rendah dibanding dengan IC_{50} senyawa Kurkumin. Ditinjau dari struktur, pada kurkumin terdapat dua buah gugus karbonil α,β -tak-jenuh sedangkan pada turunan Dibenzalaseton hanya terdapat satu gugus karbonil α,β -tak-jenuh.

Dari nilai IC_{50} yang didapat dari uji aktivitas antioksidan diketahui bahwa aktivitas antioksidan dari senyawa Dibenzalaseton lebih

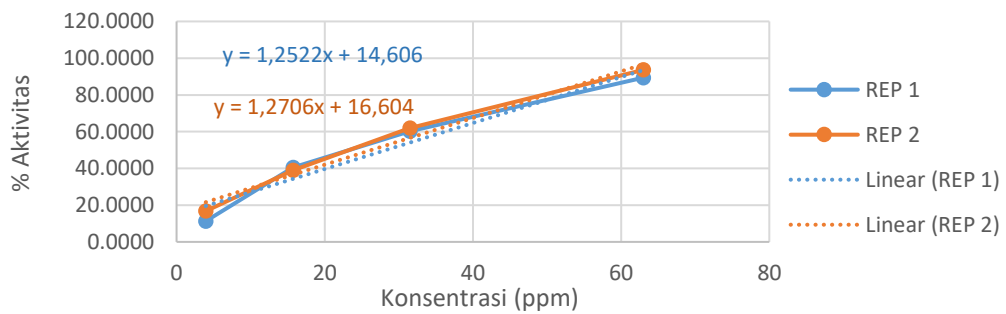
rendah dibanding dengan senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton yang dibuktikan dengan nilai IC_{50} senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton yang lebih kecil daripada senyawa Dibenzalaseton. Nilai IC_{50} yang semakin kecil menunjukkan semakin besarnya kemampuan senyawa dalam meredam radikal bebas. Hal ini disebabkan karena adanya gugus Nitro pada senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton menyebabkan bentuk terkonjugasi semakin panjang sehingga elektron bebas dapat dengan mudah terlepas. Ketika senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton bertemu dengan DPPH yang berperan sebagai radikal bebas, senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton akan menyumbangkan satu elektronnya sehingga DPPH menjadi tidak aktif.



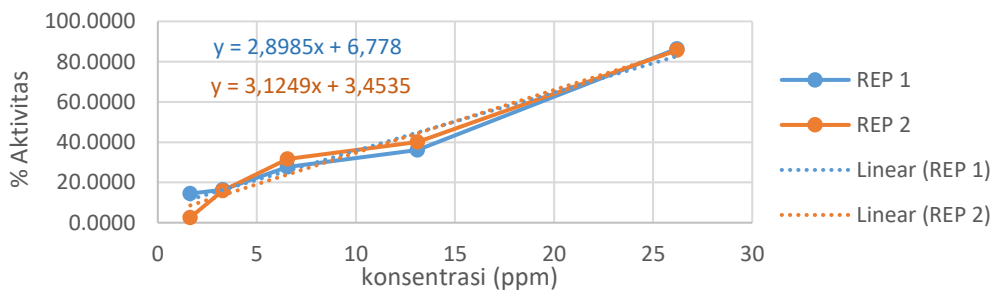
a. Senyawa (1a)



b. Senyawa (1b)



c. Kurkumin



d. Vitamin C

Gambar 5a-d. Grafik konsentrasi vs % aktivitas senyawa uji.

Tabel 1. Nilai IC₅₀ senyawa (1a), (1b), Kurkumin, dan Vitamin C

Bahan	Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3	Rata-rata
Senyawa (1a)	0,059x10 ³ mM	0,071x10 ³ mM	0,068x10 ³ mM	0,066x10 ³ mM
Senyawa (1b)	0,0011x10 ³ mM	0,0018x10 ³ mM	0,0019x10 ³ mM	0,0016x10 ³ mM
Kurkumin	0,076 mM	0,071 mM		0,074 mM
Vitamin C	0,0846 mM	0,0846 mM		0,0846 mM

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik dua buah kesimpulan:

(1) Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton disintesis melalui reaksi kondensasi *Claisen-Schmidt* dengan perbandingan jumlah senyawa 4-nitrobenzaldehida dan aseton sebesar 2:1 mEq. Waktu yang diperlukan untuk mendapatkan persentase rendemen yang maksimal adalah 3 jam dengan rendemen sebesar 96,70%.

(2) Senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton hasil sintesis memiliki nilai IC₅₀ dengan rata-rata sebesar 0,0016x10³ mM pada saat dilakukan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Substituen Nitro dapat membuat aktivitas antioksidan meningkat ditinjau dari rata-rata nilai IC₅₀ senyawa 4,4'-dinitrodibenzalaseton yaitu sebesar 0,0016x10³ mM yang memiliki nilai lebih kecil dibanding dengan rata-rata nilai IC₅₀ senyawa Dibenzalaseton yaitu sebesar 0,066x10³ mM.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, N. Y. 2009. Uji Aktivitas Penangkap Radikal DPPH oleh Analog Kurkumin Monoketon dan N-Heteroalifatik Monoketon. *Skripsi*. Sarjana Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

Handayani, S., Matjeh, S., Anwar, C. and Atun, S. 2010. *Synthesis and Activity Test as Antioxidant of Two Hydroxydibenzalacetones*. PACCON. Thailand.

Irwan, A. 2016. Kajian Validitas Analisis Las dengan Cara Tiga Panjang Gelombang. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*. 3(2): 184-200.

Jun, M., Fu, H. Y., Jong, J., Wan, X., Yang, C. S., and Ho, C. T. 2003. Comparison of Antioxidant Activities of Isoflavones from Kudzu Root (*Pueraria lobata Ohwi*). *Journal of Food Science*. 68(6): 2117-2122.

Lung, J. S. K. dan Destiani, D. P., 2017, Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH, *Farmaka*. 15(1):53-62.

McMurry, J. 2016. *Organic Chemistry*. 9th ed. Physical Science. Canada.

Raju, K., Vinod, J. and Mulukuri, S. 2017. Synthesis and Anti-Oxidant Activity of Dibenzalketones. *International Journal of Research in Pharmacy and Chemistry*. 7(4): 585-606.

Rayar, A., Veitia, M. S. I. and Ferroud, C. 2015. An Efficient and Selective Microwave-assisted Claisen-Schmidt Reaction for The Synthesis of Functionalized Benzalacetones, *SpringerPlus*. 4(1): 8-12.

Sugiharto, Ariff, A., Ahmad, S. dan Hamid, M. 2012. Efektivitas Kurkumin sebagai Antioksidan dan Inhibitor Melanin pada Kultur Sel B16F1. *Journal of Biological Researches*. 17(2): 173-176.

Susanto, E. 2019. *Peptida Bioaktif sebagai Antioksidan Eksplorasi pada Ceker Ayam*. DEEPUBLISH. Yogyakarta.

Yuslianti, E. R. 2018. *Pengantar Radikal Bebas dan Antioksidan*. CV. Budi Utama: Yogyakarta.