

Senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena Hasil Sintesis Limbah Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmanii*) Sebagai Antioksidan

Susiyati Safitri, Sri Benti Etika*

Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420

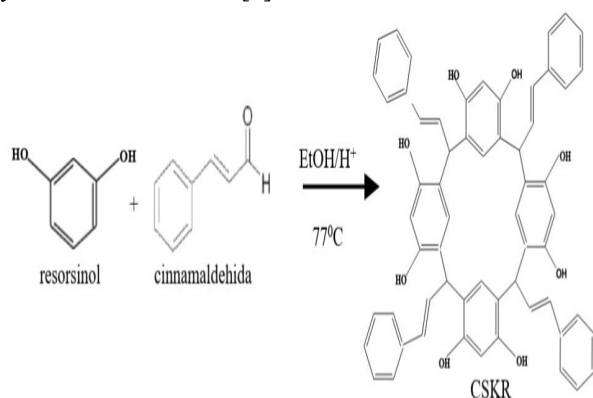
*sribentietika67@gmail.com

Abstract — The compound C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena is the result of the reaction of cinnamaldehyde and resorcinol compounds derived from cinnamon oil waste which has four alkenyl groups, eight hydroxyl groups, and twelve benzene residues so that it can be used as an antioxidant because it has an OH group. The purpose of this study was to determine the antioxidant activity and IC_{50} value of the compound C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena using the DPPH method and the ABTS method. The results of testing the antioxidant activity of the DPPH method at a wavelength of 514 nm showed that the compound C-Sinamalkalix[4]resorsinarena had moderate antioxidant activity with an IC_{50} value of 161.1750 ppm while the ABTS method at a wavelength of 750 nm indicates that the compound C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena has a very strong category of antioxidant activity with a value of IC_{50} value 2.9661 ppm.

Keywords — Antioxidant, ABTS, C-Sinamalkalix[4]resorcinnarene, DPPH, IC_{50}

I. PENDAHULUAN

Sinamalkaliks[4]resorsinarena (CSKR) merupakan hasil reaksi senyawa sinamaldehyd dan resorsinol yang berasal dari limbah minyak kayu manis. Senyawa C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena memiliki empat gugus alkenil (ikatan rangkap), delapan gugus hidroksil, dan dua belas residu benzen [1]. Limbah minyak kayu manis mengandung senyawa sinamaldehyd. Sinamaldehyd dari limbah minyak kayu manis direaksikan dengan resorsinol akan menghasilkan senyawa C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena.



Gambar 1. Skema Reaksi Sintesis CSKR [1]

Senyawa sinamaldehyd yang ada pada kayu manis tergolong antioksidan yang efektif melawan radikal bebas. Terbukti dari penelitian Pebrimadewi [2] senyawa

sinamaldehyd dari isolasi minyak kulit kayu manis mempunyai nilai IC_{50} sebesar 5.06 ppm sedangkan untuk antioksidan sintetis BHT nilai IC_{50} sebesar 10.4 ppm. Ini menunjukkan aktivitas antioksidan sinamaldehyd dari hasil isolasi minyak kulit kayu manis lebih besar dibandingkan aktivitas antioksidan sintetis BHT. Sinamaldehyd merupakan senyawa aktif biologis yang terdapat dalam minyak esensial dari genus *Cinnamomum*. Salah satu ciri dari sinamaldehyd yaitu memiliki rasa dan aroma khas kayu manis [3].

Antioksidan merupakan senyawa pendonor elektron. Cara kerja antioksidan yaitu dengan mendonorkan satu atau lebih elektron untuk senyawa oksidan sehingga radikal bebas stabil dan kegiatan oksidasi yang terjadi secara terus menerus bisa dihentikan [4]. Adanya aktivitas antioksidan dapat diuji dengan menggunakan metode DPPH dan metode ABTS. Adapun prinsip metode ini yaitu berdasarkan kemampuan antioksidan untuk mendonorkan elektron atau atom hidrogen. Pada metode DPPH ditandai dengan memudarnya warna ungu. Sedangkan pada metode ABTS, ditandai dengan memudarnya warna biru [5].

Senyawa C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena merupakan salah satu senyawa sintesis yang telah dikembangkan sebagai adsorben. Terbukti dari penelitian Nurlaili [6] penyerapan ion logam Pb^{2+} dan Cd^{2+} , oleh Susanti [7] sebagai adsorben ion logam berat Cr^{3+} , oleh Septiana [8] sebagai adsorben rhodamin B, oleh Aminullah [9] sebagai adsorben metanil yellow. Dimana pH optimum untuk logam Pb^{2+} adalah 4, waktu kontak yang diperoleh yaitu 60 menit, dan konsentrasi yang diperoleh 40 ppm. Pada logam Cd^{2+} pH optimum yang

diperoleh yaitu pH 4, waktu kontak yang diperoleh yaitu 120 menit, dan konsentrasi yang diperoleh yaitu 80 ppm. Pada ion logam Cr^{3+} pH optimum yang diperoleh yaitu 4, waktu kontak optimum pada 150 menit, dan konsentrasi optimum pada 100 ppm. Pada rhodamin B pH optimum yang diperoleh yaitu 7, konsentrasi optimum pada 100 ppm, waktu kontak optimum 60 menit. Pada metanil yellow pH optimum yang diperoleh yaitu 3, konsentrasi optimum 150 ppm, waktu kontak 150 menit.

Selain dapat digunakan sebagai adsorben senyawa dari C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena diduga dapat digunakan sebagai antioksidan karena berdasarkan strukturnya, C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena mempunyai gugus hidroksil yang bisa mendonorkan atom hidrogennya terhadap radikal bebas. Oleh sebab itu, peneliti menjadi tertarik untuk melakukan penelitian tentang pengujian senyawa dari C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena sintesis limbah minyak kayu manis sebagai antioksidan dengan menggunakan metode DPPH dan metode ABTS.

II. METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan seperti gelas kimia, corong, UV-Vis (Analitikjena Specord 210), labu ukur, lumpung dan alu, batang pengaduk, aluminium foil, ayakan ukuran 125 μm .

Bahan-bahan yang digunakan seperti CSKR, metanol teknis, DPPH sigma aldrich, Asam Askorbat, ABTS sigma aldrich, kalium persulfat, etanol teknis.

A. Preparasi Sampel

CSKR hasil sintesis dari limbah miyak kayu manis dihaluskan dengan menggunakan lumpung dan alu. CSKR yang sudah halus diukur partikelnya menggunakan ayakan dengan ukuran 125 μm .

B. Uji aktivitas Antioksidan Metode DPPH

1. Pembuatan Larutan

a. Larutan DPPH

Larutan DPPH 50 ppm dalam pelarut metanol sebagai pereaksi. Menimbang sebanyak 0,005 g serbuk DPPH dicukupkan dengan metanol dalam labu terukur 100 ml lalu dan ditutup dengan aluminium foil supaya terlindung dari cahaya.

b. Larutan CSKR

Pembuatan larutan induk CSKR 1000 ppm. Menimbang 0,1 gram CSKR dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan methanol sampai larut dicukupkan dengan metanol dan dimasukkan kedalam labu terukur 100 ml. Adapun variasi konsentrasinya yaitu 40, 80, 120, 160 dan 200 ppm.

c. Larutan Asam Askorbat

Menimbang 0,01 g asam askorbat dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan metanol hingga larut, dicukupkan dengan metanol dan dimasukkan kedalam labu terukur 100 ml sebagai larutan induk asam askorbat 1000 ppm. Adapun variasi konsentrasinya yaitu 1, 2, 3, 4 dan 5 ppm.

2. Pengukuran Absorbansi Larutan Kontrol DPPH

Dipipe 1 ml methanol, ditambah 2 ml DPPH 50 ppm, masukkan ke dalam botol vial gelab sambil dikocok, larutan diamkan selama 30 menit. Ukur di panjang gelombang 514 nm. Lalu catat absorbansinya.

3. Pengukuran Absorbansi Peredaman Radikal DPPH Pada CSKR Dan Asam Askorbat

Larutan CSKR dan larutan asam askorbat yang telah divariasikan konsentrasinya dipipet 1 mL lalu tambah 2 mL larutan DPPH 50 $\mu\text{g}/\text{mL}$ masukkan kedalam botol vial gelab sambil dikocok, larutan didiamkan selama 30 menit. Ukur di panjang gelombang 514 nm. Kemudian catat absorbansinya .

C. Uji Aktivitas Antioksidan metode ABTS

1. Pembuatan Larutan

a. Larutan Campuran ABTS Dan Kalium Persulfat

Larutan Kalium persulfat dengan menimbang 0,0070 gram kalium persulfat dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan aquades sampai larut. Lalu masukkan dalam labu terukur 5 ml selanjutnya tambahkan aquades. Didiamkan selama 12 jam.

Larutan ABTS yaitu dengan menimbang 0,0142 gram ABTS dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan aquades hingga larut. Lalu masukkan dalam labu terukur 5 ml selanjutnya tambahkan aquades. Didiamkan selama 12 jam.

Larutan ABTS dan kalium persulfat dicampur di ruangan gelab. Lalu dicukupkan dengan etanol dalam labu terukur 25 ml [10]

b. Larutan CSKR

Pembuatan larutan induk CSKR 10000 ppm, menimbang 1 gram CSKR dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan metanol sampai larut dan dicukupkan dengan metanol dan dimasukkan kedalam labu terukur 100 ml. Variasi konsentrasi CSKR dibuat dengan pengenceran bertingkat yaitu dari konsentrasi larutan induk CSKR 10000 ppm dijadikan konsentrasinya 1000 ppm. Kemudian dari 1000 ppm dijadikan konsentrasinya 100 ppm. Lalu dari 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ dijadikan konsentrasinya 10 ppm. Maka untuk pembuatan variasi konsentrasi CSKR digunakan konsentrasi CSKR 10 ppm. Adapun variasi konsentrasinya yaitu 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, 2,4, 2,8 dan 3,2 ppm.

c. Larutan Asam Askorbat

Menimbang 0,01 gram asam askorbat dilarutkan dalam gelas kimia menggunakan metanol hingga larut, dicukupkan dengan metanol dan dimasukkan kedalam labu terukur 100 ml sebagai larutan induk asam askorbat 1000 ppm. Variasi konsentrasi asam askorbat dibuat dengan pengenceran bertingkat yaitu dari konsentrasi larutan induk asam askorbat 1000 ppm dijadikan konsentrasinya 100 ppm. Kemudian dari 100 ppm dijadikan konsentrasinya 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Lalu dari 10 ppm dijadikan konsentrasinya 1 ppm. Adapun variasi konsentrasinya yaitu 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 dan 0,9 ppm.

2. Pengukuran Absorbansi Larutan Kontrol ABTS

Larutan campuran ABTS diambil 1 ml, cukupkan dengan etanol dalam labu terukur 5 ml. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm.

3. Pengukuran Absorbansi Peredaman Radikal ABTS Pada CSKR

Larutan CSKR 10 µg/mL dipipet masing-masing 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1, 1,2, 1,4 dan 1,6 ml ditambah 1 mL larutan campuran ABTS. Kemudian dicukupkan dengan etanol dalam labu teukur 5 ml sehingga konsentrasi larutan CSKR 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, 2,0, 2,4, 2,8 dan 3,2 ppm. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm. Replikasikan sebanyak 2 kali.

4. Pengukuran Absorbansi Peredaman Radikal ABTS Pada Asam Askorbat

Larutan asam askorbat 1 µg/mL dipipet masing-masing 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4 dan 4,5 ml, ditambah 1 mL larutan campuran ABTS. Kemudian dicukupkan dengan etanol dalam labu terukur 5 mL sehingga konsentrasi larutan asam askorbat 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8 dan 0,9 ppm. Ukur absorbansinya pada panjang gelombang 750 nm. Replikasikan sebanyak 2 kali.

D. Analisis Aktivitas Antioksidan dan Nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan diketahui dari rumus :

$$(\%) \text{peredaman} = \left[\frac{\text{Abs. kontrol} - \text{Abs. sampel}}{\text{Abs. kontrol}} \right] \times 100 \%$$

Ket.:

Abs. Kontrol = Tanpa sampel

Abs. Sampel = Sampel [11]

Nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear.

$$IC_{50} = \frac{50 - a}{b}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. C-SinamalKaliks[4]Resorsinarena

C-SinamalKaliks[4]Resorsinarena yang digunakan pada penelitian ini yaitu CSKR hasil sintesis. CSKR didapatkan dari mereaksikan sinamaldehida dengan resorsinol. C-SinamalKaliks[4]Resorsinarena mempunyai empat ikatan rangkap, delapan gugus hidroksil dan dua belas residu benzena dengan rumus kimia C₆₀H₄₈O₈ [1]. CSKR hasil sintesis limbah minyak kayu manis kemudian dihaluskan dengan ukuran partikel 125 µm. Tujuan dilakukan ini yaitu untuk memperluas kontak sampel dengan pelarut.

B. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH

C-SinamalKaliks[4]Resorsinarena mempunyai aktivitas antioksidan dilihat dari penurunan absorbansi DPPH. Adanya antioksidan pada CSKR akan menstabilkan radikal DPPH

dengan memberikan elektronnya ke DPPH, dilihat dari perubahan intensitas warna ungu yang berkurang.

Pada penelitian ini digunakan asam askorbat sebagai larutan perbandingan yang bertujuan mengetahui kekuatan antioksidan pada CSKR [12]. Apabila nilai IC₅₀ CSKR sama dengan nilai IC₅₀ asam askorbat maka CSKR merupakan salah satu antioksidan.

Nilai peredaman (%) DPPH pada CSKR dan asam askorbat dilihat pada tabel I, II dibawah ini :

TABEL I
NILAI PEREDAMAN (%) DPPH PADA CSKR

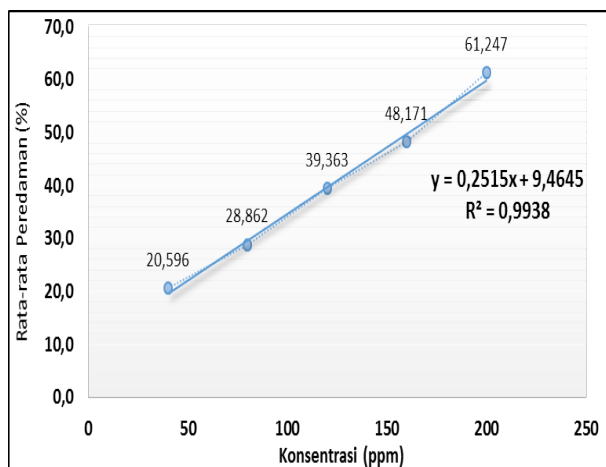
Konsent rasi (ppm)	Absorbansi pengukuran ke			Peredaman (%)			Rata-rata
	I	II	III	I	II	III	
40	0,39 1	0,390	0,39 1	20,52 8	20,73 2	20,52 8	20,59 6
80	0,35 0	0,350	0,35 0	28,86 2	28,86 2	28,86 2	28,86 2
120	0,29 8	0,298	0,29 9	39,43 1	39,43 1	39,22 8	39,36 3
160	0,25 5	0,255	0,25 5	48,17 1	48,17 1	48,17 1	48,17 1
200	0,19 1	0,190	0,19 1	61,17 9	61,38 2	61,17 9	61,24 7
0	0,492						

TABEL II
NILAI PEREDAMAN (%) DPPH PADA ASAM ASKORBAT

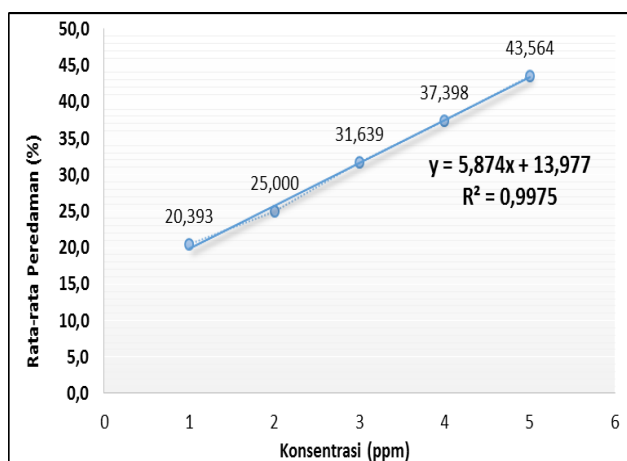
Konse ntrasi (ppm)	Absorbansi pengukuran ke			Peredaman (%)			Rata-rata
	I	II	III	I	II	III	
1	0,39 2	0,39 1	0,39 2	20,325	20,528	20,325	20,39 3
2	0,36 9	0,36 9	0,36 9	25,000	25,000	25,000	25,00 0
3	0,33 6	0,33 6	0,33 7	31,707	31,707	31,504	31,63 9
4	0,30 8	0,30 8	0,30 8	37,398	37,398	37,398	37,39 8
5	0,27 8	0,27 7	0,27 8	43,496	43,699	43,496	43,56 4
0	0,492						

Dari tabel I dan II. dapat dilihat terjadi penurunan absorbansi DPPH pada larutan CSKR dan terjadi peningkatan (%) peredaman. Ini dikarena semakin besar konsentrasi larutan CSKR dan asam askorbat maka semakin pucat warna DPPH [13].

Dapat dilihat kurva persamaan regresi linier aktivitas antioksidan CSKR dan Asam askorbat berikut :



Gambar 2. Kurva Regresi Linier Aktivitas Antioksidan CSKR



Gambar 3. Kurva Regresi Linier Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat

Menurut Lung dan Destiani [14] tingkat kekuatan antioksidan adalah sangat kuat ($IC_{50} < 50$), kuat ($50 < IC_{50} < 100$), sedang ($100 < IC_{50} < 250$), lemah ($250 < IC_{50} < 500$) dan tidak aktif ($IC_{50} > 500$).

Hasil analisis IC_{50} pada larutan sampel CSKR dan asam askorbat dengan metode DPPH pada tabel III berikut :

TABEL III
NILAI IC_{50} DARI CSKR DAN ASAM ASKORBAT

Larutan Uji	Persamaan Regresi	Nilai IC_{50} (ppm)
CSKR (sampel)	$y = 0,2515x + 9,4645$	161,1750
Asam askorbat (pembanding)	$y = 5,874x + 13,977$	6,1326

METODE DPPH

Dari tabel III. dapat dilihat bahwa nilai IC_{50} pada CSKR sebesar 161,1750 ppm termasuk golongan antioksidan yang sedang ini dikarenakan adanya gugus O-H pada CSKR sehingga dapat meredam radikal bebas DPPH dengan

menyumbangkan elektronnya. Nilai IC_{50} pada asam askorbat sebesar 6,1326 ppm merupakan golongan antioksidan sangat kuat, ini karena asam askorbat telah terbukti berpotensi sebagai antioksidan, dengan mendonorkan atom hydrogennya ke radikal bebas [15].

Asam askorbat termasuk kategori aktivitas antioksidan yang sangat kuat dan CSKR termasuk kategori aktivitas antioksidan yang sedang. Ini karena larutan CSKR adalah larutan yang sangat berwarna maka metode DPPH kurang sensitif dalam mendeteksi CSKR [12].

C. Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Dengan Metode ABTS

Aktivitas antioksidan pada metode ABTS dibuktikan dari berkurangnya intensitas warna biru [16].

TABEL IV
NILAI PEREDAMAN (%) ABTS PADA CSKR

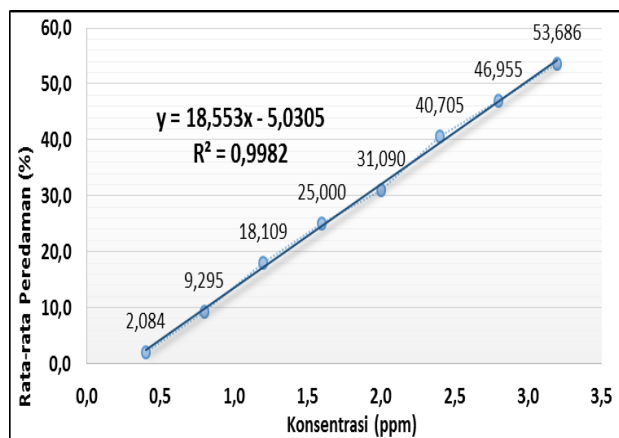
Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi pengukuran ke		Peredaman (%)		Rata-rata
	I	II	I	II	
0,4	0,306	0,305	1,923	2,244	2,084
0,8	0,282	0,284	9,615	8,974	9,295
1,2	0,256	0,255	17,949	18,269	18,109
1,6	0,232	0,236	25,641	24,359	25,000
2,0	0,216	0,214	30,769	31,410	31,090
2,4	0,185	0,185	40,705	40,705	40,705
2,0	0,166	0,165	46,795	47,115	46,955
3,2	0,144	0,145	53,846	53,526	53,686
0	0,312				

TABEL V

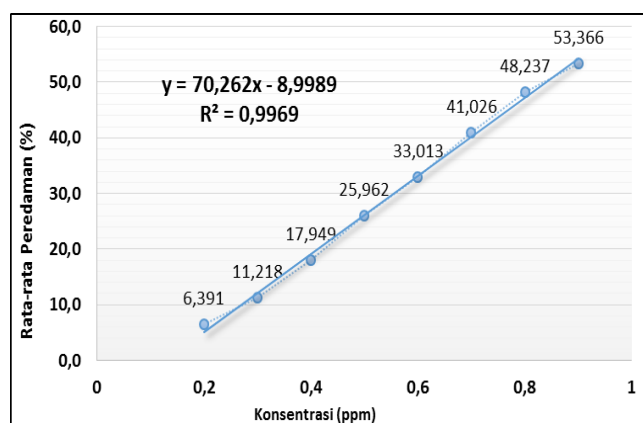
NILAI PEREDAMAN (%) ABTS PADA ASAM ASKORBAT

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi pengukuran ke		Peredaman (%)		Rata-rata
	I	II	I	II	
0,2	0,292	0,291	6,410	6,731	6,391
0,3	0,278	0,276	10,897	11,538	11,218
0,4	0,258	0,254	17,308	18,590	17,949
0,5	0,232	0,230	25,641	26,282	25,962
0,6	0,210	0,208	32,692	33,333	33,013
0,7	0,184	0,184	41,026	41,026	41,026
0,8	0,160	0,163	48,718	47,756	48,237
0,9	0,146	0,145	53,205	53,526	53,366
0	0,312				

Dapat dilihat kurva persamaan regresi linier aktivitas antioksidan CSKR dan asam askorbat berikut :



Gambar 4. Kurva Regresi Linier Aktivitas Antioksidan CSKR



Gambar 5. Kurva Regresi Linier Aktivitas Antioksidan Asam Askorbat

Hasil analisis IC₅₀ pada larutan sampel CSKR dan asam askorbat dengan metode ABTS tabel VI berikut ini :

TABEL VI

Nilai Ic₅₀ Dari CSKR Dan Asam Askorbat Metode ABTS

Larutan uji	Persamaan regresi	Nilai IC ₅₀ (ppm)
CSKR (sampel)	$y = 18,553x - 5,0305$	2,9661
Asam askorbat (pemanding)	$y = 70,262x - 8,9989$	0,8397

Dari table VII. dapat dilihat bahwa nilai IC₅₀ pada CSKR sebesar 2,9661 ppm merupakan golongan antioksidan yang sangat kuat ini karena adanya gugus O-H pada CSKR sehingga dapat menstabilkan radikal bebas ABTS dengan menyumbangkan elektronnya dan nilai IC₅₀ pada asam askorbat sebesar 0,8397 ppm merupakan golongan antioksidan yang sangat kuat [15].

Asam askorbat dan CSKR memiliki kategori aktivitas antioksidan yang sama-sama sangat kuat. Metode ABTS dapat digunakan pada senyawa yang sangat berwarna sehingga larutan CSKR yang berwarna cocok diuji dengan metode ini [12].

IV. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian aktivitas antioksidan senyawa c-sinamalkaliks[4]resorsinarena pada metode DPPH dan metode ABTS membuktikan adanya aktivitas antioksidan.
2. Senyawa c-sinamalkaliks[4]resorsinarena dengan metode DPPH memiliki nilai IC₅₀ sebesar 161,1750 ppm dengan kategori aktivitas antioksidan sedang dan pada metode ABTS memiliki nilai IC₅₀ sebesar 2,9661 ppm dengan kategori aktivitas antioksidan sangat kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si selaku pembimbing dan pihak yang telah memberi bantuan dalam penulisan artikel ini. Selanjutnya terimakasih kepada seluruh analis Laboratorium Kimia serta ucapan terima kasih juga tertuju kepada Bapak/Ibu beserta staf jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang atas sarana dan dukungannya.

REFERENSI

- [1] R. E. Sardjono, G. Dwiyanti, S. Aisyah, and F. Khoerunnisa, "Sintesis C-Sinamalkaliks [4] resorsinarena (CSKR) dari Minyak Kayu Manis dan Penggunaannya Untuk Ekstraksi Fasa Padat Logam Berat Pb(II) dan Hg(II)," *J. Pengajaran MIPA*, vol. 12, no. 2, pp. 1–13, 2008.
- [2] E. Pebrimadewi, "Isolasi Sinamaldehida Dari Minyak Kulit Kayu Manis Sebagai Antioksidan," Institut Pertanian Bogor, 2011.
- [3] C. Villegas *et al.*, "Supercritical Impregnation of Cinnamaldehyde into Polylactic Acid as a Route to develop Antibacterial Food Packaging Materials," *Food Res. Int.*, 2017, doi: 10.1016/j.foodres.2017.06.031.
- [4] H. Winarsi, "Antioksidan Non-Enzimatis," in *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*, 2007.
- [5] W. L. Chu, Y. W. Lim, R. A.K., and P. . Lim, "Protective Effect of Aqueous Extract from Spirulina Platensis Against Cell Death Induced by Free Radicals. BMC Complementary & Alternative Medicine," *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 10, no. 53, pp. 2–3, 2010.
- [6] Nurlaili, "Penyerapan Ion Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ Dari Larutan Menggunakan C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena Yang disintesis Dari Minyak Kayu Manis (Cinnamomum burmanii)," Universitas Negeri Padang, 2018.
- [7] Y. M. Susanti, S. B. Etika, and E. Nasra, "Sintesis dan Karakterisasi C-Sinamalkaliks[4]resorsinarena (CSKR) Menggunakan Minyak Kayu Manis (Cinnamomum burmanii) Untuk Analisis Logam Cr³⁺," *J. RESIDU*, vol. 3, no. 18, pp. 128–137, 2019.
- [8] R. Septiana, "Pemanfaatan Senyawa C-Sinamalkaliks[4]Resorsinarena (CSKR) Hasil Sintesis dari Limbah Minyak Kayu Manis (Cinnamomum burmanii) sebagai Adsorben Rhodamin B," Universitas Negeri Padang, 2020.
- [9] Aminullah, "Optimasi senyawa c-sinamalkaliks [4] resorsinarena (cskr) sebagai adsorben metanil yellow," Universitas Negeri Padang, 2020.
- [10] F. J. Sami, S. Nur, A. Sapra, and Libertin, "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Lamun (Enhalus Acoroides) Asal Pulau Lae-Lae Makassar Terhadap Radikal ABTS Antioxidant," vol. 8153, pp. 116–120, 2010.
- [11] P. Molyneux, "The Use Of The Stabil Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity," *J. Sci. Technol.*, no. 26, pp. 211–219, 2004.
- [12] D. O. Sandro *et al.*, "Evaluation of antiradical assays used in

- determining the antioxidant capacity of pure compounds and plant extracts,” *Quim Nov.*, vol. 37, no. 3, pp. 497–503, 2014.
- [13] A. Rohman, *lipid: Sifat Fisika-Kimia Dan Analisisnya*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2016.
- [14] J. K. . Lung and D.P Destiani, “Uji aktivitas antioksidan vitamin a, c, e dengan metode DPPH,” *Farmaka suplemen*, vol. 15, no. 1, pp. 53–62, 2007.
- [15] A. Rohman *et al.*, “Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam),” *Int. Food Res. J.*, vol. 17, no. 1, pp. 97–106, 2010.
- [16] K. . Heim, A. . Tagliafero, and D. . Bobilya, “Flavonoid Antioxidants: Chemistry, Metabolism and Structure-Activity Relationships,” *J. Nutr. Biochem.*, vol. 13, pp. 572–584, 2002.