

UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN PENETAPAN KADAR FENOLIK TOTAL DARI EKSTRAK DAUN KETAPANG (*Terminalia catappa* L.)

Robby Najini¹, Sri Wahdaningsih^{1,2}

¹Departemen Farmasi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tanjungpura, Pontianak

²PUI Herabal Tropis, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Email : sriwahdaningsih.apt@pharm.untan.ac.id

ABSTRAK

Ketapang (*Terminalia catappa* L.) merupakan tanaman yang tumbuh subur di wilayah tropis seperti Indonesia. Keberadaan tanaman ini sudah tak asing ditemukan dan dimanfaatkan sebagai penstabil pH dan mencegah jamur dan bakteri untuk tumbuh. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daun Ketapang mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, fenol, dan terpenoid. Selain itu, daun ketapang juga ditemukan memiliki aktivitas antidepresan, antiheliobacter pylori dan antiulcer, antioksidan, antibakteri, antifungi, anticandidal, antidiare dan antipiretik, antitumor dan antihepatitis pada beberapa wilayah. Aktivitas antioksidan diuji dengan melihat nilai IC50 dari ekstrak daun ketapang. Metode yang digunakan yaitu metode remaserasi sebanyak 3 kali dengan pelarut n-heksan, etil asetat, dan etanol 70%. Hasil ekstrak yang diperoleh akan diuji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH kemudian dilakukan skrining fitokimia untuk mengetahui secara kualitatif senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak daun ketapang.

Kata Kunci : *Terminalia catappa* L.; antioksidan; metabolit sekunder.

ABSTRACT

Ketapang (Terminalia catappa L.) is a plant that grows fertile in tropical regions such as Indonesia. The existence of this plant has been unknown to be found and used as a pH stabilizer and prevents mushrooms and bacteria from growing. Previous research has shown that Ketapang leaves contain alkaloids, flavonoids, saponins, phenols, and terpenoids. In addition, it was also found to have antidepressant activity, antiheliobacter pylori and antiulcer, antioxidant, antibacterial, antifungal, anticandidal, antidiarrheal and antipyretic, antitumor and antihepatitis in some regions. The antioxidant activity was tested by looking at the IC50 value of the strawberry leaf extract. The method used is to remaserate three times with n-hexane solvents, ethyl acetate, and 70% ethanol. The extract results obtained will be tested antioxidant activity using DPPH method and then phytochemical screening to qualitatively identify the secondary metabolite compounds found in leaf extracts.

Keywords : *Terminalia catappa* L.; antioxidants; secondary metabolites

PENDAHULUAN

Pohon ketapang (*Terminalia catappa* L.) merupakan jenis tumbuhan yang dapat tumbuh subur di wilayah yang beriklim tropis seperti di Indonesia. Keberadaannya yang cukup banyak membuat tanaman ini sering dimanfaatkan untuk berteduh dan daunnya dibiarkan berguguran bila kering. Bagian yang sudah digunakan dari tanaman ini adalah daun dan biji. Daun ketapang dimanfaatkan sebagai penstabil pH dan pencegah tumbuhnya jamur dan bakteri (Poongulali & Sundararaman, 2016). Penelitian lain juga menemukan bahwa daun ketapang mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, fenol, dan terpenoid (Katiki dkk, 2017). Selain itu, daun ketapang juga ditemukan memiliki aktivitas sebagai antidepresan (Chandrasekhar dkk, 2017); antihelicobacter pylori dan antiulcer (Silva dkk, 2015); antioksidan (Rajesh dkk, 2015); antibakteri (Timothy dkk, 2015); antifungi (Terças dkk, 2017); anticandidal (Poongulali & Sundararaman, 2016); antidiare dan antipiretik di India, Filipina dan Malaysia serta antitumor dan antihepatitis di Taiwan (Santos dkk, 2016).

Antioksidan adalah zat yang dapat menghalangi dampak buruk dari radikal bebas dengan cara menghalangi terjadinya reaksi oksidasi. Radikal bebas merupakan atom atau gugus atom yang mempunyai elektron bebas sehingga reaktif terhadap molekul lain yang dapat mengikat. Radikal bebas yang menonaktifkan berbagai enzim dan mengganggu DNA sehingga menyebabkan mutasi sel yang dapat menimbulkan kanker (Sari dkk, 2015).

Mekanisme kerja antioksidan dapat bertindak sebagai donor elektron, mengurangi spesies oksigen reaktif, mengomplekskan ion logam transisi atau regenerasi antioksidan lain, seperti tokoferol (vitamin E) (Renard, 2018).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan terdiri dari antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Namun, penggunaan antioksidan sintetik dapat berkontribusi terhadap karsinogenesis atau tumorigenitas (Shalaby & Shanab, 2013). Sehingga antioksidan alami merupakan alternatif yang perlu untuk terus dilakukan pengembangan.

Penelitian ini berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya karena dalam penelitian ini menggunakan tiga jenis ekstrak berbeda, yaitu ekstrak n-heksan, ekstrak etil asetat, dan ekstrak etanol 70% dari daun ketapang. Selanjutnya ketiga jenis ekstrak ini nantinya akan dilakukan uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH dan kemudian dilakukan penetapan kadar fenolik total menggunakan metode Folin Ciocalteu.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas (Pyrex®), wadah maserasi, Rotary evaporator (Heldoph tipe Hei-VAP®), penangas air, hot plate, oven (Memmert®), desikator (Pyrex®), neraca analitik (Precisa XB 4200C®), Spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu tipe 2450®), termometer, alat vorteks, dan lampu UV. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun ketapang (*Terminalia catappa* L.) yang diperoleh dari daerah Purnama (Kota

Pontianak), etanol 70%, etanol 96%, metanol p.a (Merck®), n-heksan teknis, etil asetat teknis, vitamin C, DPPH, kain saring, dan alumunium foil.

Pembuatan Simplisia

Sebanyak 1 kg daun ketapang yang telah terkumpul dilakukan pencucian dengan air bersih dan ditiriskan. Daun Ketapang dipotong-potong menjadi lebih kecil dan disortasi basah. Daun ketapang kemudian dilakukan proses pengeringan menggunakan oven. Pengeringan dilakukan hingga diperoleh daun yang benar-benar kering, hal ini ditandai dengan mudahnya dihancurkan dengan tangan. Daun ketapang yang telah kering selanjutnya dihaluskan dengan blender hingga diperoleh serbuk kasar yang tidak terlalu halus (Khoirunisa dkk., 2018; Astridwiyanti dkk., 2019).

Ekstraksi

Metode ekstraksi yang digunakan di penelitian ini adalah metode maserasi. Simplisia daun ketapang dilakukan maserasi dengan pelarut n-heksan. Simplisia dimasukkan ke dalam bejana maserasi dan ditambahkan dengan pelarut n-heksan hingga terendam seluruhnya, lalu ditutup dengan alumunium foil dan didiamkan di tempat yang terlindung dari cahaya matahari selama 1x24 jam sambil sesekali diaduk. Setelah 1x24 jam, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan filtrat dan residu diremaserasi dengan pelarut n-heksan yang baru. Remaserasi dilakukan sebanyak 2 kali. Filtrat dikumpulkan dan dipekatkan dengan rotary evaporator untuk mendapatkan ekstrak n-heksan. Ampas selanjutnya dengan perlakuan yang sama dimaserasi kembali dengan pelarut etil aetat dan etanol 70 % (Pratiwi dkk., 2019; Wahdaningsih dkk., 2018).

Pembuatan Larutan Ekstrak pada Berbagai Konsentrasi

Ditimbang ekstrak n-heksan, etil asetat dan etanol 70% sebanyak 0.1089 gram lalu dilarutkan di dalam 10 ml pelarut metanol. Selanjutnya diambil larutan ekstrak sebanyak 0,1 ml, 0,2 ml, 0,3 ml, 0,4 ml, dan 0,5 ml lalu diencerkan kembali dalam labu ukur 100 ml sehingga diperoleh larutan ekstrak (larutan sampel) dengan konsentrasi 1,09 ppm, 2,18 ppm, 3,27 ppm, 4,36 ppm, dan 5,45 ppm.

Pembuatan Larutan Standar Dan Uji

Pembuatan larutan DPPH

Ditimbang 12,5 mg DPPH dilarutkan dengan metanol p.a dalam labu ukur sampai dengan 25 mL sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 500 ppm, selanjutnya dilakukan pengenceran hingga didapat konsentrasi 30 ppm

Pembuatan Larutan Standar Vitamin C

Ditimbang sebanyak 25 mg vitamin C lalu dilarutkan di dalam 25 ml pelarut metanol sehingga diperoleh konsentrasi 1 mg/ml. Dari konsentrasi ini dibuat seri konsentrasi sebesar 1; 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 µg/ml.

Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

Masing masing larutan sampel sebanyak 1 mL ditambahkan 2 mL larutan DPPH 30 ppm. Campuran selanjutnya divorteks selama 2 menit kemudian di inkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit. Perlakuan yang sama dilakukan terhadap blangko yaitu larutan DPPH 30 ppm. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 515 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

Data dari absorbansi yang didapat kemudian dihitung persen inhibisi sediaan terhadap radikal bebas DPPH.

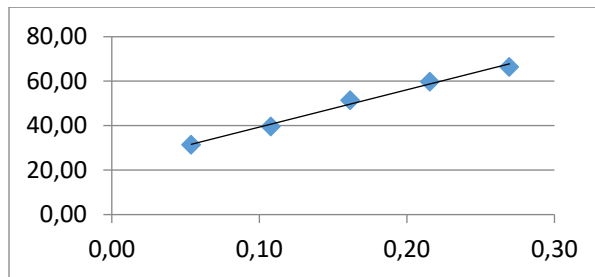
HASIL DAN PEMBAHASAN
Uji Antioksidan Daun Ketapang

1. Ekstrak N-Heksan

Pengambilan (mL)	Kadar (mg/mL)	Absorbansi			Penangkapan Radikal Bebas (%)			Rata-Rata (%)
		I	II	III	I	II	III	
0.25	0.05	0.638	0.641	0.640	31.55	31.22	31.33	31.37
0.50	0.11	0.563	0.564	0.563	39.59	39.48	39.59	39.56
0.75	0.16	0.447	0.452	0.453	51.18	51.50	51.39	51.36
1.00	0.22	0.373	0.376	0.374	59.98	59.66	59.87	59.84
1.25	0.27	0.312	0.315	0.311	66.52	66.20	66.63	66.45

Tabel 1. Hasil Triplo Ekstrak n-Heksan

Persamaan regresi yang didapat pada data diatas adalah sebagai berikut.



$$y = 167,81x + 22,579$$

$$R^2 = 0,9915$$

Gambar 1. Persamaan Regresi Linier Ekstrak n-Heksan Daun Ketapang

Perhitungan IC50 :

$$y = 167,81x + 22,579$$

$$50 = 167,81x + 22,579$$

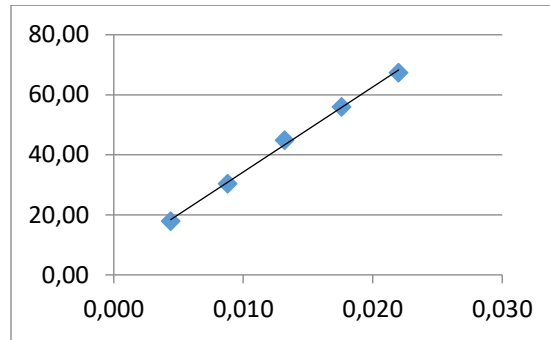
$$x = \frac{50 - 22,579}{167,81} = 0,16341 \text{ mg/ml} = 163,41 \mu\text{g/ml}$$

2. Ekstrak Etil Asetat

Pengambilan (mL)	Kadar (mg/mL)	Absorbansi			Penangkapan Radikal Bebas (%)			Rata- Rata (%)
		I	II	III	I	II	III	
0.01	0.05	0.765	0.766	0.763	17.92	17.81	18.13	17.95
0.02	0.11	0.647	0.649	0.650	30.58	30.36	30.26	30.40
0.03	0.16	0.512	0.516	0.513	45.06	44.64	44.96	44.89
0.04	0.22	0.408	0.411	0.410	56.22	55.90	56.01	56.04
0.05	0.27	0.300	0.306	0.304	67.81	67.17	67.38	67.45

Tabel 2. Hasil Triplo Ekstrak Etil Asetat

Persamaan regresi yang didapat pada data diatas adalah sebagai berikut.



$$y = 2832,8x + 5,9549$$

$$R^2 = 0,9977$$

Gambar 2. Persamaan Regresi Linier Ekstrak Etil Asetat Daun Ketapang

Perhitungan IC50 :

$$y = 2.832,8x + 5,9549$$

$$50 = 2.832,8x + 5,9549$$

$$x = \frac{50 - 5,9549}{2.832,8} = 0,01555 \text{ mg/ml} = 15,55 \mu\text{g/ml}$$

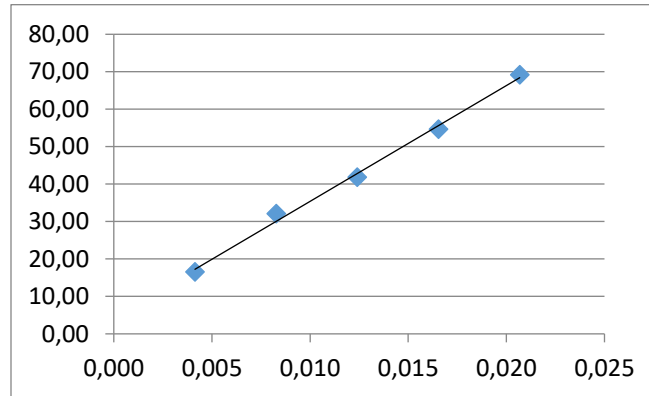
3. Ekstrak Etanol

Pengambilan (mL)	Kadar (mg/mL)	Absorbansi			Penangkapan Radikal Bebas (%)			Rata-Rata (%)
		I	II	III	I	II	III	
0.01	0.004	0.778	0.780	0.777	16.52	16.31	16.63	16.49
0.02	0.008	0.633	0.636	0.631	32.08	31.76	32.30	32.05

0.03	0.012	0.542	0.544	0.541	41.85	41.63	41.95	41.81
0.04	0.017	0.421	0.425	0.422	54.83	54.40	54.72	54.65
0.05	0.021	0.282	0.291	0.290	69.74	68.78	68.88	69.13

Tabel 3. Hasil Triplo Ekstrak Etanol

Persamaan regresi yang didapat pada data diatas adalah sebagai berikut.



$$y = 3092,3x + 4,4564$$

$$R^2 = 0,9957$$

Gambar 3. Persamaan Regresi Linier Ekstrak Etanol Daun Ketapang

Perhitungan IC50 :

$$y = 3.092,3x + 4,4564$$

$$50 = 3.092,3x + 4,4564$$

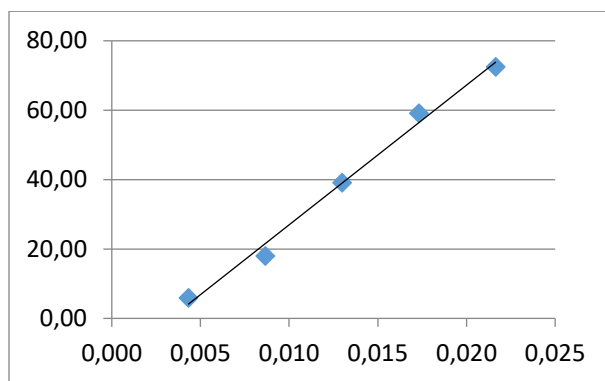
$$x = \frac{50 - 4,4564}{3.092,3} = 0,01473 \text{ mg/ml} = 14,73 \text{ } \mu\text{g/ml}$$

4. Ekstrak Metanol

Pengambilan (mL)	Kadar (mg/mL)	Absorbansi			Penangkapan Radikal Bebas (%)			Rata-Rata (%)
		I	II	III	I	II	III	
0.02	0.004	0.877	0.878	0.874	5.90	5.79	6.22	5.97
0.04	0.009	0.768	0.763	0.760	17.60	18.13	18.45	18.06
0.06	0.013	0.565	0.569	0.567	39.38	38.95	39.16	39.16
0.08	0.017	0.381	0.380	0.381	59.12	59.23	59.12	59.16
0.10	0.022	0.257	0.256	0.255	72.42	72.53	72.64	72.53

Tabel 4. Hasil Triplo Ekstrak Metanol

Persamaan regresi yang didapat pada data diatas adalah sebagai berikut.



$$y = 4025,3x - 13,287$$
$$R^2 = 0,9919$$

Gambar 4. Persamaan Regresi Linier Ekstrak Metanol Daun Ketapang

Perhitungan IC50 :

$$y = 4.025,3x - 13,287$$

$$50 = 4.025,3x - 13,287$$

$$x = \frac{50 + 13,287}{4.025,3} = 0,01572 \text{ mg/ml} = 15,72 \mu\text{g/ml}$$

Antioksidan diuji menggunakan metode DPPH, yaitu metode uji menggunakan senyawa radikal sintetik *1,1,2-diphenyl picrylhydrazyl*. Nilai antioksidan ditunjukkan dengan perhitungan nilai IC50. DPPH yang tersisa setelah diberikan antioksidan dapat diukur kadar serapannya menggunakan spektrofotometri UV-Vis dan nilai inilah yang akan digunakan untuk menghitung nilai IC50. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang maksimum 515,5 nm dengan absorbansi control DPPH optimum sebesar 0,932. Pengujian dimulai dengan mengambil sampel ekstrak n-heksan dan ditimbang berat sampel sebesar 107,8 mg. Ekstrak kemudian dilarutkan dalam labu ukur 10 ml dan didapati kadar larutan terukur sebesar 10,78 mg/ml. Larutan kemudian diencerkan dengan factor pengenceran 10 kali dan didapati kadar sebesar 1,078 mg/ml. Larutan dibuat variasi konsentrasi 50 ppm, 110 ppm, 160 ppm, 220 ppm, dan 270 ppm dan dilakukan *scanning* panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum yang didapat yaitu sebesar 515,5 nm. Sampel yang telah dibuat variasi konsentrasi kemudian di uji absorbansinya dan didapati masing-masing absorbansi sebesar 0,638; 0,563; 0,447; 0,373; dan 0,312. Setelah didapatkan masing-masing absorbansinya maka dihitung penangkapan radikal bebasnya. Persen penangkapan radikal bebas yang didapati masing-masing sebesar 31,55%; 39,59%; 52,04%; 59,98%; dan 66,52%. Pengujian absorbansi dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan(triplo). Hasil triplo dapat dilihat pada tabel 1. Hasil pengujian dihitung rata-ratanya agar

memudahkan perhitungan. Rata-rata persen penangkapan radikal bebas ekstrak n-heksan yaitu sebesar 31,37%; 39,56%; 51,36%; 59,84%; dan 66,45%. Persen rata-rata yang didapat kemudian diplotkan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 1. Nilai IC50 pada ekstrak n-heksan daun Ketapang adalah sebesar 0,16341 mg/ml.

Selanjutnya dilakukan pengujian ekstrak etil asetat dengan mengambil 220 mg sampel yang dilarutkan dalam labu ukur 10 ml sehingga didapati kadar larutan terukur sebesar 22 mg/ml. Larutan kemudian diencerkan dengan factor pengenceran sebesar 10 kali dan didapati kadar larutan sebesar 2,2 mg/ml. Larutan kemudian dibuat variasi konsentrasi sebesar 4 ppm; 9 ppm; 13 ppm; 18 ppm; dan 22 ppm. Variasi konsentrasi kemudian diukur absorbansinya dan didapati masing-masing absorbansi sebesar 0,765; 0,647; 0,512; 0,408; dan 0,300. Absorbansi yang didapat kemudian dihitung persen penangkapan radikal bebas. Persen penangkapan radikal bebas yang didapat sebesar 17,92%; 30,58%; 45,06%; 56,22; dan 67,81%. Data triplo pengujian absorbansi dapat dilihat pada tabel 2. Hasil pengujian dihitung rata-ratanya agar memudahkan perhitungan. Rata-rata persen penangkapan radikal bebas ekstrak etil asetat yaitu sebesar 17,95%; 30,40%; 44,89%; 56,04%; dan 67,45%. Persen rata-rata yang didapat kemudian diplotkan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 2. Nilai IC50 pada ekstrak etil asetat daun Ketapang adalah sebesar 0,01555 mg/ml.

Pengujian antioksidan ekstrak etanol dilakukan dengan mengambil 206,8 mg ekstrak dan dilarutkan dalam labu 10 ml. Kadar larutan yang didapati sebesar 20,68 mg/ml. Ekstrak yang telah dilarutkan kemudian diencerkan dengan factor pengenceran 10 kali dan didapati kadar larutan sebesar 2,068 mg/ml. Larutan kemudian dibuat variasi konsentrasi sebesar 4 ppm; 8 ppm; 12 ppm; 17 ppm; dan 21 ppm. Variasi konsentrasi yang telah dibuat kemudian diukur absorbansinya dan didapati absorbansi sebesar 0,778; 0,633; 0,542; 0,421; dan 0,282. Absorbansi yang didapat kemudian digunakan untuk menghitung persen penangkapan radikal bebas. Persen penangkapan radikal bebas yang didapat sebesar 16,52%; 32,08%; 41,85%; 54,83%; dan 69,74%. Data triplo pengukuran absorbansi radikal bebas ekstrak etanol dapat dilihat pada tabel 3. Hasil pengujian dihitung rata-ratanya agar memudahkan perhitungan. Rata-rata

persen penangkapan radikal bebas ekstrak n-heksan yaitu sebesar 17,95%; 30,40%; 44,89%; 56,04%; dan 67,45%. Persen rata-rata yang didapat kemudian diplotkan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 3. Nilai IC50 pada ekstrak etanol daun Ketapang adalah sebesar 0,01473 mg/ml.

Pengujian antioksidan ekstrak methanol dilakukan dengan mengambil 108,2 mg ekstrak. Ekstrak kemudian dilarutkan dalam labu 10 ml dan didapati kadar larutan terukur sebesar 10,82 mg/ml. Larutan kemudian diencerkan dengan factor pengenceran sebesar 10 kali dan didapati kadar larutan sebesar 1,082 mg/ml. Larutan kemudian dibuat variasi konsentrasi sebesar 4 ppm; 9 ppm; 13 ppm; 17 ppm; dan 22 ppm. Variasi konsentrasi kemudian diukur absorbansinya dan didapati absorbansi sebesar 0,877; 0,782; 0,565; 0,381; dan 0,257. Absorbansi yang didapat kemudian digunakan untuk perhitungan persen penangkapan radikal bebas. Persen penangkapan radikal bebas yang didapat sebesar 5,90%; 16,09%; 39,38%; 59,12%; dan 72,42%. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan (triplo). Hasil pengujian dihitung rata-ratanya agar memudahkan perhitungan. Rata-rata persen penangkapan radikal bebas ekstrak n-heksan yaitu sebesar 5,97%; 18,06%; 39,16%; 59,16%; dan 72,53%. Persen rata-rata yang didapat kemudian diplotkan dalam sebuah grafik seperti pada gambar 4. Nilai IC50 pada ekstrak metanol daun Ketapang adalah sebesar 0,01572 mg/ml.

Nilai IC50 yang didapati pada ekstrak dengan variasi pelarut menunjukkan efektivitas antioksidan pada ekstrak. Nilai IC50 adalah konsentrasi yang baik untuk meredam 50% radikal DPPH (Tristantiti dkk,2016). Nilai 50 kemudian disubstitusikan pada y dan nilai x adalah nilai IC50 Nilai IC50 masing-masing variasi ekstrak semakin mengecil. Semakin kecil nilai IC50 menunjukkan semakin kuat sifat antioksidan yang terdapat pada ekstrak tanaman.

Nilai IC50	Sifat Antioksidan
<50 ppm	Sangat Kuat
50-100 ppm	Kuat
100-150 ppm	Sedang
150 – 200 ppm	Lemah

Tabel 6. Rentang Kekuatan Sifat Antioksidan (Molyneux,2004)

Hal ini dikarenakan nilai IC50 menggambarkan radikal DPPH dapat ditangkal dengan antioksidan, sehingga semakin besar radikal yang dapat ditangkal berimbans pada semakin kecilnya nilai IC50 dan menguatnya sifat antioksidan. Pada ekstrak daun Ketapang yang telah diuji sifat antioksidannya dapat dilihat bahwa ekstrak n-heksan memiliki sifat antioksidan paling lemah dibandingkan ekstrak lainnya disusul ekstrak etil asetat, methanol dan etanol. Perbedaan sifat antioksidan masing-masing ekstrak dapat diakibatkan jumlah pengambilan sampel yang berbeda, dimana semakin banyak antioksidan yang digunakan tentu dapat mempengaruhi persen penangkapan radikal. Apabila dilihat dari rasio pengambilan sampel ekstrak dengan nilai IC50, dapat dilihat bahwa ekstrak methanol daun Ketapang yang memiliki sifat antioksidan paling besar, karena dengan menggunakan 108,2 mg ekstrak dapat menginhibisi 50% radikal bebas dan menyisakan 0,01572 mg/ml radikal bebas atau setara 15,72 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chandrasekhar, Y., Ramya, E. M., Navya, K., Phani Kumar, G., & Anilakumar, K. R. (2017). *Antidepressant like effects of hydrolysable tannins of Terminalia catappa leaf extract via modulation of hippocampal plasticity and regulation of monoamine neurotransmitters subjected to chronic mild stress (CMS)*. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 86(2017), 414–425. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2016.12.031>
2. Katiki, L.M., Gomes, A.C.P., Barbieri, A.M.E., Pacheco, P.A., Rodrigues, L., Veríssimo, C.J., Gutmanis, G., Piza, A.M., Louvandini, H., & Ferreira, J.F.S. (2017). *Terminalia catappa: chemical composition, in vitro and in vivo effects on Haemonchus contortus*, *Veterinary Parasitology*. 246: 118– 123.
3. Poongulali, S., & Sundararaman, M. (2016). *Antimycobacterial, anticandidal and antioxidant properties of Terminalia catappa and analysis of their bioactive chemicals*. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 6(2), 69–83.

4. Rajesh, B. ., Potty, V. ., C, P. K., Miranda, M. T. ., & S.G, S. (2015). *Antioxidant and Antimicrobial Activity of Leaves of Terminalia catappa and Anacardium occidentale* : A Comparative Study. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1), 79–82.
5. Renard, C.M.G.C. (2018). *Interactions Between Dietary Antioxidants and Plant Cell Walls*. Reference Module in Food Science. Elsevier.
6. Santos, O. V., Lorenzo, N. D., & Lannes, S. C. da S. (2016). *Chemical, morphological, and thermogravimetric of Terminalia catappa Linn. Food Science and Technology*, 36(1), 151–158. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.0090>
7. Sari, N.P.K., Ritmaleni, & Sardjiman. (2015). Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Tetrahidroheksagamavunon-5 (Thhgv-5) ISBN-e: 978-602-73159-0-7. Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia VII. Surakarta, 18 April 2015.
8. Shalaby, E.A. dan Shanab, S.M.M. (2013). *Antioxidant Compound, Assays of Determination and Mode of Action*. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 7 (10): 528-539.
9. Silva, L. P., De Angelis, C. D., Bonamin, F., Kushima, H., José Mininel, F., Dos Santos, L. C., Delella, F. K., Felisbino, S. L., Vilegas, W., MacHado Da Rocha, L. R., Dos Santos Ramos, M. A., Bauab, T. M., Toma, W., & Hiruma-Lima, C. A. (2015). *Terminalia catappa L.: A medicinal plant from the Caribbean pharmacopeia with anti-Helicobacter pylori and antiulcer action in experimental rodent models*. *Journal of Ethnopharmacology*, 159, 285–295. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.025>
10. Timothy, S. Y., T.A.S., M., M.Y., S., & A.M., M. (2015). *Phytochemical screening and antibacterial potential of the leaf extracts of Terminalia catappa*. *Advances in Biomedicine and Pharmacy*, 02 (05), 223–228. <https://doi.org/10.19046/abp.v02i05.04>