

## BAB IV

### DESKRIPSI DAN ANALISA DATA

#### A. Deskripsi Data

##### 1. Preparasi Sampel

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) varietas kangkung yang diperoleh dari perairan sungai di Desa Sruwen Kecamatan Tenganan.

Tahap pertama dalam penelitian ini yaitu preparasi sampel. Daun kangkung air segar sebanyak 1 kilogram dibagi menjadi 4 bagian, masing-masing 250 gram. Semua sampel diberi perlakuan pengukusan dengan suhu 100°C. Sampel pertama tanpa dikukus, kemudian diberi label K1. Sampel kedua dikukus selama 5 menit kemudian diberi label K2. Sampel ketiga dikukus selama 10 menit kemudian diberi label K3. Sampel keempat dikukus selama 15 menit kemudian diberi label K4. Keterangan lebih rinci mengenai perlakuan awal sampel telah dijelaskan pada Tabel 3.1 BAB III.

Masing-masing sampel yang telah diberi kode label didiamkan dalam suhu kamar sampai kering dengan tujuan menghilangkan kandungan air tanpa merusak kandungan senyawa di dalamnya jika terkena panas matahari. Pengeringan dilakukan pada suhu kamar karena kandungan antioksidan dan senyawa-senyawa metabolit sekunder di dalamnya dapat menurun dengan drastis karena adanya proses pemanasan (pada suhu yang tinggi) dan pengeringan.<sup>1</sup>

Daun kangkung air menjadi kering sempurna dalam jangka waktu 7 hari. Proses pengeringan dapat membuat kangkung air menjadi lebih mudah untuk dihancurkan, sehingga penghalusan kangkung air menjadi lebih mudah. Pengeringan merupakan proses pengurangan kadar air sampai batas terbaik, yaitu 8-10%, karena pada tingkat kadar air tersebut, sampel terhindar dari pencemaran yang disebabkan oleh jamur, bakteri dan

---

<sup>1</sup>“Foodadditive,([old.analytical.chem.itb.ac.id/coursesdata/16/.../33/.../food\\_additive.doc](http://old.analytical.chem.itb.ac.id/coursesdata/16/.../33/.../food_additive.doc)) diakses pada 09 November 2014

insektisida.<sup>2</sup> Proses pengeringan yang mengurangi kadar air ini nantinya juga juga dapat berguna dalam proses evaporasi.<sup>3</sup>

Daun kangkung air yang telah kering dihaluskan dengan cara diblender tanpa pelarut. Penghalusan bertujuan untuk memperbesar luas permukaan. Kangkung air halus akan mengalami kontak langsung dengan pelarut, sehingga semakin besar luas permukaan, maka akan lebih banyak komponen bioaktif yang dapat terekstrak. Penghalusan ini kemudian akan memecah sel-sel yang terdapat dalam jaringan, sehingga komponen yang akan diekstrak dapat cepat keluar dari bahan yang akan mempercepat proses ekstraksi.<sup>4</sup>

Sampel yang telah halus dibawa ke laboratorium kimia Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Sampel disimpan di dalam wadah kedap udara dan kedap cahaya untuk menjaga mutu sampel dan mencegah kerusakan akibat kontaminan.

## 2. Ekstraksi Sampel

Daun kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) diekstraksi dengan metode maserasi (ekstraksi cara dingin). Metode ini dipilih karena dapat mencegah terurainya metabolit yang tidak tahan pemanasan.<sup>5</sup> Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut tunggal yaitu dengan pelarut etil asetat. Pelarut etil asetat memiliki titik didih sebesar 77 °C pada tekanan 760 mmHg.<sup>6</sup> Hasil penelitian Sudirman menyebutkan bahwa ekstraksi dengan menggunakan etil asetat memiliki hasil rendemen tinggi, karena banyak komponen bioaktif yang larut dengan pelarut etil asetat. Etil asetat memiliki hasil rendemen yang paling maksimal untuk ekstraksi kangkung air.<sup>7</sup>

Sampel kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) masing-masing sebanyak 25 gram dimaserasi dengan etil asetat sebanyak 250 ml selama 48 jam dan diaduk beberapa kali. Pengadukan ini bertujuan untuk memperbesar kemungkinan tumbukan antara bahan pelarut dengan senyawa bioaktif yang dapat terlarut ke dalam pelarut tersebut dan juga

---

<sup>2</sup>Gerlinda Ridwina, *Perbandingan Metode Pengukuran Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Etanol dan Minyak Atsiri Lempuyang Gajah, Skripsi*, (Bogor : Institut Pertanian Bogor, 2008), hlm. 5

<sup>3</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...* hlm. 51

<sup>4</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...* hlm. 50

<sup>5</sup> J.B.Harbone, *Metode Fitokimia penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*, (Bandung : Penerbit ITB, 2006), hlm. 71

<sup>6</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...* hlm. 52

<sup>7</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...* 53-56

pelarut yang digunakan berdifusi ke dalam sel untuk melarutkan senyawa yang terkandung didalamnya dan larutan melewati dinding sel serta bercampur dengan cairan di sekitarnya sehingga terbentuk kesetimbangan.<sup>8</sup>

Hasil ekstrak yang diperoleh akan sangat bergantung pada beberapa faktor, yaitu kondisi alamiah senyawa tersebut, metode ekstraksi yang digunakan, ukuran partikel sampel, kondisi dan waktu penyimpanan, lama waktu ekstraksi, serta perbandingan jumlah pelarut dan sampel.<sup>9</sup>

Filtrat yang diperoleh ditampung dan diuapkan dengan *rotary vacuum evaporator* pada suhu 50°C hingga etil asetat menguap seluruhnya. *Rotary vacuum evaporator* bekerja berdasarkan prinsip diagram fase air, yaitu ketika tekanan udara diturunkan, maka titik didih akan turun. Tekanan yang digunakan adalah tekanan *vacuum* (500 mmHg), sehingga suhu  $\pm 50^{\circ}$  C dapat digunakan untuk menguapkan pelarut. Kondisi demikian merupakan kondisi yang diinginkan. Hal ini karena pada saat kondisi tersebut lebih dari 95% kandungan nutrisi, vitamin, *ferment*, dan komponen bioaktif lainnya dapat terselamatkan.<sup>10</sup> Penggunaan vakum memungkinkan pelarut dapat menguap pada suhu rendah. Kadar air yang telah berkurang saat pengeringan berguna dalam proses evaporasi, yaitu jika air masih terkandung di dalamnya, maka akan sangat sukar dan lama untuk dipisahkan dengan menggunakan pemanasan suhu rendah karena memiliki titik didih lebih tinggi daripada pelarut. Pemanasan yang dilakukan menggunakan suhu tinggi, yaitu suhu 100°C, tekanan 1 atm (760 mmHg), dikhawatirkan akan merusak komponen bioaktif yang memiliki sifat sebagai antioksidan karena panas.<sup>11</sup>

Hasil akhir diperoleh 4 ekstrak sampel, yaitu ekstrak etil asetat daun kangkung air segar (K.1), ekstrak etil asetat daun kangkung air yang dikukus selama 5 menit (K.2), ekstrak etil asetat daun kangkung air yang dikukus selama 10 menit (K.3) dan ekstrak etil asetat daun kangkung air yang dikukus selama 15 menit (K.4), Hasil warna ekstrak setelah ekstraksi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

---

<sup>8</sup> Dewi Murni, *Isolasi Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Menggunakan Artemia salina Leach dari Fraksi Aktif Ekstrak Metanol Daun Asa Tungga (Lithocarpus Celebicus (Miq) Rehder)*, Skripsi, (Jakarta: Universitas Indonesia, 2012), hlm.50

<sup>9</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...55-58*

<sup>10</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...58-60*

<sup>11</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen...51*

Tabel 4.3 Warna ekstrak kasar kangkung air

No	Kode Sampel	Warna ekstrak
1.	K.1	Hijau tua
2.	K.2	Hijau tua
3.	K.3	Hijau tua pekat
4.	K.4	Hijau tua pekat kehitaman

### 3. Uji Aktivitas Antioksidan

Keberadaan senyawa antioksidan dalam suatu bahan dapat dideteksi dengan melakukan uji aktivitas antioksidan. Uji aktivitas antioksidan pada ekstrak kasar kangkung air dilakukan dengan menggunakan metode uji DPPH.<sup>12</sup>

Metode uji DPPH merupakan salah satu metode yang paling banyak digunakan untuk memperkirakan efisiensi kinerja dari substansi yang berperan sebagai antioksidan. Metode pengujian ini berdasarkan pada kemampuan substansi antioksidan tersebut dalam menetralkan radikal bebas. Radikal bebas yang digunakan adalah 1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH). Radikal bebas DPPH merupakan radikal sintetik yang stabil pada suhu kamar dan larut dalam pelarut polar yaitu metanol dan etanol. Sifat stabil ini dikarenakan radikal bebas ini memiliki satu elektron yang didelokalisasi dari molekul utuhnya, sehingga molekul tersebut tidak reaktif sebagaimana radikal bebas lain. Delokalisasi ini akan memberikan sebuah warna ungu gelap dengan absorbansi maksimum pada 517 nm dalam larutan etanol ataupun metanol.<sup>13</sup>

Metode uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan radikal bebas DPPH dipilih karena metode ini sederhana, mudah, cepat, peka dan hanya memerlukan sedikit sampel, akan tetapi jumlah pelarut pengencer yang diperlukan dalam pengujian ini cukup banyak. Pelarut yang digunakan adalah metanol. metanol dipilih sebagai pelarut karena metanol

<sup>12</sup> Philip Molyneux, *The use of the stable free radical...* hlm. 212

<sup>13</sup> Philip Molyneux, *The use of the stable free radical...* hlm. 212-213

dapat melarutkan kristal DPPH dan juga memiliki sifat yang dapat melarutkan komponen non polar di dalamnya.<sup>14</sup>

Uji aktivitas antioksidan dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil uji dilaporkan sebagai IC<sub>50</sub>. IC<sub>50</sub> merupakan salah satu parameter yang biasa digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari pengujian DPPH. Nilai IC<sub>50</sub> ini dapat didefinisikan sebagai konsentrasi substrat yang dapat menyebabkan berkurangnya 50% aktivitas DPPH. Semakin kecil nilai IC<sub>50</sub> berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi.<sup>15</sup>

Langkah pertama yang dilakukan pada uji antioksidan adalah pembuatan larutan DPPH dengan konsentrasi 100 µg/ml. Larutan DPPH 100 µg/ml diambil sebanyak 1 ml dan ditambah 3 ml metanol *p.a* dan diinkubasi pada suhu 37<sup>0</sup> C selama 30 menit, kemudian dilakukan optimasi panjang gelombang DPPH. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang optimum karena kepekaannya maksimal sehingga hukum Lambert-Beer akan terpenuhi. Panjang gelombang optimum dari DPPH berdasarkan penelusuran literatur berkisar antara 515-520 nm. Optimasi panjang gelombang dilakukan karena peralatan yang digunakan berbeda dengan literatur yang dapat menyebabkan perbedaan serapan maksimum. Perbedaan panjang gelombang diatas 320 nm tidak lebih dari ± 2 nm dari panjang gelombang yang ditentukan.<sup>16</sup> Hasil pengukuran absorpsi optimum DPPH diperoleh pada panjang gelombang 515 nm.

## B. Analisa Data

Pengukuran absorbansi beberapa sampel dilakukan pada konsentrasi/ diencerkan 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm dengan pengulangan 2 kali. Pengenceran ini bertujuan untuk memperluas jangkauan konsentrasi dengan rentan yang konstan sehingga titik-titik persimpangan dapat disubstitusikan sebagai persamaan linear secara akurat, sehingga nantinya IC<sub>50</sub> dapat peroleh dari persamaan tersebut.<sup>17, 18, 19</sup>

---

<sup>14</sup> Philip Molyneux, *The use of the stable free radical*,...hlm. 215

<sup>15</sup> Philip Molyneux, *The use of the stable free radical*,...hlm. 214

<sup>16</sup> Dewi Murni, *Isolasi Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas*,...hlm.58

<sup>17</sup> Sabri Sudirman, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen*...37-38

<sup>18</sup> Yuslinda, Mukhtar, Khoirunnisa, *Penentuan Aktivitas Antioksidan dari Beberapa Ekstrak Sayur-Sayuran Segar dan Dikukus Dengan Metode DPPH, Jurnal*, (Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi dan Padang: Riau Pekanbaru, Universitas Farmasi, Universitas Andalas). hlm.2

Suatu senyawa dapat dikatakan memiliki aktivitas antioksidan apabila senyawa tersebut mampu mendonorkan atom hidrogennya pada radikal DPPH yang ditandai dengan perubahan warna ungu menjadi kuning pucat. Penangkapan radikal bebas tersebut mengakibatkan ikatan rangkap diazo pada DPPH berkurang sehingga terjadi penurunan absorbansi.<sup>20</sup>

Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC<sub>50</sub>, yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Data hasil pengukuran nilai absorbansi dan persen (%) inhibisi masing-masing ekstrak sampel dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5, 4.6 dan 4.7, sedangkan perhitungan persen (%) inhibisi lebih rinci dapat dilihat pada lampiran 3.

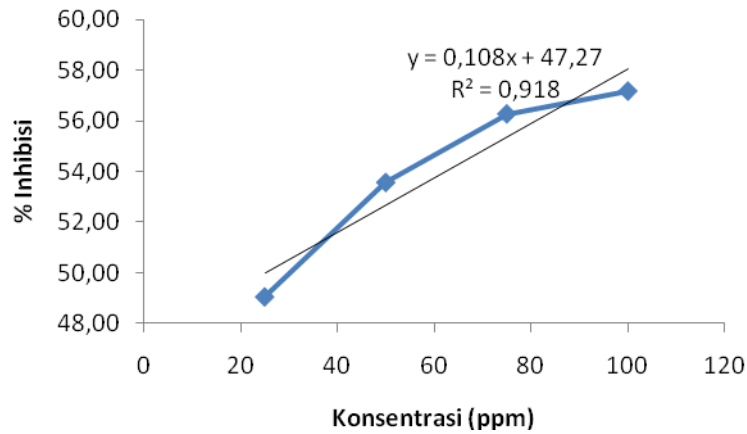
Tabel 4.4. Absorbansi dan persen (%) Inhibisi pada sampel K.1

No	Konsentrasi (ppm)	K.1 Ulangan 1			K.1 Ulangan 2			Rata-rata % Inh
		A DPPH	A Sampel	% Inh	A DPPH	A Sampel	% Inh	
1	25	0,832	0,432	49,16	0,833	0,425	48,98	49,07
2	50	0,832	0,385	53,73	0,833	0,388	53,42	53,58
3	75	0,832	0,361	56,61	0,833	0,367	55,94	56,28
4	100	0,832	0,354	57,45	0,833	0,359	56,90	57,18

Dari data tabel 4.4 dapat disubstitusikan ke dalam persamaan linear  $Y = aX + b$ . Persamaan linear dapat di lihat pada Gambar 4.8

<sup>19</sup> Dewi Murni, *Isolasi Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas*,...hlm.61

<sup>20</sup> Philip Molyneux, *The use of the stable free radical*,...hlm. 212



Gambar 4.8. Grafik persen (%) Inhibisi ekstrak etil asetat pada sampel K.1

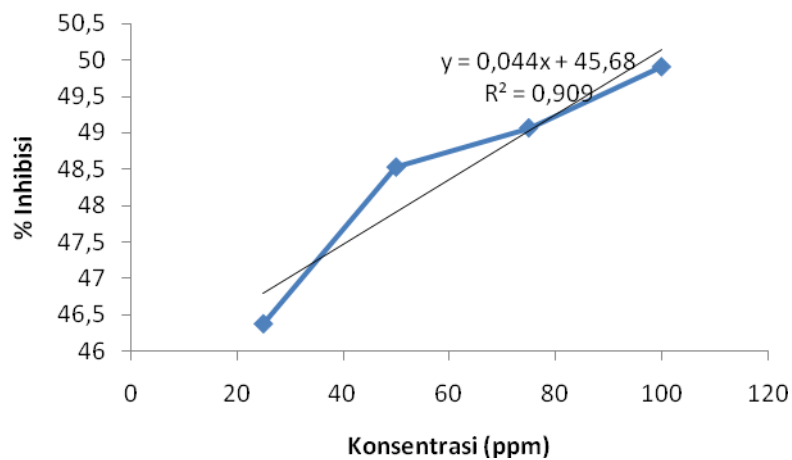
Persamaan linearnya adalah,  $y = 0,1081 x - 47,27$

$$IC_{50} = \frac{50 - 47,27}{0,1081} = 25.254 \mu\text{g/mL}$$

Tabel 4.5. Absorbansi dan persen (%) Inhibisi pada sampel K.2

No	Konsentrasi (ppm)	K.2 Ulangan 1			K.2 Ulangan 2			Rata-rata % Inh
		A DPPH	A Sampel	% Inh	A DPPH	A Sampel	% Inh	
1	25	0,834	0.447	46,40	0,835	0.448	46,35	46,375
2	50	0,834	0.428	48,68	0,835	0.431	48,38	48,53
3	75	0,834	0.423	49,28	0,835	0.427	48,86	49,07
4	100	0,834	0.419	49,76	0,835	0.417	50,06	49,91

Dari data tabel 4.5 dapat disubstitusikan ke dalam persamaan linear  $Y = aX + b$ .  
 Persamaan linear dapat di lihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik % Inhibisi ekstrak etil asetat pada sampel K.2

Persamaan linearnya adalah,  $y = 0,0446x + 45,685$

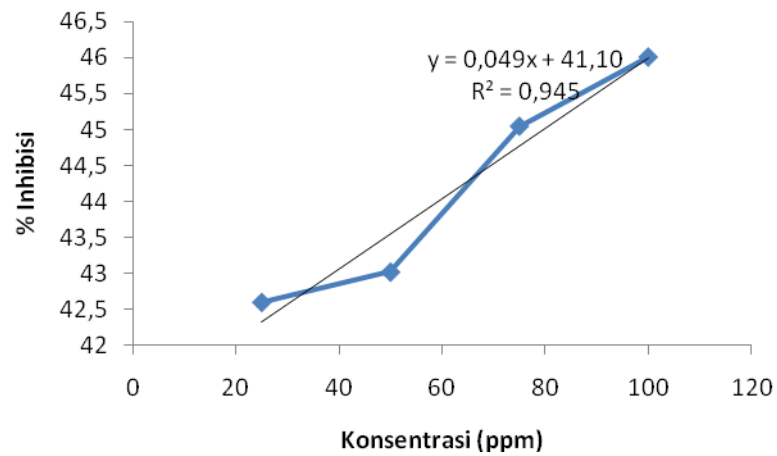
$$IC_{50} = \frac{50 - 45,685}{0,0446} = 96,7488789 \mu\text{g/mL}$$

Tabel 4.6. Absorbansi dan persen (%) Inhibisi pada sampel K.3

No	Konsentrasi (ppm)	K.3 Ulangan 1			K.3 Ulangan 2			Rata-rata % Inh
		A DPPH	A Sampel	% Inh	A DPPH	A Sampel	% Inh	
1	25	0,837	0.479	42,77	0.839	0.483	42,43	42,6
2	50	0,837	0.475	43,25	0.839	0.480	42,79	43,02
3	75	0,837	0.460	45,04	0.839	0.461	45,05	45,045
4	100	0,837	0.451	46,12	0.839	0.454	45,89	46,005



Dari data tabel 4.6 dapat disubstitusikan ke dalam persamaan linear  $Y = aX + b$ .  
 Persamaan linear dapat di lihat pada Gambar 4.10



Gambar 4.10 Grafik % Inhibisi ekstrak etil asetat pada sampel K.3

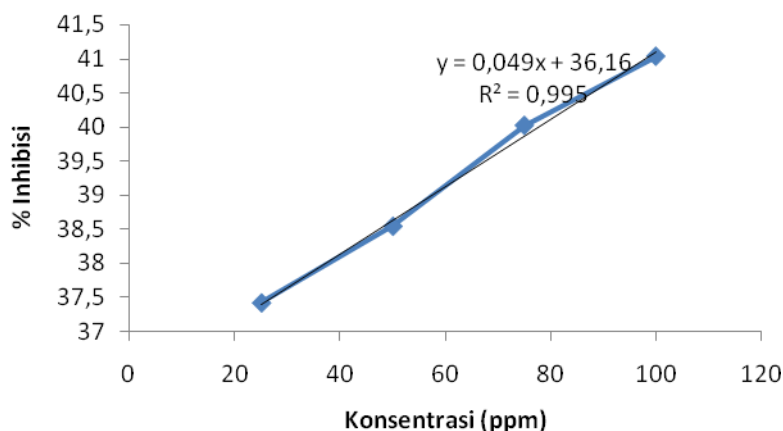
Persamaan liniernya adalah,  $y = 0,049x + 41,108$

$$IC_{50} = \frac{50 - 41,108}{0,049} = 181,469388 \mu\text{g/mL}$$

Tabel 4.7. Absorbansi dan persen (%) Inhibisi pada sampel K.4

No	Konsentrasi (ppm)	K.4 Ulangan 1			K.4 Ulangan 2			Rata-rata % Inh
		A DPPH	A Sampel	% Inh	A DPPH	A Sampel	% Inh	
1	25	0.841	0.526	37,46	0.843	0.528	37,37	37,415
2	50	0.841	0.518	38,41	0.843	0.517	38,67	38,54
3	75	0.841	0.506	39,83	0.843	0.504	40,21	40,02
4	100	0.841	0.495	41,14	0.843	0.498	40,93	41,035

Dari data tabel 4.8 dapat disubstitusikan ke dalam persamaan linear  $Y = aX + b$ .  
 Persamaan linear dapat di lihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Grafik persen (%) Inhibisi ekstrak etil asetat pada sampel K.4

Persamaan linearnya adalah  $y = 0,0494x + 36,168$

$$IC_{50} = \frac{50 - 36,168}{0,0494} = 280 \mu\text{g/mL}$$

Hasil pengukuran absorbansi ekstrak sampel K.1 sampai K.4 dari konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm sampai 100 ppm dapat dilihat bahwa nilai absorbansinya semakin menurun. Hal ini sesuai dengan teori pembacaan nilai absorbansi, yaitu pengaruh dari konsentrasi berbanding terbalik dengan nilai absorbansi. Semakin tinggi konsentrasi maka akan semakin rendah nilai absorbansinya, karena penyerapan terhadap larutan semakin kecil yang juga berarti sinar yang diserap semakin kecil.<sup>21</sup>

Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam  $IC_{50}$ . Berdasarkan hasil pengukuran nilai absorbansi dan persen (%) inhibisi dapat diperoleh nilai  $IC_{50}$  dari masing-masing ekstrak etil asetat daun kangkung air.

Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  berarti aktivitas antioksidannya semakin tinggi. Senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat apabila nilai  $IC_{50}$  kurang dari 50  $\mu\text{g/mL}$ , kuat apabila nilai  $IC_{50}$  antara 50-100  $\mu\text{g/mL}$ , sedang apabila nilai  $IC_{50}$  berkisar antara 100-150  $\mu\text{g/mL}$ , dan

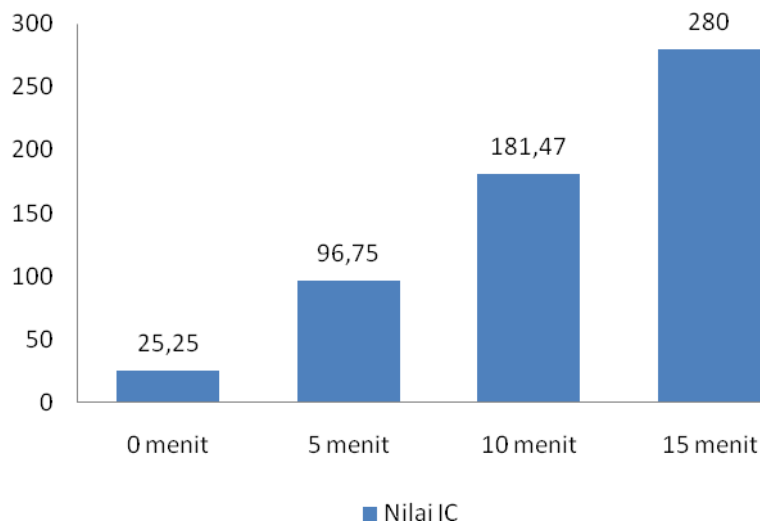
<sup>21</sup> Setianingrum, dkk, *Spektrofotometri Laporan praktikum*, (Bogor: Institut Pertanian Bogor 2012)

lemah apabila nilai  $IC_{50}$  berkisar antara 150-200  $\mu\text{g/ml}$ .<sup>22</sup> Nilai  $IC_{50}$  dari masing-masing ekstrak etil asetat daun kangkung air dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8. Nilai  $IC_{50}$  masing-masing ekstrak etil asetat daun kangkung air

No	Kode Sampel	Nilai $IC_{50}$	Kategori
1.	K.1	25,25 $\mu\text{g/mL}$	Sangat kuat
2.	K.2	96,75 $\mu\text{g/mL}$	Kuat
3.	K.3	181,47 $\mu\text{g/mL}$	Lemah
4.	K.4	280 $\mu\text{g/mL}$	Sangat lemah

Dari tabel 4.8 akan diperoleh diagram batang nilai  $IC_{50}$  masing-masing ekstrak etil asetat daun kangkung air yang dapat dilihat pada Gambar 4.12. Sumbu Y menyatakan nilai  $IC_{50}$ , sumbu X menyatakan waktu pemanasan.

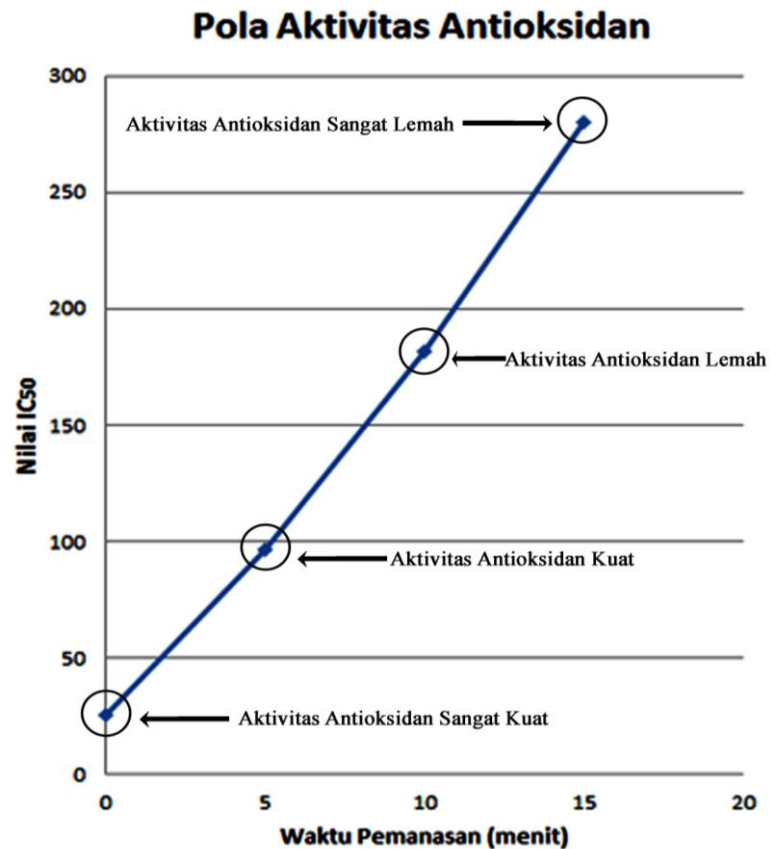


Gambar 4.12. Diagram batang nilai  $IC_{50}$  masing-masing ekstrak etil asetat daun kangkung air.

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa nilai  $IC_{50}$  berturut-turut dari yang terkecil yaitu, K.1=25.25  $\mu\text{g/mL}$ , K.2=96,75  $\mu\text{g/mL}$ , K.3=181,47  $\mu\text{g/L}$ , dan K.4=280  $\mu\text{g/mL}$ . Dari nilai  $IC_{50}$

<sup>22</sup> Azwin Apriandi, *Aktivitas Antioksidan dan Komponen Bioaktif...*, hlm.43

yang telah diperoleh, dapat dibentuk grafik pola aktivitas antioksidan daun kangkung air. Pola aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik pola aktivitas antioksidan ekstrak daun kangkung air.

Gambar 4.13 dapat dibaca, semakin lama waktu pemanasan, grafik nilai IC<sub>50</sub> semakin naik, yang berarti aktivitas antioksidannya semakin lemah. Nilai IC<sub>50</sub> dari K.1 ke K.2 mengalami peningkatan nilai IC<sub>50</sub> sebesar: 71,49 µg/mL, dari K.2 ke K.3 mengalami peningkatan nilai IC<sub>50</sub> sebesar: 84,72 µg/mL, dari K.3 ke K.4 mengalami peningkatan nilai IC<sub>50</sub> sebesar: 98,53 µg/mL.

Aktivitas antioksidan kangkung air dari K.1 sampai K.4 yang semakin menurun ini diduga akibat terjadi kerusakan struktur senyawa metabolit sekunder. Struktur senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada kangkung air seperti tanin, flavonoid, alkaloid dan fenol hidrokuinon, diprediksi rusak akibat dipanaskan pada suhu tinggi, sehingga senyawa metabolit sekunder yang seharusnya berfungsi sebagai antioksidan tidak dapat menghambat radikal bebas DPPH seiring dengan bertambahnya waktu pemanasan. Hal ini disebabkan

karena di antara faktor yang mempengaruhi kualitas senyawa metabolit sekunder pada kangkung adalah suhu.<sup>23</sup>

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dikatakan bahwa kangkung air jika dikukus lebih dari 10 menit dalam suhu 100°C, aktivitas antioksidannya akan semakin melemah, bahkan jika dikukus lebih lama lagi kemungkinan besar akan habis. Pengolahan kangkung air dengan dikukus sebaiknya dilakukan dalam waktu antara 5-8 menit dalam suhu 100 °C agar zat anti gizinya bisa hilang dan aktivitas antioksidannya masih relatif kuat.

### C. Keterbatasan Penelitian

Penelitian yang dilakukan, tentunya memiliki banyak keterbatasan. Keterbatasan penelitian ini di antaranya:

#### 1. Keterbatasan Objek Penelitian

Penelitian ini masih terbatas pada berapa dan bagaimana pola degradasi aktivitas antioksidan ekstrak kasar daun kangkung air segar dan dikukus. Perlu dilakukan pengujian fitokimia dan komponen bioaktifnya yang hilang pada saat proses pemanasan, sehingga diketahui dengan pasti, saat pengukusan selama 5 menit komponen apa saja yang hilang, juga saat pengukusan selama 10 dan 15 menit dalam suhu 100°C

#### 2. Keterbatasan Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu juga mempengaruhi pelaksanaan penelitian. Tempat yang digunakan yaitu Laboratorium Kimia IAIN Walisongo Semarang dan Laboratorium Kimia Universitas Semarang yang masih terbatas dalam alat dan bahan yang digunakan. Keterbatasan peralatan laboratorium memungkinkan hasil berbeda bila dilakukan pengujian kembali di tempat lain.

#### 3. Keterbatasan Kemampuan

Peneliti menyadari bahwa peneliti memiliki keterbatasan kemampuan khususnya dalam bidang ilmiah. Akan tetapi, peneliti berusaha semaksimal mungkin untuk memahami arahan dan bimbingan dosen.

#### 4. Keterbatasan Biaya

Biaya merupakan salah satu faktor penunjang penelitian yang dilakukan oleh peneliti. Dalam penelitian ini memerlukan biaya yang tidak sedikit sehingga apabila

---

<sup>23</sup> Janna Horvathova, *Effect of thermal treatment and storage on antioxidant activity of some spicie*, *Journal of Food and Nutrition Research*, Vol. 46, 2007, No. 1, pp. 20-27, hlm.25-26.

biaya minim bisa menjadi penghambat untuk proses penelitian. Walaupun banyak ditemukan keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian ini, penulis bersyukur bahwa penelitian ini dapat terselesaikan dengan lancar.