

## Formulasi, Uji Mutu Fisik dan Uji Aktivitas Antioksidan Sediaan Serbuk Instan Ekstrak Umbi *Beta vulgaris* L.

Muhammad Anugerah Alam Waris<sup>1</sup>, Ag. Kirwanto<sup>2</sup>

Poltekkes Kemenkes Surakarta<sup>1,2</sup>

Email Korespondensi Author: [alamwaris@poltekkes-solo.ac.id](mailto:alamwaris@poltekkes-solo.ac.id)

This is an open access article under the [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



### Kata kunci:

*Beta vulgaris* L., Serbuk Instan, Antioksidan, DPPH

### Abstrak

*Beta vulgaris* L. merupakan salah satu tanaman yang kaya akan senyawa bioaktif seperti betalain, flavonoid, dan senyawa fenolik yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Pengembangan produk dalam bentuk serbuk instan merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan stabilitas, kemudahan konsumsi, dan nilai fungsional tanaman tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan sediaan serbuk instan dari ekstrak umbi *B. vulgaris*, mengevaluasi mutu fisik, serta menentukan aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Serbuk instan diformulasikan menggunakan maltodekstrin sebagai bahan pembawa. Evaluasi mutu fisik meliputi uji organoleptik, kadar air, waktu larut, sudut diam, dan densitas curah. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH dan dinyatakan sebagai nilai IC<sub>50</sub>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua formula serbuk instan umbi *B. vulgaris* memenuhi syarat uji sifat fisik sediaan serbuk instan. Pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa serbuk instan umbi *B. vulgaris* memiliki kemampuan menangkap radikal bebas yang termasuk kategori kuat dengan nilai IC<sub>50</sub> sebesar 130,76 ± 0,42 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak umbi *B. vulgaris* berpotensi dikembangkan sebagai produk minuman fungsional atau suplemen antioksidan alami.

### Keywords:

*Beta vulgaris* L., instant powder, Antioxidant, DPPH

### Abstract

*Beta vulgaris* L. is a plant rich in bioactive compounds such as betalains, flavonoids, and phenolic compounds, which are known to possess high antioxidant activity. The development of products in the form of instant powder is one strategy to enhance the stability, ease of consumption, and functional value of this plant. This study aims to formulate an instant powder preparation from *B. vulgaris* tuber extract, evaluate its physical quality, and determine its antioxidant activity using the DPPH method. The instant powder was formulated using maltodextrin as a carrier. Physical quality evaluation included organoleptic testing, moisture content, dissolution time, angle of repose, and bulk density. Antioxidant activity was tested using the DPPH method and expressed as the IC<sub>50</sub> value. The results showed that all *B. vulgaris* tuber instant powder formulations met the physical property test requirements for instant powder preparations. Antioxidant activity testing indicated that the *B. vulgaris* tuber instant powder possesses strong free radical scavenging capacity, with an IC<sub>50</sub> value of 130.76 ± 0.42 ppm. These results suggest that *B. vulgaris* tuber extract has potential for development as a functional beverage or natural antioxidant supplement.

## Pendahuluan

Radikal bebas merupakan molekul reaktif yang dapat menyebabkan kerusakan biomolekul seperti protein, lipid, dan DNA sehingga memicu berbagai penyakit degeneratif. Kondisi tersebut dikenal sebagai stres oksidatif yang dapat meningkatkan risiko penyakit kronis seperti kanker, penyakit kardiovaskular, dan penuaan dini. Oleh karena itu, konsumsi antioksidan alami menjadi penting untuk menetralkan radikal bebas dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif [1]. Stres oksidatif yang disebabkan oleh produksi berlebihan spesies oksigen reaktif (ROS) terkait dengan patogenesis berbagai penyakit kronis, termasuk gangguan kardiovaskular, kanker, diabetes mellitus, dan penyakit neurodegeneratif. Molekul-molekul reaktif ini dapat merusak makromolekul biologis seperti lipid, protein, dan asam nukleat, yang mengakibatkan disfungsi seluler. Oleh karena itu, pangan antioksidan yang berasal dari sumber tumbuhan telah mendapat perhatian yang signifikan karena kemampuannya

yang potensial untuk menetralkan radikal bebas dan melindungi sistem biologis dari kerusakan oksidatif [5].

Salah satu sumber antioksidan alami yang potensial adalah *Beta vulgaris* L. Tanaman ini diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti betalain, fenolik, flavonoid, serta vitamin yang berperan sebagai antioksidan kuat. Senyawa betalain yang terdiri dari betasianin dan betaxantin merupakan pigmen utama yang memberikan warna merah-ungu khas pada bit sekaligus memiliki aktivitas penangkap radikal bebas yang tinggi [2]. Potensi antioksidan *B. vulgaris* sebagian besar dikaitkan dengan adanya pigmen betalain dan senyawa fenolik, yang berfungsi sebagai donor elektron yang mampu menetralkan spesies oksigen reaktif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ekstrak *B. vulgaris* memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan karena kandungan total fenolik yang tinggi. Kandungan fenolik pada ekstrak bit dapat mencapai lebih dari 2 mg GAE/g dan menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik pada pengujian DPPH maupun ABTS. Aktivitas ini dipengaruhi oleh kondisi ekstraksi seperti pelarut, waktu ekstraksi, serta pH lingkungan ekstraksi [3]. Studi sebelumnya telah menunjukkan korelasi yang kuat antara kandungan betalain dan aktivitas antioksidan yang diukur menggunakan uji DPPH dan ABTS. Serbuk *B. vulgaris* yang dikeringkan beku dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 38 ppm, menunjukkan kapasitas penangkapan radikal bebas yang tinggi [5]. Selain sifat antioksidannya, *B. vulgaris* diketahui potensial untuk aplikasinya dalam makanan fungsional, nutraceutical dan pewarna alami. Penambahan bubuk *B. vulgaris* ke dalam berbagai produk makanan seperti permen, produk roti, dan minuman dilaporkan dapat meningkatkan sifat nutrisi dan fungsionalnya sambil mempertahankan karakteristik sensorik yang dapat diterima [6]. Pengembangan bahan alam menjadi produk siap konsumsi memerlukan teknologi formulasi yang ideal untuk meningkatkan stabilitas senyawa bioaktif. Salah satu bentuk sediaan yang banyak dikembangkan adalah serbuk instan. Sediaan ini memiliki beberapa keunggulan seperti mudah larut, stabil dalam penyimpanan, praktis dalam penggunaan, serta mudah dalam pengemasan dan distribusi [4].

Meskipun *B. vulgaris* memiliki manfaat kesehatan yang menjanjikan, stabilitas senyawa bioaktifnya dapat terpengaruh oleh kondisi pengolahan seperti suhu, paparan oksigen, dan lingkungan penyimpanan. Betalain khususnya sensitif terhadap suhu tinggi dan kondisi alkali, yang dapat menyebabkan degradasi pigmen dan penurunan aktivitas antioksidan. Oleh karena itu, strategi formulasi yang tepat diperlukan untuk menjaga senyawa-senyawa ini selama pengolahan dan penyimpanan [7]. Salah satu pendekatan paling efektif untuk menstabilkan senyawa bioaktif tumbuhan adalah mikroenkapsulasi atau pengeringan dengan bantuan agen pembawa. Bahan pembawa seperti maltodextrin sering digunakan dalam proses pengeringan semprot dan pengeringan beku untuk melindungi senyawa sensitif dan meningkatkan sifat bubuk seperti aliran, kelarutan, dan higroskopisitas. Penelitian telah menunjukkan bahwa maltodextrin secara signifikan meningkatkan stabilitas dan retensi pigmen betalain selama proses pengeringan [8]. Penggunaan bahan pembawa seperti maltodekstrin pada proses pengeringan ekstrak tanaman dapat meningkatkan stabilitas senyawa bioaktif dan memperbaiki karakteristik fisik serbuk, termasuk kelarutan dan higroskopisitas. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa enkapsulasi ekstrak *B. vulgaris* menggunakan maltodekstrin mampu mempertahankan aktivitas antioksidan serta meningkatkan stabilitas pigmen betalain [4].

Formulasi bubuk instan semakin populer di industri makanan dan nutraceutical karena menawarkan kemudahan, larut dengan cepat, dan masa penyimpanan yang relatif lebih lama. Perubahan dari ekstrak tumbuhan menjadi bentuk bubuk instan tidak hanya meningkatkan stabilitas produk tetapi juga memudahkan transportasi dan standarisasi dosis. Keunggulan ini membuat formulasi bubuk instan menarik untuk pengembangan minuman fungsional yang diperkaya dengan antioksidan alami [9]. Meskipun beberapa penelitian telah meneliti produksi bubuk bit, evaluasi komprehensif terhadap formulasi bubuk instan, termasuk karakteristik kualitas fisik dan aktivitas antioksidan, masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merumuskan bubuk instan dari ekstrak bit, mengevaluasi sifat-sifat fisiko-kimianya, dan menentukan aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH.

## Metode

### Alat dan Bahan

Alat yang akan digunakan antara lain blender, timbangan analitik (Ohaus<sup>®</sup>), wajan, pisau, kompor (Maspion<sup>™</sup>), spatel, saringan, sendok, gelas takar (Iwaki<sup>®</sup>), *flow tester* (Erweka<sup>®</sup>), oven (Memmert<sup>®</sup>), pH meter (Hanna<sup>®</sup>), *beaker glass* (Iwaki<sup>®</sup>), *moisture balance* (Mettler Toledo<sup>®</sup>), ayakan, spektrofotometri UV-Vis (Thermo-Scientific<sup>™</sup>) dan grinder (Getra<sup>®</sup>). Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini umbi *Beta vulgaris* adalah sukrosa, maltodekstrin, vitamin C, metanol (p.a.) dan DPPH ( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl).

### Persiapan sampel umbi *B. vulgaris*

Umbi *B. vulgaris* dengan kematangan 1,5 bulan siap panen, daging umbi *B. vulgaris* berwarna merah maroon sebanyak 500 g yang diperoleh dari Kecamatan Selo, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah

### Determinasi Tanaman

Determinasi tanaman dilakukan di Unit Pelaksana Fungsional Pelayanan Kesehatan Tradisional (UPF Yankestrad) RS Sardjito, Kecamatan Tawangmangu, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah.

### Formulasi sediaan serbuk instan *B. vulgaris*

Formulasi sediaan serbuk instan *B. vulgaris* berdasarkan tabel berikut

Tabel 1. Formulasi Serbuk Intan *B. vulgaris* [10]

Bahan	F I (%)	F II (%)	F III (%)
Umbi <i>B. vulgaris</i>	10	15	20
Maltodekstrin	85	80	75
Sukrosa	3	3	3
Aquadest hingga	100	100	100

Sebanyak 500 g umbi *B. vulgaris* yang telah dibersihkan dan dikupas kulitnya ditimbang lalu ditambhaknya air sebanyak 300 mL ke dalam blender kemudian dihaluskan. Umbi *B. vulgaris* yang telah halus kemudian disaring dan diambil sarinya. Setelah itu sari dimasukkan dalam wajan dan dilakukan pemanasan, kemudian ditambahkan Sukrosa dan Maltodekstrin. Dilakukan pengadukan dengan menggunakan pengaduk, pengadukan dilakukan terus menerus tanpa henti agar tidak berbentuk gumpalan. Pemanasan dilakukan sampai terbentuk kristal atau serbuk halus. Serbuk yang sudah mengering kemudian didinginkan pada suhu ruang  $\pm 10$  menit. Jika terdapat gumpalan dihancurkan dengan dihaluskan menggunakan grinder, kemudian diayak dengan ayakan mesh 40 untuk mendapatkan serbuk yang halus [11]. Setelah mendapatkan serbuk yang diinginkan, kemudian dimasukkan ke wadah yang telah disediakan.

### Uji Mutu Fisik Sediaan Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

#### Uji organoleptik

Uji organoleptik adalah pengamatan dilakukan terhadap tekstur, bau, warna dan rasa terhadap sediaan serbuk instan ekstrak umbi *B. vulgaris* [12]

#### Uji pH

Pengujian dilakukan dengan melarutkan 10 gram serbuk dalam 100 mL aquadest, kemudian larutan diukur menggunakan pH meter [11].

#### Uji Waktu Larut

Serbuk instan sebanyak 5 gram dilarutkan ke dalam 100 mL aquadest, kemudian dihitung kecepatan larut serbuk lalu catat waktu pelarutan [15].

#### Uji Waktu Alir

Melakukan pengujian dengan memasukkan 100 g serbuk ke dalam corong yang tertutup bagian bawahnya, dibuka sambil menyalakan stopwatch dan menghitung waktu alirnya [18].

#### Uji Sudut Diam

Serbuk instan dimasukkan ke dalam corong, lalu ditunggu hingga seluruh serbuk mengalir dan diukur diameter serbuk tersebut [16]

### Uji Kadar Air

Pengujian ini menggunakan alat *moisture balance*. Pengujian diawali dengan memasukkan 5 g serbuk instan yang sudah dipanaskan dengan oven ke dalam alat *moisture balance* kemudian diratakan. Hasil pengujian akan menunjukkan data berupa nilai kadar air yang terkandung dalam serbuk instan [18]

### Uji Aktivitas Antioksidan

#### Pembuatan Larutan Sampel Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris*

Langkah pertama membuat larutan induk konsentrasi 1000 ppm dengan cara melarutkan 25 mg serbuk instan dengan 25 mL metanol p.a dalam labu ukur. Selanjutnya dilakukan pengenceran larutan standar sampel dari larutan induk 1000 ppm menjadi 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan 500 ppm sebanyak 10 mL untuk setiap konsentrasi dengan menggunakan labu ukur lalu dimasukkan ke tabung reaksi [19]

#### Pembuatan larutan baku induk DPPH 100 ppm

Sebanyak 5 mg DPPH ditimbang lalu dilarutkan dengan penambahan metanol p.a sampai tanda batas di dalam labu 50 mL sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi 100 ppm [20].

#### Penentuan panjang gelombang serapan maksimum DPPH

Larutan DPPH 100 ppm dipipet sebanyak 1 mL dan ditambahkan dengan 3 mL etanol (p.a.), lalu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C dan diukur dengan spektrofotometer visibel pada panjang gelombang maksimum 400-800 nm [22].

#### Penentuan larutan DPPH 40 ppm

Larutan baku DPPH 100 ppm sebanyak 50 mL dilarutkan dengan metanol (p.a.) hingga volume mencapai 50 mL di dalam labu ukur untuk memperoleh konsentrasi 40 ppm. Kemudian larutan ditutup menggunakan aluminium foil untuk menghindari kerusakan karena cahaya [20]

#### Penetapan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Sebanyak 1 mL larutan DPPH 40 ppm diambil lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL dan ditambahkan metanol p.a sampai tanda batas. Larutan dihomogenkan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400-800 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis hingga diperoleh panjang gelombang maksimum DPPH [21]

#### Penetapan Operating Time

Sebanyak 1 mL larutan DPPH dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL lalu ditambahkan metanol p.a sampai tanda batas. Kemudian larutan dibaca pada panjang gelombang yang telah didapatkan sebelumnya selama 30 menit

#### Pengukuran absorbansi larutan kontrol DPPH

Sebanyak 2 mL larutan DPPH 40 ppm ditambahkan metanol (p.a.) 2 mL kemudian larutan dihomogenkan dan dipindahkan ke tabung reaksi. Seluruh permukaan tabung reaksi ditutup dengan menggunakan aluminium foil. Kemudian larutan diinkubasi selama 30 menit [22]. Selanjutnya diukur absorbansi larutan kontrol pada panjang gelombang maksimum DPPH yang diperoleh sebelumnya

#### Pembuatan larutan blanko

Dipipet 2 mL larutan DPPH 40 ppm dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan etanol p.a sebanyak 1 mL, lalu diinkubasi selama 15 menit. Kemudian serapan larutan blanko diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang diperoleh [22].

#### Pengukuran absorbansi larutan vitamin C

Larutan vitamin C dibuat dengan menimbang vitamin C sebanyak 10 mg, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan etanol 96% sampai tanda batas sehingga menghasilkan konsentrasi 100 ppm yang kemudian diencerkan menjadi 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Kemudian sebanyak 2 mL dari setiap konsentrasi vitamin C masing-masing ditambahkan 2 mL larutan DPPH, diletakkan di vortex selama 2 menit lalu diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya, diukur pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh sebelumnya [25].

#### Pengukuran absorbansi sampel serbuk instan umbi *B. vulgaris*

Masing-masing seri konsentrasi larutan sampel 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm dan 500 ppm dipipet sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan larutan DPPH 40 ppm sebanyak 2 mL kemudian larutan dihomogenkan dan seluruh permukaan tabung reaksi ditutup menggunakan aluminium foil dan diinkubasi dalam ruangan gelap pada suhu 37° C selama 30 menit

untuk menunggu waktu reaksi [28]. Absorbansi diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh sebelumnya. Pengukuran dilakukan replikasi sebanyak 3 kali [29].

### Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara melihat hasil pengukuran absorbansi angka yang didapat menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Besarnya persentase perendaman radikal bebas dari sampel terhadap DPPH dengan  $IC_{50}$  yaitu konsentrasi yang dapat mengakibatkan hilangnya 50% aktivitas DPPH. Nilai % inhibisi dihitung menggunakan rumus:

$$\%inhibisi = \frac{abs\ blanko - abs\ sampel}{abs\ blanko} \times 100\%$$

Keterangan :

Abs. blanko : Serapan radikal DPPH pada panjang gelombang maksimal (517 nm)

Abs. sampel : Serapan sampel dalam radikal DPPH pada panjang gelombang maksimal (517 nm)

Kemudian dibuat kurva dari nilai persen penghambatan yang diperoleh terhadap konsentrasi larutan uji, selanjutnya dari kurva dibuat regresi linear sehingga diperoleh persamaan:

$$y = bx + a$$

Selanjutnya, penetapan nilai  $IC_{50}$  dihitung dengan persamaan:

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

Suatu senyawa dikatakan memiliki antioksidan sangat kuat bila nilai  $IC_{50}$  nya < 50 ppm, kuat bila nilai  $IC_{50}$  nya antara 50-100 ppm, sedang jika nilai  $IC_{50}$  nya 101-250 ppm, lemah bila nilai  $IC_{50}$  nya 250-500 ppm, dan sangat lemah bila nilai  $IC_{50}$  nya >500 ppm [23].

### Hasil dan Diskusi

Hasil determinasi tanaman dari Unit Pelaksana Fungsional Pelayanan Kesehatan Tradisional (UPF Yankestrad) RS Sardjito, Tawangmangu, Karanganyar, Jawa Tengah berdasarkan surat nomor TL.02.04/D.XI.6/347.056/2025 tanggal 17 Januari 2025 menerangkan bahwa spesies yang digunakan adalah *Beta vulgaris* L. dari keluarga Amaranthaceae.

Serbuk instan yang dihasilkan menunjukkan sifat fisik yang baik dengan kandungan air di bawah 5%, menunjukkan stabilitas penyimpanan yang baik. Kandungan air yang rendah sangat penting untuk mencegah pertumbuhan mikroba dan menjaga senyawa sensitif seperti betalain selama penyimpanan. Rentang kandungan air serupa telah dilaporkan untuk bubuk bit yang dikeringkan dengan semprotan dan stabilisasi dengan maltodekstrin.

Uji organoleptik pada sediaan serbuk halus umbi *B. vulgaris* meliputi bau, warna, tekstur dan rasa. Hasil uji organoleptik ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Parameter Uji Organoleptik			
	Tekstur	Bau	Warna	Rasa
Formula I	Serbuk	Khas	Merah Maroon	Manis
Formula II	Serbuk	Khas	Merah Maroon	Manis
Formula III	Serbuk	Khas	Merah Maroon	Manis Sepat

Uji pH pada sediaan serbuk instan umbi *B. vulgaris* dilakuakn sebanyak replikasi dengan rata-rata  $6,72 \pm 0,024$ . Persyaratan pH serbuk instan berkisar antara 5 sampai 7 [13]. Hasil uji pH ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji pH Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Nilai pH			$\bar{x} \pm SD$
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Formula I	6,72	6,68	6,71	$6,70 \pm 0,02$
Formula II	6,73	6,69	6,75	$6,72 \pm 0,03$
Formula III	6,77	6,73	6,74	$6,74 \pm 0,02$

Uji waktu larut pada sediaan serbuk instan umbi *Beta vulgaris* dilakukan tiga kali replikasi dengan hasil rata-rata waktu larut 12,23 detik  $\pm$  0,42. Serbuk instan memiliki daya larut yang baik dengan persyaratan uji waktu larut kurang dari 5 menit [17]. Hasil uji waktu larut ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Waktu Larut Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Waktu Larut (detik)			$\bar{x} \pm SD$
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Formula I	12,42	13,12	12,76	12,76 $\pm$ 0,35
Formula II	13,00	13,12	13,59	13,23 $\pm$ 0,31
Formula III	10,01	11,21	10,86	10,69 $\pm$ 0,61

Uji waktu alir pada sediaan serbuk instan umbi *Beta vulgaris* dilakukan tiga kali replikasi dengan hasil rata-rata 9,2 detik  $\pm$  0,02. Sifat alir serbuk dikatakan baik jika 100 g serbuk mempunyai kecepatan alir  $\leq$  10 detik [11].

Tabel 5. Hasil Uji Waktu Alir Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Waktu Alir (detik)			$\bar{x} \pm SD$
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Formula I	9,25	9,29	9,27	9,27 $\pm$ 0,02
Formula II	9,2	9,19	9,23	9,21 $\pm$ 0,02
Formula III	9,16	9,1	9,11	9,12 $\pm$ 0,03

Uji sudut diam merupakan uji kelanjutan waktu alir. Uji sudut diam mencerminkan kemampuan alir sediaan dengan melihat derajat kerucut yang dihasilkan. Semakin datar kerucut maka sudut diam yang dihasilkan akan semakin kecil artinya sifat alir yang dihasilkan tidak baik. Hasil uji sudut diam dari setiap formulasi memenuhi persyaratan yaitu 25° sampai 45° [24]. Hasil uji sudut diam dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Sudut Diam Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Sudut Diam (°)			$\bar{x} \pm SD$
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Formula I	37,48	37,11	37,89	37,49 $\pm$ 0,39
Formula II	38,13	38,37	37,92	38,14 $\pm$ 0,25
Formula III	39,05	38,87	38,91	38,94 $\pm$ 0,09

Uji kadar air pada sediaan serbuk instan umbi *Beta vulgaris* dilakukan 3x replikasi dengan hasil rata-rata kadar air 1,8%  $\pm$  0,2. Syarat serbuk untuk kadar air adalah 2 sampai 5% [18].

Tabel 7. Hasil Uji Kadar Air Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

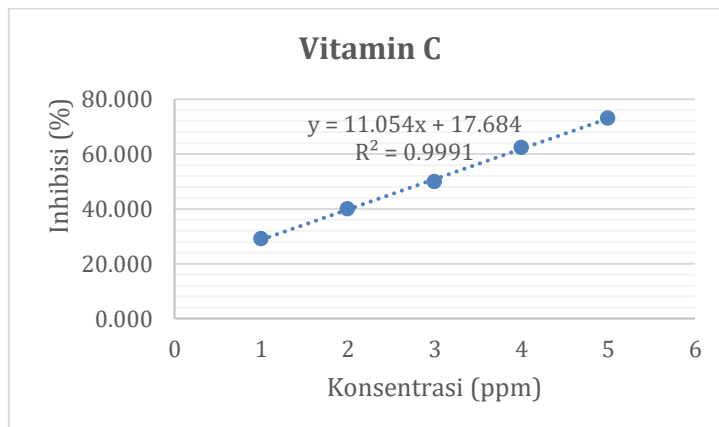
Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i>	Kadar Air (%)			$\bar{x} \pm SD$
	Replikasi I	Replikasi II	Replikasi III	
Formula I	2,1	2,5	2,3	2,3 $\pm$ 0,2
Formula II	1,6	1,3	1,7	1,5 $\pm$ 0,21
Formula III	1,8	2,1	1,9	1,9 $\pm$ 0,15

Aktivitas antioksidan diukur menggunakan metode DPPH ( $\alpha, \alpha$ -diphenyl- $\beta$ -picrylhydrazyl). Metode DPPH merupakan salah satu metode uji aktivitas antioksidan yang sederhana, cepat, dan sensitif untuk menentukan kemampuan senyawa dalam menangkap radikal bebas. Senyawa DPPH merupakan radikal bebas stabil yang memiliki atom nitrogen dengan elektron tidak berpasangan. Keberadaan elektron bebas tersebut menyebabkan DPPH memiliki warna ungu tua dan menunjukkan serapan maksimum pada panjang gelombang sekitar 517 nm ketika dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Metode ini sangat populer karena prosedurnya sederhana serta dapat digunakan untuk menguji berbagai jenis sampel, baik ekstrak tanaman, senyawa murni, maupun produk pangan dan farmasi [39]. Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH juga melibatkan vitamin C sebagai pembanding (kontrol positif). Vitamin C bekerja sebagai antioksidan sekunder dengan menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai. Tujuan menggunakan kontrol positif dalam uji ini adalah untuk mengetahui seberapa tinggi potensi antioksidan yang terdapat pada serbuk instan umbi *B. vulgaris*, dibandingkan dengan vitamin C [1]. Pengukuran aktivitas antioksidan larutan pembanding vitamin C dan larutan uji serbuk instan umbi *B. vulgaris* dilakukan dengan tiga kali

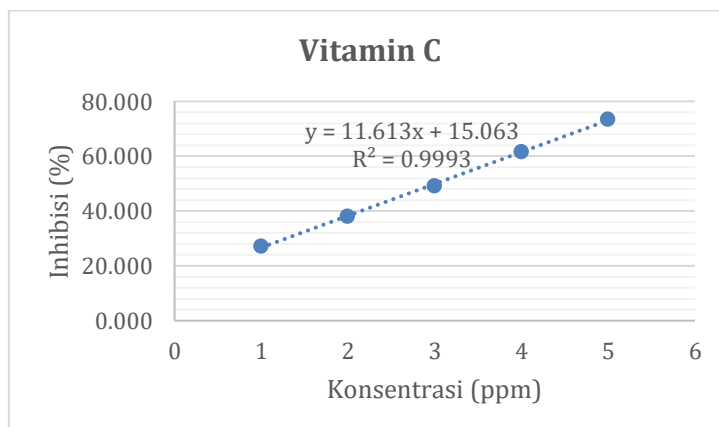
replikasi. Replikasi ini dilakukan dengan tujuan agar menambah ketepatan dan mengurangi tingkat kesalahan pada saat penelitian. Hasil pengukuran absorbansi vitamin C dan larutan uji serbuk instan umbi *B. vulgaris* dapat dilihat pada tabel 8, tabel 9, tabel 10 dan tabel 11.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Vitamin C

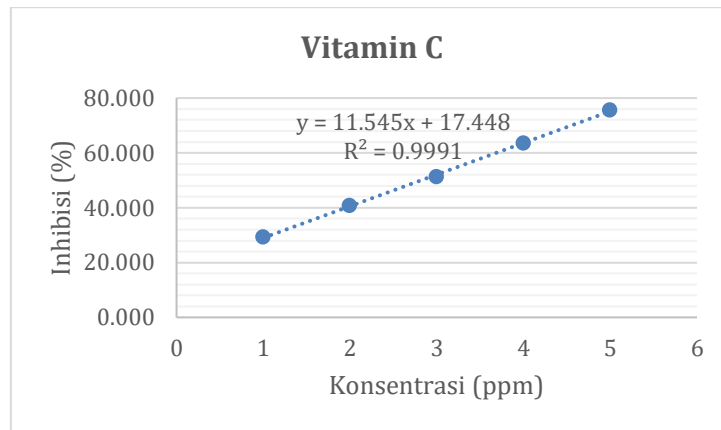
Replikasi	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (blanko)	Absorbansi (Vitamin C)	Inhibisi (%)	Persamaan Regresi Linier	IC <sub>50</sub> (ppm)
1	1	0,721	0,512	28,988	$y = 11,054x + 17,684$ $R^2 = 0,9991$	2,2023
	2		0,433	39,945		
	3		0,361	49,931		
	4		0,272	62,275		
	5		0,194	73,093		
2	1	0,713	0,519	27,209	$y = 11,613x + 15,063$ $R^2 = 0,9993$	2,5484
	2		0,442	38,008		
	3		0,362	49,229		
	4		0,274	61,571		
	5		0,189	73,492		
3	1	0,725	0,513	29,241	$y = 11,545x + 17,448$ $R^2 = 0,9991$	2,2039
	2		0,429	40,828		
	3		0,354	51,172		
	4		0,264	63,586		
	5		0,177	75,586		



Gambar 1. Kurva Persen Inhibisi Vitamin C (replikasi 1)



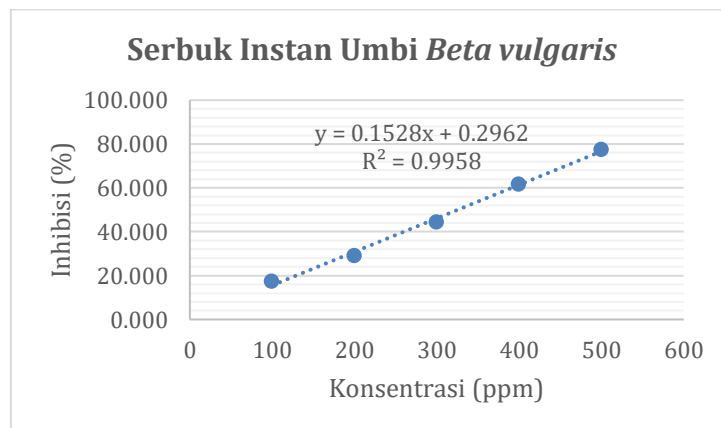
Gambar 2. Kurva Persen Inhibisi Vitamin C (replikasi 2)



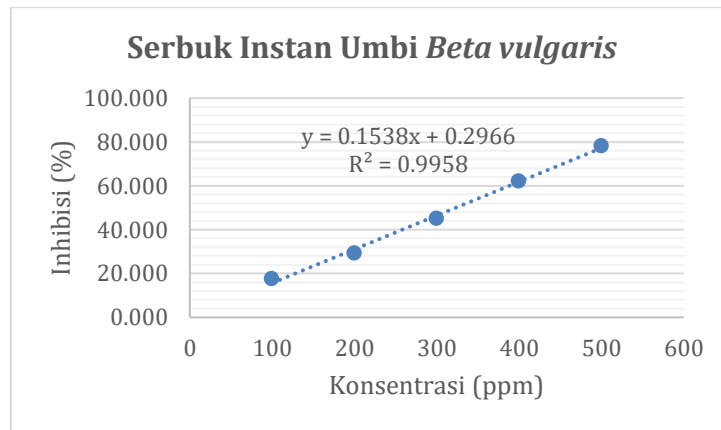
Gambar 3. Kurva Persen Inhibisi Vitamin C (replikasi 3)

Tabel 9. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris* (Formula I)

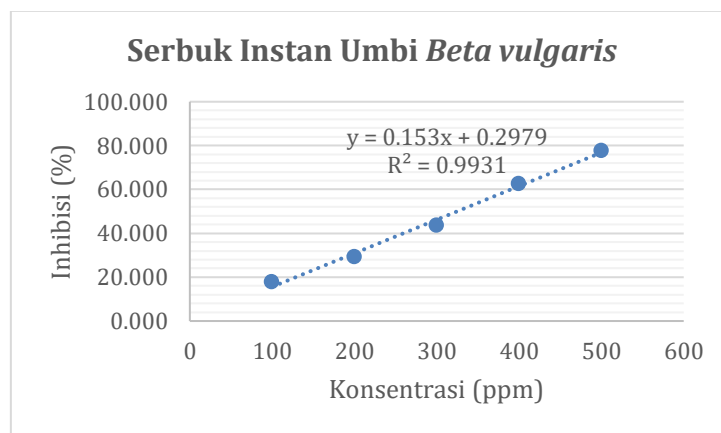
Replikasi	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (blanko)	Absorbansi (Serbuk Instan Umbi <i>B. vulgaris</i> )	Inhibisi (%)	Persamaan Regresi Linier	IC <sub>50</sub> (ppm)
1	100	0,709	0,585	17,489	$y = 0,1528x + 0,2962$ $R^2 = 0,9958$	168,2938
	200		0,502	29,196		
	300		0,393	44,570		
	400		0,271	61,777		
	500		0,159	77,574		
2	100	0,708	0,583	17,655	$y = 0,1538x + 0,2966$ $R^2 = 0,9958$	168,0528
	200		0,501	29,237		
	300		0,389	45,056		
	400		0,268	62,147		
	500		0,155	78,107		
3	100	0,705	0,579	17,872	$y = 0,153x + 0,2979$ $R^2 = 0,9931$	167,3433
	200		0,499	29,220		
	300		0,397	43,688		
	400		0,264	62,553		
	500		0,157	77,730		



Gambar 4. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 1; replikasi 1)



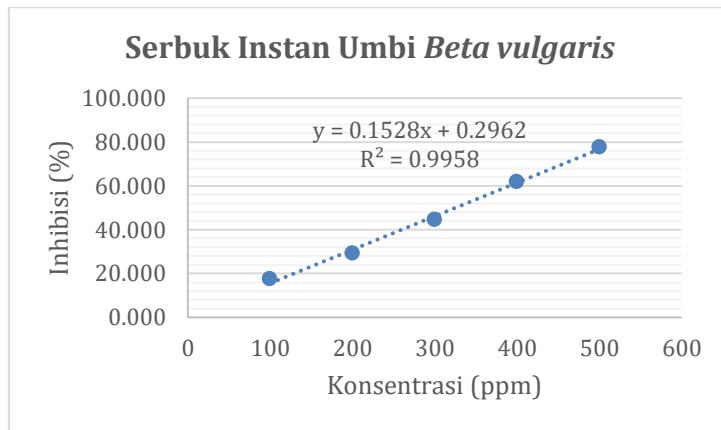
Gambar 5. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 1; replikasi 2)



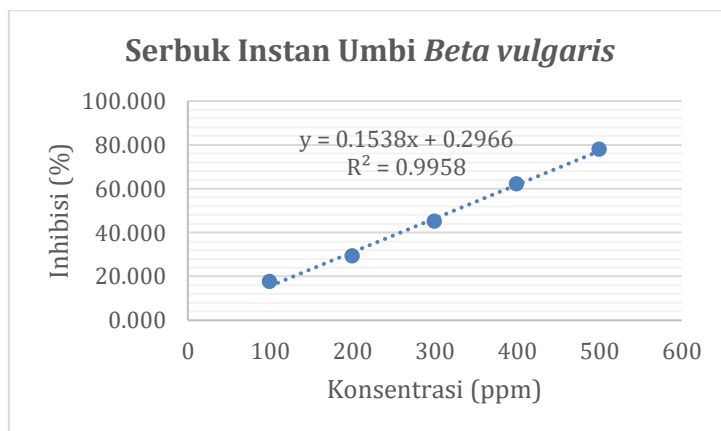
Gambar 6. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 1; replikasi 3)

Tabel 10. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris* (Formula 2)

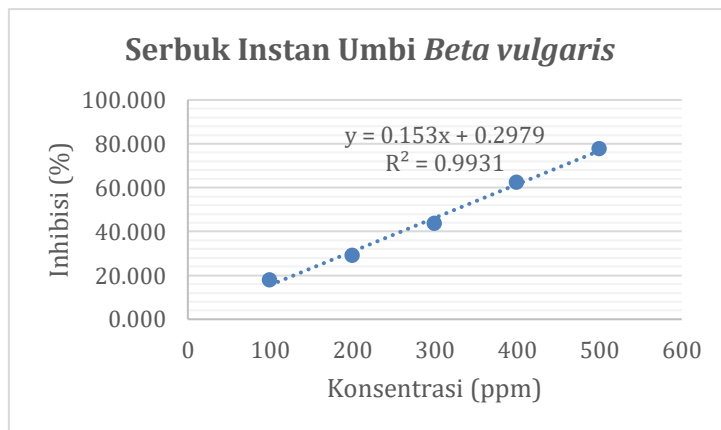
Replikasi	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (blanko)	Absorbansi (Serbuk Instan Umbi <i>B. vulgaris</i> )	Inhibisi (%)	Persamaan Regresi Linier	IC <sub>50</sub> (ppm)
1	100	0,711	0,588	17,300	$y = 0,1539x + 0,3938$ $R^2 = 0,9964$	126,5736
	200		0,497	30,098		
	300		0,394	44,585		
	400		0,263	63,010		
	500		0,158	77,778		
2	100	0,704	0,591	16,994	$y = 0,1542x + 0,3933$ $R^2 = 0,9971$	126,7507
	200		0,495	30,478		
	300		0,393	44,803		
	400		0,261	63,343		
	500		0,159	77,669		
3	100	0,709	0,586	17,348	$y = 0,1546x + 0,3949$ $R^2 = 0,9957$	126,2157
	200		0,496	30,042		
	300		0,391	44,852		
	400		0,256	63,893		
	500		0,158	77,715		



Gambar 7. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 2; replikasi 1)



Gambar 8. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 2; replikasi 2)

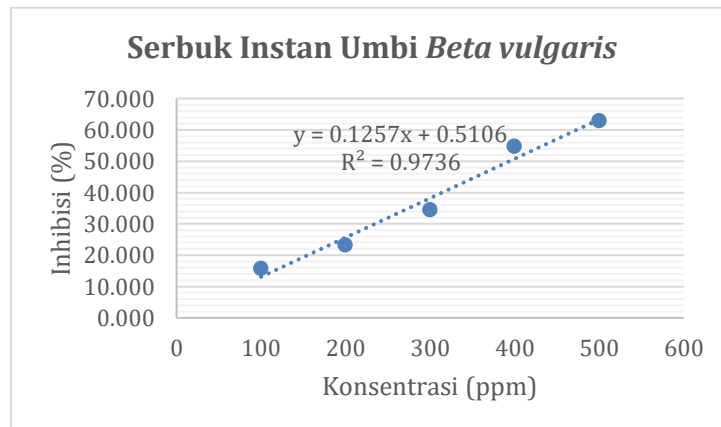


Gambar 9. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 2; replikasi 3)

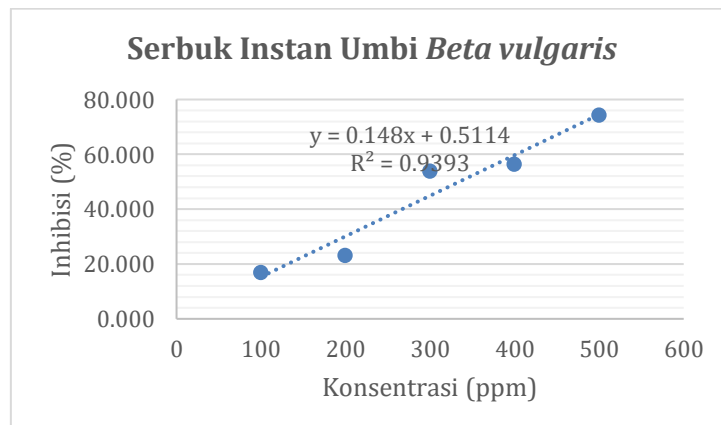
Tabel 11. Hasil Pengukuran Aktivitas Antioksidan Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris* (Formula 3)

Replikasi	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (blanko)	Absorbansi (Serbuk Instan Umbi <i>B. vulgaris</i> )	Inhibisi (%)	Persamaan Regresi Linier	IC <sub>50</sub> (ppm)
1	100	0,705	0,594	15,745	$y = 0,1257x + 0,5106$ $R^2 = 0,9736$	97,6706
	200		0,541	23,262		
	300		0,462	34,468		
	400		0,319	54,752		
	500		0,262	62,837		
2	100	0,704	0,585	16,903	$y = 0,148x + 0,5114$ $R^2 = 0,9393$	97,4883
	200		0,541	23,153		
	300		0,325	53,835		
	400		0,307	56,392		

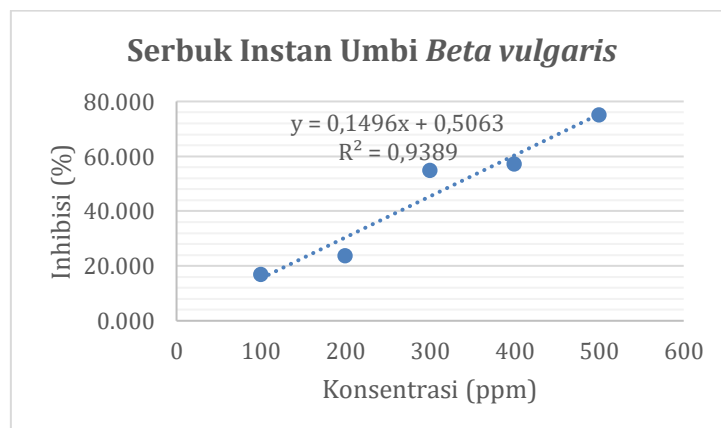
Replikasi	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (blanko)	Absorbansi (Serbuk Instan Umbi <i>B. vulgaris</i> )	Inhibisi (%)	Persamaan Regresi Linier	IC <sub>50</sub> (ppm)
3	500	0,711	0,181	74,290	$y = 0,1496x + 0,5063$ $R^2 = 0,9389$	98,4544
	100		0,592	16,737		
	200		0,543	23,629		
	300		0,322	54,712		
	400		0,305	57,103		
	500		0,179	74,824		



Gambar 10. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 3; replikasi 1)



Gambar 11. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 3; replikasi 2)



Gambar 12. Kurva Persen Inhibisi Serbuk Instan Umbi *B. vulgaris* (Formula 3; replikasi 3)

Berdasarkan hasil pengukuran aktivitas antioksidan dari larutan vitamin C dan serbuk instan umbi *B. vulgaris*, terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan, nilai absorbansi yang dihasilkan

semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin banyak senyawa antioksidan yang berperan sebagai donor hidrogen atau elektron terhadap radikal DPPH, sehingga terjadi perubahan warna pada DPPH yang menyebabkan penurunan absorbansi. Semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin besar pula nilai persentase inhibisi yang dicapai. Dari hasil tiga kali replikasi, baik untuk larutan pembanding vitamin C maupun larutan uji serbuk instan umbi *B. vulgaris* memperlihatkan koefisien korelasi yang baik dengan nilai mendekati 1 [16]. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan aktivitas antioksidan yaitu nilai  $IC_{50}$ .  $IC_{50}$  adalah konsentrasi senyawa antioksidan yang dibutuhkan untuk mengurangi radikal DPPH sebesar 50%. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh maka aktivitas antioksidan suatu senyawa semakin tinggi, begitu juga sebaliknya apabila nilai  $IC_{50}$  semakin besar maka aktivitas antioksidan semakin lemah. Hasil nilai  $IC_{50}$  vitamin C dan serbuk instan umbi *B. vulgaris* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 12. Nilai  $IC_{50}$  Vitamin C dan Serbuk Instan Umbi *Beta vulgaris*

Sampel	Replikasi	$IC_{50}$ (ppm)	$\bar{x} IC_{50} + SD$
Vitamin C	1	2,2023	2,3182 ± 0,1993
	2	2,5484	
	3	2,2039	
Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i> (Formula 1)	1	168,2938	167,8967 ± 0,4944
	2	168,0528	
	3	167,3433	
Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i> (Formula 2)	1	126,5735	126,5133 ± 0,2725
	2	126,7507	
	3	126,2157	
Serbuk Instan Umbi <i>Beta vulgaris</i> (Formula 3)	1	97,6705	97,8711 ± 0,5133
	2	97,4883	
	3	98,4544	

Bila dibandingkan dengan kontrol positif, yaitu vitamin C maka kekuatan serbuk instan umbi *B. vulgaris* lebih rendah. Hal ini ditunjukkan dari dengan nilai  $IC_{50}$  vitamin C yaitu 2,3182 ± 0,1993 ppm dengan kategori aktivitas antioksidan sangat kuat sedangkan serbuk instan umbi *B. vulgaris* menunjukkan  $IC_{50}$  berturut-turut 167,8967 ± 0,4944 ppm (formula 1), 126,5133 ± 0,2725 (formula 2) dan 97,8711 ± 0,5133 (formula 3) dengan kategori aktivitas antioksidan kuat [20]. Tingginya aktivitas tersebut dapat disebabkan oleh vitamin C yang merupakan senyawa murni, sedangkan serbuk instan umbi *Beta vulgaris* terdiri dari berbagai macam metabolit sekunder yang saling berinteraksi untuk menimbulkan aktivitas tertentu. Salah satu akibat dari interaksi antar metabolit tersebut adalah peredaman aktivitas tertentu. Guna meningkatkan aktivitas antioksidan dari larutan uji, maka dimungkinkan untuk dilakukan peningkatan dosis dari jumlah kandungan umbi *B. vulgaris*.

Nilai  $IC_{50}$  merupakan parameter yang umum digunakan untuk mengevaluasi kekuatan aktivitas antioksidan suatu bahan. Nilai ini menunjukkan konsentrasi ekstrak yang diperlukan untuk menghambat 50% radikal bebas dalam sistem pengujian. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh maka semakin kuat aktivitas antioksidan suatu senyawa dalam menangkap radikal bebas. Pada penelitian ini, serbuk instan ekstrak Beta vulgaris menunjukkan aktivitas antioksidan yang termasuk dalam kategori sangat kuat. Namun apabila dibandingkan dengan beberapa penelitian lain, nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh dapat menunjukkan perbedaan baik lebih rendah maupun lebih tinggi [33]. Variasi tersebut merupakan hal yang umum dalam penelitian antioksidan bahan alam karena dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti metode ekstraksi, jenis pelarut, kondisi bahan, serta metode pengujian yang digunakan [31][32].

Selain metode ekstraksi, jenis pelarut yang digunakan juga sangat mempengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak Beta vulgaris. Senyawa antioksidan seperti fenolik dan flavonoid umumnya lebih mudah larut dalam pelarut polar seperti etanol dan metanol. Oleh karena itu, penggunaan pelarut polar sering menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan pelarut non-polar. Apabila penelitian lain menggunakan pelarut yang berbeda, maka komposisi senyawa bioaktif yang diperoleh juga dapat berbeda sehingga mempengaruhi nilai  $IC_{50}$  yang dihasilkan [34].

Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai  $IC_{50}$  adalah bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian. Pada beberapa penelitian, aktivitas antioksidan pada Beta vulgaris tidak hanya diuji pada bagian umbi tetapi juga pada daun maupun kulit umbi. Kandungan senyawa bioaktif pada setiap bagian

tanaman dapat berbeda sehingga mempengaruhi kapasitas antioksidan yang dihasilkan. Umbi bit merah umumnya memiliki kandungan pigmen betalain yang tinggi, sedangkan bagian lain mungkin memiliki komposisi metabolit sekunder yang berbeda [32].

Selain itu, kondisi lingkungan tempat tanaman tumbuh juga dapat mempengaruhi kandungan senyawa bioaktif dalam tanaman. Faktor seperti jenis tanah, iklim, intensitas cahaya, serta ketersediaan nutrisi dapat mempengaruhi biosintesis metabolit sekunder dalam tanaman. Tanaman yang tumbuh pada kondisi lingkungan tertentu dapat menghasilkan kadar senyawa fenolik dan flavonoid yang lebih tinggi sehingga memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan tanaman yang tumbuh pada kondisi lingkungan yang berbeda [37]

Selain faktor bahan dan metode ekstraksi, metode analisis aktivitas antioksidan yang digunakan juga dapat mempengaruhi nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh. Dalam penelitian ini digunakan metode DPPH assay yang mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi radikal bebas DPPH melalui mekanisme donasi hidrogen. Beberapa penelitian lain menggunakan metode yang berbeda seperti ABTS atau FRAP. Perbedaan prinsip pengujian tersebut dapat menghasilkan nilai aktivitas antioksidan yang berbeda karena setiap metode memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap jenis senyawa antioksidan tertentu [32].

Selain itu, rentang konsentrasi sampel yang digunakan dalam pengujian juga dapat mempengaruhi perhitungan nilai  $IC_{50}$  [3]. Apabila rentang konsentrasi yang digunakan terlalu sempit atau tidak mencakup titik inhibisi 50%, maka nilai  $IC_{50}$  yang diperoleh mungkin kurang representatif. Oleh karena itu, pemilihan rentang konsentrasi yang tepat sangat penting untuk memperoleh kurva hubungan konsentrasi dan persentase inhibisi yang akurat sehingga nilai  $IC_{50}$  dapat dihitung dengan lebih tepat [34].

Perbedaan nilai  $IC_{50}$  juga dapat dipengaruhi oleh interaksi sinergis antara berbagai senyawa bioaktif yang terdapat dalam ekstrak tanaman. Ekstrak *Beta vulgaris* mengandung berbagai senyawa seperti Betacyanin, Betaxanthin, flavonoid, serta berbagai senyawa fenolik lainnya yang dapat bekerja secara sinergis dalam menangkap radikal bebas. Komposisi senyawa tersebut dapat berbeda pada setiap penelitian tergantung pada metode ekstraksi dan kondisi bahan sehingga mempengaruhi kapasitas antioksidan ekstrak secara keseluruhan [37].

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa sediaan serbuk instan *Beta vulgaris* memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar  $130,7604 \pm 0,4267$  yang tergolong kategori kuat.

## Referensi

1. Umar, H., Naz, R., Zafar, M. S., Zulfiqar, S. (2024). *Antioxidant Activity of Beta Vulgaris (Red Beetroot), Its Total Phenolic Content and Product Development. The Research of Medical Science Review*, 2(3), 519-525. <https://medicallscicereview.com/index.php/Journal/article/view/121>
2. El-Beltagi, H. S., El-Mogy, M. M., Parmar, A., Mansour, A. T., Shalaby, T. A., & Ali, M. R. (2022). *Phytochemical Characterization and Utilization of Dried Red Beetroot (Beta vulgaris) Peel Extract in Maintaining the Quality of Nile Tilapia Fish Fillet. Antioxidants*, 11(5), 906. <https://doi.org/10.3390/antiox11050906>
3. Alkayarı, R., Şahin, Z., Sonmez, F., & Küçükislamoglu, M. (2024). *Beta vulgaris L. Extract: pH Effect on Total Phenolic Content and Antioxidant Properties. Sakarya University Journal of Science*, 28(3), 589-593. <https://doi.org/10.16984/saufenbilder.1381328>
4. Flores-Mancha, M. A., Ruíz-Gutiérrez, M. G., Sánchez-Vega, R., Santellano-Estrada, E., & Chávez-Martínez, A. (2020). *Characterization of Beet Root Extract (Beta vulgaris) Encapsulated with Maltodextrin and Inulin. Molecules*, 25(23), 5498. <https://doi.org/10.3390/molecules25235498>
5. Kristianto, Y., Fitriah, A. H., Rahman, N., Hapsari, I., Widyaningsih, T. D., Wulan, S. T. (2025). *Effects of Blanching and Drying on The Bioactive Compounds of Red Beetroot (Beta Vulgaris L. Var Rubra) Powder. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 24(4): 553–565 <https://doi.org/10.17306/J.AFS.001413>

6. Farhan, M., Ahmad, Z., Waseem, M., Mehmood, T., Javed, M. R., Ali, M., Manzoor, M. F., Goksen, G., (2024). *Assessment of Beetroot powder as nutritional, antioxidant, and sensory evaluation in candies*, *Journal of Agriculture and Food Research*, (15) 101023, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101023>
7. Székely, D., Máté, M. (2023). *Red Beetroot (Beta vulgaris L.)*. In *Advances in Root Vegetables Research*. *IntechOpen*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.106692>
8. do Carmo, E. L., Teodoro, R. A. R., Félix, P. H. C., Fernandes, R. V. B., de Oliveira, É. R., Veiga, T. R. L. A., Borges, S. V., Botrel, D. A., (2018). *Stability of spray-dried beetroot extract using oligosaccharides and whey proteins*, *Food Chemistry*, 249: 51-59, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.076>
9. Bazaria, B., Kumar, P. (2018), *Optimization of spray drying parameters for beetroot juice powder using response surface methodology (RSM)*, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17 (4):408-415, <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.09.007>
10. Afridayanti, N. P. (2024). *Penetapan Kadar Flavonoid Total Sediaan Serbuk Instan Kombinasi Jahe (Zingiber officinale R.) dan Secang (Caesalpinia sappan L.) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. Laporan Tugas Akhir*. Poltekkes Kemenkes Surakarta
11. Nisfiah, L, I. Desnita, R. (2015). *Formulasi Minuman Serbuk Instan Kombinasi Jahe (Zingiber officinale rosc) dan Kunyit (Curcuma domestica val.) dengan Variasi Gula Pasir Dan Gula Merah'*, *Jurnal Agritechno*,12(2): 131–137.
12. Khalisa, K., Lubis, Y. M., Agustina, R. (2021). *Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi L.)'*, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4): 594–601
13. Nafilah, N., Zuniarto, A. A., Pandanwangi, T. S. (2022). *Uji Efektivitas Sedatif Serbuk Instan Ekstrak Kering Daun Putri Malu (Mimosa pudica Linn.) pada Mencit Putih Jantan*. *Praeparandi: Jurnal Farmasi dan Sains*. 5 (2): 112-120
14. Voight, R. (1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi*, Edisi Kelima. Penerjemah Drs. Soendani Noerono. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
15. Dirjen POM (1995). *Farmakope Indonesia*, edisi ke empat. Departemen Kesehatan Republik Indonesia
16. Kustyawati, M.E., Setiawan, K., Lesmana, D., Handayani, S. (2019). *Pengembangan Biotapioka-Hidroksipropil Metil Selulosa Untuk Eksipien Tablet Metode Granulasi Basah*. *Journal of Tropical Upland Resources*. 1(1):109–120.
17. Zuniarto, A. A., Mundzir, O. A., Maulida, N. A. (2021). *Uji Formulasi Dan Kemasan Serbuk Instan Perasan Kulit Buah Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia)*. *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia* 6(10):4845–4857.
18. Yuliasuti, D. (2022). *Formulasi dan Evaluasi Sediaan Serbuk Instan Kombinasi Jahe Emprit (Zingiber officinale Rosc var. amarum) dan Secang (Caesalpinia sappan L.)*. *Jurnal Jamu Kusuma*. 2(2):76-82
19. Sholikhah, N. I., Alfian, M., Fatimah, F. A. (2023). *Uji Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb) Produksi Mitra Sehat Kiringan Bantul*. *Jurnal Kefarmasian Akfarindo*, 50-55. <https://doi.org/10.37089/jofar.v8i1.179>
20. Aritonang, D. (2019). *Uji Aktivitas Antioksidan pada Minuman Kemasan Dengan Metode DPPH. Skripsi*. Fakultas Farmasi dan Kesehatan Institut Kesehatan Helvetia, Medan.
21. Susiloningrum, D., Erliani, D. M. S. (2021). *Uji Aktivitas Antioksidan dan Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Temu Mangga (Curcuma mangga valetan dan Zipp) dengan Variasi Konsentrasi Pelarut*. *Cendekia Journal of Pharmacy*. STIKES Cendekia Utama Kudus 5 (2): 117-127
22. Hamzah, N., Ismail, I., Saudi, A. D. A. (2014). *Pengaruh Emulgator Terhadap Aktivitas Antioksidan krim Ekstrak Etanol Kelopak Bunga Rosella (Hibicus sabdariffa L.)*. *Jurnal Kesehatan*, VII (2): 377-385
23. Putri, A. A. S., Hidajati, N. (2015). *Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenolik Ekstrak Metanol Kulit batang Tumbuhan Nyuru Batu (Xylocarpus moluccensis)*. *Journal of Chemistry*, 4(1): 1-6.
24. Firjatullah, A.A. (2015). *Pengaruh Kadar PVP K-30 dalam Granul Manitol Terhadap Mutu Fisik Tablet Hisap Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera)*. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Malang
25. Husnani, Nadia. (2023). *Aktivitas Antioksidan pada Serbuk Instan dari Campuran Buah dan Sayur (Mangga, Semangka, Mentimun, Wortel, Brokoli)*. *Jurnal Komunitas Farmasi Nasional*. 3(2):602-608

26. Asra, R., Yetti, R., Ratnasari, D., & Nessa, N. (2020). *Physicochemical Study of Betasianin and Antioxidant Activities of Red beet tubers (Beta vulgaris L.)*. *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 3(1), 14-21. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v3i1.35>
27. Amelia, R. T., Ardyanto, T. D., Sari, Y. (2024). *Investigation of antioxidant activity from beetroot juice (Beta vulgaris L) as a healthy drink for the prevention of non-communicable disease*. *AcTion: Aceh Nutrition Journal*, 9(1):82-90. <https://doi.org/10.30867/action.v9i1.1444>
28. Molyneux, P. (2004). *The Use of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity*. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 26(2) : 211-219
29. Sholikhah, N. I., Alfian, M., Fatimah, F. A. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Minuman Serbuk Instan Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) Produksi Mitra Sehat Kiringan Bantul. *Jurnal Kefarmasian Akfarindo*, 8(1): 50-55. <https://doi.org/10.37089/jofar.v8i1.179>
30. Shahidi, F., Zhong, Y. (2015). *Measurement of Antioxidant Activity*. *Journal of Functional Foods*, 18, 757-781. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.047>
31. Clifford, T., Howatson, G., West, D. J., Stevenson, E. J. (2015). *The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease*. *Nutrients*, 7(4) :2801–2822. <https://doi.org/10.3390/nu7042801>
32. Thiruvengadam M, Chung IM, Samynathan R, Chandar SRH, Venkidasamy B, Sarkar T, Rebezov M, Gorelik O, Shariati MA, Simal-Gandara J. (2022). *A comprehensive review of beetroot (Beta vulgaris L.) bioactive components in the food and pharmaceutical industries*. *Crit Rev Food Sci Nutr.*64(3):708-739. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2108367>
33. Chen, L., Zhu, Y., Hu, Z., Wu, S., Jin, C. (2021). *Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity*. *Food science & nutrition*, 9(11): 6406–6420. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2577>
34. Vulić, J. J., Čebović, T. N., Čanadanović-Brunet, J. M., Četković, G. S., Čanadanović, V. M., Djilas, S. M., Šaponjac, V. T. T. (2014) *In vivo and in vitro antioxidant effects of beetroot pomace extracts*, *Journal of Functional Foods*. 6:168-175. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.10.003>
35. Georgiev, V. G., Weber, J., Kneschke, E. M., Denev, P. N., Bley, T., Pavlov, A. I. (2010) *Antioxidant activity and phenolic content of betalain extracts from intact plants and hairy root cultures of the red beetroot Beta vulgaris cv. Detroit dark red*. *Plant Foods Hum Nutr.* 65(2):105-111. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0156-6>
36. Martinez, R. M., Melo, C. P. B., Pinto, I. C., Mendes-Pierotti, S., Vignoli, J. A., Verri, W. A., Casagrande, R. (2024). *Betalains: A Narrative Review on Pharmacological Mechanisms Supporting the Nutraceutical Potential Towards Health Benefits*. *Foods*. 13(23):3909. <https://doi.org/10.3390/foods13233909>
37. Milton-Laskibar, I., Martínez, J. A., Portillo, M. P. (2021). *Current Knowledge on Beetroot Bioactive Compounds: Role of Nitrate and Betalains in Health and Disease*. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(6), 1314. <https://doi.org/10.3390/foods10061314>
38. Bangar, S. P., Sharma, N., Sanwal, N., Lorenzo, J. M., Sahu, J. K., (2022). *Bioactive potential of beetroot (Beta vulgaris)*, *Food Research International*, 158, 111556. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>
39. Yamauchi, M., Kitamura, Y., Nagano, H., Kawatsu, J., Gotoh, H. (2024). *DPPH Measurements and Structure—Activity Relationship Studies on the Antioxidant Capacity of Phenols*. *Antioxidants*, 13(3), 309. <https://doi.org/10.3390/antiox13030309>