



Biosintesis Nanopartikel Perak Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan

Fujiana Abd Karim^{1*}, Robert Tungadi², Nur Ain Thomas³

^{1,2,3}Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo

*E-mail: fujianakarim@gmail.com

Article Info:

Received: 4 Oktober 2021

in revised form: 25 Desember 2021

Accepted: 25 Desember 2021

Available Online: 1 Januari 2022:

Keywords:

Moringa Leaf (*Moringa oleifera*); AgNPs (Synthesis of Silver Nanoparticles); Characterization; DPPH; IC50 (Inhibitory Concentration)

Corresponding Author:

Fujiana Abd Karim

Jurusan Farmasi, Fakultas Olahraga dan Kesehatan, Universitas Negeri Gorontalo

E-mail:

fujianakarim@gmail.com

ABSTRACT

Moringa leaf potentially has a high antioxidant because it contains secondary metabolite, one of which is quercetin. Therefore, to avoid harmful chemicals in the synthesis of silver nanoparticles, it is made by using a bio reductant of Moringa leaf extract. This study aims to know the optimal temperature in the formation of silver nanoparticles, to characterize the nanoparticle, and to test the antioxidant AgNPs of Moringa leaf by using the DPPH method. This is a laboratory experimental study. The synthesis of nanoparticles uses a concentration of 0,4% Moringa leaf extract, which is reacted to AgNO₃ with a concentration of 1 mM in a ratio of 1:9 at various temperatures of 60°C, 70°C, and 80°C for 30 minutes. The formed nanoparticles are characterized by using UV-VIS spectrophotometry and showing the optimum temperature for nanoparticles formation, which is 80°C. It is then continued to characterize using PSA and showing the average size of nanoparticles at a temperature of 80°C, which is 82,9 nm with a PDI value of 0,225. The result of the calculation of IC₅₀ AgNPs shows that Moringa leaf obtains a value of 61.78 ppm, which is included in the strong category, meanwhile the thick extract of Moringa leaf without the addition of silver nanoparticles obtain a value of 124.41 ppm, which is included in the weak category.



Copyright © 2022 IJPE-UNG

This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY-NC-SA) 4.0 International license.

How to cite (APA 6th Style):

Karim, A.F, Tungadi, R., Thomas, N.A. (2022). Biosintesis Nanopartikel Perak Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Indonesian Journal of Pharmaceutical (e-Journal)*, 2(1), 32-41.

ABSTRAK

Daun kelor memiliki potensi sebagai antioksidan tinggi karena mengandung senyawa metabolit sekunder salah satunya kuersetin, oleh sebab itu untuk menghindari bahan kimia berbahaya dalam sintesis nanopartikel perak maka dibuat sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan bioreduktor ekstrak daun kelor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu optimal dalam pembuatan nanopartikel perak, mengkarakterisasi nanopartikel serta melakukan pengujian antioksidan AgNPs daun kelor menggunakan metode DPPH. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium. Pembuatan sintesis nanopartikel dengan menggunakan konsentrasi ekstrak daun kelor 0,4% yang direaksikan kedalam AgNO₃ konsentrasi 1 mM dengan perbandingan 1:9 pada variasi suhu 60°C, 70°C, dan 80°C selama 30 menit. nanopartikel yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan spektrofotometri UV-VIS dan menunjukkan suhu optimum dalam pembentukan nanopartikel yaitu suhu 80°C. kemudian dilanjutkan dengan mengkarakterisasi menggunakan PSA menunjukkan ukuran rata-rata nanopartikel pada suhu 80°C yaitu sebesar 82,9 nm dengan nilai PDI 0,225. Hasil perhitungan IC₅₀ AgNPs daun kelor sebesar 61,78 ppm yang termasuk kategori kuat sedangkan ekstrak kental daun kelor tanpa penambahan nanopartikel perak memiliki nilai IC₅₀ sebesar 124,41 ppm yang termasuk dalam kategori lemah.

Kata Kunci: Daun Kelor (*Moringa oleifera*), AgNPs (*sintesis nanopartikel perak*), Karakterisasi, DPPH, IC₅₀ (*Inhibitory Concentration*)

1. Pendahuluan

Obat merupakan salah satu substansi yang membawa perubahan pada fungsi fisiologik melalui efek kimianya. Bagi sebagian orang penggunaan obat yang dipandang aman, sehat dan alami menjadi hal yang diinginkan, yaitu dengan menggunakan obat tradisional. Dari sekian banyak obat tradisional yang beredar di Indonesia salah satu yang dikenal adalah daun kelor (*Moringa oleifera*). Studi menunjukkan bahwa, daun kelor segar mempunyai kemampuan antioksidan 7 kali lebih banyak daripada vitamin C [5]. Salah satu turunan flavonoid yaitu kuersetin memiliki kekuatan antioksidan 4-5 kali lebih kuat dibandingkan vitamin C dan vitamin E [11].

Penggunaan daun kelor dalam obat herbal diformulasikan dengan berbagai sediaan contohnya dalam bentuk ekstrak yang bertujuan menarik komponen kimia pada bahan alam. Sediaan ekstrak memiliki kelarutan dalam air yang masih rendah sehingga mempengaruhi bioavailabilitas senyawa bahan alam dalam tubuh. Untuk meningkatkan bioavailabilitas senyawa aktif herbal tersebut dibuatlah dalam bentuk nanopartikel [1].

Nanopartikel memiliki partikel dengan ukuran 1-100 nm. Tujuan utama penggunaan nanopartikel sebagai sistem penghantaran obat yaitu untuk mengatur ukuran partikel, sifat-sifat permukaan, dan mengontrol pelepasan zat aktif pada tempat tertentu didalam tubuh sebagai sasaran pengobatan.

Salah satu teknik pembuatan nanopartikel dengan cara dibuat sintesis nanopartikel untuk memperkecil ukuran partikel. Logam yang menarik digunakan dalam sintesis nanopartikel salah satunya adalah perak (Ag). Nanopartikel perak mempunyai sifat yang tidak toksik terhadap kulit manusia. Secara khusus perak sangat menarik karena mempunyai sifat yang khas serta

termasuk logam mulia yang memiliki kualitas optik yang cukup baik setelah emas dengan harga yang terjangkau ([7][6][10]).

Berbagai metode yang digunakan dalam pembuatan nanopartikel perak seperti reduksi kimia, radiasi, elektrokimia, sonikasi, dan microwave. Metode reduksi kimia dipilih lebih efektif dalam pembuatan nanopartikel perak. Hal tersebut dikarenakan langkah kerja yang mudah, cepat, murah, peralatan yang sederhana dan menggunakan temperatur yang rendah. Metode reduksi kimia dilakukan dengan cara ion logam direduksi oleh agen pereduksi dengan penambahan agen protektif untuk menstabilkan nanopartikel [7]. Beberapa parameter harus diperhatikan saat mensintesis nanopartikel dari tanaman yaitu kandungan katalis (dalam hal ini tumbuhan katalis), media yang digunakan pada proses reaksi, serta kondisi reaksi (pelarut, stabilizer, suhu). Pada penelitian ini parameter yang digunakan yaitu konsentrasi ekstrak daun kelor dan optimasi suhu pada proses sintesis.

Berdasarkan penjelasan di atas penelitian ini akan dilakukan biosintesis nanopartikel perak dengan menggunakan ekstrak etanol daun kelor dan memvariasikan suhu sintesisnya, dilanjutkan dengan karakteristik menggunakan spektrofotometri UV-VIS dan PSA (*Particle Size Analyzer*) serta penggunaan metode DPPH untuk menguji aktivitas antioksidan

2. Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang pengaduk, cuvet, gelas ukur (*pyrex*), gelas kimia (*pyrex*), hotplate (Thermo Scientific), magnetic stirrer (Cimarec), Particle Size Analyzer S7-100 (Horiba), pipet mikro, pipet tetes, spatula, spektrofotometri UV-VIS (Genesys 10s), stopwatch, timbangan analitik (Jewelry Scale 8068-series).

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah AgNO₃ (Sigma-Aldrich), aquadest, DPPH (1,1-difenil-2-picrylhydrazyl) (Sigma-Aldrich), ekstrak daun kelor, etanol 96%.

Prosedur Kerja

Pengolahan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Sampel daun kelor diambil dari desa Sidorukun Kecamatan Randangan Kabupaten Pohuwato. Daun kelor yang diambil adalah daun pada tangkai ke 3-5, masih segar dan tidak rusak. Daun kelor dilakukan sortasi basah dicuci dengan menggunakan air bersih dan mengalir. Daun kelor kemudian dikeringkan dengan cara di angin-anginkan sampai daun kelor benar-benar kering, daun kelor yang sudah kering kemudian dicuci dengan cara di remas menggunakan tangan hingga menghasilkan bentuk haksel simplisia

Ekstraksi Sampel

Daun kelor yang sudah berbentuk haksel ditimbang sebanyak 100 gram, dan direndam dengan etanol 96% sebanyak 1 liter dengan perbandingan 1:10 untuk memudahkan penarikan senyawa. Proses ekstraksi dilakukan selama 5 hari dan disertai dengan pengocokan setiap 24 jam sekali. Sampel disaring menggunakan kain sari untuk memisahkan bagian filtrate dan residunya. Hasil dari maserasi daun kelor dilanjutkan pada proses evaporasi dengan menggunakan alat evaporator sampai menghasilkan ekstrak kental daun kelor.

Analisis Kadar Flavonoid Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Prosedur analisis dilakukan dengan membuat larutan induk konsentrasi 1000 ppm dengan melarutkan 0,01 gram ekstrak kental daun kelor kedalam 10 ml etanol 96%. kemudian diambil 1 ml larutan induk dan dilarutkan kedalam 10 ml etanol 96% sebagai larutan stok. Kemudian dibuat larutan standar dengan konsentrasi 1,2,3, dan 4 ppm dengan melarutkan 1 ml larutan stok kedalam 10 ml etanol 96%. Lalu dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 417 nm.

Pembuatan Konsentrasi 1 mM AgNO₃

Sebanyak 42,25 mg serbuk AgNO₃ dimasukkan kedalam gelas kimia dan dilarutkan dengan aquades sebanyak 250 ml. Diaduk larutan AgNO₃ sampai homogen didapatkan konsentrasi AgNO₃ 1 mM.

Biosintesis Nanopartikel Perak (AgNP) Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Sebanyak 0,2 gram ekstrak kental daun kelor dilarutkan dalam 50 ml etanol 96%. Prosedur yang digunakan mengacu pada penelitian Is Fatimah (2020) yang telah dimodifikasi yaitu ekstrak etanol daun kelor di campurkan dengan larutan AgNO₃ 1 mM dengan perbandingan 1:9. masing-masing perbandingan tersebut diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 250 rpm selama 30 menit pada variasi suhu 60, 70, dan 80°C.

Karakterisasi Biosintesis Nanopartikel Perak Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometer UV-VIS bertujuan untuk uji karakteristik dalam menentukan panjang gelombang maksimum yang mengidentifikasi telah terbentuknya nanopartikel perak yang berkisar antara 400-500 nm.

Particle Size Analyzer (PSA)

Karakterisasi dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*) bertujuan untuk mengetahui ukuran dan distribusi partikel yang telah terbentuk.

Pengujian Antioksi dan Pembuatan Larutan DPPH 0,1 mM

Serbuk DPPH (BM 394,32) ditimbang sebanyak 1,9 mg dilarutkan dalam etanol 96% kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml, volumenya dicukupkan dengan etanol hingga tanda batas didapatkan DPPH 0,1 mM.

Pengujian Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Pembuatan larutan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan konsentrasi 400 ppm ditimbang 40 mg, dilarutkan dengan etanol 96% lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml volume dicukupkan hingga tanda batas dibuat larutan uji dengan seri 20, 40, 60, 80 ppm. Diambil 2 ml dari masing-masing larutan uji dan dimasukkan kedalam vial kemudian ditambahkan 2 ml larutan DPPH 0,1 mM, dikocok dengan menggunakan vortex hingga homogen, serta diinkubasi selama 30 menit diruang gelap. Setelah itu absorbansinya diukur dengan menggunakan panjang gelombang DPPH 516 nm.

Pengujian Antioksidan AgNPs Daun Kelor

Larutan AgNPs dibuat dengan seri 20, 40, 60, dan 80 ppm kemudian dimasukkan kedalam vial dan ditambahkan aquades hingga 10 ml. Pengukuran serapan larutan uji AgNPs ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dilakukan dengan cara mengambil 2 ml dan dimasukkan kedalam vial kemudian ditambahkan 2 ml larutan DPPH 0,1 mM, dikocok dengan menggunakan vortex sampai homogen,

serta diinkubasi selama 30 menit diruang gelap. Setelah itu absorbansinya diukur pada panjang gelombang DPPH 516 nm.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari penentuan suhu optimum biosintesis nanopartikel perak ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) dilakukan uji statistic untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pembentukan nanopartikel dari biosintesis nanoapartikel ekstrak daun kelor menggunakan variasi suhu. Hasil data dianalisis varians (analysis of variance) atau ANOVA satu arah (*One Way Anova*) dan uji lanjutan POST HOC LSD (*Least Significance Different*) dengan taraf kepercayaan 95%.

3. Hasil dan Pembahasan

Rendamen Ekstrak

Proses ekstraksi sampel 100 g daun kelor (*Moringa oleifera*) menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1000 ml (Tabel 1). Ekstrak kental yang didapatkan seberat 14,7 gr dengan jumlah persen rendamen sebanyak 14,7%, hasil tersebut sesuai dengan presentase rendamen yaitu antara 10-15% yang dimana menunjukkan bahwa proses ekstraksi telah berlangsung sempurna [4].

Tabel 1. Hasil Rendamen

Berat Sampel (gram)	Volume Pelarut (mL)	Berat Ekstrak (gram)	Persen Rendamen (%)
100 gram	1000 ml	14,7 gram	14,7%

Analisis Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Analisis kadar flavonoid menunjukkan hasil absorbansi yang didapatkan pada panjang gelombang 417 nm mulai dari konsentrasi 1 ppm yaitu 1,35, 2 ppm yaitu 1,389, 3 ppm yaitu 1,454, dan 4 ppm yaitu 1,610 (Tabel 2). Hasil pengukuran tersebut dapat diketahui semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar absorbansi yang dihasilkan hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga kadar flavonoid yang terkandung dalam ekstrak tersebut.

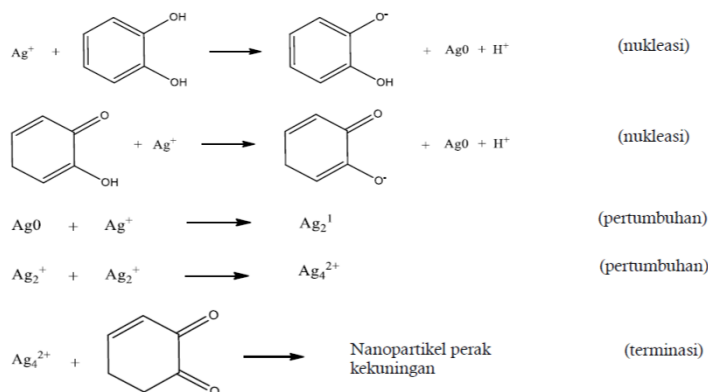
Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Flavonoid Ekstrak Etanol 96% Daun Kelor

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	C (g/mol)
1	0,134	1,35
2	0,137	1,389
3	0,142	1,454
4	0,154	1,610

Biosintesis Nanopartikel Perak

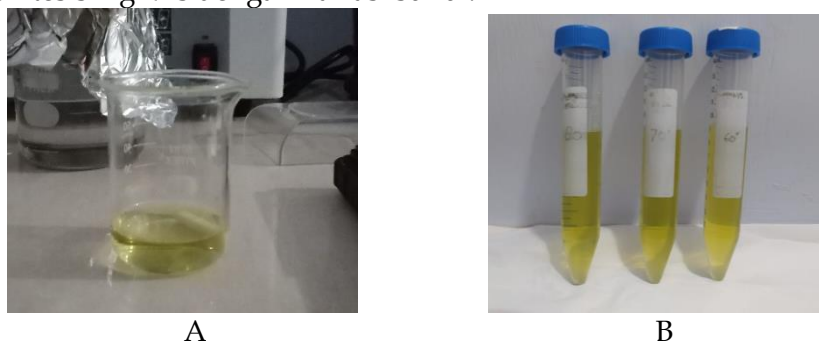
Dalam pertumbuhan nanopartikel perak menggunakan bioreduktor terdiri dari 3 fase. Fase aktivasi (fase 1), dimana perak dalam larutan AgNO_3 tereduksi oleh tumbuhan membentuk Ag^0 . Dilanjutkan pada fase pertumbuhan (fase 2), fase ini dikenal dengan proses pematangan atau persiapan yang mana nanopartikel kecil secara spontan bergabung membentuk partikel yang lebih besar. Fase terminasi (fase 3) merupakan tahap terakhir, dimana AgNPs *tercapping* sekaligus terbentuk ukuran nanopartikel perak dengan diameter tertentu. Proses

terminasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan ekstrak organisme untuk menyetabilkan nanopartikel logam yang terbentuk.



Gambar 1. Mekanisme Umum Pembentukan Nanopartikel Perak [9]

Pembentukan nanopartikel perak pada penelitian ini dibuktikan dengan proses terjadinya perubahan dari larutan kuning pucat menjadi kuning pekat saat dilakukan proses pemanasan menggunakan hotplate. Berikut hasil perubahan warna dari sintesis AgNPs dengan variasi suhu :



Gambar 2. Warna larutan sebelum dipanaskan (A) warna larutan ketika telah dipanaskan pada suhu 60°C, 70°C, dan 80°C

Terbentuknya warna tersebut disebabkan oleh eksitasi dari permukaan plasmon nanopartikel. Perubahan warna yang dihasilkan selama sintesis menunjukkan pertumbuhan cluster yang dihasilkan semakin besar, dimana pada saat atom perak belum saling berinteraksi satu sama lain. Dalam jumlah tertentu dan memasuki ukuran nano cluster perak berubah warna menjadi kuning pekat. Atom-atom Ag akan saling berinteraksi dengan ikatan logam sesamanya dan menghasilkan cluster dalam jumlah yang sangat besar ([10][12]). Namun kumpulan atom Ag (cluster) yang terus menerus semakin berkembang dapat dikendalikan sehingga ukurannya hanya sampai berdiameter tertentu salah satunya dapat dikendalikan dengan cara mengatur suhu sintesis

Karakterisasi Biosintesis AgNPs Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

Karakterisasi biosintesis AgNPs menunjukkan hasil pengukuran dengan variasi suhu menghasilkan panjang gelombang yang sama yaitu 413 nm dengan nilai absorbansi yang berbeda-beda dimana pada suhu 60°C menghasilkan absorbansi 0,909 (Tabel 3). Pada suhu 70°C menghasilkan absorbansi 0,918. Dan pada suhu 80°C menghasilkan absorbansi 0,970. Panjang gelombang tersebut mengidentifikasi telah terbentuknya nanopartikel dengan panjang gelombang berkisar antara 400-500 nm [2]. Nilai absorbansi yang terus meningkat dengan menggunakan panjang gelombang 413 nm menunjukkan nanopartikel perak yang terbentuk bertambah banyak seiring meningkatnya suhu biosintesis [7]. Peristiwa ini dapat dibuktikan dengan menggunakan pengukuran PSA (*Particle Size Analyzer*).

Tabel 3. Hasil Panjang Gelombang Maksimum AgNPs Daun Kelor

Variasi Suhu	Panjang Gelombang	Absorbansi		
Suhu 60°C	413 nm	0,908	0,908	0,909
Suhu 70°C	413 nm	0,917	0,917	0,918
Suhu 80°C	413 nm	0,970	0,970	0,970

Pengujian karakteristik PSA (*Particle Size Analyzer*) diatas menunjukkan ukuran nanopartikel perak pada suhu 80°C sebesar 82,9 nm dengan nilai PDI 0,225 (Tabel 4). Formula dari suatu sediaan yang semakin stabil dapat dilihat dengan semakin kecilnya nilai PDI, karena apabila nilai PDI semakin besar maka menunjukkan partikel yang terbentuk tidak seragam, dan mengakibatkan formula akan terflokulasi dengan cepat [13]. Hasil indeks polidispersitas pada suhu 80°C masih termasuk dalam range indeks polidispersitas yaitu 0,08-0,7, range ini merupakan kisaran atas yang mana algoritma distribusi beroperasi dengan baik. Apabila nilai indeks polidispersitas >0,7 menunjukkan distribusi yang sangat luas dari ukuran partikel dan memungkinkan terjadi sedimentasi [3].

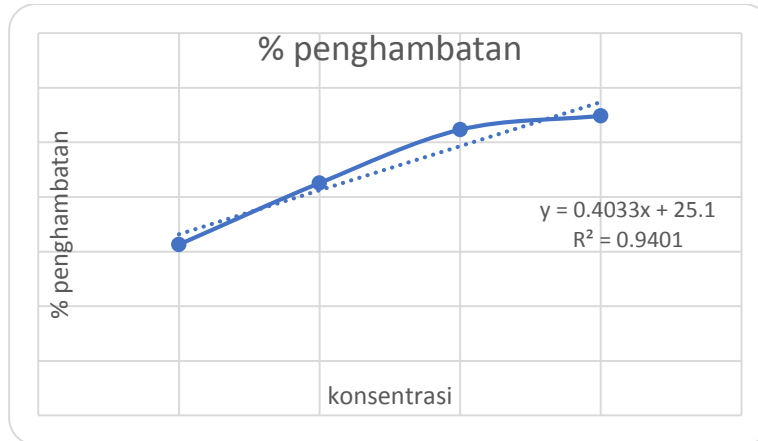
Tabel 4. Pengujian Karakteristik PSA (*Particle Size Analyzer*)

Sampel	Size (nm)		Size Average (nm)	PDI		Rata-rata PDI
AgNPs daun kelor suhu 80°C	83,1	82,7	82,9	0,221	0,229	0,225

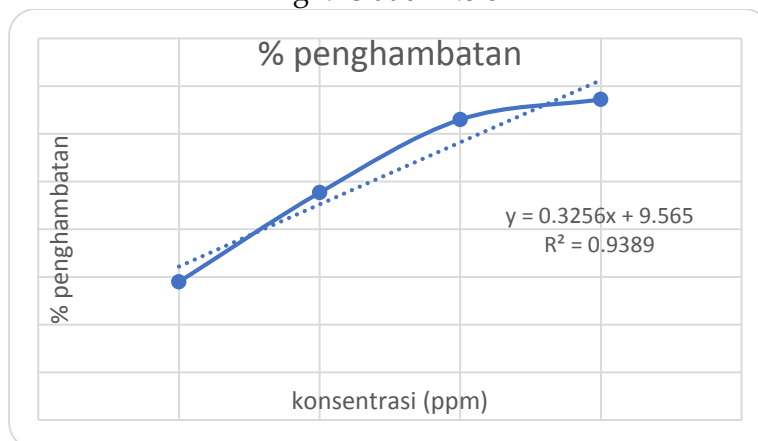
Pengujian Antioksidan

Pada sampel AgNPs daun kelor memiliki nilai persen inhibisi yang baik dibanding dengan sampel pembanding ekstrak daun kelor tanpa penambahan nanopartikel perak tetapi keduanya sama-sama memiliki aktivitas antioksidan (Gambar 3 dan Gambar 4). Hal ini dimungkinkan karena senyawa turunan

flavonoid yaitu kuersetin dalam ukuran nanometer dapat mendonorkan atom hidrogennya secara cepat untuk membentuk produk yang lebih stabil [8].



Gambar 3. Hubungan konsentrasi dan % inhibisi menggunakan sampel AgNPs daun kelor



Gambar 4. Hubungan konsentrasi dan % inhibisi menggunakan sampel ekstrak daun kelor tanpa penambahan nanopartikel

Nilai IC_{50} dari sampel AgNPs daun kelor sebesar 61,78 ppm sedangkan nilai IC_{50} untuk sampel ekstrak daun kelor tanpa penambahan nanopartikel perak sebesar 124,41 ppm. Berdasarkan hasil tersebut sampel AgNPs daun kelor dapat dikategorikan kuat yang dibuktikan dengan nilai IC_{50} yang berada pada range 50-100 ppm. Sedangkan untuk sampel ekstrak daun kelor tanpa penambahan nanopartikel perak termasuk dalam kategori sedang yang dibuktikan dengan nilai IC_{50} yang berada pada range 101-150 ppm.

4. Kesimpulan

Suhu optimal dalam biosintesis nanopartikel perak ekstrak kental daun kelor (*Moringa oleifera*) adalah pada suhu 80°C. Uji karakterisasi pembentukan nanopartikel perak ekstrak kental daun kelor (*Moringa oleifera*) dengan variasi suhu menggunakan spektrofotometri UV-VIS mendapatkan panjang gelombang 413 nm dan uji karakteristik menggunakan PSA pada suhu 80°C mendapatkan ukuran rata-rata AgNPs sebesar 82,9 nm dan nilai PDI 0,225. AgNPs daun kelor memiliki kemampuan efektif sebagai antioksidan dalam menangkal radikal bebas

dengan nilai IC₅₀ sebesar 61,78 ppm sedangkan untuk ekstrak kental daun kelor tanpa penambahan nanopartikel perak memiliki nilai IC₅₀ sebesar 124,41 ppm

Referensi:

- [1] Azam B, Javanzad S, Saleh T, Hashemi M, Aghasadeghi MR. 2014. *Nanoparticles Potent Vectors For Vaccine Delivery Targeting Cancer And Infectious Diseases*. Human Vaccines & Immunotherapeutics. 10(2):321–332.
- [2] Bakir, 2011, Pengembangan Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Air Rebusan Daun Bisbul (*Diospyros blancoi*) untuk Deteksi Ion Tembaga Cu (II) dengan Metode Kolorimetri, Skripsi Tidak Diterbitkan, Program Studi Fisika FMIPA Universitas Indonesia, Depok.
- [3] Cita, Meitria. 2017. *Preparasi dan Karakterisasi Nanopartikel Isolat Andrografolida dengan Variasi Perbandingan PVA (Polyvinyl Alcohol)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- [4] Ditjen POM. 2000. *Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat*. Departemen Kesehatan RI, Jakarta. Halaman 3-5, 13-17, 30-31
- [5] Fuglie, L. 2002. *The Miracle Tree: The Multiple Attributes of Moringa*. Dakar.
- [6] Handayani, W. 2011. *Pemanfaatan Tumbuhan Tropis untuk Biosintesis Nanopartikel Perak dan Aplikasinya Sebagai Indikator Kolorimetri Keberadaan Logam Berat*. Tesis tidak diterbitkan, Pascasarjana Program Studi Biologi FMIPA Universitas Indonesia.
- [7] Haryani, Y., Kartika, F.G., Yuharmen, Putri, M.E., Alchalis, T.D., Melanie, Y. 2016. Pemanfaatan Ekstrak Air Rimpang Jahe Merah (*Zingiber Officinale* Linn Varrubrum) pada Biosintesis Sederhana Nanopartikel Perak. *Chemica et Natura Acta* 4(3): 151-155.
- [8] Haryono A., Sondari D., Harmami S.B. & Randy M. 2008. *Sintesa Nanopartikel Perak dan Potensi Aplikasinya*. *Jurnal Riset Industri*. 2 (3): 155-163
- [9] Intan Nabilah Oktavia and Suyatno Sutoyo. 2021. Sintesis Nanopartikel Perak menggunakan Bioreduktor Ekstrak Tumbuhan Sebagai Bahan Antioksidan. Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
- [10] P. I. Sari, M. L. Firdaus, and R. Elvia, —Pembuatan Nanopartikel Perak (NPP) dengan Bioreduktor Ekstrak Buah Muntingia calabura L untuk Analisis Logam Merkuri, *J. Pendidik. dan Ilmu Kim.*, vol. 1, no. 1, pp. 20–26, 2017.
- [11] Prasetyaningtyas, Tiwi., Prasetya, Agung Tri., Widiarti, Nuni. 2020. *Sintesis Nanopartikel Perak Termodifikasi Kitosan dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) dan Uji Aktifitasnya sebagai Antibakteri*. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- [12] Rahma. 2019. Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Ketapang (*Terminalia catappa*) Dengan Iradiasi Microwave. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- [13] Saputra, A. H., Haryono, A., Laksmono., J. A., dan Ashari, M. H. 2011. *Preparasi Koloid Nanosilver dengan Berbagai Jenis Reduktor Sebagai Bahan Anti Bakteri*. *Indonesia Journal of Materials Science*. Vol. 12, No. 3. Hal: 202-208
- [14] Sutrisno, Lisawati. 2011. *Efek Pemberian Ekstrak Methanol Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Meningkatkan Apoptosis Pada Sel Epitel Kolon Tikus (*Rattus**

Norøegius) Wistar Yang Diinduksi 7,12 Dimetil Benz (a) Antrasen (DMBA).
Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya.

- [15] Yuliasari, Shannora dab Hamdan. 2012. Karakterisasi Nanoemulsi Minyak Sawit Merah yang Disiapkan dengan High Pressure Homogenizer. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Bengkulu