

BIOSINTESIS NANOPARTIKEL EMAS MENGGUNAKAN EKSTRAK ETANOL DAUN JAMBU BOL PUTIH

Biosynthesis Of Gold Nanoparticles Using Leaf Ethanol Extract Of White Bol Guava

Astri Wiyani GM¹, Suriati Eka Putri², Muhammad Syahrir^{3*}

^{1,2,3*} Program Studi Kimia, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Makassar,
Jl. Daeng Tata 2 Kampus FMIPA Parangtambung UNM, Makassar, Sulsel
e-mail: syahrir_gassa@yahoo.com; astriwiyani1007@yahoo.com

DOI: 10.20527/jstk.v15i1.9144

Submitted: September 9, 2020; Revised version accepted for publication: November 10, 2020

Available online: January 21, 2021

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rasio antara prekursor dan bioreduktor yang sesuai untuk pembentukan nanopartikel emas serta mengetahui karakteristik nanopartikel emas yang dihasilkan. Larutan HAuCl₄ 25 ppm direduksi menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih dengan metode *microwave* dan tanpa *microwave* selama 120 detik pada suhu 80° C. Penentuan waktu reaksi optimum dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada beragam variasi waktu dimana ekstrak daun jambu bol putih mereduksi Au⁺³ menjadi Au⁰. Karakterisasi nanopartikel emas dilakukan menggunakan instrumen *scanning electron microscope* dan *X-Ray Diffraction*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume optimum untuk pembentukan AuNP adalah 0,75 mL yang memberikan absorbansi dan tingkat kestabilan yang tinggi. Morfologi nanopartikel yang dihasilkan tidak seragam, beragregasi, berbentuk kubik (FCC) dan ukuran yang dihasilkan rata-rata 17,13 nm.

Kata Kunci: Daun Jambu Bol putih, Ekstrak Etanol, Sintesis, Nanopartikel Emas

ABSTRACT

This research aims to investigate the volume of bioreductors suitable for the formation of gold nanoparticles and the characteristics of the gold nanoparticles produced. A 25 ppm HAuCl₄ solution was reduced using white bol guava leaves extracts with a microwave method and without microwave for 120 seconds at 80°C. The duration of an optimum reaction was determined by using spectrophotometer UV-Vis where white bol guava leaves reduced Au to be Au⁰. Nanoparticles were characterized using scanning electron microscope and X-Ray diffractometer instruments. The result of this research reveals that the optimum volume to form AuNP is 0,75 mL, as it gave the highest absorbance and stability. The morphology analysis showed that the nanoparticles yielded were heterogenous and slightly aggregated, with cubic shapes (face center cubic), and an average size of 17.13 nm.

Keywords: White Bol Guava Leaves, Ethanol Extract, Synthesis, Gold Nanoparticles.

PENDAHULUAN

Penelitian di bidang nanoteknologi telah menunjukkan terciptanya sebuah produk baru dengan kinerja yang lebih baik. Hal tersebut mengarahkan penelitian di bidang kimia untuk

mensintesis partikel yang berukuran nano (nanopartikel). Logam yang banyak dikembangkan menjadi nanopartikel yaitu Au (emas), Pt (platina), Ag (perak), dan Pd (paladium). Logam yang paling banyak diteliti

adalah emas (Au) karena ion emas diketahui memiliki aktivitas sebagai peredam radikal bebas yang dapat menimbulkan kerusakan di berbagai bagian sel yang menyebabkan penuaan (Sekarsari dan Titik; 2012).

Bentuk dan ukuran nanopartikel emas sangat penting dalam penentuan sifat optik, listrik, magnet, katalis dan antioksidan. Semakin kecil ukuran partikel semakin besar efek antioksidannya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi ukuran partikel dalam sintesis yaitu temperatur larutan, konsentrasi garam dan agen pereduksi dan waktu reaksi.

Sifat nanopartikel emas berbeda dengan emas dalam bentuk logam. Logam emas memiliki bentuk padat kuning dan inert sementara nanopartikel emas berwarna merah anggur dan larutan dilaporkan sebagai antioksidan. Interaksi partikel dan pembentukan jaringan nanopartikel emas merupakan kunci dalam penentuan sifat nanopartikel. Nanopartikel emas juga memiliki berbagai ukuran dan memiliki bentuk berbeda seperti misalnya bola, oktahedral, dekahedral, tetrahedral, nanotriangles, nanoprisms, heksagonal trombosit dan nanorods (Khan et.al., 2014).

Emas (Au) dapat disintesis baik secara kimia yaitu dengan mereduksi emas dalam bentuk garamnya, maupun secara fisika pada emas dalam bentuk ruahnya. HAuCl_4 mempunyai kelebihan yang menonjol dibandingkan emas dalam bentuk ruahnya, yaitu mempunyai sifat optik dan elektronik

dengan toksisitas yang rendah. Larutan Au memberikan rentang warna dari merah, coklat, hingga ungu seiring dengan peningkatan ukuran inti dari 1 nm sampai 100 nm.

Diameter nanopartikel emas berhubungan dengan luas permukaan koloid emas secara keseluruhan, semakin kecil diameter nanopartikel emas, maka akan semakin tinggi aktivitasnya (Amalia, 2016). Nanopartikel emas umumnya mempunyai struktur *face center cubic* (FCC). Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Srivastava dan Mausumi (2013), bahwa nanopartikel emas mempunyai struktur kristal FCC.

Nanopartikel emas memiliki kecenderungan sama dengan nanopartikel perak dari segi struktur kristal (Song, et al.; 2009). Sifat dari nanopartikel yang cenderung untuk beragregasi karena adanya gaya antar partikel yang kuat sehingga partikel-partikel tersebut akan mendekat dan berkumpul membentuk kluster. Pembentukan kluster nanopartikel emas dengan bertambahnya waktu kontak merupakan penyebab terjadinya perubahan kepekatan warna koloid nanopartikel emas.

Ukuran nanopartikel emas dapat dikontrol dengan berbagai cara, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah mengatur jenis atau konsentrasi dari agen pereduksinya. Reaksi reduksi yang cepat akan membentuk nanopartikel yang banyak pada permulaan proses sintesanya. Jumlah nanopartikel yang

banyak ini akan menghambat nanopartikel yang besar. Konsentrasi larutan yang homogen akan membantu terbentuknya nanopartikel emas yang homogen. Sintesis nanopartikel logam dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan, zat penstabil, pH larutan, suhu, dan pengadukan (Yulizar, 2004).

Sintesis nanopartikel dapat dilakukan dengan menggunakan iradiasi *microwave*. Keuntungan terbesar dari iradiasi *microwave* adalah panas yang dihasilkan merata dan dapat menembus wadah yang digunakan untuk mereaksikan sampel. Dengan iradiasi *microwave*, pembentukan inti nanopartikel juga lebih seragam dan waktu yang dibutuhkan juga lebih cepat jika dibandingkan dengan pemanasan konvensional untuk sintesis nanopartikel (Hasany, et al., 2012).

Bahan alam sebagai bioreduktor berperan untuk memberikan kontribusi pada pengurangan bahan reduktor anorganik. Bioreduktor ini memiliki keutamaan seperti tidak menghasilkan produk sampingan atau hanya menghasilkan produk samping yang ramah lingkungan yang mudah dipisahkan dan didapatkan dengan mudah serta harga yang relatif lebih murah karena merupakan bahan alam.

Daun jambu Bol Putih mengandung glikosida, sebagai antibakteri, antikanker dan imunostimulan. Daun jambu bol putih ini mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid, terpenoid, steroid dan fenolik. Menurut H. Usman (2012), beberapa jenis

tumbuhan mengandung senyawa flavanoid yang ditemukan sebagai zat warna merah, kuning, ungu, hijau dan biru.

Sifat dari senyawa golongan flavanoid yang mudah mengalami oksidasi yaitu pelepasan atau pendonor elektron untuk menghambat molekul antioksidan menjadi radikal bebas. Berdasarkan sifat antioksidannya ini dan mudahnya mengalami oksidasi dapat mempermudah proses pembentukan nanopartikel emas yang mengalami proses reduksi.

Uraian di atas menjadi dasar pemikiran peneliti untuk mensintesis nanopartikel emas dengan menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Makassar. Sintesis nanopartikel dan analisis dengan Spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Kimia PT. Sucofindo Indonesia. Karakterisasi dengan instrumen SEM EDS dilakukan di Laboratorium Kimia LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Yogyakarta, dan karakterisasi Instrumen XRD dilakukan di Laboratorium Terpadu (*Science Building*) Universitas Hasanuddin.

Preparasi Sampel

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jambu bol putih.

Tumbuhan ini diperoleh di Takalar, Sulawesi Selatan. Bagian tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun dalam kondisi segar. Daun jambu bol putih dipetik lalu dicuci hingga bersih dengan akuades. Daun tersebut dikeringanginkan di udara terbuka. Setelah kering, kemudian dipotong-potong kecil.

Setelah kering, sebanyak 1000 g daun jambu bol putih ditimbang kemudian dimaserasi dengan 10 L etanol 96 % selama 3 x 24 jam. Selanjutnya disaring menggunakan kain putih bersih dan disaring kembali menggunakan pompa vakum. Etanol diuapkan dari filtrat dengan menggunakan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental daun jambu bol putih yang siap digunakan untuk reaksi selanjutnya (Mittal et al: 2014).

Pembuatan Larutan HAuCl₄ 25 ppm

Larutan HAuCl₄ 25 ppm dibuat dengan melarutkan 0,0250 g serbuk emas ke dalam akuaregia sebanyak 4 mL dengan bantuan pemanasan. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL dan ditambahkan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan. Sebanyak 50 mL larutan HAuCl₄ 25 ppm dipipet kemudian disintesis dengan ekstrak etanol daun jambu bol putih.

Sintesis Nanopartikel Emas tanpa microwave

Sebanyak 50 mL larutan HAuCl₄ 25 ppm dipipet ke dalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan masing- masing sebanyak 0,25 mL; 0,75 mL; 1,25 mL, dan 2,00 mL ekstrak etanol daun jambu bol putih. Kemudian

campuran diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet selama 120 detik dan dilakukan pengamatan terhadap warna, pH dan spektrum UV-Vis dari larutan pada waktu 0,017 jam , 0,083 jam; 0,5 jam; 1 jam, 2 jam dan 3 jam, 24 jam, 72 jam, 168 jam dan 336 jam. Setelah dikarakterisasi, larutan campuran disentrifugasi dan dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen SEM EDS dan instrumen XRD.

Sintesis Nanopartikel Emas menggunakan microwave

Sebanyak 50 mL larutan HAuCl₄ 25 ppm dipipet kedalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan masing- masing sebanyak 0,25 mL; 0,75 mL; 1,25 mL dan 2.00 mL ekstrak etanol daun jambu bol putih. Kemudian campuran disintesis menggunakan *microwave* selama 120 detik pada suhu 80° C dan dilakukan pengamatan atas karakter larutan campuran yang meliputi warna, pH dan spektrum UV-Vis pada waktu 1 menit, 5 menit, 30 menit, 1 jam, 2 jam dan 3 jam, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 7 hari dan 14 hari. Setelah dikarakterisasi, larutan campuran disentrifugasi dan dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen SEM EDS dan instrumen XRD.

Karakterisasi menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)

Serbuk nanopartikel emas yang dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam botol vial untuk dikarakterisasi menggunakan instrumen *X-Ray Diffractometer* (XRD). Serbuk halus AuNP tersebut dimasukkan kedalam wadah sampel kemudian disinari dengan

menggunakan sinar-X pada nilai 2θ sebesar 38,1750; 34,2975 dan 44,3150 dengan masing-masing nilai FWHM 0,97; 0,745 dan 1,11. Selain itu, index Miller masing-masing puncak yaitu (111), (200), (202) dan (311). Kemudian hasil pembacaan instrumen XRD diteruskan ke seperangkat komputer dan CPU lalu instrumen XRD memberikan data-data berupa intensitas difraksi sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut 2θ (Lembang, 2013).

Karakterisasi menggunakan instrument *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Serbuk nanopartikel emas yang dihasilkan dipreparasi terlebih dahulu dengan melapisi serbuk AuNP menggunakan logam yang konduktif seperti Au. Perlakuan ini dinamakan *coating*. Kemudian sample dimasukkan ke dalam wadah sampel dan dibaca pada detektor dengan tegangan 15 kV. Kemudian pada layar monitor CRT (*Cathode Ray Tube*) akan muncul data mengenai morfologi, komposisi, dan informasi kristalografi (Prasetyo, 2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengamatan Warna dan pH

Ekstrak etanol daun jambu bol putih dengan volume yang bervariasi (0,25 mL; 0,75 mL; 1,25 mL, dan 2,00 mL) direaksikan dengan 50 mL larutan HAuCl_4 25 ppm. Volume bioreduktor divariasikan untuk mengetahui volume optimum yang digunakan untuk mereduksi Au^{3+} menjadi Au^0 dan didapatkan volume optimum pada penambahan 0,75 mL.

Waktu reaksi divariasikan agar dapat memperoleh waktu optimum reduksi Au dan melihat kestabilan nanopartikel emas. Waktu optimum pada pembentukan nanopartikel emas adalah 60 menit. Hasil yang diperoleh digunakan sebagai analisis awal terbentuknya AuNP dari hasil reduksi ion emas dalam larutan menjadi AuNP menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih.

Secara umum indikator terbentuknya AuNP salah satunya dapat dilihat pada perubahan warna larutan, dimana larutan menjadi ungu kehitaman. Berdasarkan penelitian ini, larutan AuNP berubah dari kuning kecoklatan menjadi ungu kehitaman pada menit ke 60. Seiring bertambahnya waktu, warna larutan menjadi semakin pekat diakibatkan terjadinya reaksi reduksi antara bioreduktor dengan prekursor HAuCl_4 . Perubahan warna AuNP dari menit pertama sampai waktu 136 jam.



Gambar 1. Perubahan warna larutan nanopartikel emas.

Warna ungu yang terbentuk mengindikasikan telah terjadinya reduksi dari

Au^{3+} menjadi Au^0 . Perubahan-perubahan warna yang terjadi selama sintesis menunjukkan pertumbuhan kluster yang dihasilkan semakin besar, dimana pada saat atom emas belum saling berinteraksi satu sama lain larutan tidak berwarna.

Dalam jumlah tertentu, kluster emas memberikan warna ungu kecoklatan yang diikuti menjadi ungu gelap. Saat kluster semakin besar dan memasuki ukuran nano, emas menjadi berwarna ungu. Atom-atom Au akan saling berinteraksi dengan ikatan logam sesamanya dan menghasilkan kluster dalam jumlah yang sangat besar.

Terjadinya perubahan warna yang signifikan antara metode *microwave* dan tanpa *microwave* yaitu pada metode *microwave* terjadi perubahan warna yang cepat, yaitu dari kuning menjadi ungu kehitaman pada waktu 5 menit dan menit selanjutnya. Sedangkan pada metode tanpa *microwave*, perubahan warna dari kuning menjadi ungu kehitaman terjadi pada waktu 60 menit dan selanjutnya pada hari berikutnya.

Dengan iradiasi *microwave*, pembentukan inti nanopartikel juga lebih seragam dan waktu yang dibutuhkan juga lebih cepat jika dibandingkan dengan pemanasan konvensional untuk sintesis nanopartikel (Hasany, et al., 2012). Dapat disimpulkan bahwa metode *microwave* dapat menyebabkan perubahan warna yang relatif cepat terhadap nanopartikel emas yang dihasilkan.

Pengamatan terhadap pH diukur selama

bertambahnya waktu. Pengukuran nilai pH dilakukan untuk mengamati adanya kemungkinan perubahan pH selama reaksi berlangsung. Pengukuran pH dimulai untuk larutan prekursor, dan bioreduktor dengan masing-masing nilai pH yaitu 2,05, dan 3,93. Nilai pH nanopartikel emas yaitu pH 1,76, setelah hari-7 dan hari-14 pH tidak berubah. Penurunan nilai pH AuNP dibandingkan pH prekursor dan bioreduktor dapat disebabkan terjadinya kenaikan keasaman AuNP.

Spektrum UV-Vis Sintesis Nanopartikel pada Berbagai Rentang Waktu.

Nanopartikel emas memiliki panjang gelombang 500- 600 nm (Solomon et.al, 2007). Proses pembentukan AuNP terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 2 dari adanya pergeseran panjang gelombang maksimum larutan HAuCl_4 yaitu 333,00 nm menjadi 565 nm.

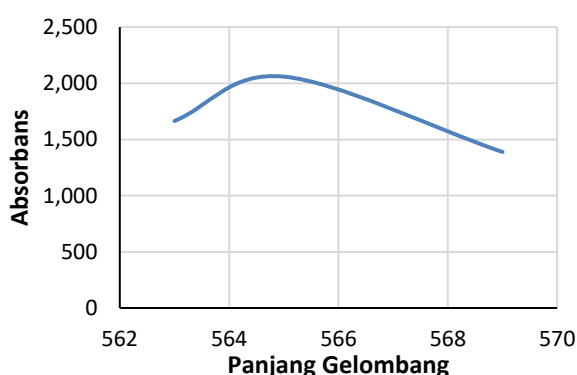
Hal tersebut menjadi dasar bahwa nanopartikel emas telah berhasil disintesis karena terjadi pergeseran batokromik, dan dalam penelitian ini volume yang optimum dalam pembentukan AuNP adalah pada volume 0,75 karena pada volume tersebut memiliki absorbansi yang tinggi pada panjang gelombang 559-563 nm dan juga pada penambahan volume 0,75 mL pembentukan AuNP tetap konstan pada hari pertama, hari ke-7 dan ke-14.

Pada penambahan volume bioreduktor 0,25 mL tidak terjadi perubahan λ maks. Pada penambahan volume bioreduktor 0,75 mL dan 1,25 mL terjadi kenaikan λ maks. Kemudian

pada penambahan 2,00 mL λ maks kembali stabil. Dengan penambahan bioreduktor, maka ion Au^{3+} yang tereduksi menjadi Au^0 juga semakin banyak. Semakin besar volume bioreduktor, maka absorbansi yang dihasilkan semakin besar. Bertambahnya absorbansi menunjukkan bahwa nanopartikel emas hasil reduksi semakin banyak, hal tersebut menyebabkan tumbukan antar partikel lebih sering terjadi dan dapat mengakibatkan terjadinya aglomerasi (Sovawi, 2016).

Tabel 1. Nilai absorbansi terhadap panjang gelombang AuNP pada setiap waktu tertentu

Waktu (menit)	λ maks	Abs
1	564	0,332
5	569	1,902
30	564	0,244
60	569	1,388
120	565	2,059
180	563	1,664



Gambar 2. Hasil pengamatan panjang gelombang maksimum AuNP menggunakan microwave

Pada penambahan volume bioreduktor 0,25 mL tidak terjadi perubahan λ maks. Pada penambahan volume bioreduktor 0,75 mL dan

1,25 mL terjadi kenaikan λ maks. Kemudian pada penambahan 2,00 mL, λ maks kembali stabil. Dengan penambahan bioreduktor, maka ion Au^{3+} yang tereduksi menjadi Au^0 juga semakin banyak. Semakin besar volume bioreduktor, maka absorbansi yang dihasilkan semakin besar. Bertambahnya absorbansi menunjukkan bahwa nanopartikel emas hasil reduksi semakin banyak, hal tersebut menyebabkan tumbukan antar partikel lebih sering terjadi dan dapat mengakibatkan terjadinya aglomerasi (Sovawi, 2016).

Selain untuk mengetahui waktu dan volume optimum, instrumen spektrofotometer UV-Vis dapat digunakan untuk melihat kestabilan nanopartikel yang terbentuk. Larutan nanopartikel yang stabil pada waktu pengamatan hingga hari ke 14 adalah larutan nanopartikel emas dengan volume penambahan bioreduktor sebesar 0,75 mL dengan bantuan *microwave*. Hal ini disebabkan karena dengan adanya bantuan *microwave* dapat menambah energi (panas) saat terjadi sintesis sehingga proses reaksi reduksi akan semakin cepat dan dapat tereduksi secara sempurna.

Berdasarkan penelitian ini, bioreduktor yang ditambahkan dalam sintesis dapat pula berperan sebagai stabilisator. Berdasarkan data kestabilan nanopartikel emas, terlihat bahwa pergeseran absorbansi maksimum koloid nanopartikel emas tidak terlalu signifikan. Hal tersebut menunjukkan bahwa koloid nanopartikel emas yang dihasilkan dari sintesis

nanopartikel emas menggunakan bioreduktor ekstrak etanol daun jambu bol putih dan irradiasi *microwave* cukup stabil. Walaupun terdapat beberapa penurunan absorbansi yang mengindikasikan terjadinya aglomerasi, namun aglomerasi yang terjadi tidak terlalu signifikan. Hal tersebut membuktikan bahwa bioreduktor ekstrak etanol daun jambu bol putih dapat pula berperan sebagai stabilisator.

Hasil analisis membuktikan bahwa ekstrak etanol daun jambu bol putih dapat digunakan sebagai bioreduktor dalam proses sintesis nanopartikel emas. Senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam daun jambu bol putih yaitu senyawa tanin yang berpotensi sebagai agen pereduksi dalam proses sintesis nanopartikel emas. Warna ungu kehitaman yang terbentuk mengindikasikan telah terjadinya reduksi dari Au^{3+} menjadi Au^0 . Berdasarkan hasil spektrum infra merah yang diperoleh oleh Sarwina (2013), diperoleh gugus fungsi yang menunjukkan gugus fungsi senyawa fenolik. Senyawa fenolik yang berperan dalam proses reduksi adalah tanin.

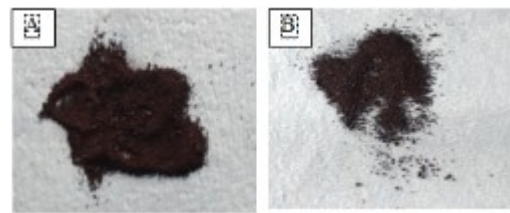
Kemudian langkah selanjutnya, larutan nanopartikel emas kemudian disentrifugasi selama 45 menit pada kecepatan 8900 rpm untuk mengendapkan nanopartikel emas. Endapan nanopartikel yang didapatkan adalah endapan berwarna coklat kehitaman. Endapan dan larutan yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4. Endapan nanopartikel emas yang diperoleh kemudian dicuci dengan

menggunakan akuabides untuk memperoleh nanopartikel murni.



Gambar 3. Larutan dan Endapan Nanopartikel Emas

Dari sintesis nanopartikel emas, diperoleh serbuk berwarna coklat kehitaman sebanyak 0,0430 gram (menggunakan *microwave*) dan 0,0400 gram (tanpa *microwave*).

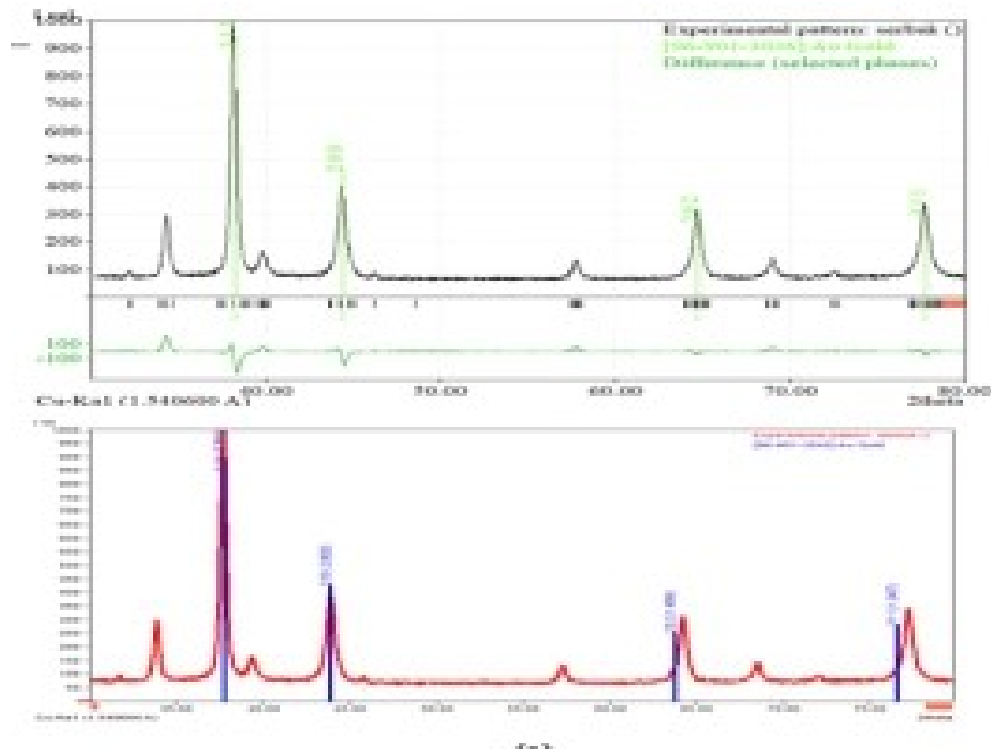


Gambar 4. Endapan AuNP

Nanopartikel emas yang diperoleh melalui proses sintesis dengan ekstrak etanol daun jambu bol putih kemudian dianalisis dengan menggunakan instrumen XRD dan SEM. Untuk menganalisis morfologi, dan diameter nanopartikel emas.

Karakterisasi Nanopartikel Emas dengan Instrumen XRD

Serbuk dari hasil sintesis selanjutnya dikarakterisasi menggunakan XRD. Analisis menggunakan XRD ini dilakukan untuk mengetahui bentuk dan ukuran kristal nanopartikel emas yang dilakukan dengan mencocokkan data dari *Joint Committee on Powder Diffraction Standards* (JCPDS).



Gambar 5. Pola XRD nanopartikel emas

Pembentukan nanopartikel emas disintesis menggunakan fraksi etanol daun jambu bol putih didukung oleh pengukuran difraksi sinar-X (XRD). Puncak - puncak pola difraksi nanopartikel emas dengan menggunakan *microwave* ditunjukkan pada nilai 2θ yaitu 37,9120; 34,0776 dan 44,0894 dengan masing-masing nilai FWHM 0,388; 0,367 dan 0,517. Puncak - puncak pola difraksi nanopartikel emas tanpa menggunakan *microwave* ditunjukkan pada nilai 2θ yaitu 37,8604; 34,0310, dan 44,0535 dengan masing-masing nilai FWHM 0,414; 0,389, dan 0,545.

Selain itu, index Miller masing-masing puncak yaitu (111), (200), (202) dan (311). Pada orientasi (202) dan (311) terlihat puncak lemah dan jauh lebih kuat pada orientasi (111)

dan (200). Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel emas dominan pada orientasi (111) dan (200). Hasil analisis XRD nanopartikel emas dengan Index Miller (111), (200), (220), dan (311) (Singh et al, 2012). Hal ini dapat menunjukkan parameter kisi dari kristal emas. Akan tetapi terlihat yang memiliki intensitas tertinggi adalah (111) yang menggambarkan parameter kisi kubik (Singh et al, 2012). Gambar 5 menunjukkan gambar pola XRD nanopartikel emas menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih dengan metode *microwave* dan tanpa *microwave*.

Indeks Miller merupakan bidang kisi kristal (hkl) yang menyatakan sistem kristal suatu material. Sistem kristal dari nanopartikel emas ialah kubik (Nikmatin et al, 2012).

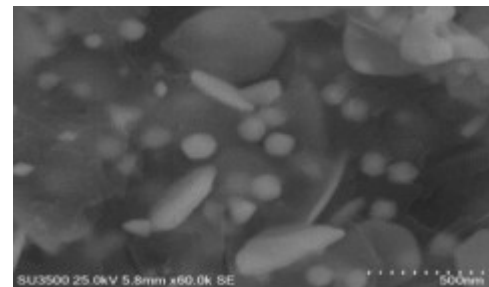
Pada sudut 2θ menghasilkan beberapa puncak dari nanopartikel emas. Akan tetapi yang memiliki intensitas tinggi dengan metode *microwave* adalah pada sudut 2θ 37,9120 dengan nilai FWHM 0,388 dan tanpa menggunakan *microwave*, yang memiliki intensitas yang tinggi pada sudut 2θ 44,0535 dengan nilai FWHM 0,548 sehingga dapat dijadikan acuan perhitungan ukuran nanopartikel emas. Berdasarkan hasil XRD didapatkan ukuran nanopartikel emas dengan menggunakan *microwave* yaitu 17,13 nm dan tanpa *microwave* yaitu 17,57 nm.

Lembang (2013) berhasil mensintesis nanopartikel emas dari ekstrak rebusan daun ketapang dengan ukuran 18,91 nm. Amalia Sovawi (2016) berhasil mensintesis nanopartikel emas ekstrak buah jambu biji merah dengan metode *microwave* dengan ukuran nanopartikel emas yaitu 23,43 nm. Hal tersebut menunjukkan bahwa nanopartikel emas yang disintesis menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibanding ekstrak rebusan daun ketapang dan ekstrak etanol buah jambu biji merah.

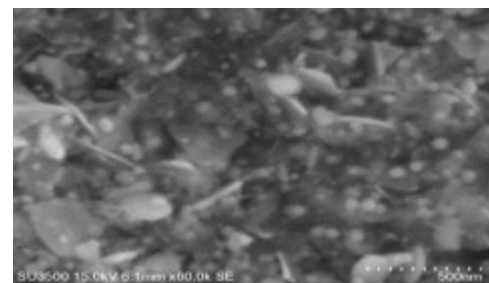
Karakterisasi Nanopartikel Emas dengan Instrumen SEM

Nanopartikel yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan instrumen SEM. Endapan yang diperoleh kemudian dikeringkan sehingga diperoleh serbuk nanopartikel emas yang kemudian dianalisis dengan menggunakan instrumen SEM.

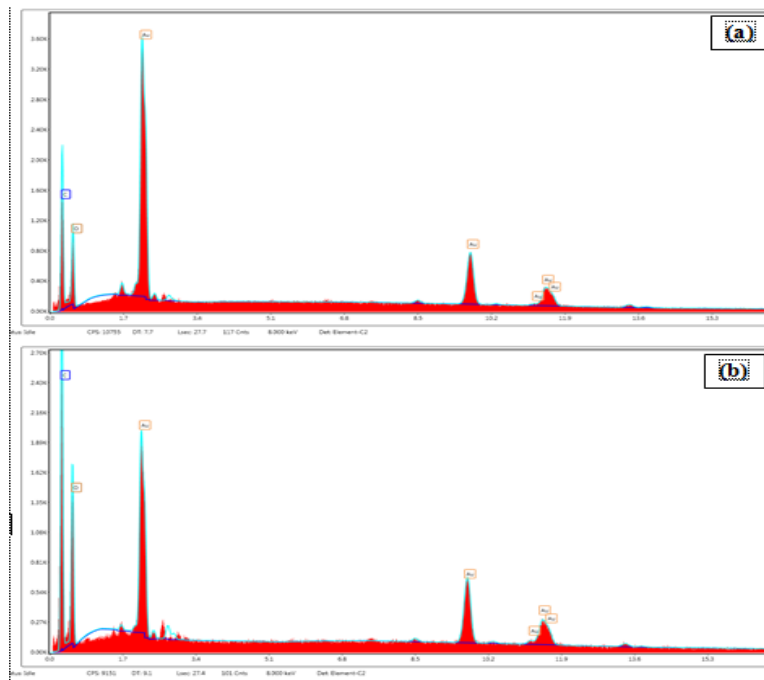
Analisis nanopartikel dengan instrumen SEM dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui morfologi serta kecenderungan nanopartikel untuk beragregasi. SEM bekerja dengan cara menembakkan elektron menuju permukaan sampel, sampel kemudian memantulkan pancaran elektron tersebut kemudian detektor memindai pancaran elektron yang berasal dari sampel untuk menghasilkan gambar perbesaran sampel. Gambar 6 dan 7 merupakan gambar, bentuk serta ukuran nanopartikel dengan metode *microwave* dan tanpa *microwave* yang diperoleh melalui hasil pengamatan menggunakan instrumen SEM, berdasarkan gambar yang diperoleh dapat dilihat bahwa nanopartikel emas yang disintesis tidak seragam, dengan ukuran yang cenderung bervariasi.



Gambar 6. Morfologi AuNP dengan menggunakan *microwave*



Gambar 7. Morfologi AuNP tanpa menggunakan *microwave*



Gambar 8. (a) Grafik EDS nanopartikel emas metode microwave (b) Grafik EDS nanopartikel emas metode tanpa microwave

Hasil SEM dengan metode *microwave* dan tanpa *microwave* menunjukkan morfologi dari gambaran hasil pantulan BSE (*Backscattered Electron*). Pantulan ini memberikan perbedaan berat molekul dari atom-atom yang menyusun permukaan, dimana atom dengan berat molekul tinggi akan berwarna lebih terang daripada atom dengan berat molekul rendah.

Nanopartikel emas digambarkan pada gambar yang lebih terang, hal ini diperkuat dengan hasil EDS yang memberikan informasi mengenai komposisi elemen atau unsur, yang terkandung dalam hasil endapan nanopartikel emas (Lembang, 2013).

Berdasarkan grafik komposisi elemental hasil analisa metode microwave dengan EDS terdiri dari emas (Au) sebesar 54,92%, karbon

(C) sebesar 27,4% dan oksigen (O) sebesar 17,68%. Dan hasil analisa metode tanpa microwave dengan EDS terdiri dari emas (Au) sebesar 42,17%, karbon (C) sebesar 34,52%, dan oksigen (O) sebesar 23,31%. Berdasarkan analisis dengan kedua metode tersebut diperoleh kadar karbon yang cukup tinggi yang memungkinkan gangguan kualitas nanopartikel emas yang dihasilkan. Akan tetapi kadar nanopartikel emas pada kedua metode tersebut agak mendominasi hasil sintesisnya, dimana kadar nanopartikel emas dengan menggunakan metode *microwave* lebih besar jumlahnya dibandingkan tanpa metode *microwave*. Hal ini disebabkan karena penggunaan *microwave* dapat memberikan energi atau kalor sehingga dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia pada nanopartikel emas yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Rasio prekursor dengan bioreduktor yang sesuai untuk pembentukan nanopartikel emas adalah pada volume 0,75 mL dengan waktu reaksi optimum 60 menit karena memiliki absorbansi dan kestabilan nanopartikel yang tinggi.

Nanopartikel emas dapat disintesis dengan metode bioreduksi menggunakan ekstrak etanol daun jambu bol putih. Semakin lama waktu reaksi maka semakin bertambah ukuran nanopartikel emas yang dihasilkan. Nanopartikel emas yang dihasilkan berbentuk kubus (FCC) dengan ukuran pada metode *microwave* sebesar 17,13 nm dan tanpa *microwave* sebesar 17,57 nm dengan jumlah kandungan nanopartikel emas masing-masing sebesar 54,92% dan 42,17%. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai optimasi suhu pada sintesis nanopartikel emas.

DAFTAR PUSTAKA

- Hasany, S.F.I. Ahmed, Rajan and Rehman, J. A., 2012. Systematic Review of the preparation Techniques of Iron Oxide Magnetic Nanoparticles. *Nanoscience and nanotechnology*, 2(6), pp. 148-158.
- Khan, A., Rashid, R., Murtaza, G., and Zahra, A., 2014. Gold Nanoparticles: Synthesis and Applications in Drug Delivery, *Trop. J. Pharm Res.* July., 13(7), pp.1169-1177.
- Lembang, M.S., 2013. Sintesis Nanopartikel Emas Dengan Metode Reduksi Menggunakan Bioreduktor Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*), Skripsi (tidak diterbitkan), Program Studi Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin.
- Mittal, K.A., Bhaumik, J., Kumar, S., and Baanerjee, U.C., 2014. Biosynthesis of silver nanoparticles: Elucidation of prospective mechanism and therapeutic potential, *Colloid J. Interf Sci*, 415, pp.39-47.
- Nikmatin. S, Purwanto S, Maddu A, Mandang T, and Purwanto A, 2012. Analisis Struktur Selulosa Kulit Rotan Sebagai Filler Bionanokomposit dengan Difraksi Sinar X. *Jurnal Sains Material Indonesia*. 13(2), pp.97-102.
- Sekarsari, R.A. and Taufikurrohman, T., 2012. Sintesis dan Karakterisasi Nanogold dengan Variasi Konsentrasi HAuCl₄ sebagai Materi Antiaging dalam Kosmetik. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012* ISBN: 978-979-028-550-7.
- Song, J.Y., Jang, H.K., and Kim, B.S., 2009. Biological Synthesis of Gold Nanoparticle Composites using Magnolia Kobus and Diopyros Kaki Leaf Extract. *Process Biochemistry*, 44, pp.1133-1138.
- Sovawi, A.C., Harjono, H., and Kusuma S.B.W., 2016. Sintesis Nanopartikel Emas dengan Bioreduktor Ekstrak Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). *Indonesian Journal of Chemical Science*. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Singh, C., Baboota, R.K., Naik, P.k., and Singh, H., 2012. Biocompatible Synthesis of Silver and Gold Nanoparticles using Leaf Extract of Dalbergia sisoo, Res. Article., VBRI Press, India.
- Solomon, S.D., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A.V, Rutkowsky, S.A., and Boritz, C., 2007. Synthesis and Study of Silver Nanoparticles, *J. Chem. Edu.* 84(2), pp.322-325.
- Srivastava, Nishant and Mukhopadhyay, M., 2013. *Biosynthesis and Characterization of Gold Nanoparticles using zooglea ramigera and Assesment of its Antibacteria;*

Property. New York: Springer Scinence Media.

Usman H. 2012. *Dasar-Dasar Kimia Organik Bahan Alam*, Dua Satu Press. Makassar.

Prasetyo, Y. 2011. Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscopie. [http:// yudiprasetyo53.Word - press. com/ 2011/ 11/ 07/ scanning -electron-microscope-sem-dan-optical – emission - spectroscopie-oes/](http://yudiprasetyo53.Wordpress.com/2011/11/07/scanning-electron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopie-oes/) Tanggal akses 19 Maret 2012.

Yulizar, 2004. *Teknik Pengukuran Spesies Permukaan/Antar Muka*, UI-Press, Depok.