

PEMBUATAN NANOPARTIKEL PERAK (AgNP) DENGAN ANTIBAKTERI BIOREDUKTOR EKSTRAK AMPAS JERUK NIPIS (*CITRUS AURANTIFOLIA*)

SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES (AGNP) USING LIME PEEL EXTRACT (CITRUS AURANTIIFOLIA) AS AN ANTIBACTERIAL COMPOUND

Robinson Manalu¹, Diki Muchtar², Efie Indrianti³

¹Jurusan Teknik Tekstil, Sekolah Tinggi Wastukencana

robinsonmanalu@wastukencana.ac.id

²Jurusan Teknik Tekstil, Sekolah Tinggi Wastukencana

diki.muchtar@wastukencana.ac.id

³Jurusan Teknik Tekstil, Sekolah Tinggi Wastukencana

efieindrianti@wastukencana.ac.id

Corresponding autor email : diki.muchtar@wastukencana.ac.id

ABSTRAK

Nanopartikel perak telah banyak dibuat dengan beberapa metode dan kondisi yang berbeda diantaranya metode reduksi kimia, foto kimia, sonokimia. Sintesis nanopartikel perak (AgNP) pada penelitian ini menggunakan metode reduksi kimia karena metode ini mudah dilakukan, sederhana, ramah lingkungan dan menghasilkan nanopartikel perak (AgNP) yang cukup baik. Pada proses sintesis nanopartikel perak (AgNP) ini digunakan bioreduktor ekstrak ampas kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai bahan pereduksi dan polietilena glikol (PEG) 6000 sebagai stabilisator. Pada prinsipnya nanopartikel perak (AgNP) dengan metode reduksi kimia, ion logam perak direduksi oleh bioreduktor ekstrak ampas kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dan dengan penambahan polietilena glikol (PEG) 6000 untuk menstabilkan nanopartikel perak (AgNP). Larutan nanopartikel perak (AgNP) yang terbentuk selanjutnya dianalisa karakteristiknya menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan Particle Size Analyser (PSA). Dari hasil analisa spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa nanopartikel perak (AgNP) yang paling stabil adalah yang disintesis menggunakan bioreduktor 3 mL, pH 11 dan perbandingan AgNO₃ : PEG-6000 (1 : 1) menghasilkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 420 nm. Karakterisasi menggunakan *Particle Size Analyser* (PSA) menunjukkan ukuran nanopartikel perak (AgNP) terkecil adalah sebesar 40 nm dengan rata-rata ukuran sebesar 352 nm, median sebesar 70 nm, mode sebesar 67 nm dan volume ukuran nanopartikel perak (AgNO) sebesar 73,11 %.

Kata kunci : Jeruk nipis, bioreduktor, nanopartikel perak, antibakteri, reduksi oksidasi

ABSTRACT

Silver nanoparticles have been made with several different methods and conditions including chemical reduction methods, photochemistry, sonochemistry, ultrasonic radiation,. The synthesis of silver nanoparticles (AgNP) in this study used a chemical reduction method because this method is easy to do, simple, environmentally friendly and produces quite good silver nanoparticles (AgNP). In the process of synthesizing silver nanoparticles (AgNP), a bioreductant of lime peel extract (Citrus aurantifolia) was used as a reducing agent and polyethylene glycol (PEG) 6000 as a stabilizer. In principle, silver nanoparticles (AgNP) by chemical reduction method, silver metal ions are reduced by a bioreductant of lime peel extract (Citrus aurantifolia) and with the addition of polyethylene glycol (PEG) 6000 to stabilize silver nanoparticles (AgNP). The silver nanoparticle (AgNP) solution formed was then analyzed for its characteristics using UV-Vis spectrophotometer and Particle Size Analyzer (PSA). The result of UV-Vis spectrophotometer analysis showed that the most stable silver nanoparticles (AgNP) were those synthesized using a 3 mL bioreductant, pH 11 and the ratio of AgNO₃ : PEG-6000 (1 : 1) resulted in an absorbance peak at a wavelength of 420 nm. Characterization using Particle Size Analyzer (PSA) showed the smallest silver nanoparticle size (AgNP) was 40 nm with an average size of 352 nm, median of 70 nm, mode of 67 nm and volume of silver nanoparticle size (AgNP) of 73.11. %.

Keywords: Lime peel, bioreductant, silver nanoparticles, antibacterial, reduction oxidation

1 PENDAHULUAN

Kebutuhan industri tekstil terhadap bahan baku serat sintetis cenderung meningkat, selain itu terjadi kecenderungan pengembangannya kearah sifat yang lebih spesifik salah satunya tekstil antibakteri. Para peneliti sebelumnya telah banyak meneliti dan mengembangkan senyawa-senyawa untuk mendapatkan sifat antibakteri, beberapa senyawa yang sering digunakan untuk proses pembuatan tekstil antibakteri diantaranya senyawa Triclosan (Giuliano dan Rybak, 2015), Heksadesiltrimetoksisilan (HDTMS) (Rohaeti dan Zulaikha, 2017), garam Quaternary ammonium dan Zwitterionic sulfobetaine (Zhang et al., 2018), Zinc oxide (ZnO) (Momotaz et al., 2020), kitosan (Ummu Habeeba, Reshmi dan Sujith, 2017), perak (Ag+) (Guerra et al., 2018) dan emas (Au³⁺) (Youssef et al., 2019).

Beberapa tahun terakhir, perkembangan di bidang nanoteknologi semakin meningkat. Salah satu bidang dari perkembangan nanoteknologi adalah nanopartikel. Nanopartikel merupakan partikel yang mempunyai ukuran dalam skala nanometer yaitu berkisar antara 1-100 nm, namun negara-negara eropa mendefinisikan nanopartikel sebagai material yang terdiri dari nanopartikel di antaranya setidaknya memiliki 50% atau lebih ukuran dimensi antara 1 dan 100 nm (Commission, European dan Joint, 2010). Nanopartikel memiliki nilai lebih karena nanopartikel memiliki luas permukaan yang besar dan sifat fisik yang menguntungkan, termasuk sifat magnetik, sifat optik bersama sifat termal dan sifat kimia seperti reaktivitas (Ghrair, Ingwersen dan Streck, 2009). Salah satu jenis nanopartikel dengan manfaat yang luas yaitu nanopartikel perak (AgNP).

Penggunaan senyawa perak sebagai antibakteri mulai menarik minat peneliti karena keunikan dan keunggulannya yang memiliki aktifitas penghambatan pertumbuhan dan membunuh bakteri serta sifatnya yang tidak beracun bagi tubuh manusia pada konsentrasi rendah (Naik dan Kowshik, 2017). Mekanisme nanopartikel perak sebagai zat antibakteri, yaitu nanopartikel perak (AgNP) dapat melekat pada dinding sel mikroorganisme sehingga dapat mengganggu permeabilitas dinding sel serta respirasi seluler. Selain itu, nanopartikel perak (AgNP) juga dapat menembus jauh kedalam dinding sel sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan sel dengan cara berinteraksi dengan fosfor ataupun senyawa yang mengandung sulfur, seperti DNA dan protein yang terdapat didalam sel. Sifat bakteriasidal nanopartikel perak disebabkan karena adanya proses pelepasan ion perak dari partikel yang dapat memberikan aktivitas antibakteri (Kataria et al., 2013). Senyawa perak telah banyak diteliti sebagai senyawa antibakteri dalam industri tekstil, seperti penggunaan perak untuk serat wool (Mahmud et al., 2018). Dari penelusuran literatur yang dilakukan umumnya senyawa perak (Ag) sebagai senyawa antibakteri digunakan sebagai senyawa penyempurnaan tekstil antibakteri.

Nanopartikel perak (AgNP) telah banyak dibuat dengan beberapa metode dan kondisi yang berbeda seperti metode reduksi kimia, foto kimia, sonokimia, radiasi ultrasonik, sintesis solvotermal, dan lainnya (Lee, Song dan Lee, 2010). Metode yang paling banyak digunakan untuk membuat nanopartikel perak (AgNP) adalah dengan menggunakan metode reduksi kimia karena dalam proses pembuatannya sederhana dan ramah lingkungan.

Penggunaan senyawa antibakteri yang digunakan sebagai zat aditif pada pembuatan serat belum banyak dilakukan. Aplikasi penggunaan nanopartikel perak dalam pembuatan serat poliester belum dilakukan, sementara kebutuhan serat yang memiliki aktivitas antibakteri cukup banyak. Nanopartikel perak (AgNP) dapat disintesis secara fisika, kimia dan biologis. Metode fisika dan kimia memiliki kelemahan harga yang mahal dan tidak ramah lingkungan. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan metode biologis dalam hal ini mikroorganisme atau ekstrak tumbuhan digunakan sebagai agen pereduksi (Renugadevi dan Aswini, 2012). Biosintesis menggunakan ekstrak tanaman telah dilakukan beberapa peneliti sebelumnya, seperti sambiloto (Purnomo, Rupiasih dan Sumadiyasa, 2017), daun belimbing wuluh (Prasetiowati et al., 2018), buah jambu biji merah (Fatihin, Harjono dan Kusuma, 2016), daun pucut idat (Fabiani et al., 2019), daun salam (Taba, Parmitha dan Kasim, 2019) dan buah harendong (Syafitri, Bintang dan Falah, 2014) berhasil dilakukan. Dari hasil penelusuran pustaka, penggunaan ampas jeruk nipis sebagai bahan bioreduktor belum dilakukansebelumnya, oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan cara pembuatan nanopartikel perak (AgNP) dengan menggunakan bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan merancang senyawa antibakteri dari material nanopartikel perak (AgNP) menggunakan bahan dari bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*).

2 METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dibeli dari pasar lokal gedebage Bandung, Etanol teknis 96% (Brataco), perak nitrat (AgNO_3) (Merck), kertas saring whatman no. 1 (Sakura Medical), NaOH (Sakura Medical) dan aquades (Sakura Medical).

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah erlenmeyer (Pyrex 100, 250 dan 400 ml), gelas ukur 100 ml, labu ukur 500 ml, piala gelas (50, 100, 250 dan 500 ml), *magnetic stirrer* dan *magnetic bar*, *hot plate* 6 tungku, oven, pipet 10 ml, kertas pH, kertas saring Whatmann no. 1, termometer dan timbangan analitik.

Prosedur Percobaan

1. Pembuatan Bubuk Ampas Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)
Sebanyak 2 kg jeruk nipis dipotong menjadi dua bagian kemudian diperas untuk mendapatkan ampasnya, dihancurkan menjadi potongan kasar menggunakan blender dan dijemur tanpa terkena sinar matahari selama 3 hari sampai kering. Kulit jeruk nipis dinyatakan sudah kering jika sudah berkerut. Setelah kering ampas jeruk nipis dihaluskan menggunakan alat blender.
2. Pembuatan Larutan Bioreduktor Ekstrak Ampas Kulit Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)
Untuk mendapatkan bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis digunakan metode maserasi. Ampas kulit jeruk nipis yang sudah dihaluskan ditimbang sebanyak 20 gram kemudian direndam 72 jam menggunakan ethanol 96% sebanyak 250 ml. Setiap 24 jam hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan filtrat, lalu dimasukkan ethanol baru sebanyak 250 ml untuk melakukan maserasi kembali. Setelah selesai larutan dipekatkan menjadi 100 ml dengan dipanaskan pada suhu 78-80°C menggunakan *hot plate*, lalu disaring kembali menggunakan kertas whatman no. 1 sehingga dihasilkan filtrat yang akan dipakai sebagai bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis.
3. Pembuatan Larutan Perak Nitrat (AgNO_3)
Sebanyak 1,7 gram perak nitrat ditimbang dan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda tera, kemudian diaduk sampai larutan homogen. Maka didapat larutan perak nitrat 10 mM.
4. Pembuatan Larutan Perak Nitrat (AgNO_3)
Sebanyak 6 gram PEG ditimbang dan kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 1000 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda tera, kemudian dikocok sampai larutan homogen. Maka didapatkan larutan PEG 1 mM.
5. Pembuatan Larutan NaOH
Sebanyak 1 ml NaOH dimasukkan ke dalam beaker gelas, kemudian dilarutkan dengan akuades dan diaduk. Larutan tersebut di masukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan akuades sampai tanda tera. Maka diperoleh larutan NaOH dengan konsentrasi 1%.

Sintesis Nanopartikel Perak (AgNP)

Pada penelitian ini, proses sintesis AgNP dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang dimodifikasi (Junaidi dkk., 2016). Sintesis dilakukan dengan mencampurkan larutan perak nitrat, larutan PEG dan aquades sesuai dengan masing-masing resep kedalam labu erlenmeyer 100 mL dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C selama 1 jam. Larutan dipanaskan sampai suhu 100°C dan ditambahkan larutan bioreduktor sesuai dengan resep tetes demi tetes. Selama pemanasan, campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 3 jam hingga warna larutan menjadi kuning kemerahan. Perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi warna kuning kemerahan menandakan bahwa larutan AgNP telah terbentuk.

Karakterisasi

1. Analisa UV-Vis
Dalam pengukuran spektroskopis UV-Vis (cahaya tampak-ultraviolet), penyerapan cahaya sebagai fungsi panjang gelombang memberikan informasi tentang transisi elektron yang terjadi pada material. Fraksi cahaya yang ditransmisikan dijelaskan oleh hukum *Beer-Lambert*, yang menyatakan bahwa fraksi cahaya diukur setelah interaksi dengan sampel (biasanya diukur sebagai transmisi atau reflektansi) dibandingkan dengan intensitasnya tergantung pada panjang lintasan cahaya yang melalui sampel, transisi dari serapan penampang, dan perbedaannya dalam populasi keadaan awal dan keadaan akhir dari keadaan awal dan akhir tingkat energi elektron (Chen, Dinh dan Miller, 2013). Cara kerja UV-Vis

sebagai berikut : nyalakan instrumen, kalibrasi menggunakan air aquades sebagai blanko, masukkan sampel yang telah diencerkan 1% (1 mL ditambah 99 mL aquades) kedalam cuvet, masukkan cuvet yang berisi sampel kedalam instrumen dan hasil analisa di layar instrumen.

2. Analisa PSA

Particle Size Analyzer (PSA) adalah instrumen pengukuran distribusi ukuran partikel individu dalam suatu sampel. Metode yang digunakan untuk mengukur ukuran partikel antara lain dengan metode ayakan (*sieving*), *laser diffraction* (LAS), sedimentasi, mikrografi dan *electron microscope*. Metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur ukuran partikel adalah *laser diffraction* (LAS) karena hasilnya lebih akurat dibandingkan dengan metode ayakan (*sieving*) maupun metode analisis gambar, terutama untuk partikel dengan ukuran nanometer sampai dengan micrometer. Metode ini pada prinsipnya partikel dengan ukuran tertentu mendifraksikan cahaya pada sudut tertentu yang meningkat dengan penurunan ukuran partikel. Diagram metode *laser diffraction* (LAS) pada PSA dapat dilihat pada gambar 3.14. Seberkas sinar sejajar cahaya monokromatik dilewatkan melalui suspensi, dan difraksi difokuskan ke detektor cincin fotosensitif pada bidang fokus lensa pengumpul. Intensitas yang diukur pada detektor sebagai fungsi sudut digunakan untuk menyimpulkan distribusi ukuran partikel berdasarkan teori Mie (Gee dan Dani, 2002).

3. Cara kerja PSA sebagai berikut : nyalakan instrumen, knop pada sebelah kiri putar ke posisi '1', pasang module ULM, pastikan selang pada module sudah terpasang 'inlet' dan 'waste', nyalakan computer dan printer, klik dua kali software PSA pada desktop, klik 'OK' pada software, kemudian klik 'Run' pilih 'use optical module (com1)', apabila pemasangan module baik akan muncul nama module dan status ready, klik 'control' pilih 'fill' untuk mengisi module dengan cairan pembawa, klik 'control' pilih 'rinse' untuk membilas module, klik 'control' pilih 'pump speed' default 50%, klik 'Run' pilih 'Run Cycle'. Check list 'Include PIDS data' apabila ukuran sampel di atas 0,4 μm dikosongkan saja, check list 'Measure Offset' untuk mengecek kondisi detektor, check list 'Align' untuk mengatur posisi laser, check list 'Measure Background' untuk mengecek blanko pada channel 1 nilai flux dibawah 4×10^4 , check list 'Measure Loading' untuk proses inject sampel, check list 'Start 3 runs' nilai '3' banyaknya penguangan data tergantung nilai pada 'run setting', klik 'Model' pilih optikal model 'Fraunhofer' untuk universal sampel, check list 'include PIDS data' 'Submicron only' dan 'Extended range' kemudian klik 'OK', kemudian klik 'Start', saat terdengar buny buzzer siapkan sampel dan masukkan ke dalam module, bila PIDS data di check list maka nilai obscuration pada PIDS 40-60% dan bila tidak di check list nilai obscuration 8-12%. Setelah nilai obscuration tercapai klik 'Start Analyze', analisa dimulai dan hasil analisa di pojok kanan atas layar.

4. Analisa Kestabilan Nanopartikel Perak (AgNP)

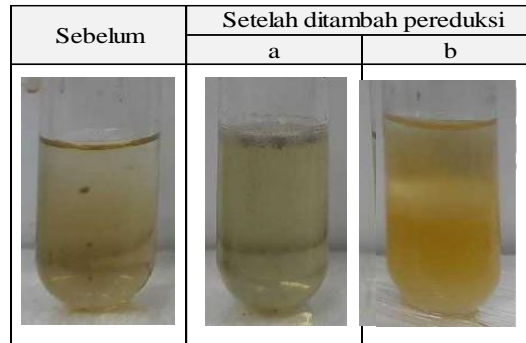
Stabilitas dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu larutan sesuai dengan batas-batas tertentu selama penyimpanan dan penggunaannya atau umur simpan suatu larutan dimana larutan tersebut masih mempunyai sifat dan karakteristik yang sama seperti pada waktu pembuatan. Faktor yang mempengaruhi stabilitas suatu larutan dipengaruhi ukuran partikel, pH, kepolaran zat terlarut dan pelarut, serta dipengaruhi juga oleh suhu dan radiasi cahaya (Umar, Selfia dan Rieke Azhar, 2014). Tujuan dari analisa stabilitas larutan untuk mengetahui ketahanan suatu larutan sesuai dengan batas-batas tertentu selama penyimpanan dan penggunaannya atau umur simpan suatu larutan yang masih mempunyai sifat dan karakteristik yang sama seperti waktu pembuatan (Chandra *et al.*, 2020). Setiap formula larutan AgNP masing-masing sebanyak 20 mL dimasukkan kedalam tabung reaksi 20 mL. Tabung reaksi kemudian disimpan didalam ruang pendingin pada suhu 4°C selama 1, 2, 3 dan 4 hari. Uji stabilitas larutan dilakukan dengan mengamati endapan didasar tabung reaksi dan dengan menggunakan instrumen UV-Vis.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Flavonoid

Telah banyak penelitian yang menunjukkan bahwa terdapat kandungan flavonoid dalam buah maupun kulit buah jeruk lemon (Andi F,2020; Sri Mulyani,2011, Muzuka, 2018). Dari hasil ekstraksi ampas jeruk nipis dilakukan pengujian untuk memastikan adanya senyawa alkanoid yang berfungsi sebagai bioreduktor. Analisa kandungan flavonoid ekstrak ampas jeruk nipis dilakukan dengan metode kualitatif.

Berapa cara uji kandungan flavonoid dapat dilakukan, salah satunya adalah yang dilakukan oleh Sri Mulyani dkk (2011) dan Muzuka et al (2018) menguji flavonoid dengan NaOH, adanya senyawa flavonoid ditunjukkan dengan timbulnya warna keruh kekuningan yang kembali jernih ketika diteteskan HCl. La Sakka (2018) mengidentifikasi flavonoid menggunakan pereaksi HCl pekat dengan serbuk Mg, yang akan menghasilkan warna kemerahan jika terdapat flavonoid dalam larutan sampel. Hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Menunjukkan hasil positif mengandung alkanoid pada uji menggunakan NaOH sesuai dengan yang telah dilakukan oleh Sri Mulyani dkk (2011) dan Muzuka et al (2018).



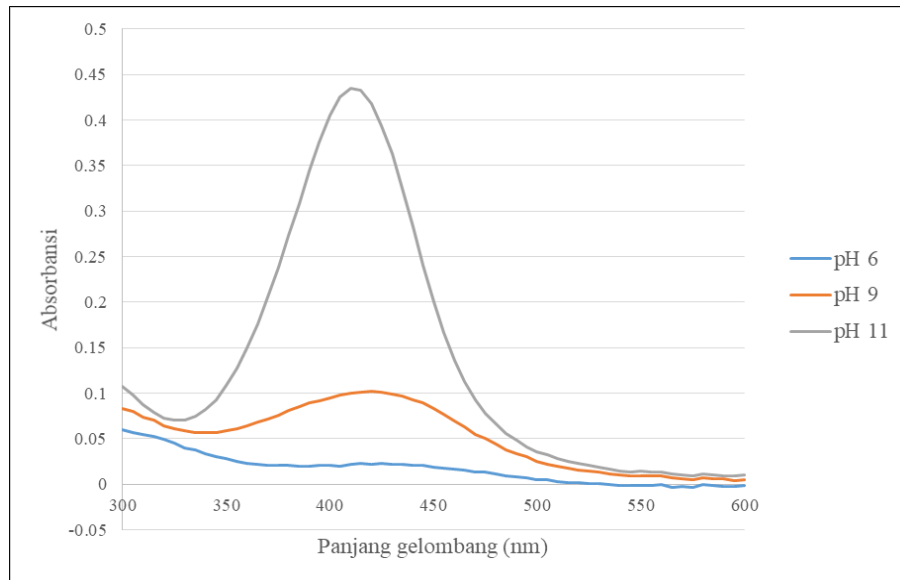
Gambar 1. Pengujian fitokimia ekstrak ampas jeruk nipis

Hasil Analisa UV-Vis

Terbentuknya nanopartikel perak dapat diamati melalui adanya perubahan warna larutan yang terjadi seiring waktu pemanasan dari larutan tidak berwarna menjadi warna merah kecoklatan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. (Fatihin, Harjono dan Kusuma, 2016). Dari gambar tersebut dapat dilihat perubahan warna larutan berurutan dari pH 6, 9 dan 11, pengamatan pada warna larutan menunjukkan naiknya pH bioreduktor menghasilkan larutan yang semakin pekat. Untuk mengkonfirmasi terbentuknya AgNP dilakukan uji instrumen menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Larutan AgNP akan menghasilkan puncak absorpsi pada panjang gelombang 400 nm yang menunjukkan puncak *surface plasmon Resonance* (SPR) khas AgNP. Surface Plasmon Resonance (SPR) merupakan suatu fenomena kuantum optik yang terjadi ketika medan elektromagnetik *evanescent* dihasilkan pada bidang batas antara permukaan logam dengan medium dielektrik ketika dieksitasi oleh cahaya atau sinar datang (laser) dengan panjang gelombang tertentu (Rajabiah, 2017). Pengaruh pH bioreduktor (pH 6, 9 dan 11) juga diamati menggunakan instrumen UV-Vis pada sintesis AgNP dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3. Hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar dibawah, hasil sintesis AgNP dengan pH 11 memperlihatkan munculnya absorpsi pada panjang gelombang maksimum 400-420 nm yang mengindikasikan terbentuknya nanopartikel perak, sesuai dengan penelitian (Fabiani *et al.*, 2018). Sementara hasil sintesis AgNP dengan pH 9 juga memperlihatkan absorpsi pada panjang gelombang 400-420 nm namun nilai absorpsi nya lebih rendah dibandingkan pH 11, sedangkan pH 6 tidak memperlihatkan puncak absorpsi pada panjang gelombang 400-420 nm yang menunjukkan tidak terbentuknya AgNP. Dari hasil pengamatan dapat dinyatakan bahwa AgNP dapat terbentuk secara optimal pada pH 11.



Gambar 2. Perubahan warna larutan pada proses sintesis nanopartikel perak dengan menggunakan bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis dengan variasi pH 6, 9 dan 11 suhu 100o C selama 3 jam



Gambar 3. Spektrum UV-Vis nanopartikel perak dengan variasi pH bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis

Hasil Analisa PSA

Pengukuran PSA dilakukan dengan menggunakan alat *Beckman Coulter* LS 13 320. Dari pengujian tersebut dihasilkan nilai data yang dapat digunakan untuk memprediksi ukuran partikel nano yang dihasilkan. Nilai yang ditunjukkan adalah nilai rata-rata menunjukkan nilai rata-rata dari ukuran partikel secara keseluruhan. Nilai modus menunjukkan nilai ukuran partikel yang paling sering muncul (dominan) saat pengukuran partikel. Hasilnya disajikan pada table dibawah ini.

Tabel 1. Pengaruh Variasi konsentrasi AgNO₃ terhadap ukuran partikel hasil sintesis

Konsentrasi AgNO ₃ (mMol)	Ukuran partikel yang dominan muncul (µm)
1	0,829
2	1.919
3	2.313
4	2.107
5	1.221

Pada tabel tersebut menunjukkan semakin besar konsentrasi AgNO₃ semakin besar ukuran yang dihasilkan. Ukuran partikel yang dihasilkan masih memiliki ukuran yang lebih besar dari 100nm. Hal ini disebabkan karena AgNP yang dihasilkan belum stabil sehingga terjadi aglomerasi yang menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar. Oleh karena itu untuk mendapatkan AgNP yang stabil dibutuhkan penambahan zat penstabil agar AgNP yang terbentuk tidak beraglomerasi (Wahyudi, Sugiyana dan Helmy, 2011). Pada penelitian ini zat penstabil yang digunakan adalah polietilena glikol (PEG) 6000 mengikuti dan memodifikasi penelitian yang dilakukan oleh (Fleitas-Salazar *et al.*, 2017). Hasil pengukuran ukuran partikel disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengaruh variasi perbandingan Mol AgNO₃: PEG dan penambahan bioreduktor terhadap ukuran partikel hasil sintesis

mL bioreduktor (mL/50mL)	Ukuran partikel yang dominan muncul (µm) pada Perbandingan mMol AgNO ₃ : PEG	
	1 : 0,1	1 : 0,2
3	0,067	0,271
5	1.748	1,919
7	1.748	1,919

Pada tabel tersebut menunjukkan semakin tinggi perbandingan mol menghasilkan ukuran partikel yang semakin besar dan semakin banyak bioreduktor maka ukuran AgNP yang terbentuk menjadi semakin besar, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fatihin dkk., 2016) dan dengan penambahan zat penstabil menunjukkan ukuran AgNP yang terbentuk menjadi lebih stabil karena mencegah terjadinya aglomerasi. Dari data yang didapatkan bahwa PEG-6000 yang ditambahkan pada proses sintesis, ukuran partikel AgNP menjadi semakin kecil dan stabil dibandingkan dengan proses sintesis yang tidak menggunakan PEG-6000 tetapi ada peningkatan ukuran partikel pada perbandingan konsentrasi AgNO₃ : PEG (1 mM : 0,2 mM), peningkatan ukuran partikel AgNP ini terjadi karena penambahan PEG-6000 yang terlalu banyak.

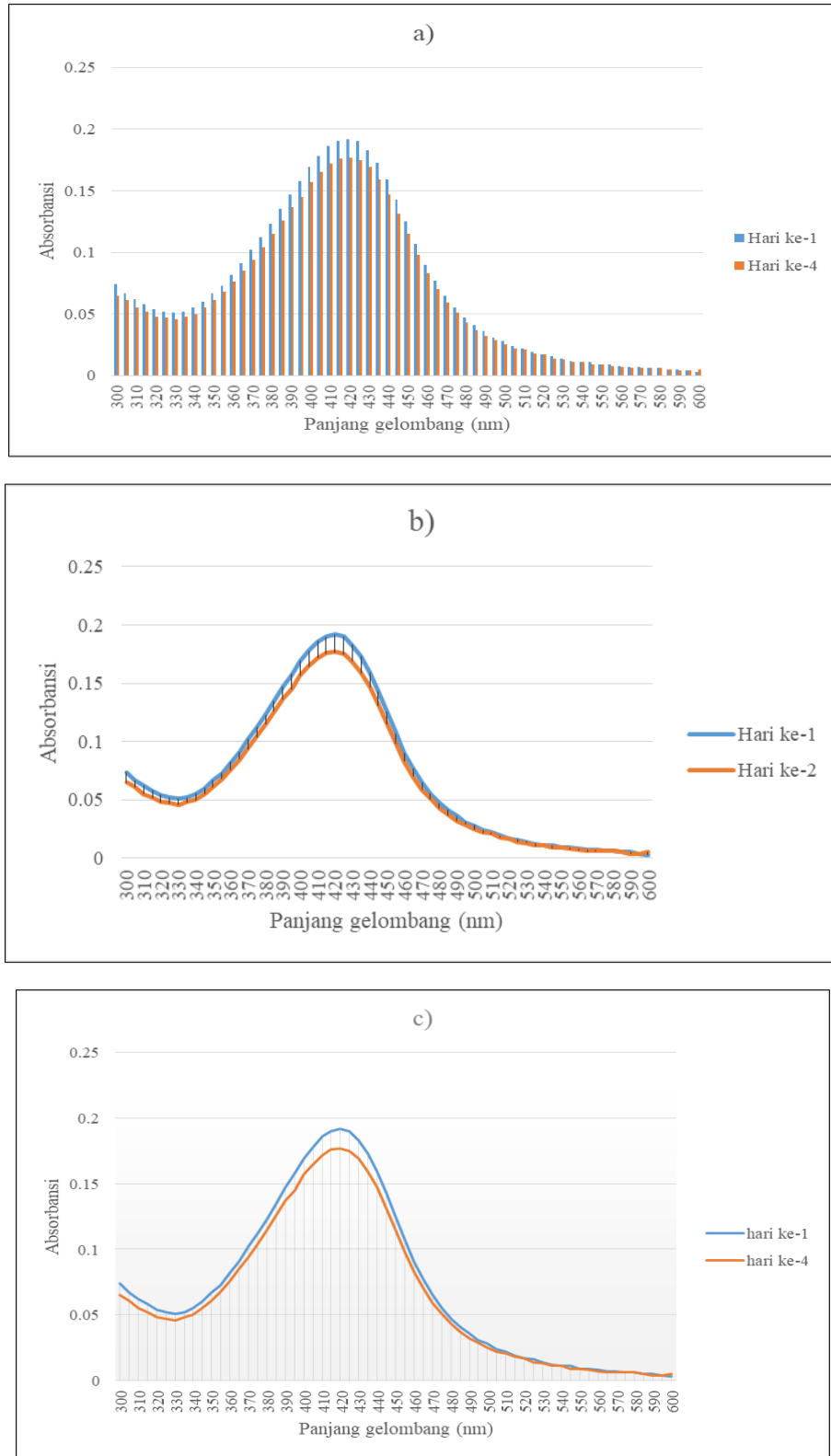
Dari data-data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan jumlah bioreduktor yang optimum adalah 3 mL dengan konsentrasi AgNO₃ : PEG (1 mM: 0,1 mM) karena menghasilkan volume AgNP dengan ukuran 1-100 nm sebesar 73,11% dan sudah masuk dalam kategori nanomaterial sesuai dengan standar komisi eropa (Commission, European dan Joint, 2010). Pada larutan AgNP dengan konsentrasi AgNO₃ : PEG (1 mM: 0,1 mM) menunjukkan komposisi penambahan PEG-6000 optimum.

Hasil Analisa Kestabilan Nanopartikel Perak (AgNP)

Stabilitas AgNP yang menggunakan zat penstabil PEG-6000 sebagai *capping agent* hasil sintesis dengan variasi bioreduktor 3 mL diukur selama masa penyimpanan menggunakan instrumen UV-Vis dan metode pengendapan. Pengukuran stabilitas AgNP yang dilapisi oleh PEG-6000 dilakukan pada hari ke-1 dan ke-4 setelah proses sintesis. Stabilitas AgNP dianalisa menggunakan tiga parameter, yaitu panjang gelombang maksimum, intensitas puncak absorbansi dan lebar puncak absorbansi (Gusrizal *et al.*, 2018). Serta diamati juga endapan yang terbentuk pada dasar tabung reaksi hari ke-1; 2; 3 dan 4.

Pada Gambar 4. terlihat posisi panjang gelombang maksimum pada hari ke-1 dan ke-4. Panjang gelombang maksimum pada hari ke-1 dan ke-4 tidak terjadinya perubahan dan tetap berada di panjang gelombang 420 nm yang menunjukkan bahwa larutan AgNP yang terbentuk stabil. Selanjutnya diamati perubahan intensitas puncak absorbansi dilihat pada Gambar 4, pada gambar tersebut menunjukkan terjadinya penurunan intensitas puncak absorbansi sekitar 3,9 % dari puncak absorbansi sebesar 0,192 turun menjadi 0,177. Hal ini menunjukkan bahwa AgNP yang terbentuk mengalami sedikit penurunan intensitas absorbansi, adanya perubahan distribusi ukuran partikel disebabkan oleh agregasi atau interaksi antar nanopartikel yang membuat ukuran partikel menjadi lebih besar sehingga terjadi penurunan puncak absorbansi.

Meskipun terjadi sedikit penurunan intensitas puncak absorbansi pada larutan, namun dapat dikatakan bahwa larutan AgNP yang terbentuk stabil. Selanjutnya perubahan lebar puncak absorbansi ditunjukkan pada Gambar 4, dari gambar tersebut menunjukkan tidak terjadinya perubahan lebar puncak absorbansi hari ke-1 dan ke-4 pada puncak panjang gelombang 415-425 nm. Hal tersebut mengindikasikan distribusi dari ukuran nanopartikel tersebut tidak mengalami perubahan. Dari data-data tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan PEG-6000 sebagai *capping agent* yang optimum dapat mengontrol distribusi ukuran AgNP dan membuat larutan AgNP menjadi stabil, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Cholan *et al.*, 2014).



Gambar 4. Perubahan parameter spektrum UV-Vis AgNP/PEG (bireduktor 3 mL) hari ke-1 dan hari ke-4 a) panjang gelombang maksimum, b) intensitas puncak absorbansi dan c) lebar puncak absorbansi

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak ampas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dapat berfungsi sebagai bioreduktor dalam proses sintesis nanopartikel perak (AgNP). Sintesis nanopartikel menggunakan bioreduktor ekstrak ampas jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dengan pH 11 merupakan nilai optimum yang menghasilkan larutan nanopartikel perak (AgNP) berwarna merah kecoklatan, puncak absorbansi sebesar 0,418 pada panjang gelombang 420 nm.

Penggunaan perak nitrat (AgNO_3) dengan konsentrasi 1 mM dengan bioreduktor 3mL/50mL pada pH 11 menghasilkan ukuran nanopartikel perak (AgNP) sebesar 0,829 μm ; ,semakin besar konsentrasi AgNO_3 semakin besar ukuran partikelnya.

Penggunaan polietilen glikol (PEG) 6000 dapat menghasilkan nanopartikel perak (AgNP) yang stabil dengan perbandingan konsentrasi optimum AgNO_3 :PEG adalah 1 mM:0,1 mM, bioreduktor 3 mL/50mL pada pH 11 menghasilkan ukuran nanopartikel perak (AgNP) sebesar 67 nm . Pada perbandingan mol AgNO_3 dan PEG yang lebih besar dan penambahan konsentrasi bioreduktor menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar.

Hasil analisa kestabilan larutan menggunakan UV-Vis pada hari ke-1 dan 4 dilakukan pada AgNP yang dibuat pada kondisi AgNO_3 : PEG (1 mM:0,1 mM), bioreduktor 3 mL pH 11, hasilnya menunjukkan tidak terjadi perubahan pada panjang gelombang maksimum, intensitas puncak absorbansi dan lebar puncak absorbansi.

Saran

Nanopartikel perak (AgNP) berpotensi digunakan sebagai senyawa anti bakteri, namun perlu dilakukan untuk mengkaji pengaruh konsentrasi nanopartikel perak (AgNP) yang terkandung didalam material terhadap aktivitas antibakteri.

Referensi

Andhi Fahrurroji, Hafrizal Riza, Karakterisasi Ekstrak Etanol Buah Citrus amblycarpa (L), Citrus aurantifolia (S.), dan Citrus sinensis (O.) Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia Vol.7 No. 2 Desember 2020

Chandra, E. H. *et al.* (2020) "Penetapan retention time progesteron dalam pelarut eluen phase mobile menggunakan High Performance Liquid Chromatography," *J. of Chemical Information and Modeling*, 9(1), hal. 13–21.

Chen, Z., Dinh, H. N. dan Miller, E. (2013) "Photoelectrochemical water splitting: standards, experimental methods, and protocols," hal. 49–50. doi: 10.1007/978-1-4614-8298-7.

Commission, T., European, T. dan Joint, C. (2010) "Commission recommendations," *Nursing Standard*, 24(26), hal. 4. doi: 10.7748/ns.24.26.6.s4.

Fabiani, V. A. *et al.* (2019) "Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Daun Pucuk Idat (*Cratogeomom glaucum*) dengan Metode Iradiasi Microwave," *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), hal. 96. doi: 10.37033/fjc.v4i2.102.

Fatihin, S., Harjono dan Kusuma, S. B. W. (2016) "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR EKSTRAK BUAH JAMBU BIJI MERAH (*Psidium guajava* L.)," *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(3), hal. 176.

Fleitas-Salazar, N. *et al.* (2017) "Effect of temperature on the synthesis of silver nanoparticles with polyethylene glycol: new insights into the reduction mechanism," *Journal of Nanoparticle Research*. Journal of Nanoparticle Research, 19(3). doi: 10.1007/s11051-017-3780-3.

Gee, G. dan Dani, O. (2002) "Methods of Soil Analysis. Part 4. Physical Methods," *Vadose Zone Journal*, 2(2), hal. 286. doi: 10.2136/vzj2004.0722.

- Ghrai, A. M., Ingwersen, J. dan Streck, T. (2009) "Nanoparticulate Zeolitic Tuff for Immobilizing Heavy Metals in Soil: Preparation and Characterization," *Water, Air, and Soil Pollution*, 203(1–4), hal. 155–168. doi: 10.1007/s11270-009-9999-6.
- Giuliano, C. A. dan Rybak, M. J. (2015) "Efficacy of triclosan as an antimicrobial hand soap and its potential impact on antimicrobial resistance: A focused review," *Pharmacotherapy*, 35(3), hal. 328–336. doi: 10.1002/phar.1553.
- Guerra, M. A. *et al.* (2018) "Antimicrobial activity of pet-silver nanocomposite filaments," *Materials Science Forum*, 930 MSF, hal. 212–217. doi: 10.4028/www.scientific.net/MSF.930.212.
- Gusrizal, G. *et al.* (2018) "Two Highly Stable Silver Nanoparticles: Surface Plasmon Resonance Spectra Study of Silver Nanoparticles Capped with m-Hydroxybenzoic Acid and p-Hydroxybenzoic Acid," *Molekul*, 13(1), hal. 32–35. doi: 10.20884/1.jm.2018.13.1.424.
- Junaidi, A. B. (2019) "Kajian Pengaruh Rasio Mol Glukosa Dan Polietilena Glikol 6000 Dengan AgNO₃ Terhadap Efektivitas Sintesis Nanopartikel Perak Dan Stabilitasnya Pada Saat Penyimpanan," 6000, Hal. 80–88.
- Lee, S. M., Song, K. C. dan Lee, B. S. (2010) "Antibacterial activity of silver nanoparticles prepared by a chemical reduction method," *Korean Journal of Chemical Engineering*, 27(2), hal. 688–692. doi: 10.1007/s11814-010-0067-0.
- Mahmud, S. *et al.* (2018) "UV Protection and Antibacterial Treatment of Wool using Green Silver Nanoparticles," *Asian journal of chemistry*, 30(18), hal. 2424–2430. Tersedia pada: <https://doi.org/10.14233/ajchem.2017.20553>.
- Momotaz, F. *et al.* (2020) "The Effect of ZnO Nano Particle Coating and their Finishing Process on the Antibacterial Property of Cotton Fabrics," *Journal of Engineering Science*, 11(1), hal. 61–65. doi: 10.3329/jes.v11i1.49547.
- Naik, K. dan Kowshik, M. (2017) "The silver lining: towards the responsible and limited usage of silver," *Journal of Applied Microbiology*, 123(5), hal. 1068–1087. doi: 10.1111/jam.13525.
- Prasetiowati, A. L. *et al.* (2018) "Sintesis Nanopartikel Perak dengan Bioreduktor Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Uji Aktivasnya sebagai Antibakteri," *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), hal. 160–166.
- Purnomo, S. R., Rupiasih, N. N. dan Sumadiyasa, M. (2017) "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DENGAN METODE BIOLOGI MENGGUNAKAN EKSTRAK TANAMAN SAMBILOTO (*Andrographis paniculata* Ness)," *Buletin Fisika*, 18(1), hal. 6. doi: 10.24843/bf.2017.v18.i01.p02.
- Rajabiah, N. (2017) "Surface Plasmon Resonance (SPR) Phenomenon of the Oxidizing and Reducing Polypyrrole," *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(2), hal. 149. doi: 10.24127/trb.v5i2.247.
- Renugadevi, K. dan Aswini, R. (2012) "Microwave irradiation assisted synthesis of silver nanoparticle using *Azadirachta indica* leaf extract as a reducing agent and invitro evaluation of its antibacterial and anticancer activity .," 2(2), hal. 5–10.
- Rohaeti, E. dan Zulaikha, N. I. (2017) "Antibacterial Activity of Polyester Fabric with Addition of Hexadecyltrimethoxysilane (HDTMS) against *Staphylococcus aureus* ATCC 25924," *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(2), hal. 95–100. doi: 10.15408/jkv.v3i2.5831.
- Sri Mulyani* dan Toga Laksana, , ANALISIS FLAVONOID DAN TANNIN DENGAN METODA MIKROSKOPIKROKIMIAMIWI Majalah Obat Tradisional, 16(3),109 – 114 2011
- Syafitri, N. E., Bintang, M. dan Falah, S. (2014) "Current Biochemistry CURRENT BIOCHEMISTRY Kandungan Fitokimia, Total Fenol, dan Total Flavonoid Ekstrak Buah Harendong (*Melastoma affine* D. Don)," *Current Biochemistry*, 1(3), hal. 105–115.

Taba, P., Parmitha, N. Y. dan Kasim, S. (2019) "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN SALAM (*Syzygium polyanthum*) SEBAGAI BIOREDUKTOR DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI ANTIOKSIDAN Synthesis of Silver Nanoparticles Using *Syzygium polyanthum* Extract as Bioreductor and the Application as Antioxi," *J. Chem. Res*, 7(1), hal. 51–60. Tersedia pada: <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/ijcr/article/view/763>.

Umar, S., Selfia, M. dan Rieke Azhar, D. (2014) "Studi Kestabilan Fisika Dan Kimia Dispersi Padat Ketoprofen-Urea," *Jurnal Farmasi Higea*, 6(2), hal. 162–173.

Ummu Habeeba, A. A., Reshmi, C. R. dan Sujith, A. (2017) "Chitosan immobilized cotton fibres for antibacterial textile materials," *Polymers from Renewable Resources*, 8(2), hal. 61–70. doi: 10.1177/204124791700800202.

Wahyudi, T., Sugiyana, D. dan Helmy, Q. (2011) "SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK DAN UJI AKTIVITASNYA TERHADAP BAKTERI *E. coli* DAN *S. aureus*," *Arena Tekstil*, 26(1). doi: 10.31266/at.v26i1.1442.

Youssef, H. F. *et al.* (2019) "Antimicrobial packaging film based on biodegradable CMC/PVA-zeolite doped with noble metal cations," *Food Packaging and Shelf Life*. Elsevier, 22(August), hal. 100378. doi: 10.1016/j.fpsl.2019.100378.

Zhang, S. *et al.* (2018) "New insights into synergistic antimicrobial and antifouling cotton fabrics via dually finished with quaternary ammonium salt and zwitterionic sulfobetaine," *Chemical Engineering Journal*. Elsevier, 336(November 2017), hal. 123–132. doi: 10.1016/j.cej.2017.10.168.