

SINTESIS HIJAU NANOPARTIKEL PERAK (AgNP) MENGGUNAKAN EKSTRAK DAUN SERAI (*Cymbopogon citratus*) SEBAGAI BIOREDUKTOR

Siti qurrataayun¹, Yusnita rifai², Herlina rante³

¹ Mahasiswa Pascasarjana, Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin, Makassar.

² Departemen Farmasi Sains dan Teknologi, Universitas Hasanuddin, Makassar.

³ Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Farmasi, Universitas Hasanuddin, Makassar.

ABSTRAK

Sintesis hijau Nanopartikel perak (AgNP) adalah proses reduksi ion Ag⁺ menjadi Ag⁰ dengan menggunakan senyawa bioaktif tanaman. Proses sintesis hijau dinilai lebih aman, ramah lingkungan, dan ekonomis, sedangkan proses sintesis kimia-kimia diikuti oleh hasil samping yang menyebabkan toksisitas dan pencemaran lingkungan. AgNP berpotensi dimanfaatkan di berbagai bidang dengan sifat, bentuk, dan fungsi AgNP yang dipengaruhi selama proses sintesis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi reaksi yang optimal dalam proses sintesis hijau yang menggunakan ekstrak etanol daun serai. Adapun metode sintesis hijau dalam penelitian ini adalah dengan melakukan preparasi terhadap kondisi pH ekstrak, yaitu kondisi yang dapat membentuk AgNP segera ketika sintesis berjalan, selanjutnya pH dipilih untuk digunakan pada tahap optimalisasi konsentrasi Ag dan ekstrak, dan waktu kontak yang dievaluasi melalui monitoring puncak SPR (Surface Plasmon Resonance) UV-Vis antara 400-500 nm selama 2 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AgNP terbentuk pada reaksi antara ekstrak etanol konsentrasi 5% pH 12 dan Ag 2 mM pada menit ke 15 dengan nilai SPR pada 403 nm, panjang gelombang UV-Vis selama 2 hari cenderung stabil antara 400-403 nm tetapi jumlah Absorbansi menunjukkan adanya indikasi ketidakstabilan pada larutan AgNP yang dimonitoring sehingga perlu pertimbangan agen penstabil agar tidak terjadi aglomerasi

Kata Kunci :

Biosintesis, *Cymbopogon citratus*, AgNP, SPR

PENDAHULUAN

Trend nanosains pada masa kini mengalami perkembangan pesat, nanosains banyak mendapatkan perhatian karena diklaim memiliki sifat optik, dan katalitik yang khas (1). Sintesis nanopartikel perak (AgNP) adalah bidang penelitian yang berkembang dalam ilmu material, AgNP memiliki potensi untuk dimanfaatkan kedalam banyak bidang yakni teknologi, sains, optik, dan biomedis karena menunjukkan sifat, ukuran dan bentuk yang unik. AgNP memiliki sifat penghantar dan antibakteri yang kuat sehingga dapat dimanfaatkan dalam bidang kefarmasian (2), Potensi AgNP sebagai bahan baku yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang ternyata menimbulkan masalah pada proses produksinya, melalui sintesis kimia dan fisika produksi AgNP diikuti oleh produk samping yang menyebabkan aktivitas oksidatif, dan pencemaran lingkungan, juga membutuhkan ruang serta tenaga yang besar (3).

Hal tersebut menimbulkan kekhawatiran, diantaranya adalah aktivitas oksidatif yang dapat menyebabkan efek sitotoksitas, genotoksitas, respon imunologis, dan apoptosis, dapat memicu berbagai penyakit degeneratif seperti, kanker, penyakit kardiovaskuler, katarak, dan disfungsi otak (4), selain itu dengan meningkatnya penggunaan AgNP yang diproses melalui sintesis kimia menyebabkan paparan besar terhadap lingkungan, beracun terhadap mamalia, intervebrata, atau mikroorganisme lainnya dimana komposisi komunitas mikroba air atau tanah berubah setelah terpapar residu bahan kimia sisa sintesis(3).

Perkembangan metode sintesis nanopartikel yang lebih aman mengarah pada produksi nanopartikel dengan memanfaatkan senyawa bioaktif sebagai pereduksi, diantaranya dengan enzim bakteri, enzim jamur, dan ekstrak tanaman (5). Metode itu disebut sintesis hijau yaitu sintesis ramah lingkungan yang memanfaatkan metabolit sekunder tanaman. Metabolit sekunder dilaporkan dapat menjadi agen pereduksi termasuk terpenoid, flavanoid, keton, aldehid, asam karboksilat (5) termasuk juga gugus amino, gugus hidroksil, dan fenolik (6). Senyawa dari ekstrak telah dilaporkan dapat berperan dalam proses sintesis cepat, agen penstabil, dan pengarah bentuk dalam proses reduksi perak (5). Ekstrak tanaman lebih menguntungkan karena aksesibilitas yang lebih mudah, baik dari segi proses memperoleh senyawa bioaktifnya maupun pada saat proses sintesis, dan dalam banyak kasus penggunaan senyawa bioaktif tanaman relatif tidak beracun sehingga dapat membantu mengurangi resiko terpapar ion perak (5). Pada proses sintesis hijau perlu diketahui bahwa waktu terbentuknya nanopartikel, sifat fisika, dan kimia dipengaruhi oleh konsentrasi atau jumlah ekstrak sebagai pereduksi, konsentrasi AgNO₃ sebagai prekursor, pH, dan suhu (7). pH basa, dan konsentrasi Ag berpengaruh signifikan terhadap distribusi ukuran rata-rata AgNP (8), dan dapat meningkatkan kemampuan reduksi (9). Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi terhadap kondisi yang optimal dalam proses reaksi yang diharapkan dengan kondisi sintesis yang baik dapat menghasilkan nanopartikel perak yang relatif berukuran kecil dan stabil.

Masuk 24-05-2022

Revisi 28-06-2022

Diterima 08-12-2022

DOI: 10.20956/mff.v26i3.21047

Korespondensi

Siti Qurrataayun

sitiqurrataayun96@gmail.com

Copyright

© 2022 Majalah Farmasi

Farmakologi Fakultas Farmasi
Makassar

Diterbitkan tanggal

30 Desember 2022

Dapat Diakses Daring Pada:

<http://journal.unhas.ac.id/index.php/mff>



Ekstrak serai telah berhasil digunakan sebagai bioreduktor untuk mendapatkan AgNP, penelitian yang dilansir dari Kamarudin et.al, (2019) berhasil menggunakan *Cymbopogon nardus* untuk memperoleh nanopartikel perak berbentuk bola dengan ukuran berkisar antara 10-50 nm. Ajayi (2017) menggunakan ekstrak serai yang telah dibasakan, pada penelitian ini ekstrak serai digunakan untuk mendapatkan nanopartikel bola dengan ukuran 10-33 nm, dan hasil FTIR mengidentifikasi gugus etilen sebagai bioreduktor dan capping agent untuk pembentukan nanopartikel (6). Masurkar (2011) menggunakan *Cymbopogon citratus* sebagai bioreduktor yang direaksikan dengan Ag 1 mM, spektrum absorbansi campuran reaksi menunjukkan puncak disekitar panjang gelombang 430 nm, yang merupakan karakteristik pembentukan AgNP, nanopartikel yang diperoleh dinyatakan memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *P. Mirabilis*, serta memiliki aktivitas antijamur terhadap *Candida albicans*. Karakteristik nanopartikel perak menunjukkan struktur kubik dengan posisi face centered crystal (11). Pembentukan AgNP dipengaruhi parameter reaksi yaitu konsentrasi ekstrak, konsentrasi perak nitrat (AgNO_3), pH, waktu reaksi, dan suhu (7). Dilansir dari Manosalva (2019) menunjukkan bahwa pH basa, dan konsentrasi AgNO_3 berpengaruh signifikan terhadap distribusi ukuran rata-rata nanopartikel perak (8), konsentrasi perak, jumlah ekstrak dan kondisi ekstrak yang basa meningkatkan kemampuan reduksi (9), berdasarkan uraian diatas diketahui bahwa sifat fisik dan kimia dari AgNP dipengaruhi oleh parameter pada proses reaksi tersebut. Identifikasi pembentukan AgNP ditandai dengan nilai SPR (Surface plasmon resonance) UV-Vis antara 400-500 nm, formula yang optimal dipilih dengan rujukan nilai absorbansi yang semakin besar dan intensitas penyerapan panjang gelombang kecil atau nilai SPR yang relatif stabil atau tidak bertambah besar (12).

AgNP dalam skala nano memiliki potensi yang lebih baik dengan ukuran dan stabilitas yang dapat dijaga (2) hal tersebut dipengaruhi oleh parameter selama reaksi sintesis, pada penjelasan sebelumnya telah dipaparkan bahwa ekstrak serai telah berhasil digunakan sebagai pereduksi tetapi perlu diketahui pengaruh parameter reaksi selama proses sintesis yang dapat mempengaruhi sifat dan stabilitas AgNP, sedangkan untuk menjelaskan proses dan produk yang dihasilkan perlu identifikasi selama proses berlangsung), ekstrak tanaman yang digunakan sebagai bioreduktor memiliki mekanisme pembentukan yang berbeda-beda, begitupun dengan pengaruh parameter-parameter reaksi lainnya (7), Oleh karena itu perlu dipelajari pengaruh setiap bahan yang digunakan dalam proses sintesis hijau, dalam penelitian ini akan dilakukan optimasi penggunaan konsentrasi ekstrak, Ag dan kondisi pH ekstrak pada saat sintesis melalui evaluasi monitoring panjang gelombang UV-Vis selama 2 hari.

METODE PENELITIAN

Penyiapan sampel

Daun serai diambil dari desa Taeng, Sulawesi Selatan, Indonesia pada ketinggian 506 mdpl, daun serai dideterminasi lalu diekstraksi dengan menggunakan pelarut etanol 70%. sebanyak 150 g simplisia daun serai direndam dalam 1000 ml etanol 70% selama 3x24 jam dan diaduk setiap hari, maserasi diulang sebanyak 3 kali (13). Ekstrak yang telah dikeringkan kemudian dipersiapkan kedalam konsentrasi 5% (b/v) yaitu 1 g ekstrak kental dilarutkan dalam 20 ml aquadest dan 10% (b/v) yaitu 2 g ekstrak kental dilarutkan dalam 20 ml aquadest) untuk sintesis nanopartikel perak dalam kondisi basa dengan menambahkan NaOH 1% beberapa tetes sesuai kebutuhan kedalam masing-masing ekstrak yang telah disiapkan.

Sintesis hijau nanopartikel perak

Dilakukan optimasi pH ekstrak untuk memilih kondisi ekstrak yang tepat, yaitu kondisi yang dapat mereduksi Ag^+ menjadi Ag0 dengan pengawasan SPR antara 400-500 nm segera setelah reaksi sintesis berjalan, kemudian dipilih untuk digunakan pada proses optimasi variasi konsentrasi ekstrak, dan variasi konsentrasi Ag dengan formula yaitu masing-masing 20 ml ekstrak etanol 5% (b/v) direaksikan dengan 100 ml Ag 1 mM yang selanjutnya disebut dengan; AgNP1, ekstrak etanol 10% (b/v) direaksikan dengan 100 ml Ag 1 mM; AgNP2, ekstrak etanol 5% dengan Ag 2 mM; AgNP3, dan ekstrak etanol 10% dengan Ag 2 mM AgNP4. Setelah optimasi penentuan ekstrak dan Ag maka dilakukan optimasi pengaruh terhadap waktu reaksi. Masing-masing formula dipanaskan dengan magnetic stirer suhu 80 oC dengan pengadukan stirer selama 1 jam kemudian dilanjutkan dengan penyimpanan pada suhu ruang selama 1x24 jam, dilakukan monitoring spektro UV-Vis dengan cara dicuplik setiap 15 menit selama 1 jam pertama setelah pencampuran dan setelah penyimpanan 24 jam, untuk mengetahui SPR dan absorbansinya. Sintesis dikonfirmasi berhasil membentuk AgNP jika SPR menunjukkan puncak penyerapan antara 400-500 nm (8). Formula yang dipilih disentrifugasi sebagai cara untuk mengumpulkan AgNP, campuran disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 25 menit. Endapan dikumpulkan dan dikeringkan dengan Frezze dry.

Optimasi pH

Optimasi pH dilakukan sebagai preparasi ekstrak untuk mendapatkan keadaan yang optimal pada proses reaksi, yaitu dengan penambahan NaOH 1%, kedalam ekstrak yang sudah dilarutkan dengan aquadest kemudian direaksikan dengan Ag 2 mM, kemudian diperiksa panjang gelombangnya pada spektrofotometri UV-Vis, campuran dengan pH ekstrak yang menunjukkan puncak serapan 400 nm paling cepat dipilih untuk langkah selanjutnya.

Optimasi konsentrasi Ag

Konsentrasi Ag dioptimasi berdasarkan hasil pemeriksaan panjang gelombang dan absorbansi selama proses sintesis, yaitu dicek masing-masing formula larutan sintesis secara berkala setiap 15 menit selama 1 jam, dan setelah penyimpanan 1x24 jam pada suhu ruang. Panjang gelombang yang tidak mengalami pergeseran merah pada rentang 400-500 nm hingga hari kedua adalah formula yang optimal.

Optimasi konsentrasi ekstrak

Optimalisasi ekstrak bertujuan untuk mengetahui konsentrasi ekstrak yang optimal untuk membentuk AgNP pada jumlah banyak, dengan ukuran kecil dan stabil yang ditandai dengan Absorbansi yang besar selama proses pengecekan, dilakukan monitoring SPR puncak serapan dan absorbansi pada hari ke 2, dengan cara larutan AgNP dicuplik dan diperiksa pada spektrofotometri UV-Vis, formula yang menunjukkan SPR pada rentang 400-500 nm terkecil dengan absorbansi pada hari ke 2 terbesar dipilih sebagai konsentrasi ekstrak yang optimal.

Pengaruh waktu Kontak

Masing-masing formula reaksi dicuplik setiap 15 menit selama 1 jam untuk diperiksa pada Spektrofotometri UV-Vis, begitupun setelah hari ke 2 hal tersebut bertujuan sebagai monitoring waktu kontak selama reaksi dengan mengamati perubahan intensitas penyerapan panjang gelombang dan absorbansi, hasil akan ditampilkan dalam tabulasi selama proses dan penyimpanan berlangsung, hasil yang optimal adalah formula yang menunjukkan nilai SPR berada dalam rentang 400-500 nm, tidak bertambah besar, dan menunjukkan nilai absorbansi yang semakin besar setiap waktunya. Waktu kontak erat kaitannya dengan kestabilan AgNP, dimana AgNP

dapat dinyatakan stabil jika selama masa penyimpanan SPR tidak bergeser ke arah yang lebih besar, dan nilai absorbansi tetap bertambah, sebaliknya jika puncak penyerapan SPR meningkat dan nilai absorbansi menurun menunjukkan proses aglomerasi atau pertumbuhan nano menjadi lebih besar (12)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan determinasi untuk memastikan bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah daun serai, berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan di laboratorium Biologi Universitas Negeri Makassar (UNM) diperoleh informasi bahwa tanaman yang digunakan adalah spesies *Cymbopogon citratus*, atau yang biasa disebut serai dapur. Proses ekstraksi daun serai menghasilkan rendamen sebanyak 15,08% dari berat ekstrak sebanyak 22,69 g.

Mekanisme sintesis hijau melibatkan proses reduksi, yaitu gugus fungsi dari metabolit sekunder bertindak sebagai pereduksi yang mendonorkan elektron terhadap ion Ag^+ sehingga Ag^+ tereduksi menjadi Ag^0 (14), bentuk, dan ukuran material AgNP yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh parameter pada saat reaksi yaitu, pH, konsentrasi $AgNO_3$ dan ekstrak (15).



Gambar 1. Larutan AgNP4 yang diamati secara visual

Adapun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara visual AgNP mulai terbentuk ketika terjadi perubahan warna larutan sintesis yaitu berwarna kuning sampai menjadi coklat tua seiring berjalannya waktu kontak antara ekstrak dan larutan Ag^+ seperti pada gambar 1, perbedaan warna pada setiap campuran dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif pereduksi organik yang digunakan, adanya perubahan warna menunjukkan pembentukan AgNP (16).

Suatu material dikatakan telah berbentuk nanopartikel apabila material tersebut berubah ukuran menjadi lebih kecil dan memiliki sifat dan bentuk yang berbeda dari material bulknya, sifat khas AgNP adalah puncak serapan pada daerah Visible antara 400-500 nm (8), puncak ini dinamakan sebagai puncak SPR (Surface plasmon resonance), SPR adalah interaksi dari sinar elektromagnetik dan sampel dengan permukaan logam, adanya perubahan warna pada larutan AgNP ternyata juga terjadi karena adanya fenomena SPR tersebut atau terjadi resonansi plasmon permukaan (8).

Optimasi pH

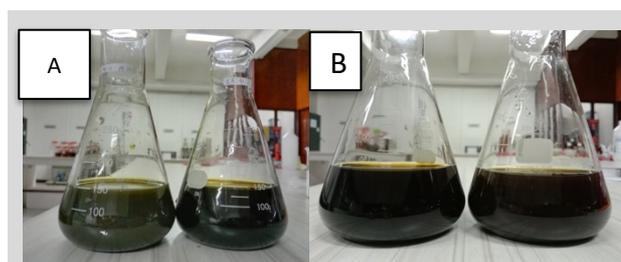
Telah dilakukan preparasi pH, dapat dilihat pada tabel 1. Percobaan pertama dilakukan dengan mereaksikan 20 ml ekstrak etanol 5% pH 8 dengan 100 ml Ag 2 mM puncak serapan UV-Vis menunjukkan penyerapan 299 nm pada menit ke 40 setelah pencampuran. Percobaan kedua menggunakan ekstrak dengan pH 10 menunjukkan puncak serapan 378 nm pada menit ke 40, percobaan ketiga menggunakan pH 12 menunjukkan puncak penyerapan dengan ciri khas

Tabel 1. Efek pH ekstrak terhadap waktu pembentukan nanopartikel perak

Formula	pH	Waktu (Menit)	Panjang gelombang (NM)	Keterangan
Ag 2 mM + 5% ekstrak	8	40	290	Belum terbentuk
Ag 2mM + 5% ekstrak	10	40	399	Belum terbentuk
Ag 2 mM + 5% ekstrak	12	15	400	Terbentuk

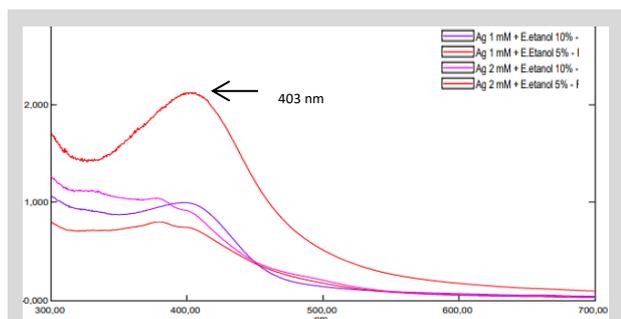
pembentukan AgNP yaitu 405 nm pada menit ke 15. Pada percobaan 1 dan 2 berdasarkan puncak penyerapan UV-Vis belum terbentuk AgNP, sedangkan pada percobaan ke 3 dengan pH ekstrak adalah 12 menunjukkan reaksi reduksi berjalan yang ditandai dengan puncak SPR 400 nm. pH basa menyebabkan gugus fungsi ekstrak terdeprotonasi sehingga kemampuannya mengkelat logam lebih kuat, sebagaimana pada penelitian sebelumnya melaporkan bahwa pH basa memediasi sintesis cepat AgNP, dimana segera setelah penambahan NaOH sebagai fungsi pH menjadi lebih basa menyebabkan percepatan reduksi pada campuran Ag dan ekstrak, hal tersebut disebabkan karena perubahan muatan listrik biomolekul pada pereduksi menjadi lebih reaktif (17). Hal tersebut juga didukung oleh penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa pH 12 menyebabkan kondisi reaksi lebih baik untuk mereduksi ion perak dan memediasi pembentukan nanopartikel perak berukuran kecil, sedangkan pada pH rendah seringkali terjadi agregasi diatas nukleasi yang mengarah pada pembentukan nanopartikel berukuran besar (18), akan tetapi pada nilai pH tertentu dapat menyebabkan aglomerasi pada AgNP (19) itulah sebabnya perlu dilakukan optimasi pH, berdasarkan optimasi pH dipilih pH 12 ekstrak untuk tahap selanjutnya.

Optimasi Konsentrasi Ag



Gambar 2. Proses optimalisasi formula A. AgNP1 dan AgNP2; B. AgNP3 dan AgNP4

Sintesis hijau dikerjakan dengan menggunakan pereduksi ekstrak serai pH 12 pada konsentrasi 5% dan 10% yang direaksikan dalam larutan Ag konsentrasi 1 mM dan 2 mM, sehingga diperoleh hasil sebagaimana gambar 3 dan diberi identitas AgNP1, AgNP2, AgNP3, dan AgNP4, proses optimalisasi dapat dilihat pada gambar 2. Hari ke-2 AgNP3 menunjukkan ciri khas pembentukan AgNP pada puncak SPR 403 nm yang menggunakan ekstrak konsentrasi 5% dalam larutan Ag 2 mM sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3, monitoring perbandingan konsentrasi Ag menunjukkan



Gambar 3. Puncak SPR (Surface Plasmon Resonance) Optimasi Konsentrasi Ag

pengaruh positif dengan adanya peningkatan konsentrasi, pada penelitian ini formula yang lain selain AgNP3 tidak menunjukkan adanya pembentukan AgNP, kemungkinan karena penyerapan komponen ekstrak yang mendominasi (7), oleh karena itu konsentrasi Ag 2 mM dipilih sebagai konsentrasi yang optimal.

Sebagaimana literatur menyatakan bahwa semakin besar konsentrasi perak menyebabkan pergeseran panjang gelombang kearah yang lebih besar, pergeseran penyerapan panjang gelombang UV-Vis kearah yang lebih besar mengindikasikan pembentukan nanopartikel yang berukuran lebih besar pula, karena lebih sedikit energi yang dibutuhkan untuk menarik elektron ke permukaan resonansi plasma (7, 20). peningkatan ukuran yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh agregasi partikel sebagai respon terhadap konsentrasi substrat yang tinggi (21).

Optimasi konsentrasi ekstrak

Tabel 2. Optimasi konsentrasi ekstrak

Formula	Waktu (Menit)	Panjang Gelombang (NM)	Absorbansi
AgNP1	Hari ke-2	372	1.125
AgNP2	Hari ke-2	380	0.790
AgNP3	Hari ke-2	403	2.128
AgNP4	Hari ke-2	396	1.513

Keterangan :
 AgNP1 = 100 ml Ag 1 + 20 ml ekstrak 5% (b/v)
 AgNP2 = 100 ml Ag 1 + 20 ml ekstrak 10% (b/v)
 AgNP3 = 100 ml Ag 2 + 20 ml ekstrak 5% (b/v)
 AgNP4 = 100 ml Ag 2 + 20 ml ekstrak 10% (b/v)

Konsentrasi ekstrak menentukan jumlah AgNP yang dapat terbentuk, hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 2. Sebagaimana hasil penelitian bahwa semakin besar jumlah pereduksi dalam hal ini ekstrak etanol menunjukkan berkurangnya nilai absorbansi yang berarti jumlah AgNP yang terbentuk semakin kecil hal tersebut dapat terjadi karena jumlah pereduksi terlalu banyak dibuktikan juga dengan puncak SPR yang tidak menunjukkan puncak khas AgNP, fenomena tersebut disebabkan karena perbandingan antara jumlah larutan ion Ag⁺ lebih sedikit dibandingkan jumlah bioreduktor, sehingga penyerapan panjang gelombang yang terbaca pada Spektrofotometri UV-Vis adalah senyawa lain yang dapat berupa komponen senyawa kompleks ekstrak atau pengotor (22), berdasarkan penjelasan tersebut sehingga konsentrasi ekstrak yang optimal untuk dapat membentuk AgNP adalah 5% pada formula AgNP4, dikarenakan konsentrasi ekstrak 5% menunjukkan nilai absorbansi yang besar yaitu 2.128 dan puncak SPR sesuai dengan ciri khas AgNP yaitu 403 nm.

Pengaruh Waktu Kontak

Waktu kontak erat kaitannya dengan kestabilan AgNP, dimana stabilitas AgNP dinyatakan dalam konteks agregasi, agregasi adalah fenomena aglomer atau perkumpulan kembali partikel membentuk ukuran menjadi lebih besar yang terjadi akibat umur penyimpanan yang melewati batas maksimum yang ditandai dengan puncak SPR yang bergeser kearah yang lebih besar atau sebaliknya dan nilai absorbansi yang menjadi lebih sedikit seiring berjalannya waktu (22) pengaruh waktu kontak diuji melalui pemeriksaan Spektrofotometri UV-Vis yang dicuplik per 15 menit selama 1 jam dan dihari ke-2 pada semua formula, hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 3 bahwa berdasarkan nilai absorbansi yang menyatakan sintesis terus berlangsung, menunjukan bahwa AgNP1 dan AgNP2 mengindikasikan sintesis hijau berhenti pada menit ke 15, sehingga dinyatakan formula tidak dapat digunakan untuk mendapatkan AgNP, formula paling stabil adalah AgNP4 karena menunjukan proses sintesis hijau berlanjut lebih lama dibayangkan yang lain, hal tersebut sesuai dengan hasil optimalisasi konsentrasi Ag dan ekstrak, yaitu formula yang menggunakan ekstrak etanol 5% dengan konsentrasi Ag 2 mM. Pada formula tersebut nilai absorbansi mengalami

penurunan pada menit ke-45 yang berarti reaksi telah berhenti pada waktu tersebut, sehingga penyimpanan hingga keesokan harinya menyebabkan pembentukan nanopartikel berukuran besar dan terjadi aglomerasi yang ditandai dengan peningkatan pita SPR dan absorbansi meningkat kembali pada hari ke-2. Terjadinya aglomerasi yang berarti nanopartikel perak tidak stabil (7), terdapat kekurangan yang menandakan bahwa umur penyimpanan AgNP yang dihasilkan dari reaksi antara 20 ml ekstrak etanol dalam 100 ml Ag 2mM tidak dapat dipertahankan hingga hari ke-2 karena terdapat indikasi terjadinya aglomerasi sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan agen penstabil.

Tabel 3. Optimasi waktu reaksi

Formula	Waktu Cuplikan (menit)					Hari ke 2	
	0	15	30	45	60		
AgNP1	Panjang gelombang	402	402	404	402	404	372
	Absorbansi	1.161	0.878	1.130	1.084	1.117	1.125
AgNP2	Panjang gelombang	394	396	397	398	398	380
	Absorbansi	1.878	1.206	1.184	1.557	0.999	0.790
AgNP3	Panjang gelombang	381	403	402	402	403	403
	Absorbansi	0.932	1.071	1.530	1.500	1.263	2.128
AgNP4	Panjang gelombang	390	397	402	402	401	396
	Absorbansi	0.498	1.509	1.997	1.688	2.050	1.513

Keterangan :
 AgNP1 = 100 ml Ag 1 + 20 ml ekstrak 5% (b/v)
 AgNP2 = 100 ml Ag 1 + 20 ml ekstrak 10% (b/v)
 AgNP3 = 100 ml Ag 2 + 20 ml ekstrak 5% (b/v)
 AgNP4 = 100 ml Ag 2 + 20 ml ekstrak 10% (b/v)

Penelitian ini menunjukkan limitasi terhadap pengaruh perbandingan jumlah formula antara bioreduktor dan prekursor AgNO₃ sehingga tidak dapat dijelaskan bagaimana perbandingan jumlah yang baik untuk digunakan dalam formula dan sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk pengujian karakteristik untuk mengetahui kondisi dan karakteristik AgNP yang dihasilkan demi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

KESIMPULAN

Ekstrak serai (Cymbopogon citratus) dengan pelarut etanol memiliki kemampuan sebagai pereduksi dalam suasana basa yaitu pH 12, dengan hasil optimasi variasi konsentrasi yang menunjukkan kondisi optimal adalah reaksi antara konsentrasi Ag 2 mM, dan ekstra 5% yang dikonfirmasi membentuk nanopartikel perak pada menit ke-15, intensitas panjang gelombang menunjukkan ciri khas pembentukan AgNP pada daerah puncak SPR 400-403 nm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada seluruh dosen pembimbing dan penguji atas kritikan dan saran selama proses penelitian berlangsung, serta instansi penelitian yang telah berkontribusi dalam proses penelitian yaitu laboratorium fitokimia, laboratorium biofarmaka Universitas Hasanuddin, dan laboratorium biologi Universitas Negeri Makassar yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di laboratorium tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljabali AAA, Akkam Y, Al Zoubi MS, Al-Batayneh KM, Al-Trad B, Alrobb OA, et al. Synthesis of gold nanoparticles using leaf extract of ziziphus zizyphus and their antimicrobial activity. *Nanomaterials*. 2018;8(3):1-15.
- Ren Y, Yang H, Wang T, Wang C. Bio-synthesis of silver nanoparticles with antibacterial activity. *Mater Chem Phys [Internet]*. 2019;235(June):121-746. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.121746>
- Tortella GR, Rubilar O, Durán N, Diez MC, Martínez M, Parada J, et al. Silver nanoparticles: Toxicity in model organisms as an overview of its hazard for human health and the environment. *J Hazard Mater*. 2020;390.
- McShan, Danielle. Ray P. Molecular Toxicity Mechanism Of Nanosilver. *Bone*. 2014;23(1):1-7.
- Behravan M, Hossein Panahi A, Naghizadeh A, Ziaee M, Mahdavi R,

- Mirzapour A. Facile green synthesis of silver nanoparticles using *Berberis vulgaris* leaf and root aqueous extract and its antibacterial activity. *Int J Biol Macromol* [Internet]. 2019;124:148-54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.101>
6. Ajayi E, Afolayan A. Green synthesis, characterization and biological activities of silver nanoparticles from alkalized *Cymbopogon citratus* Stapf. *Adv Nat Sci Nanosci Nanotechnol*. 2017;8(1).
 7. Bala A. A review on phytosynthesis, affecting factors and characterization techniques of silver nanoparticles designed by green approach. *Int Nano Lett* [Internet]. 2020;10(3):159-76. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40089-020-00309-7>
 8. Manosalva N, Tortella G, Cristina Diez M, Schalchli H, Seabra AB, Durán N, et al. Green synthesis of silver nanoparticles: effect of synthesis reaction parameters on antimicrobial activity. *World J Microbiol Biotechnol* [Internet]. 2019;35(6):1-9. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11274-019-2664-3>
 9. Khalil MMH. Green synthesis of silver nanoparticles using olive leaf extract and its antibacterial activity. *Arab J Chem* [Internet]. 2014;7(6):1131-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.04.007>
 10. Kamarudin NS, Jusoh R, Setiabudi HD, Jusoh NWC, Jaafar NF, Sukor NF. *Cymbopogon nardus* mediated synthesis of Ag nanoparticles for the photocatalytic degradation of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid. *Bull Chem React Eng & Catal*. 2019;14(1):173-81.
 11. Masurkar SA, Chaudhari PR, Shidore VB, Kamble SP. Rapid Biosynthesis of silver nanoparticles using *Cymbopogon citratus* (Lemongrass) and its Antimicrobial Activity. *Nano-Micro Lett*. 2011;3(3):189-94.
 12. Taba P, Parmitha NY, Kasim S. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor Dan Uji Aktivasinya Sebagai Antioksidan. *Indo J Chem Res*. 2019;7(1):51-60.
 13. Falah S. Potential of lemongrass leaves extract (*Cymbopogon citratus*) as prevention for oil oxidation. Available online www.jocpr.com *J Chem Pharm Res* [Internet]. 2015;7(10):55-60. Available from: www.jocpr.com
 14. Akter M, Sikder MT, Rahman MM, Ullah AKMA, Hossain KFB, Banik S, et al. A systematic review on silver nanoparticles-induced cytotoxicity: Physicochemical properties and perspectives. *J Adv Res* [Internet]. 2018;9:1-16. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.10.008>
 15. Hasnain MS, Javed MN, Alam MS, Rishishwar P, Rishishwar S, Ali S, et al. Purple heart plant leaves extract-mediated silver nanoparticle synthesis: Optimization by Box-Behnken design. *Mater Sci Eng C* [Internet]. 2019;99(June 2018):1105-14. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.msec.2019.02.061>
 16. Fitriyanti L. BiosINTESIS NANOPARTIKEL PERAK MENGGUNAKAN EKSTRAK. 2016;9(1):8-13.
 17. Azarbani F, Shiravand S. Green synthesis of silver nanoparticles by *Ferulago macrocarpa* flowers extract and their antibacterial, antifungal and toxic effects. *Green Chem Lett Rev*. 2020;13(1):41-9.
 18. Moldovan B, Sincari V, Perde-Schrepler M, David L. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ligustrum ovalifolium* fruits and their cytotoxic effects. *Nanomaterials*. 2018;8(8).
 19. Verma A, Mehata MS. Controllable synthesis of silver nanoparticles using *Neem* leaves and their antimicrobial activity. *J Radiat Res Appl Sci* [Internet]. 2016;9(1):109-15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jrras.2015.11.001>
 20. Rajput S, Kumar D, Agrawal V. Green synthesis of silver nanoparticles using *Indian Belladonna* extract and their potential antioxidant, anti-inflammatory, anticancer and larvicidal activities. *Plant Cell Rep* [Internet]. 2020;39(7):921-39. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00299-020-02539-7>
 21. Ali M, Kim B, Belfield KD, Norman D, Brennan M, Ali GS. Green synthesis and characterization of silver nanoparticles using *Artemisia absinthium* aqueous extract - A comprehensive study. *Mater Sci Eng C*. 2016;58:359-65.
 22. Jannah R, Amaria A. Artikel Review: Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Pereduksi Asam Amino Sebagai Deteksi Ion Logam Berat Article Review: Synthesis of Silver Nanoparticles Using Amino Acid Reducers as Detection of Heavy Metal Ions. 2020;(3750):185-202.