

Pengaruh Penambahan Carbon Nanodots Kayu Putih Terhadap Kestabilan Nanopartikel Perak Berdasarkan Uji UV-Vis Spektrofotometer

Effect of Addition of Eucalyptus Carbon Nanodots to the Stability of Silver Nanoparticles based on Uv-Vis Spectrophotometer Test

Siti Choerotun Nisa¹⁾ Wipsar Sunu Brams Dwandaru²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA UNY

²⁾ Dosen Program Studi Fisika FMIPA UNY

sitichoerotun.2017@student.uny.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan C-dots kayu putih (KP) terhadap kestabilan AgNp berdasarkan uji UV-Vis dan analisis energi *gap*. Penelitian ini menghasilkan tiga sampel larutan, yaitu C-dots KP, AgNp, dan AgNp/C-dots KP. Hasil preparasi tiga larutan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Hasil UV-Vis C-dots KP menunjukkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 262 nm – 271 nm, AgNp berada pada panjang gelombang 421 nm, dan AgNp/C-dots KP memiliki dua puncak, yaitu pada 250 nm – 271,5 nm dan 412 nm – 431,5 nm. Puncak pertama menunjukkan C-dots KP dan puncak kedua AgNp. Berdasarkan pada hasil analisis energi *gap*, AgNp dan AgNp/C-dots KP memiliki nilai energi *gap* yang berbeda. Nilai energi *gap* AgNp yaitu 2,27 eV – 2,48 eV, sedangkan nilai energi *gap* AgNp/C-dots KP adalah 2,37 eV – 2,41 eV. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan C-dots KP dalam AgNp menyebabkan AgNp relatif stabil, hal ini terlihat dari nilai absorbansi yang menurun, pergeseran panjang gelombang yang tidak terlalu signifikan, serta pergeseran energi *gap* yang kecil.

Kata kunci: C-dots, AgNp, AgNp/C-dots KP, UV-Vis, energi *gap*.

Abstract

This study aims to determine the effect of the addition of eucalyptus C-dots (KP) to agnp stability based on UV-Vis test and gap energy analysis. This study produced three samples of solutions, namely C-dots KP, AgNp, and AgNp/C-dots KP. The preparation results of the three solutions have different characteristics. UV-Vis C-dots KP results show peak absorbance at wavelengths of 262 nm – 271 nm, AgNp is at wavelengths of 421 nm, and AgNp/C-dots KP has two peaks, namely at 250 nm – 271.5 nm and 412 nm – 431.5 nm. The first peak shows C-dots KP and the second peak agNp. Based on the results of the energy gap analysis, AgNp and AgNp/C-dots KP have different gap energy values. AgNp gap energy value is 2.27 eV – 2.48 eV, while AgNp/C-dots KP gap energy value is 2.37 eV – 2.41 eV. This indicates that the addition of C-dots KP in AgNp causes AgNp to be relatively stable, as seen from the decreased absorbance value, the not very significant wavelength shift, as well as the small gap energy shift.

Keywords: C-dots, AgNp, AgNp/C-dots KP, UV-Vis, gap energy.

PENDAHULUAN

Saat ini nanoteknologi berkembang sangat pesat. Beberapa tahun terakhir terjadi percepatan luar biasa dalam penerapan nanoteknologi di bidang industri. Hal tersebut menandakan bahwa saat ini dunia sedang mengarah pada revolusi nanoteknologi. Salah satu bidang nanoteknologi yang banyak dikembangkan adalah nanomaterial. Menurut Ariyanta *et al.* (2014), nanomaterial memiliki cakupan aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, di antaranya adalah bidang *biofuel*, *bioimaging*, dan biomedis. Kemampuan nanomaterial yang dapat diplikasikan dalam berbagai bidang menjadi perhatian khusus bagi para peneliti.

Salah satu nanomaterial yang saat ini tengah dikembangkan adalah nanopartikel perak (AgNp). Terdapat beberapa metode preparasi AgNp, salah satunya adalah metode reduksi kimia. Metode ini dilakukan dengan mereaksikan AgNO₃ dengan natrium sitrat. Namun demikian metode ini memiliki kelemahan, yaitu daya tahan dan kestabilan AgNp yang buruk. Dalam jangka waktu yang singkat, stabilitas AgNp tidak dapat dipertahankan dan mengalami aglomerasi (Ridwan, *et al.*, 2018). Aglomerasi pada AgNp dapat dicegah dengan menambahkan bahan tertentu sebagai agen penudung untuk menjaga kestabilannya.

Selain AgNp, C-dots menjadi salah satu topik menarik untuk diteliti. Selain karena ukurannya yang sangat kecil, C-dots juga memiliki sifat tidak beracun, berpendar, dan kestabilan yang baik. C-dots sendiri dapat disintesis dari bahan-bahan yang material awalnya berupa atom karbon, baik dari bahan organik maupun anorganik. Salah satu bahan organik yang dapat disintesis untuk menghasilkan C-dots adalah tanaman kayu putih. Tanaman kayu putih merupakan salah satu tanaman yang memiliki unsur karbon di dalamnya. Karena adanya unsur tersebut, maka tanaman kayu putih dapat disintesis menjadi C-dots. Pada penelitian ini, C-dots dari kayu putih disintesis dengan metode pemanasan *oven*.

Pada penelitian ini, peneliti tertarik untuk mengetahui pengaruh penambahan C-dots KP sebagai agen penudung terhadap kestabilan

AgNp. Penambahan C-dots ke dalam AgNp menjadikannya nanokomposit AgNp/Cdots KP. Karakterisasi utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ultraviolet-visible (UV-Vis) spektrofotometer. Hasil karakterisasi UV-Vis akan menunjukkan puncak absorpsi pada panjang gelombang serapan tertentu dan nilai absorpsi yang dihasilkan akan dianalisis energi *gap* untuk mengetahui kestabilan larutannya.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2021 hingga Juni 2021. Penelitian dilakukan di Laboratorium Koloid jurusan Pendidikan Fisika dan Laboratorium Kimia Analitik jurusan Pendidikan Kimia, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap preparasi dan karakterisasi. Tahap preparasi dimulai dengan preparasi C-dots dari daun KP. Preparasi C-dots KP dimulai dengan membuat serbuk daun KP. Serbuk daun KP dilarutkan dengan akuades hingga diperoleh *stock solution* C-dots. Selanjutnya, dilakukan preparasi AgNp. Preparasi ini menggunakan metode reduksi kimia. Bahan yang digunakan untuk membentuk AgNp adalah garam AgNO₃. Agar terbentuk AgNp, larutan AgNO₃ harus direduksi dengan natrium sitrat. Proses reduksi dilakukan dengan memanaskan larutan AgNO₃ kemudian diteteskan natrium sitrat. Hasil pemanasan tersebut berupa larutan AgNp. Kemudian tahap preparasi AgNp/C-dots KP. Preparasi AgNp/C-dots KP dilakukan dengan mencampurkan larutan AgNp 3 mL dan larutan C-dots 2 mL. Hasil dari pencampuran kedua larutan tersebut dihasilkan larutan baru AgNp/C-dots KP. Tahap karakterisasi dilakukan dengan pengujian menggunakan UV-Vis spektrofotometer. Larutan C-dots, AgNp, dan AgNp/C-dots KP yang sudah terbentuk kemudian dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Karakterisasi tersebut digunakan untuk mengetahui absorpsi larutan. Selanjutnya, data

absorbansi larutan AgNp dan AgNp/C-dots KP dianalisis energi *gap*-nya untuk mengetahui kestabilan larutan tersebut.

Teknik Analisis Data

Setelah dilakukan preparasi C-dots KP, AgNp, dan AgNp/C-dots KP, selanjutnya di karakterisasi dan dianalisis energi *gap*-nya. Karakterisasi UV-Vis dilakukan untuk mengetahui puncak absorbansi sampel pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan spektrofotometer UV-2400PC Series. Karakteristik yang diperoleh berupa puncak absorbansi pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang dipilih berada pada rentang 200 nm – 800 nm. Kemudian analisis energi *gap*. Analisis energi *gap* dilakukan untuk mengetahui energi *gap* yang diperlukan elektron untuk berpindah dari pita konduksi ke pita valensi. Penentuan energi *gap* dilakukan dengan menggunakan grafik *Tauc Plot*. Besarnya energi *gap* digunakan untuk menentukan kestabilan AgNp dan AgNp/C-dots KP.

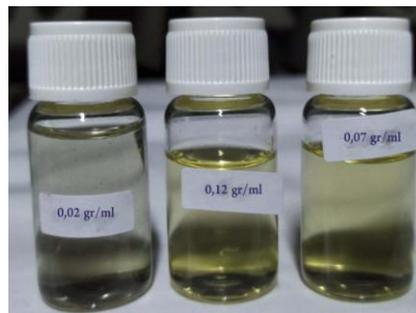
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Preparasi AgNp, C-dots KP, dan AgNp/C-dots KP

Preparasi ini menghasilkan C-dots KP dalam bentuk larutan. Larutan ini sering disebut dengan C-dots *stock solution*. Larutan ini diperoleh dari hasil rendaman serbuk C-dots KP yang dilarutkan dalam akuades. Larutan C-dots KP yang telah dipreparasi memiliki warna kuning jernih hingga pekat. Larutan C-dots KP yang dihasilkan umumnya jernih dan tidak terlalu pekat. Perbedaan warna larutan disebabkan oleh variasi konsentrasi C-dots KP.

Pada penelitian ini, variasi konsentrasi C-dots KP adalah 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL dan 0,12 gr/mL. Pada konsentrasi 0,02 gr/mL, larutan C-dots KP berwarna kuning jernih. Pada konsentrasi 0,07 gr/mL, larutan C-dots KP berwarna kuning. Sementara pada konsentrasi 0,12 gr/mL, larutan C-dots KP berwarna kuning pekat. Semakin tinggi konsentrasi C-dots KP, maka larutan yang

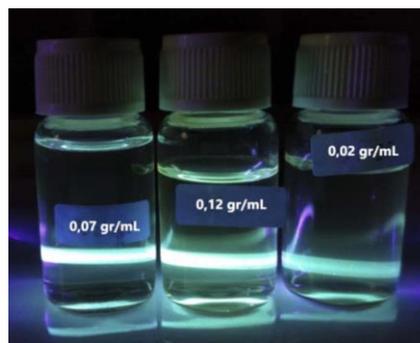
dihasilkan semakin pekat. Gambar larutan C-dots KP untuk masing-masing konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Larutan C-dots KP konsentrasi 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL dan 0,12 gr/mL.

Adanya C-dots dalam larutan C-dots KP dapat diamati dengan melakukan pengujian sederhana. Pengujian dilakukan dengan menembakkan laser UV ke larutan C-dots KP. Ketika laser UV ditembakkan ke larutan sampel, diperoleh pendaran berwarna *cyan*. Warna pendaran yang dihasilkan sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fadli (2018). Pada penelitian tersebut, pendaran yang dihasilkan berada pada rentang warna hijau sampai dengan biru yang mana warna *cyan* berada pada rentang kedua warna tersebut.

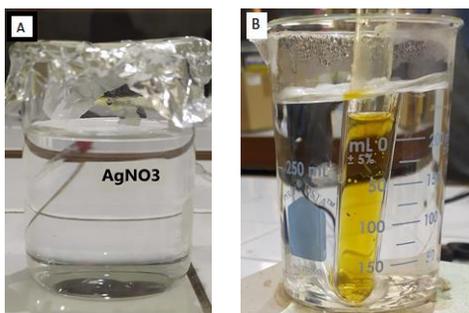
Jika dilihat secara kualitatif, intensitas pendaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh kepekatan larutan. Sementara itu, kepekatan larutan bergantung pada konsentrasi C-dots KP. Semakin tinggi konsentrasinya, intensitas pendaran yang dihasilkan semakin tinggi. Gambar pendaran larutan C-dots KP untuk masing-masing konsentrasi C-dots KP ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pendaran larutan C-dots KP konsentrasi 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL dan 0,12 gr/mL.

Selanjutnya preparasi AgNp dilakukan dengan metode reduksi kimia. Pada preparasi ini, garam perak yang digunakan untuk menumbuhkan AgNp adalah garam AgNO_3 . Garam perak ini dipilih karena memiliki sifat yang stabil, sehingga AgNp yang dihasilkan pun memiliki sifat yang stabil. Dalam metode reduksi kimia, diperlukan pereduksi kimia untuk menghasilkan AgNp. Reduktor kimia yang digunakan adalah natrium sitrat.

Hasil preparasi AgNp dengan metode reduksi kimia diperoleh larutan AgNO_3 yang tereduksi. Larutan AgNO_3 yang semula bening berubah warna menjadi kuning kecoklatan. Larutan AgNO_3 yang telah tereduksi juga relatif lebih pekat dibandingkan dengan larutan AgNO_3 murni. Perubahan warna ini menjadi indikasi adanya AgNp di



dalam larutan tersebut. Larutan AgNO_3 murni dan larutan AgNO_3 setelah direduksi kimia ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3. (a) Larutan AgNO_3 sebelum direduksi dan (b) Larutan AgNO_3 setelah direduksi dengan natrium sitrat (AgNp).

Setelah mempersiapkan AgNp, berikutnya adalah preparasi AgNp/C-dots KP. Pada preparasi ini, variasi yang digunakan adalah variasi konsentrasi C-dots KP, yakni 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL, dan 0,12 gr/mL. Sementara itu, konsentrasi AgNp yang digunakan yakni 5 mM larutan AgNO_3 yang telah direduksi dengan natrium sitrat. Perbandingan volume kedua larutan dibuat tetap, yakni 3 mL untuk C-dots KP dan 2 mL

untuk AgNp. Hasil preparasi AgNp/C-dots KP ditunjukkan Gambar 4.



Gambar 4. Larutan AgNp/C-dots KP dengan variasi konsentrasi C-dots KP.

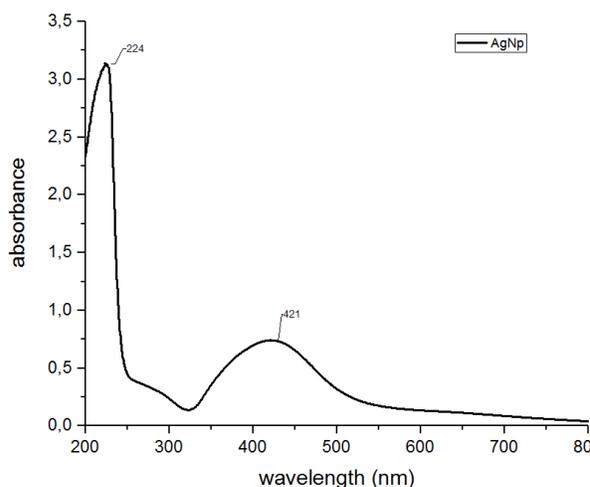
Berdasarkan Gambar 4, diketahui bahwa sifat fisis AgNp/C-dots KP untuk masing-masing variasi konsentrasi C-dots KP berbeda. Secara kualitatif, larutan AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots KP 0,02 gr/mL berwarna kuning kecoklatan dan relatif keruh. Pada larutan AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi 0,07 gr/mL, larutan berwarna kekuningan dan relatif lebih jernih dibanding AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots 0,02 gr/mL. Sementara itu, larutan AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots KP 0,12 gr/mL tidak berwarna dan lebih jernih dibanding AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots KP lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi C-dots KP, maka larutan AgNp/C-dots KP yang dihasilkan makin jernih dan tidak berwarna. Berdasarkan pengamatan kualitatif tersebut, diketahui bahwa sifat larutan AgNp/C-dots KP dipengaruhi oleh konsentrasi C-dots KP. Sehingga, kestabilan larutan AgNp/C-dots KP dipengaruhi pula oleh C-dots KP.

B. Hasil Karakterisasi UV-Vis C-dots KP, AgNp, dan AgNp/C-dots KP

Hasil karakterisasi UV-Vis AgNp menunjukkan grafik hubungan antara panjang gelombang dalam satuan nanometer dengan absorbansi sampel uji. Panjang gelombang yang digunakan berada pada rentang 200 nm – 800 nm, yang mana pada rentang ini

merupakan spektrum UV dan spektrum sinar tampak (*visible*). Karakterisasi ini dilakukan untuk menentukan kandungan nanopartikel perak dalam sampel.

Pada penelitian ini, konsentrasi larutan AgNp yang diuji dibuat tetap. Konsentrasi larutan AgNp yang digunakan sebesar 3 mM. Sampel larutan AgNp diambil 3 mL, kemudian dilarutkan dalam 10 mL blangko akuades. Hasil karakterisasi sampel AgNp ditunjukkan pada Gambar 5.

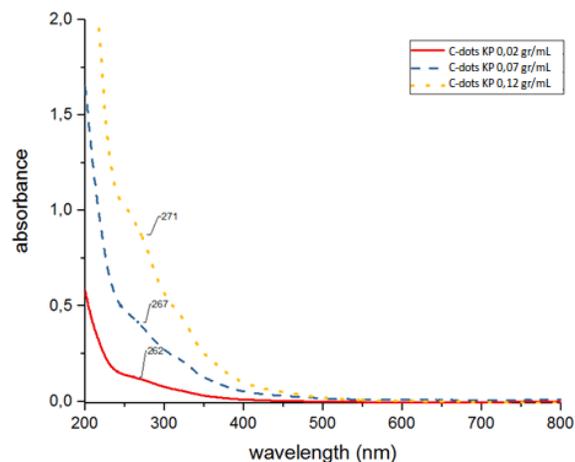


Gambar 5. Hasil Karakterisasi UV-Vis larutan AgNp konsentrasi 3 mM.

Gambar 5 menunjukkan hasil karakterisasi uji UV-Vis untuk sampel larutan AgNp konsentrasi 3 mM. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa pada sampel larutan AgNp terdapat dua puncak absorbansi. Puncak absorbansi pertama berada pada panjang gelombang 224 nm. Puncak absorbansi pertama berasal dari komponen reduktor kimia. Komponen reduktor kimia ini terdiri dari natrium dan sitrat. Puncak absorbansi kedua berada pada panjang gelombang 421 nm. Panjang gelombang ini menunjukkan adanya kandungan Ag^+ dalam larutan AgNp. Menurut Paryati (2016), puncak serapan atom Ag pada spektroskopi UV-Vis berada pada rentang panjang gelombang 328 nm - 466 nm. Hal ini menunjukkan bahwa pada penelitian ini, AgNp telah berhasil dipreparasi.

Hasil karakterisasi UV-Vis C-dots KP menunjukkan grafik hubungan antara panjang gelombang dalam satuan nanometer dengan absorbansi sampel uji. Panjang gelombang yang digunakan berada pada rentang 200 nm – 800 nm, yang mana pada rentang ini merupakan spektrum UV dan spektrum sinar tampak (*visible*). Karakterisasi ini dilakukan untuk menentukan kandungan C-dots KP dalam sampel.

Pada penelitian ini, variasi konsentrasi larutan C-dots KP yang diuji adalah 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL dan 0,12 gr/mL. Masing-masing sampel C-dots KP diambil 5 mL, kemudian dilarutkan dalam 10 mL blangko akuades. Hasil karakterisasi ketiga sampel C-dots KP ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Karakterisasi UV-Vis larutan C-dots KP konsentrasi 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL, dan 0,12 gr/mL

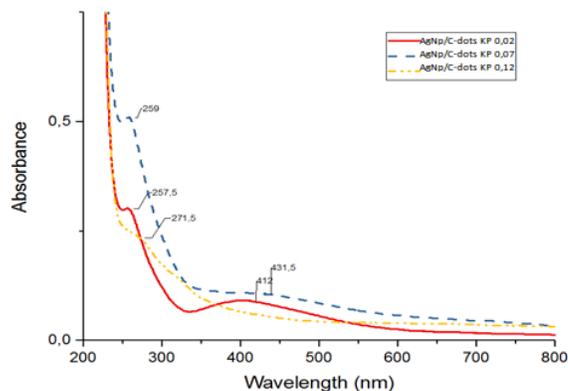
Gambar 6 menunjukkan hasil karakterisasi uji UV-Vis untuk masing-masing variasi konsentrasi larutan C-dots KP. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa masing-masing variasi konsentrasi larutan C-dots KP terdapat satu puncak bahu. Hasil karakterisasi UV-Vis untuk konsentrasi C-dots KP 0,02 gr/mL ditunjukkan garis berwarna merah, konsentrasi 0,07 gr/mL ditunjukkan garis putus-putus berwarna biru, dan konsentrasi C-dots KP 0,12 gr/mL ditunjukkan titik-titik berwarna coklat. Pada konsentrasi C-dots KP 0,02 gr/mL, puncak bahu larutan berada pada panjang gelombang

261 nm. Kemudian pada konsentrasi C-dots KP 0,07 gr/mL, puncak bahu larutan berada pada panjang gelombang 267 nm. Sementara itu, pada konsentrasi C-dots KP 0,12 gr/mL puncak bahu larutan berada pada panjang gelombang 271 nm. Panjang gelombang yang diperoleh sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soni (2016), yang mana puncak absorbansi dan puncak bahu C-dots KP yang berasal dari tanaman hijau berada pada panjang gelombang 260 nm hingga 360 nm.

Adanya puncak bahu pada masing-masing variasi konsentrasi C-dots KP menunjukkan adanya transisi elektron dalam larutan tersebut. Transisi elektron yang mungkin terjadi adalah transisi $\pi \rightarrow \pi^*$, yang mana transisi ini menunjukkan adanya ikatan C=C yang merupakan *core* C-dots KP (Wu *et al.*, 2017). Puncak bahu yang terbentuk menunjukkan bahwa daerah puncak yang dihasilkan lemah. Hal ini disebabkan oleh daerah serapan yang terlalu luas. Menurut Wang dan Hu (2014), daerah serapan luas disebabkan karena C-dots KP memiliki struktur pita energi yang rumit dan tingkat energi yang acak.

Hasil karakterisasi UV-Vis AgNp/C-dots KP menunjukkan grafik hubungan antara panjang gelombang dalam satuan nanometer dengan absorbansi sampel uji. Panjang gelombang yang digunakan berada pada rentang 200 nm – 800 nm, yang mana pada rentang ini merupakan spektrum UV dan spektrum sinar tampak (*visible*). Karakterisasi ini dilakukan untuk menentukan kestabilan nanopartikel perak yang telah dicampurkan dengan C-dots KP.

Pada penelitian ini, konsentrasi larutan AgNp yang diuji dibuat tetap, sementara konsentrasi larutan C-dots KP divariasikan. Konsentrasi larutan AgNp yang digunakan sebesar 3 mM, sementara variasi konsentrasi larutan C-dots KP yang digunakan adalah 0,02 gr/mL, 0,07 gr/mL dan 0,12 gr/mL. Perbandingan volume keduanya dibuat tetap, yakni 2 mL AgNp : 3 mL C-dots KP. Hasil karakterisasi UV-Vis AgNp/C-dots KP ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Karakterisasi UV-Vis AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots KP.

Gambar 7 menunjukkan hasil karakterisasi uji UV-Vis AgNp/C-dots KP variasi konsentrasi C-dots KP. Hasil karakterisasi UV-Vis untuk AgNp/C-dots KP 0,02 gr/mL ditunjukkan garis berwarna merah, AgNp/C-dots KP 0,07 gr/mL ditunjukkan garis putus-putus berwarna biru, dan AgNp/C-dots KP 0,12 gr/mL ditunjukkan titik-titik berwarna coklat. Pada data AgNp/C-dots KP 0,02 gr/mL, terdapat dua puncak absorbansi pada panjang gelombang 257,5 nm dan 412 nm. Kemudian pada AgNp/C-dots KP 0,07 gr/mL, puncak absorbansi pada panjang gelombang 259 nm dan 431,5 nm. Sementara itu, pada AgNp/C-dots KP 0,12 gr/mL, terdapat satu puncak absorbansi pada panjang gelombang 271,5 nm.

Pada AgNp/C-dots KP 0,02 gr/ml, 0,07 gr/ml, dan 0,12 gr/ml, memiliki puncak bahu yang serupa dengan hasil UV-Vis C-dots KP. Puncak bahu AgNp/C-dots KP ini berada pada panjang gelombang 257,5 nm, 259 nm, dan 271,5 nm. Puncak bahu ini menunjukkan indikasi adanya material C-dots. Hal tersebut diakibatkan oleh penambahan C-dots KP ke dalam AgNp. Dari uji UV-Vis, diketahui bahwa konsentrasi C-dots KP mempengaruhi puncak bahu yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi C-dots KP yang ditambahkan ke dalam AgNp, maka puncak bahu yang dihasilkan semakin bergeser ke kanan.

Pada AgNp/C-dots KP 0,02 gr/ml dan 0,07 gr/ml, terdapat puncak absorbansi yang serupa dengan hasil UV-Vis AgNp. Puncak

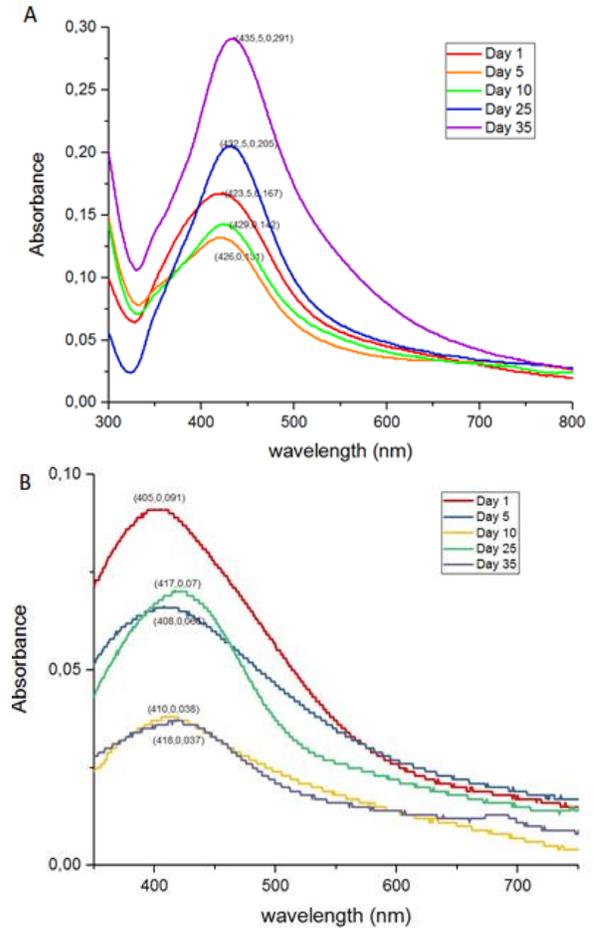
absorbansi AgNp/C-dots KP ini berada pada panjang gelombang 412 nm dan 431,5 nm. Puncak absorbansi ini menunjukkan indikasi adanya material AgNp. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Ahmad *et al.* (2011), yang menunjukkan bahwa puncak absorbansi UV-Vis AgNp berada pada panjang gelombang 410 nm – 430 nm. Sementara itu, hasil karakterisasi UV-Vis AgNp/C-dots KP 0,12 gr/mL puncak absorbansi AgNp tidak terlihat. Hal tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi C-dots KP dalam larutan AgNp/C-dots KP 0,12 gr/mL lebih dominan sehingga puncak absorbansi AgNp-nya tidak terlihat. Dari uji UV-Vis, diketahui bahwa konsentrasi C-dots mempengaruhi puncak absorbansi yang dihasilkan. Semakin besar konsentrasi C-dots KP yang ditambahkan ke dalam AgNp, maka puncak absorbansi yang dihasilkan semakin bergeser ke kanan.

C. Pengaruh Penambahan C-dots KP dalam AgNp

Pada tahap ini, AgNp dan AgNp/C-dots KP diuji UV-Vis dalam waktu tertentu. Tahap ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan C-dots KP terhadap kestabilan AgNp. Konsentrasi larutan C-dots KP yang digunakan adalah 0,02 gr/ml. Konsentrasi C-dots KP 0,02 gr/mL dipilih karena hasil karakterisasi C-dots KP menggunakan UV-Vis menunjukkan puncak absorbansi yang relatif stabil jika ditambahkan ke dalam AgNp. Analisis dilakukan kuantitatif berdasarkan uji UV-Vis. Tabel dan grafik uji UV-Vis AgNp dan AgNp/C-dots KP variasi waktu ditunjukkan Tabel 1 dan Gambar 8.

Tabel 1. Uji UV-Vis AgNp AgNp/C-dots KP variasi waktu

Hari ke-	AgNp		AgNp/C-dots KP	
	absorbance	wavelength (nm)	absorbance	wavelength (nm)
1	0,167	421	0,091	405
5	0,131	423,5	0,066	408
10	0,142	429	0,038	410
25	0,205	432,5	0,07	416
35	0,291	435,5	0,037	418



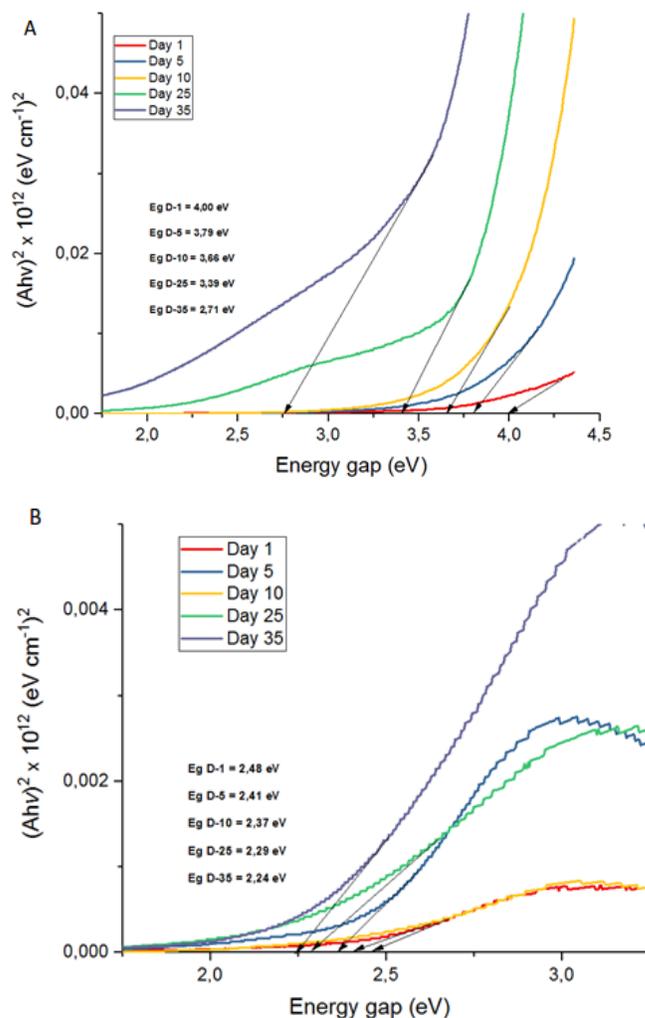
Gambar 8. (a) Uji UV-Vis AgNp dan (b) AgNp/C-dots KP variasi waktu

Berdasarkan Gambar 8 (a), puncak absorbansi AgNp masing-masing variasi waktu berbeda-beda. Pada hari ke-1, puncak absorbansinya sebesar 0,167, sementara hari ke-35 puncak absorbansinya sebesar 0,291. Semakin lama waktu penyimpanan AgNp, puncak absorbansi yang dihasilkan semakin tinggi. Kenaikan puncak absorbansi disebabkan oleh berubahnya kepekatan larutan AgNp. Kepekatan larutan AgNp menjadi indikasi banyaknya AgNp yang terbentuk. Semakin pekat larutan, maka semakin banyak AgNp yang terbentuk. Selain puncak absorbansi, didapatkan pula panjang gelombang serapan. Pada hari ke-1, panjang gelombang serapan berada pada 421 nm, sementara hari ke-35 panjang gelombang serapan berada pada 432,5 nm. Dari hasil uji UV-Vis, diketahui bahwa terjadi pergeseran panjang gelombang serapan. Adanya

pergeseran panjang gelombang serapan menunjukkan perubahan ukuran partikel. Pergeseran panjang gelombang serapan ke arah yang lebih besar mengindikasikan adanya peningkatan ukuran partikel (Pinto *et al.*, 2010).

Berdasarkan Gambar 8 (b), puncak absorbansi AgNp/C-dots KP masing-masing variasi waktu berubah. Pada hari ke-1, puncak absorbansinya sebesar 0,091, sementara hari ke-35 puncak absorbansinya sebesar 0,037. Semakin lama waktu penyimpanan AgNp, puncak absorbansi yang dihasilkan semakin rendah. Penurunan absorbansi disebabkan oleh banyaknya ion Ag^+ yang belum mengalami agregasi (Gunsolus *et al.*, 2015). Selain puncak absorbansi, didapatkan pula panjang gelombang serapan. Pada hari ke-1, panjang gelombang serapan berada pada 405 nm, sementara hari ke-35 panjang gelombang serapan berada pada 418 nm. Dari hasil uji UV-Vis, diketahui bahwa pada larutan AgNp/C-dots KP terjadi pergeseran panjang gelombang serapan.

Pada tahap ini, hasil uji UV-Vis AgNp dan AgNp/C-dots KP selama beberapa hari dianalisis energi *gap*-nya. Analisis ini digunakan untuk menentukan kestabilan AgNp dan AgNp/C-dots KP. Nilai energi *gap* dapat ditentukan berdasarkan data absorbansi dan panjang gelombang serapan uji UV-Vis (Witjaksono, 2011). Pada penelitian ini, energi *gap* diperoleh dengan metode Tauc Plot yang mana pengukuran ini dilakukan dengan menarik garis linier pada grafik hubungan Ahv dan hv hingga memotong sumbu x (hv). Penentuan Energi *gap* AgNp dan AgNp/C-dots KP ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. (a) Analisis energi *gap* AgNp dan (b) AgNp/C-dots KP variasi waktu

Gambar 9 (a) menunjukkan grafik Tauc plot AgNp masing-masing variasi waktu. Energi *gap* AgNp dihitung dengan menggunakan metode *direct band gap*. Berdasarkan Gambar 9 (a), energi *gap* sampel AgNp berada pada rentang 2,71 eV – 4 eV. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Amar *et al.* (2016) dan Budhiraja *et al.* (2013), diketahui bahwa AgNp memiliki energi *gap* sebesar 2,38 eV – 4,27 eV. Menurut Amar *et al.* (2016), bergesernya energi *gap* disebabkan oleh berubahnya ukuran partikel. Berubahnya ukuran partikel mengindikasikan bahwa sampel tidak stabil dan mengalami aglomerasi. Pada sampel AgNp, pergeseran energi *gap*-nya cukup signifikan. Sehingga

dapat diduga bahwa pada sampel AgNp, sampel tidak stabil dan terjadi agregasi. Nilai energi *gap* yang semakin rendah menunjukkan bahwa energi yang diperlukan untuk eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi semakin rendah pula. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel AgNp semakin besar

Gambar 9 (b) menunjukkan grafik Tauc plot AgNp/C-dots KP masing-masing variasi waktu. Energi *gap* AgNp/C-dots KP dihitung dengan menggunakan metode *direct band gap*. Berdasarkan Gambar 9 (b), energi *gap* sampel AgNp berada pada rentang 2,24 eV – 2,48 eV. Pada sampel AgNp/C-dots KP juga terjadi pergeseran energi *gap*. Namun, pergeserannya tidak terlalu signifikan. Pergeseran energi *gap* ke arah kiri menunjukkan bahwa ukuran berubah semakin besar. Menurut Triwardiati dan Ermawati (2018), efek pergeseran energi *gap* yang dikenal dengan *quantum effect* adalah akibat dari perubahan partikel dari sampel. Berubahnya ukuran partikel ini yang menjadi indikasi bahwa sampel tidak stabil dan mengalami aglomerasi. Pada sampel AgNp, pergeseran energi *gap*-nya cukup signifikan. Dari hal tersebut, dapat diduga bahwa sampel AgNp murni yang dipreparasi dengan metode reduksi kimia memiliki kestabilan yang kurang baik. Sementara itu, pada sampel AgNp/C-dots KP pergeseran energi *gap*-nya tidak terlalu signifikan. Sehingga AgNp/C-dots KP yang telah dipreparasi mampu menambah kestabilan AgNp murni dengan mencegah terjadinya aglomerasi.

Kesimpulan

1. AgNp yang dipreparasi menggunakan metode reduksi kimia memiliki karakteristik panjang gelombang serapan 421 nm.
2. C-dots KP yang dipreparasi menggunakan metode pemanasan *oven* memiliki karakteristik panjang gelombang serapan 261 nm – 271 nm.
3. Dihilangkan AgNp/C-dots KP dengan karakteristik panjang gelombang serapan

257,5 nm – 271 nm untuk penyusun C-dots, dan 412 nm – 431,5 untuk penyusun AgNp.

4. Penambahan C-dots KP dalam AgNp (AgNp/C-dots KP) menyebabkan AgNp relatif stabil, hal ini terlihat dari nilai absorbansi yang menurun, pergeseran panjang gelombang yang tidak terlalu signifikan, serta pergeseran energi *gap* yang kecil.

Saran

1. Dapat dilakukan sintesis AgNp dengan metode lain.
2. Dapat dilakukan sintesis C-dots KP dengan metode lain.
3. Dapat dilakukan uji TEM untuk mengetahui ukuran AgNp, C-dots KP dan AgNp/C-dots KP yang sebenarnya.
4. Dapat dilakukan uji SEM untuk mengetahui bentuk AgNp, C-dots KP dan AgNp/C-dots KP yang sebenarnya.
5. Perlu dilakukan karakterisasi fisis lain yang digunakan untuk menentukan karakteristik AgNp/C-dots KP yang dihasilkan.
6. Perlu mengontrol perbandingan sampel AgNp dan C-dots KP yang digunakan untuk memperoleh kombinasi terbaik.
7. Perlu menambahkan bahan lain yang dapat berfungsi menambah kestabilan AgNp/C-dots KP.
8. Dapat dilakukan penelitian lain terkait pengaplikasian AgNp/C-dots KP.

Daftar Pustaka

- Ahmad, M., *et al.* (2011). Green Synthesis and Characterization of Silver/Chitosan/Polyethylene Glycol Nanocomposites Without any Reducing Agent. *International Journal of Molecular Sciences*, 12(8), 4872–4884. Diambil pada tanggal 3 April 2021, dari <https://doi.org/10.3390/ijms12084872>
- Ariyanta, H. A. (2014). Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya sebagai Antibakteri Penyebab

- Luka Infeksi. The Indonesia Journal of Public Health. Vol. 10 No. 1
- Badam Pusat Statistik. (2020). Produksi Perusahaan Pembudidaya Tanaman Kehutanan menurut Jenis Produksi 2017-2019.
<https://www.bps.go.id/indicator/60/1851/1/produksi-perusahaan-pembudidaya-tanaman-kehutanan0menurut-jenis-produksi.html> Diakses pada 15 April 2021
- Das, Amar & Kumar, Rajesh & Goutam, Surya & Sagar, Sadhana. (2016). *Sunlight Irradiation Induced Synthesis of Silver Nanoparticles using Glycolipid Biosurfactant and Exploring the Antibacterial Activity*. *Journa of Bioengineering & Biomedical Science*. 6. 208. 10.4172/2155-9538.1000208
- Fadli, A. L. (2018). Preparasi dan Karakterisasi Nanomaterial Carbon-Dot, Carbon-Dot/Sulfur, dan Carbon-Dot/Silver Nanoparticle Berbahan Dasar Buah Namnam (*Cynometra Cauliflora L*) dengan Metode Penggorengan Berbasis Minyak. Skripsi: Universitas Negeri Yogyakarta
- Gunsolus, I. L., et al. (2015). *Effects of Humic and Fulvic Acids of Silver Nanoparticle Stability, Dissolution, and Toxicity*, *Environ. Sci. Technol.*, 49, 8078-8086.
- Isnaeni. (2018). *Penelitian P2F-LIPI Mengembangkan Material Karbon Dot Berpendar dari Bahan Limbah*. <http://www.fisika.lipi.go.id/fisika/news/read/peneliti-p2f-lipi-mengembangkan-material-karbon-dot-berpendar-dari-bahan-limbah> diakses 31 Januari 2021.
- Paryati. (2016). Pengaruh Konsentrasi Larutan Nanopartikel Perak Terhadap Porositas dan Kuat Tekan Batu Bata Ringan. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Pinto, V. V., Ferreira, M. J., Silva, R., Santos, H. A., Silva, S., & Pereira, C. M. (2010). *Long Time Effect on The Stability of Silver Nanoparticles in Aqueous Medium: Effect of The Synthesis and Storage Condition*, *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects*, 364, 19-25.
- Ridwan, N. R., et al. (2018). Sintesis dan Stabilitas Nanopartikel Perak Tertudung Asam Salisilat. IKoPAC Vol 1, No 3 ISSN: 2620-8571.
- Saputra et al. (2010). Preparasi Koloid Nanosilver dengan Berbagai Jenis Reduktor sebagai Bahan Anti Bakteri. Indonesian Journal of Materials Science Vol. 12, No. 3 ISSN: 1411-1098.
- Suwarda, R. & Maarif, S., (2013). *Pengembangan Inovasi Teknologi Nanopartikel Berbasis PAT untuk Menciptakan Produk Yang Berdaya Saing*. Jurnal Teknik Industri. ISSN: 1411-6340 104.
- Soni, S. (2016). Luminescent Carbon Dots : Characteristics and Applications. Top Master Nanoscience: University of Groningen.
- Triwardiati, Diana & Ermawati, Imas R., (2018). *Analisis Bandgap Karbon Nanodots (C-dots) Kulit Bawang Merah Menggunakan Teknik Microwave*. ISSN No. 2502-8782.
- Wang, Y., & Hu, A. (2014). Carbon Quantum Dots: Synthesis, Properties, and Applications. *Journal of Materials Chemistry C*, 2(34), 6921. Diunduh pada tanggal 2 April 2018, dari <https://doi.org/10.1039/C4TC00988F>
- Witjaksono. (2011). Karakterisasi Nanokristalin ZnO Hasil Presipitasi dengan Perlakuan Pengeringan, Anil dan Pasca-Hidrotermal. Tesis. Departemen Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Wu, Z.L., Liu, Z.X., Yuan, Y.H. (2017). Carbon Dots: Materials, Synthesis, Properties and Approaches to Long-Wavelength and Multicolor Emission. *J. Mater. Chem. B*, 2017, 1-15.