

Sintesis nanopartikel Au dan Ag dengan alginat sebagai pereduksi dan penstabil serta aplikasinya dalam sistem emulsi = Synthesis of Au and Ag nanoparticle using alginate as reducing agent and stabilizer and their application in emulsion system

Foliatini, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20404564&lokasi=lokal>

Abstrak

Alginat merupakan polisakarida alam sehingga bersifat biokompatibel dan non toksik. Berdasarkan karakteristiknya, alginat potensial untuk dimanfaatkan sebagai pemodifikasi dalam sintesis nanopartikel Au dan Ag. Karena nanopartikel Au dan Ag memiliki ukuran partikel dan wettability yang dapat diatur, maka komposit Au/alginat dan Ag/alginat diharapkan dapat diaplikasikan sebagai penstabil emulsi. Metode sintesis yang digunakan adalah metode bottom-up dengan bantuan energi gelombang mikro. Karakterisasi nanopartikel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, Particle Size Analyzer, Transmission Electron Microscopy, dan spektrofotometer FTIR.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa alginat berperan sebagai pereduksi dan penstabil dalam sintesis nanopartikel Au dan Ag menggunakan bantuan energi gelombang mikro. Pada kondisi optimum, nanopartikel Au dan Ag yang dihasilkan memiliki ukuran < 10 nm dan berbentuk bulat. Karakteristik morfologi nanopartikel hasil sintesis tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu rasio konsentrasi alginat/prekursor logam, pH, daya iradiasi, dan konsentrasi NaCl. Kondisi optimum dalam sintesis nanopartikel Au dan Ag berturut-turut adalah pada konsentrasi prekursor logam 0.20-0.40 mM (Au) dan 0,50 mM (Ag), pH 6- 10 (Au) dan 10-12 (Ag), konsentrasi alginat 0,25-0.375% b/v (Au) dan 0,075% b/v (Ag), daya iradiasi 50-100% dari daya total 800 W, waktu iradiasi 2-3 menit (Au) dan 1-2 menit (Ag), dan tanpa ditambahkan dengan NaCl.

Mekanisme reduksi dan stabilisasi nanopartikel melibatkan pembentukan kompleks antara gugus karboksil dengan logam, reaksi pembentukan radikal alginat, reaksi reduksi prekursor logam oleh radikal alginat, dan penataan lapisan alginat di sekeliling permukaan partikel. Stabilisasi sterik dari polimer dan stabilisasi elektrostatis dari anion karboksilat berperan dalam menghambat agregasi nanopartikel. Perhitungan energi interaksi antar nanopartikel menunjukkan bahwa stabilisasi sterik memiliki kontribusi yang lebih besar dibandingkan stabilisasi elektrostatis dalam menghambat interaksi tarik-menarik van der Waals.

Sebagaimana umumnya material nanopartikel lainnya yang dapat menstabilkan emulsi, nanopartikel Au(Ag)/alginat dapat diaplikasikan sebagai penstabil emulsi minyak dalam air (minyak : kloroform, solar, minyak zaitun) setelah dihidrofobisasi dengan campuran asam merkaptoundekanoat (mercaptoundecanoic acid, MUA) dan dodekanatiol. Kemampuan emulsifikasi nanokomposit Au(Ag)/alginat/MUA/dodekanatiol dan karakteristik morfologi emulsi dipengaruhi oleh konsentrasi MUA dan dodekanatiol, rasio Au(Ag)/alginat : pemodifikasi, rasio fasa minyak : air, dan pH. Emulsifikasi yang efektif dapat berjalan pada kondisi berikut : [dodekanatiol] = 5%, [MUA] = 0,001 g/25mL, rasio fasa minyak : fasa air = 1:90, pH = 4-10, rasio nanopartikel : MUA : dodekanatiol = 6:2:2 (Au) dan 10:2:2 (Ag). Kestabilan emulsi yang menggunakan penstabil Au(Ag)/alginat/MUA/dodekanatiol dipengaruhi oleh pH, volume nanokomposit dan konsentrasi NaCl. Lebih jauh lagi, nanopartikel Au(Ag)/alginat yang telah dimodifikasi dengan tiol memiliki potensi untuk dapat diaplikasikan dalam bidang biomedis, misalnya dalam sistem penghantaran

obat dan terapi fotothermal.

.....Alginate is natural polysaccharide therefore it is biocompatible and non toxic. Due to these properties, alginate is potential to be applied as modifier in the Au and Ag nanoparticle synthesis. Au and Ag nanoparticles have adjustable particle size and wettability, thus Au/alginate and Ag/alginate-based nanocomposites are promising material for emulsion stabilizer. Bottom-up method was used in the synthesis of Au and Ag nanoparticle, and the reaction was aided by microwave irradiation. The as-prepared nanoparticles was characterized by UV-Vis spectrophotometry, Particle Size Analyzer, Transmission Electron Microscopy and FTIR spectrophotometry.

The results showed that alginate played a role as both reducing agent and stabilizer in the microwave-assisted Au and Ag nanoparticle synthesis. At optimum condition, the resulting Au and Ag nanoparticles have particle size < 10 nm and spherical in shape. Morphology of nanoparticles was greatly influenced by concentration ratio of alginate/metal precursor, pH, irradiation power, and NaCl concentration. Optimum condition in the Au and Ag nanoparticle synthesis achieved at metal precursor concentration of 0.20-0.40 mM (Au) and 0,50 mM (Ag), pH 6-10 (Au) and 10-12 (Ag), alginate concentration of 0.25-0.375% w/v (Au) and 0.075% w/v (Ag), irradiation power of 50-100% of 800 W, irradiation time of 2-3 minutes (Au) and 1-2 minutes (Ag), without the presence of NaCl.

The mechanism of reduction and stabilization of nanoparticles involved the formation of complex between carboxyl groups and metal, formation of alginate radicals, reduction of metal precursor by alginate radicals, and arrangement of alginate layers surrounding the nanoparticle surface. Steric stabilization from bulky polymer structure and electrostatic stabilization from carboxylate anion play a role in inhibiting nanoparticle aggregation. The calculation of interaction energies between nanoparticles showed that steric stabilization have larger contribution than that of electrostatic stabilization.

Like other nanomaterials which are generally able to stabilize emulsion, Au(Ag)/alginate nanoparticles were able to be applied as stabilizer of oil in water emulsion (oil : chloroform, diesel oil, olive oil) after hydrophobization with the mixture of mercaptoundecanoic acid (MUA) and dodecanethiol. Emulsification capacity of Au(Ag)/alginate/MUA/dodecanethiol nanocomposite and the morphology of the emulsion were influenced by MUA and dodecanethiol concentration, ratio of Au(Ag)/alginate : modifier, ratio of oil : water phase, and pH. The effective emulsification was achieved at : [dodecanethiol] = 5%, [MUA] = 0.001 g/25mL, rasio of oil : water phase = 1:90, pH = 4-10, ratio of nanoparticle : MUA : dodecanethiol = 6:2:2 (Au) and 10:2:2 (Ag). The stability of emulsion stabilized by Au(Ag)/alginate/MUA/dodecanathiol was affected by pH, nanocomposite volume and NaCl concentration. Furthermore, thiol-modified Au(Ag)/alginate nanoparticles have potency to be applied in biomedical field, for example in drug delivery system and photothermal therapy.