

KARAKTERISASI DAN FORMULASI SEDIAAN SERUM NANOPARTIKEL EMAS(AU) BIOREDUKTOR EKSTRAK BIJI BUNGA MATAHARI (*HELIANTHUS ANNUUS L.*)

Zanjabilha Chanida¹, Siska Wardani Tatiana², Ajeng Listyani Tiara³

Program Studi Farmasi Universitas Duta Bangsa Surakarta^{1,2,3}

*Corresponding Author : zanjabilachanida@gmail.com

ABSTRAK

Serum merupakan sediaan kosmetik yang dapat menghantarkan lapisan tipis bahan aktif dengan konsentrasi bahan yang tinggi dan viskositas yang rendah. pengembangan nanopartikel terdapat nanoemulsi yang memiliki partikel koloid padat dengan diameter 1-1000nm. biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) mengandung senyawa flavonoid yang mampu mereduksi Au^{3+} menjadi Au° . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakterisasi nanopartikel dan bioreduktor nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) yang dapat dibuat dalam sediaan serum sesuai dengan standar mutu fisik. Metode *green synthesis energy* menggunakan bioreduktor ekstrak tumbuhan untuk mereduksi nanopartikel sangat efektif, dibantu dengan ultrasonikasi selama 15 menit dengan 20 kali denyut pada suhu 30°C. Hasil karakterisasi nanopartikel emas memiliki nilai absorbansi antar formulasi yaitu 0,948; 1,049; 1,422 pada panjang gelombang 493; 521; 559. Memiliki ukuran masing-masing 276,2nm; 661,1nm; 897,2nm, dengan masing-masing polidispersi indeks sebesar 0,188; 0,860; 0,678. Pada tahap berikutnya dilakukan uji mutu fisik dilakukan meliputi uji organoleptis, uji homogenitas dan daya sebar, uji pH, uji viskositas, uji iritasi dan uji hedonik. Data diolah menggunakan uji Kruskall-Wallis dan diperoleh hasil *Asymp.sign* sebesar 0,027, sehingga dapat disimpulkan sediaan serum nanopartikel bioreduktor emas (Au) ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat digunakan sebagai sediaan serum yang baik sesuai standar mutu fisik.

Kata kunci: biji bunga matahari, bioreduktor, *green synthesis energy*, nanopartikel, serum

ABSTRACT

*Serum is a cosmetic preparation that can deliver a thin layer of active ingredients with a high concentration of ingredients and low viscosity. nanoparticle development there is a nanoemulsion that has solid colloidal particles with a diameter of 1-1000nm. sunflower seeds (*Helianthus annuus L.*) contain flavonoid compounds that can reduce Au^{3+} to Au° . This study aims to determine the characterization of nanoparticles and gold nanoparticle bioreductors of sunflower seed extract (*Helianthus annuus L.*) that can be made in serum preparations in accordance with physical quality standards. The green synthesis energy method using plant extract bioreductors to reduce nanoparticles is very effective, assisted by ultrasonication for 15 min with 20 pulses at 30°C. The characterization results of gold nanoparticles have absorbance values between formulations of 0.948; 1.049; 1.422 at wavelengths of 493; 521; 559. It has a size of 276.2nm; 661.1nm; 897.2nm respectively, with a polydispersion index of 0.188; 0.860; 0.678. In the next stage, physical quality tests were carried out including organoleptic test, homogeneity and spreadability test, pH test, viscosity test, irritation test and hedonic test. The data were processed using the Kruskall-Wallis test and obtained Asymp.sign results of 0.027, so it can be concluded that the serum preparation of gold (Au) bioreductor nanoparticles of sunflower seed extract (*Helianthus annuus L.*) can be used as a good serum preparation.*

Keywords: bioreductors, *green synthesis energy*, nanoparticle, serum, sunflowers seeds

PENDAHULUAN

Serum merupakan sediaan kosmetik yang memiliki viskositas rendah, yang dapat menghantarkan film tipis dari bahan aktif pada permukaan kulit dengan konsentrasi bahan yang tinggi dan viskositas rendah sehingga sediaan serum mudah menyebar dan diserap oleh kulit.

Pengaplikasian serum pada kulit wajah kita dapat membantu melindungi kulit kita dari paparan sinar matahari dan mencegah kerusakan sel (Kurniawati & Wijayanti, 2018; Maulina et al., 2022). Kulit manusia adalah lapisan terluar dari tubuh manusia yang menjaga organ-organ didalamnya, kulit termasuk lapisan yang paling utama dalam adaptasi tubuh oleh lingkungan disekitarnya seperti iklim dan cuaca. Masalah kulit juga sering dianggap dapat mengurangi penampilan sehingga dapat menimbulkan rasa tidak percaya diri (KHANSA, 2019).

Pengembangan teknologi di dunia semakin canggih, perkembangan teknologi yang diciptakan dalam berbagai bidang tentunya bertujuan memberikan dampak yang menguntungkan bagi masyarakat luas dan lingkungan salah satunya yaitu nanoteknologi. Nanoteknologi yaitu ilmu kajian dan rekayasa material yang berpusat pada pembentukan dan ukuran skala nano dibawah 100 nm, sehingga studi pengembangan nanoteknologi ini banyak diuji oleh para ilmuwan karena partikel berukuran nanometer memiliki beberapa manfaat dan sifat multifungsional (Kavitha et al., 2013; Usmania, 2022).

Nanopartikel emas merupakan pengembangan produk dari nanosains yang memiliki banyak manfaat. Pengembangan nanopartikel terdapat nanoemulsi yang memiliki partikel koloid padat dengan diameter ukuran 1-1000nm (Siqhny et al., 2020). Metode yang dapat digunakan untuk mensintesis nanopartikel dapat melalui metode kimia dan metode fisika. Metode fisika memiliki prinsip kerja mereduksi logam menjadi ukuran nano secara mekanik, sedangkan metode kimia dengan cara melarutkan agen pereduksi dan penstabil untuk dirubah menjadi ukuran nano (Merza et al., 2012; Yasser & Widiyanti, 2019). Akan tetapi metode fisika dan metode kimia memiliki beberapa kekurangan mulai dari banyaknya waktu yang di keluarkan, tenaga, biaya, hingga penggunaan bahan kimia pada metode ini yang berpotensi mencemari lingkungan. Untuk itu terdapat metode yang diciptakan untuk mensintesis suatu logam menjadi ukuran nanopartikel dengan menggunakan metode fotosintesis yang melibatkan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor (Dewi et al., 2022). Emas diketahui memiliki aktivitas sebagai peredam radikal bebas yang dapat menimbulkan kerusakan di berbagai bagian sel yang menyebabkan penuaan (Sovawi & Kimia, 2016).

Penelitian tentang sintesis nanopartikel emas menggunakan ekstrak dari tumbuhan sudah banyak dijumpai seperti pada penelitian (Lestari et al., 2022) menggunakan ekstrak air biji cengkeh, hingga pembuatan nanopartikel emas (Au) pada penelitian (Inayah & Zakir, 2020). Menggunakan ekstrak buah manggis sebagai bioreduktor. Sedangkan nano material banyak diaplikasikan dalam sediaan farmasi khususnya kosmetik yang diketahui memiliki berbagai manfaat karena bersifat inert, toksisitas rendah, dan stabil. Nano material dapat juga menjadi agen pembawa ke sel target karena karakteristiknya yang memiliki ukuran kecil dan luas permukaannya yang besar nanopartikel dapat melintasi membran sel, stabil, dan biokompatibilitas yang baik sehingga dapat mudah menyerap kulit (Kaul et al., 2018).

Tanaman biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) seperti pada penelitian (Aisyah Meisya Putri, 2020) biji bunga matahari yang telah diolah menjadi minyak memiliki aktivitas antioksidan kuat dengan parameter nilai IC_{50} sebesar 88,372 $\mu\text{g/mL}$. Aktivitas antioksidan diketahui terdapat pada senyawa metabolit sekunder yaitu flavonoid. Senyawa flavonoid dalam pembentukan nanopartikel emas dapat digunakan untuk mereduksi Au^{3+} menjadi Au° , sehingga biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) berpotensi sebagai bioreduktor pembentukan nanopartikel emas melalui metode *green synthesis energy*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaplikasian metode *green synthesis energy* pada material emas(Au) dengan bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*), untuk mengetahui karakteristik nanopartikel emas(Au) setelah disintesis, dan untuk

mengetahui nanopartikel emas(Au) bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat dibuat dalam sediaan serum sesuai dengan standar mutu fisik.

METODE

Pengumpulan Sampel dan Determinasi

Sampel diperoleh dari petani budaya biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) di daerah dusun Karanglo, Desa Kenteng, Bandungan, Semarang, Jawa Tengah. Tanaman penelitian diserahkan berupa tanaman utuh kepada UPF *Hortus Medicus* Dr. Sardjito, Tawangmangu, Jawa Tengah.

Ethical Clearance

Ethical Clearance dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Moewardi dengan nomor surat 1.097/IV/HREC/2024 dengan pernyataan bahwa penelitian “Karakterisasi dan Formulasi Sediaan Serum Nanopartikel Emas(Au) Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)” dinyatakan layak etik dan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Particle Size Analyzer* (PSA/HORIBA), spektrofotometri UV-Vis (HORIBA), microwave, ultrasonic (BRASON), magnetic stirrer, pH meter, Viskometer, seperangkat alat gelas, mikropipet, wadah serum. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) yang diperoleh dari Bandungan, Semarang, Jawa Tengah, Serbuk emas (Au) murni, carbopol, propilen glikol, propil paraben, TEA, gliserin, EDTA, Na Benzoat, ethanol 96%, aquadest, aquaregia.

Pembuatan Serbuk Simplisia

Sebanyak 2500gr Biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) yang telah di panen, disortasi basah, kemudian ditimbang dengan timbangandigital, lalu dikeringkan menggunakan sinar matahari tidak langsung dengan diangin-anginkan selama 2 hari. sampel yang telah kering ditumbuk menggunakan blender hingga menjadi serbuk diayak menggunakan mesh 60. Serbuk simplisia yang di dapat disimpan dalam wadah toples kaca tertutup rapat dan disimpan pada suhu ruangan yang terhindar dari cahaya matahari langsung (La Tansa et al., 2023).

Standarisasi Simplisia

Penetapan Susut Pengeringan

Simplisia ditimbang sebanyak 1 gr dan dimasukkan ke dalam kurs porselin tertutup yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu 105°C selama 30 menit dan telah ditara. Sebelum ditimbang, Simplisia diratakan ke dalam kurs porselin, dengan menggoyangkankurs hingga terbentuk lapisan setebal 5-10mm. masukkan kurs kedalam oven dengan tutup yang terbuka. Dinginkan dalam desikator. Lakukan replikasi sebanyak 3 kali kemudian dihitung presentasenya (Indriyanti et al., 2018).

Penetapan Kadar Air

Nyalakan *moisture balance* yang akan digunakan. tara hingga indikator menjadi zero. Serbuk simplisia ditimbang sebanyak2 gram, masukkan kedalam cawan aluminium dan ratakan hingga merata. Keringkan simplisia menggunakan suhu 105°C dan lampu indikator akan berubah menjadi merah, tunggu sampai berbunyi dan lampu indikator berubah menjadi warna hijau. Catat hasil pesentase kadar air yang terdapat pada *moisture balance*. Kadar air yang sesuai dengan persyaratan yang tertera di Materia Medika Indonesia yaitu tidak lebih dari 10% (Depkes RI, 2000).

Penetapan Kadar Abu Total

Penetapan kadar abu dapat dilakukan dengan cara menimbang bahan sebanyak 2 sampai 3 gram bahan uji yang telah dihaluskan dan ditimbang seksama, dimasukkan ke dalam krussilikat yang telah dipijar dan ditara, kemudian dipijarkan perlahan- lahan hingga arang habis, dinginkan dan timbang. Arang yang tidak dapat dihilangkan ditambahkan air panas dan diaduk. Saring menggunakan kertas saring bebas abu. Kertas saring beserta sisa penyaring dipijarkan dalam krus yang sama. simplisia dimasukkan kedalam krus, *diuapkan* dan dipijarkan hingga bobot tetap. Kadar abu total dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sumiwi *et al.*, 2013) :

$$\text{Kadar abu total} = \frac{\text{berat bahan uji} - \text{berat abu total}}{\text{berat bahan uji}} \times 100\%$$

Pembuatan Ekstrak Ethanol Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

Serbuk biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan cara menimbang 500gram serbuk simplisia biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dimasukkan kedalam bejana gelap dengan ditambahkan 3.500ml ethanol 96% dan ditutup rapat serta terhindar dari cahaya matahari langsung. Proses perendaman simplisia ini dilakukan selama 3 hari sambil diaduk selama 8 jam sekali. Setelah 3 hari perendaman campuran simplisia dan etanol di serkai sehingga diperoleh maserat (1). Ampas direndam kembali dengan 1.500ml etanol selama 1 hari, disaring kembali dan diperoleh maserat (2). Maserat (1) dan maserat (2) dienapkan semalam kemudian dipisahkan dari residu dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C sampai diperoleh ekstrak ethanol (Puspitasari & Prayogo, 2017; La Tansa *et al.*, 2023).

Uji Fitokimia (Metode Tabung)

Uji flavonoid dapat dilakukan dengan cara 1 ml ekstrak ditambah beberapa tetes pereaksi Mg²⁺, reaksi positif apabila terjadi perubahan warna orange/jingga (Ikalinus *et al.*, 2015). Uji alkaloid dapat dilakukan dengan pereaksi *mayer* dan *wagner*, reaksi *mayer* bila positif menghasilkan endapan menggumpal berwarna putih atau kuning. Apabila pereaksi *wagner* akan menghasilkan endapan coklat jika positif mengandung alkaloid (Ikalinus *et al.*, 2015). Uji senyawa fenol dapat dilakukan dengan menambahkan FeCl₃ 1% pada ekstrak, kemudian warna akan dibandingkan dengan ekstrak murni. Apabila positif warna akan tampak lebih hitam (Ikalinus *et al.*, 2015). Uji tanin dilakukan dengan cara sampel dididihkan dengan 20ml air lalu disaring, ditambahkan beberapa tetes FeCl₃ 1% apabila terbentuk warna coklat kehijauan atau biru kehitaman maka menunjukkan hasil positif adanya tanin (Ikalinus *et al.*, 2015). Uji Saponin sampel dididihkan dengan 20 ml air dalam penangas air. Filtrat dikocok dan didiamkan selama 15 menit. Apabila terbentuk busa yang stabil maka sampel positif mengandung senyawa saponin (Ikalinus *et al.*, 2015).

Pembuatan Larutan Emas (HAuCl₄) 0,5mM

Larutan emas HAuCl₄ 0,5 mM dapat dibuat dengan melarutkan 0,0493gram serbuk emas dengan pelarut aquaregia sebanyak 4mL dimasukkan kedalam beakerglass 500ml. Lakukan pemanasan hingga volume kurang setelah itu ditanda bataskan dengan aquabidest hingga volume 500mL dan homogenkan (Wildan, 2019). Aquaregia atau disebut juga dengan air raja adalah larutan yang dapat meralutkan emas, raksa dan timbal. Aquabidest adalah aqua yang telah melewati proses kemurnian dalam 2 tingkatan, tingkat kemurnian quabidest lebih tinggi dibandingkan dengan aquadest (Wildan, 2019).

Sintesis Nanopartikel Emas (Au) dengan Metode High Energy Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Ethanol Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan larutan emas HAuCl₄ 0,5 mM

Siapkan ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) sebanyak 0,125ml masukkan kedalam wadah tambahkan 1400 μ l larutan HAuCl₄ 0,5 mM dan disintesis selama 25 menit dalam *Hotplate* dan di ultrasonikasi selama 15 menit dengan suhu 30°C larutan akan berubah menjadi ungu. Lakukan secara berkala percobaan sebanyak 3 kali masing-masing penambahan ekstrak dengan konsentrasi 125 μ l ; 250 μ l ; 375 μ l. Formulasi diambil dari penelitian terdahulu oleh (Vellayanti, 2020) yang telah di modifikasi menggunakan ekstrak dan konsentrasi yang berbeda, dengan mengacu pada penelitian (La Tansa *et al.*, 2023).

Tabel 1. Formulasi Sintesis Nanopartikel Emas(Au)

Formulasi	Ekstrak Biji Bunga Matahari (<i>Helianthus annuus L.</i>) (μl)	Larutan Emas HAuCl ₄ 0,5 mM (μl)	Waktu (menit)	Suhu (Celcius)
F1	125	1400	15	30
F2	250	1400	15	30
F3	375	1400	15	30

Karakterisasi Nanopartikel Emas

Observasi Visual

Pengamatan perubahan warna pada nanopartikel emas secara visual dapat dilakukan dengan melihat perubahan warna pada sintesis nanopartikel yang terbentuk dengan parameter penelitian larutan yang berwarna bening kekuningan akan berubah menjadi warna ungu (Vellayanti, 2020)

Observasi Panjang Gelombang Serapan Spekrofotometer UV-Vis

Pengamatan Panjang gelombang serapan nanopartikel emas dapat diukur menggunakan spektrofotometri UV-Vis saat nanopartikel terbentuk dalam rentang Panjang gelombang serapan berkisar antara 400 nm sampai 600 nm (Vellayanti, 2020).

Observasi Pembacaan Ukuran Partikel Menggunakan Particle Size Analyzer (PSA)

Pembacaan ukuran partikel dapat dilakukan menggunakan particle size analyser (Horiba Scientific, Nanoparticle Analyzer SZ- 100). Dengan cara diambil 5 ml sampel, masukkan kedalam kuvet, kemudian dimasukkan kedalam holder kuvet untuk dilakukan pengukuran partikel. Pengujian ukuran partikel ini dilakukan dengan mengukur partikel pada nanopartikel emas 0,5 mM yang telah disintesis dengan menggunakan ekstrak ethanol biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*). Analisis pengukuran partikel dilakukan saat partikel terbentuk. Perhitungan ukuran partikel dilakukan untuk mengetahui perbedaan ukuran partikel yang telah terbentuk setelah di sintesis (Vellayanti, 2020).

Pembuatan Sediaan Serum Nanopartikel Emas Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

Pembuatan sediaan serum dapat dilakukan dengan proses pemanasan, dengan disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Timbang 40 ml aquadest panaskan diatas penangas api pada suhu 70°- 80°C. timbang Disodium EDTA larutkan kedalam 20ml aquadest aduk ad homogen masukkan kedalam aquadest yang telah di panaskan, tambahkan propil paraben aduk ad homogen (larutan A). Timbang Carbopol dan TEA larutkan ke dalam 10ml aquadest aduk ad larut dan masukkan kedalam larutan disodium EDTA dan propil paraben aduk ad homogen (B). Timbang gliserin dan propilen glikol masukkan kedalam larutan A dan B aduk ad homogen. Ambil dan timbang Na Benzoat larutkan kedalam 10 ml aquadest aduk ad homogen masukkan sedikit demi sedikit kedalam larutan aduk ad homogen. Masukkan Nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) kedalam basis serum

aduk ad homogen.

Tabel 2. Formulasi Sediaan Serum Nanopartikel Emas(Au)

Bahan	Plasebo	F1	F2	F3	Monografi
Nanopartikel emas (%)	-	1,525%	1,650%	1,775%	Zat aktif
Carbopol (%)	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	Pengental
Propilen glikol (%)	1%	1%	1%	1%	Humektan
Propil paraben (%)	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	pengawet
Na Benzoat (%)	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	Pengawet
TEA (%)	1%	1%	1%	1%	Emulgator
Gliserin (%)	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	Humektan
EDTA	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	Kleating agen
Aquadest ad	100	100	100	100	pelarut

Evaluasi Sediaan Serum

Uji Organoleptis

Uji organoleptis pada sediaan serum nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat dilakukan secara visual dengan mengamati bentuk, warna, dan bau yang telah dibuat (Wahyuningsih et al., 2021).

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan cara sampel serum dioleskan pada sekeping kaca atau bahan transparan lain yang sesuai, kemudian diraba dan digosokkan. Sediaan serum harus menunjukkan susunan *homogeny* atau tidak terbentuk partikel-partikel kasar pada kaca objek (Wahyuningsih et al., 2021).

Uji pH

Uji PH pada sediaan serum nanopartikel emas ekstrak ethanol biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter yang sudah dikalibrasi dengan buffer pH standar netral (pH 7,01) dan buffer pH asam (pH 4,01). Elektroda dicuci terlebih dahulu dengan air suling, kemudian dikeringkan dengan sapu tangan. Benamkan elektroda dalam sampel sampai instrument menunjukkan pH konstan. Konstanta yang ditampilkan pada pH meter adalah nilai pH sediaan. Parameter pH pada serum yang digunakan untuk kulit wajah berkisar 5-6 . (Vellayanti, 2020).

Uji Viskositas

Pengujian viskositas dapat dilakukan dengan menempatkan 100ml sediaan dalam wadah berbentuk tabung dan kemudian memasang perangkat seluler yang sesuai. Baterai harus direndam selama persiapan pengujian. Hidupkan *viscometer* dan sesuaikan kecepatan *viscometer*. Angka konstan yang ditunjukkan oleh *viscometer* merupakan nilai viskometer komposisi, parameter viskositas pada serum berkisar antara 230-1150 cp. (Vellayanti, 2020).

Uji Iritasi

Uji iritasi sediaan serum dapat dilakukan dengan cara uji tempel terbuka terhadap kulit sukarelawan (*open patch test*) sebanyak 20 orang pengguna. Uji tempel terbuka dilakukan dengan cara mengoleskan sediaan pada lengan kebawah bagian dalam yang dibuat pada lokasi lekatan dengan luas tertentu (2,5 x 2,5 cm), dibiarkan terbuka selama 30 menit dan diamati apa yang terjadi. Uji ini dapat dilakukan selama tiga hari berturut-turut. Dengan hasil reaksi positif ditandai dengan adanya kemerahan, gatal-gatal, atau Bengkak pada kulit lengan bawah bagian dalam yang diberi perlakuan. Adanya reaksi alergi diberi tanda (+) pada kulit lengan bawah bagian dalam dan yang tidak menunjukkan reaksi apa-apa diberi tanda (-) (Khaira et al., 2022).

Uji Hedonik

Hedonic test atau yang disebut juga uji kesukaan terhadap sediaan serum dapat dilakukan terhadap 20 orang pengguna. Parameter yang akan diujikan adalah tekstur, warna,

dan aroma. Dengan menggunakan skala hedonik yang berkisar antara 1 sampai 5, dimana (5) Sangat Suka, (4) Suka, (3) Agak Suka, (2) Tidak Suka, (1) Sangat Tidak Suka menggunakan formulir (Khaira *et al.*, 2022).

HASIL

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari petani budidaya bunga matahari yang berada di daerah dusun kenteng, kecamatan karanglo, Bandungan, Jawa Tengah. Hasil panen yang diperoleh sebanyak 520 gram biji yang telah dikupas kulitnya dengan hasil rendemen sebesar 75,1%. Biji bunga matahari yang akan digunakan dalam penelitian ini di determinasi terlebih dahulu untuk mengetahui keaslian tanaman. Determinasi dibutuhkan satu tanaman utuh biji bunga matahari dilakukan di UPF *Hortus Medicus* RSUP Dr. Sardjito di Tawangmangu, Karanganyar. Hasil determinasi tanaman yang akan digunakan dalam penelitian ini termasuk kedalam *species (Helianthus annuus L.)*

Standarisasi Simplisia

Tabel 3. Standarisasi Simplisia

Parameter	Hasil	Referensi
Susut Pengeringan	5%	<10% (KemenKes, 2017)
Kadar Air	4,16%	<10% (KemenKes, 2017)
Kadar Abu Total	11,8%	<16,6% (KemenKes, 2017)

Standarisasi simplisia masing-masing memenuhi standar parameter dengan susut pengeringan menunjukkan hasil 5%, kadar air 4,16%, dan kadar abu total sebesar 11,8%.

Tabel 4. Rendemen Ekstrak

Berat Serbuk (gr)	Berat Ekstrak (gr)	Rendemen (%)
500	83	16,6

Semakin tinggi jumlah rendemen yang didapatkan maka semakin banyak senyawa zat aktif yang terkandung dalam sampel. Rendemen yang dikatakan baik jika hasil rendemen yang diperoleh lebih dari 10% (KemenKes, 2017).

Uji Fitokimia

Tabel 5. Uji Fitokimia

No.	Golongan Senyawa	Pereaksi	Hasil Reaksi	Hasil	Refrensi
1.	Alkaloid	Mayer	Putih kuning	+	(Ikalinus et al., 2015)
		Wagner	Endapan coklat	+	(Ikalinus et al., 2015)
2.	Flavonoid	Mg ²⁺	Kuning/jingga	+	(Ikalinus et al., 2015)
3.	Tanin	FeCl ₃	Biru kehitaman	+	(Ikalinus et al., 2015)
4.	Fenolik	FeCl ₃	Kehitaman	+	(Ikalinus et al., 2015)
5.	Saponin	Aquadest + HCl	berbusuh	+	(Ikalinus et al., 2015)

Tabel 5 menyatakan bahwa hasil skrining fitokimia ekstrak ethanol biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) positif mengandung alkaloid dengan pereaksi mayer yang menghasilkan reaksi putih kuning dan wagner menghasilkan reaksi endapan coklat hal ini sesuai dengan pernyataan (Ikalinus et al., 2015). Positif mengandung senyawa flavonoid menghasilkan reaksi berwarna kuning/jingga. Positif mengandung tanin yang menghasilkan reaksi biru kehitaman, positif mengandung senyawa fenol menghasilkan reaksi kehitaman dan positif mengandung senyawa saponin dengan menghasilkan buih yang stabil (Ikalinus et al., 2015).

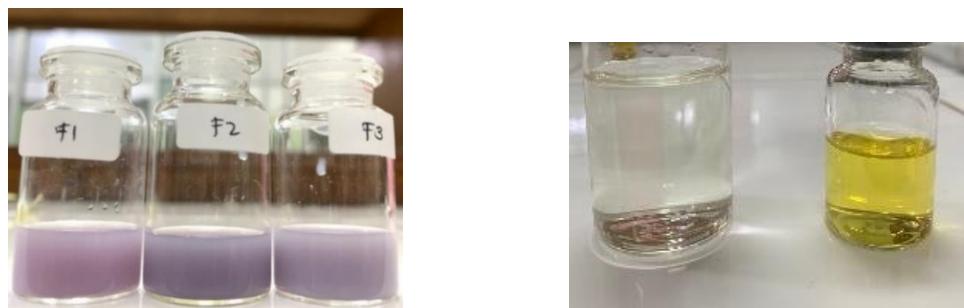
Observasi Visual Larutan HAuCl₄ dan Ekstrak Ethanol Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

Auric chloride yang telah diperkecil ukurannya dengan cara pengenceran menggunakan aqua regia 4 ml dan di adkan menggunakan aquabides sebanyak 500 ml melalui proses pemanasan dengan suhu 70°C memiliki karakteristik pada larutan (a) bening kekuning-kuningan (Wildan, 2019). Pada larutan (b) adalah ekstrak ethanol biji bunga matahari berwarna kuning jernih. Pada penelitian ini antara formulasi 1 sampai 3 menunjukkan adanya pembentukan nanopartikel emas yang ditandai dengan perubahan warna menjadi ungu.

Hasil diatas menunjukkan adanya pembentukan nanopartikel emas, bioreduktor biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) mengandung minyak seperti yang dilampirkan pada penelitian terdahulu oleh (Aisyah Meisya Putri, 2020) yang menyatakan bahwa biji bunga

Gambar 1 Larutan HAuCl₄, ekstrak ethanol biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*)

matahari adalah penghasil minyak terbesar kedua dalam minyak nabati didunia. Adanya kandungan senyawa flavonoid yang terkandung dalam biji bunga matahari dapat menjadi bioreduktor nanomaterial yang bermuatan Au⁺³ menjadi Au⁰.



Gambar 2 Pembentukan Nanopartikel Emas

Observasi Nanopartikel Emas Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*) menggunakan spektrofotometer UV-Vis

Pada penelitian ini ketiga formulasi nilai skala spektrofotometer UV-Vis berada pada rentang 400nm – 600nm, dengan absorbansi yang diharapkan pada pembentukan nanopartikel emas ini pada rentang 0,2 – 1,2. Hal ini disebabkan absorbansi nanopartikel berbanding lurus dengan waktu penyimpanan. Semakin lama penyimpanan, maka absorbansi sampel akan semakin tinggi pula (Vellayanti, 2020). Absorbansi nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) ini di pengaruhi oleh penambahan bioreduktor pada sintesis nanopartikel, bioreduktor yang mengandung minyak mengakibatkan tingkat absorbansi semakin tinggi.

Tabel 6. Hasil Absorbansi Nanopartikel Emas Ekstrak Biji Bunga Matahari

Formula (F)	Volume ekstrak biji bunga matahari (<i>Helianthus annuus</i> <i>L.</i>) (µL)	Volume HAuCl ₄ (µL)	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
1	125	1400	493	0,948
2	250	1400	521	1,049
3	375	1400	559	1,422

Berdasarkan hasil pengamatan menggunakan spektrofotometer UV-Vis data yang diperoleh menunjukkan bahwa formulasi 3 memiliki absorbansi yang sangat tinggi diluar rentang absorbansi nanopartikel yaitu 0,2 – 1,2 (Vellayanti, 2020).

Observasi Nanopartikel Emas Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*) menggunakan Particle Size Analyzer (PSA)

Tabel 7. Nilai Ukuran Partikel dan Nilai Polidispersi Indeks

Formula (F)	Volume ekstrak biji bunga matahari (<i>Helianthus annuus</i> <i>L.</i>) (µL)	Volume HAuCl ₄ (µL)	Ukuran Partikel (nm)	Polidispersi Indeks (D)
1	125	1400	276,2	0,188
2	250	1400	661,1	0,860
3	375	1400	897,2	0,678

Hasil nilai ukuran partikel diatas dan nilai polidispersi indeks menghasilkan ukuran partikel tidak dalam rentang 1-100nm. Namun, hasil menunjukkan nanopartikel emas diatas termasuk dalam ukuran nanoemulsi yang memiliki rentang ukuran 1-1000nm (Siqhny et al., 2020). Nanoemulsi merupakan nanopartikel dengan partikel koloid padat dengan ukuran 1-1000nm (Siqhny et al., 2020). Dan masuk kedalam ukuran mikropartikel yaitu dengan rentang ukuran 1-1000nm (Khaira et al., 2022). Hal ini disebabkan oleh pengaruh bioreduktor yang digunakan mengandung minyak (Aisyah Meisya Putri, 2020). Sehingga ukuran partikel menjadi besar dari rentang ukuran nanopartikel 1-100nm. ketiga formulasi diatas menunjukkan hasil yang baik, namun pada formulasi 1 menunjukkan hasil terbaik dengan memiliki ukuran partikel terkecil yaitu 276,2nm dengan polidispersi indeks 0,188. Semakin tinggi penambahan bioreduktor maka semakin tinggi ukuran partikel yang dihasilkan, disebabkan semakin tinggi minyak yang terdispersi dalam fase air. Pada formulasi 1 menunjukkan hasil nilai polidispersi indeks yang baik yaitu sebesar 0,188 yang bersifat monodispersi. Formulasi 2 dan 3 memiliki nilai polidispersi 0,860 dan 0,678 yang bersifat polidispersi. Polidispersi nanopartikel emas bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) menunjukkan hasil yang baik. Adanya nilai polidispersi indeks menggambarkan tingkat keseragaman persebaran ukuran pada suatu sistem nanopartikel, dimana semakin kecil nilai polidispersi indeks maka semakin baik dan seragam pula ukuran partikel dalam suatu komponen (Vellayanti, 2020). Rentang nilai polidispersi yang baik yaitu 0 – 1, indeks polidispersi yang mendekati 0 menunjukkan bahwa distribusi ukuran partikel homogen dan seragam. Jika nilai polidispersi indeks < 0,7 maka sistem nanopartikel bersifat monodisperse, sedangkan sistem nanopartikel bersifat polidisperse apabila nilai indeks > 0,7 (Vellayanti, 2020).

Uji Kualitas Mutu Fisik Serum Nanopartikel Emas Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

Uji Organoleptis

Warna yang dihasilkan dari masing-masing formula sediaan serum nanopartikel emas yaitu berwarna ungu transparan dengan masing-masing formulasi yang berbeda. Pada formulasi 0 merupakan placebo/basic formulasi serum yang akan diberi ekstrak menunjukkan warna

putih transparan agak keruh, pada formulasi 1 (nanopartikel emas biji bunga matahari 1,525%) serum berwarna ungu hampir pudar, formulasi 2 (nanopartikel emas biji bunga matahari 1,650%) serum berwarna ungu muda transparan, dan formulasi 3 (nanopartikel emas biji bunga matahari 1,755%) serum berwarna ungu transparan. Perbedaan kepekatan warna serum disebabkan oleh banyaknya nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) yang ditambahkan, semakin banyak nanopartikel yang ditambahkan maka semakin pekat pula warna ungu yang dihasilkan pada formulasi. Sediaan serum nanopartikel emas memiliki bau khas yang berasal dari ekstrak yang digunakan dalam formula. Sedangkan bentuk yang dimiliki oleh serum nanopartikel emas tersebut agak kental.

Tabel 8. Uji Organoleptis Sediaan Serum Nanopartikel Emas(Au) Bioreduktor Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus L.*)

	Plasebo	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Warna	Semi transparan, putih bening	Semi transparan, ungu pudar	Semi transparan, ungu muda transparan	Semi transparan, ungu transparan
Bau	Bau lemah	Bau lemah	Bau lemah	Bau lemah
Bentuk	Agak kental	Agak kental	Agak kental	Agak kental
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen



Gambar 3 Sediaan Serum Nanopartikel Emas

Uji Homogenitas dan Daya Sebar

Serum nanopartikel emas menunjukkan hasil yang baik, zat aktif berupa material yang terdapat pada formulasi 1 – 3 tidak menunjukkan adanya partikel kasar yang terpisah. Hal ini disebabkan oleh faktor material yang digunakan melalui proses pengenceran dan telah disintesis menggunakan bioreduktor mengandung senyawa flavonoid yang akan mereduksi Au^{3+} menjadi Au° menjadi partikel yang lebih kecil.

Tabel 9. Uji Homogenitas dan Daya Sebar

Formula	Homogenitas	Daya Sebar (mean)
F1	Homogen	38,6
F2	Homogen	44,9
F3	Homogen	30,8

Tabel 10. Uji Shapiro-Wilk dan Anova One Way Daya Sebar Serum

Tests of Normality							
	Replikasi	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Daya Sebar	R1	.361	3	.	.807	3	.132
	R2	.314	3	.	.893	3	.363
	R3	.304	3	.	.907	3	.407

ANOVA

Daya Sebar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	296.629	2	148.314	10.835	.010
Within Groups	82.133	6	13.689		
Total	378.762	8			

Uji pH

Pengukuran pH pada sediaan serum nanopartikel emas bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dilakukan pada hari ke-1 dan dilakukan replikasi sebanyak 3 kali pada masing-masing formula. Dari ketiga formulasi sediaan serum nanopartikel emas biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan variasi zat aktif sudah baik karena masuk kedalam rentang pH kulit yaitu 4,5 – 6,5 (Vellayanti, 2020) sehingga sediaan aman jika diaplikasikan pada kulit wajah.

Tabel 11. Uji pH Sediaan Serum Nanopartikel Emas

Formula	Serum Nanopartikel Emas	Nilai pH		
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
F1	1,525%	6,11	5,66	5,54
F2	1,650%	5,68	5,66	5,58
F3	1,755%	5,55	5,54	5,53

Tabel 12. Uji Shapiro-Wilk dan Uji Anova One Way pH Serum

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a				Shapiro-Wilk		
	Replikasi	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	R1	.310	3	.	.900	3	.384
	R2	.314	3	.	.893	3	.363
	R3	.175	3	.	1.000	3	1.000

ANOVA

pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.080	2	.040	1.284	.043
Within Groups	.186	6	.031		
Total	.266	8			

Uji Viskositas

Ketiga formulasi serum menunjukkan hasil yang baik karena masuk kedalam rentang parameter serum yang akan digunakan untuk kulit wajah yaitu 230 – 1150 cP (Vellayanti, 2020). Semakin tinggi nilai viskositas dalam suatu sediaan menyebabkan kestabilan produk menjadi lebih baik. Akan tetapi sediaan akan susah diaplikasikan pada kulit. Sedangkan viskositas yang rendah akan memperbesar daya alir pada kulit (Naiu & Yusuf, 2018;

Vellayanti, 2020). Nilai viskositas dipengaruhi oleh perbedaan zat aktif, perubahan suhu, pH, dan kualitas dari bahan baku (Naiu & Yusuf, 2018; Vellayanti, 2020).

Tabel 13. Uji Viskositas Sediaan Serum Nanopartikel Emas

Formula	Serum Nanopartikel Emas	Nilai Viskositas (cP)		
		Replikasi 1	Replikasi 2	Replikasi 3
F1	1,525%	824	828	872
F2	1,650%	1006	1041	1065
F3	1,755%	1171	1150	1144

Tabel 14. Uji Shapiro-Wilk dan Uji Anova One Way Viskositas Serum

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Replikasi	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Viskositas	R1	.358	3	.	.812	3	.144
	R2	.216	3	.	.989	3	.795
	R3	.304	3	.	.907	3	.407

ANOVA					
Viskositas					
		Sum of Squares	df	Mean Square	F
Between Groups		150648.222	2	75324.111	126.195
Within Groups		3581.333	6	596.889	
Total		154229.556	8		

Uji Iritasi

Sediaan serum nanopartikel emas bioreduktor (*Helianthus annuus L.*) memiliki hasil yang baik dengan 20 panelis hasil menunjukkan tidak ada formulasi yang dapat mengiritasi sehingga sediaan serum aman apabila diaplikasikan pada kulit wajah. Meskipun dalam proses sintesis emas menggunakan pelarut aqua regia sebanyak 4ml, namun HCl yang terkandung dalam larutan telah menguap dengan pemanasan suhu 70°C dan telah diencerkan menggunakan aquabides 500ml. sehingga sediaan tidak menimbulkan iritasi apabila diaplikasikan pada kulit wajah.

Tabel 15. Uji Iritasi Sediaan Serum Nanopartikel Emas

Formula	Uji Iritasi Serum Nanopartikel Emas		
	Iritasi (+)	Tidak Iritasi (-)	Total Panelis
F1	-	20	20
F2	-	20	20
F3	-	20	20

Uji Hedonik

Tabel 16. Uji Hedonik Sediaan Serum Nanopartikel Emas

Formula	Total Panelis															
	Tekstur					Warna					Aroma					
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	Total	
F1	-	-	2	6	12	-	-	6	6	8	-	-	4	5	11	20
F2	-	-	1	5	14	-	-	-	7	13	-	-	2	11	7	20
F3	-	-	1	12	7	-	-	1	12	7	-	-	2	12	6	20

Uji Hedonik dilakukan pada 20 panelis, berdasarkan data dari ketiga formulasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda terhadap setiap panelis. Pada tekstur yang dihasilkan formulasi 2 memiliki nilai paling tinggi dengan skor 14 panelis, pada karakteristik warna formulasi 2 juga memiliki nilai paling tinggi dengan skor 13 panelis , dan pada aroma serum menunjukkan fomulasi 1 memiliki skor paling tinggi diantara formulasi yang lain yaitu 11 panelis. Masing-masing karakteristik serum yang dihasilkan dipengaruhi oleh penambahan bioreduktor yang berbeda-beda setiap formulasinya.

Analisis Data

Berdasarkan penelitian ini dibuat sediaan serum nanopartikel emas(Au) dengan uji daya sebar, uji vikositas, dan uji pH. Hasil uji daya sebar yang didapatkan dianalisis menggunakan SPSS versi 26 dalam uji *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui kenormalan data dan dilanjutkan kedalam uji anova. Berdasarkan ketiga formulasi dalam uji *Shapiro-Wilk* mendapatkan nilai *normality* sebesar 0,132; 0,363; 0,407 yang berarti adanya perbedaan antara ketiga formulasi dengan nilai $>0,05$, dilanjutkan kedalam uji anova dan mendapatkan hasil yang signifikan yaitu 0,010 dengan nilai parameter $<0,05$.

Data uji pH yang didapatkan diolah menggunakan SPSS uji *Shapiro-Wilk* dan dilanjutkan kedalam uji *anova* untuk mengetahui kenormalan data. Ketiga formulasi memiliki hasil signifikan yang berbeda-beda yaitu 0,384; 0,363; 1,000 dengan parameter nilai $>0,05$ menunjukkan adanya perbedaan pada masing-masing formulasi. Hasil yang diperoleh dilanjutkan kedalam uji *anova* mendapatkan nilai 0,043 yang signifikan dengan parameter $<0,05$.

Tabel 17. Uji Kruskall-Wallis

Ranks				
	Serum Nano Partikel Emas	N	Mean Rank	
Viskositas	F1	3	2.00	
	F2	3	5.00	
	F3	3	8.00	
	Total	9		

PEMBAHASAN

Standarisasi simplisia yang dilakukan dalam penelitian ini masing-masing memenuhi standar simplisia yang telah ditetapkan, susut pengeringan dilakukan untuk membeikan gambaran Batasan maksimum senyawa yang hilang selama proses pengeringan serta

menetapkan sifat berdasarkan parameter-parameter untuk mencapai derajat kualitas yang sama. Pengujian kadar air pada simplisia bertujuan untuk mengetahui besarnya kandungan air yang terdapat dalam ekstrak sehingga mencegah terjadinya pertumbuhan jamur secara cepat.

Minyak yang terkandung dalam biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) juga sangat berpengaruh terhadap ukuran nanopartikel yang terbentuk sehingga larutan yang dihasilkan menjadi keruh. Sehingga dalam sintesis yang dihasilkan terbentuk emulsi yang terdispersi fase minyak dalam air (O/W). Nanopartikel dinyatakan tidak stabil atau agregasi ditandai dengan adanya bintik-bintik hitam yang ada dalam larutan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti volume bioreduktor dan suhu. Volume bioreduktor yang terlalu pekat dapat menyebabkan larutan tidak stabil, dan pada suhu yang terlalu dingin juga menjadikan larutan tidak stabil (Vellayanti, 2020; Wildan, 2019).

Absorbansi nanopartikel emas ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) ini di pengaruhi oleh penambahan bioreduktor pada sintesis nanopartikel, bioreduktor yang mengandung minyak mengakibatkan tingkat absorbansi semakin tinggi.

Pengaruh bioreduktor yang digunakan mengandung minyak (Aisyah Meisya Putri, 2020). Sehingga ukuran partikel menjadi besar dari rentang ukuran nanopartikel 1-100nm. ketiga formulasi diatas menunjukkan hasil yang baik, namun pada formulasi 1 menunjukkan hasil terbaik dengan memiliki ukuran partikel terkecil yaitu 276,2nm dengan polidispersi indeks 0,188. Semakin tinggi penambahan bioreduktor maka semakin tinggi ukuran partikel yang dihasilkan, disebabkan semakin tinggi minyak yang terdispersi dalam fase air. Meski pemilihan bioreduktor untuk sintesis nanoartikel emas adalah senyawa flavonoid yang terkandung dalam ekstrak yang akan mereduksi Au^{+3} menjadi Au^0 namun untuk pembuatan nanopartikel emas juga memperhatikan faktor lain pada ekstrak yang diambil seperti kandungan minyak. Penggunaan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor dapat dilakukan dengan sari buah (Wildan, 2019), Adanya polidispersi indeks menggambarkan tingkat keseragaman persebaran ukuran pada suatu sistem nanopartikel, dimana semakin kecil nilai polidispersi indeks maka semakin baik dan seragam pula ukuran partikel dalam suatu komponen (Vellayanti, 2020).

KESIMPULAN

Pengaplikasian *green synthesis energy* pada material (Au) dengan bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) menggunakan metode ultrasonikasi selama 15 menit dengan pulser 20 pada suhu 30°C. Karakteristik nanopartikel emas memiliki nilai absorbansi yang berbeda-beda yaitu 0,948;1,049;1,422 pada Panjang gelombang 493,521, 559. Memiliki ukuran masing-masing formulasi sebesar 276,2nm; 661,1nm; 897,2. Dapat dibuat sediaan serum nanopartikel emas(Au) bioreduktor ekstrak biji bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dengan standar mutu fisik yang terdiri dari uji organoleptis, uji homogenitas dan daya sebar, uji pH, uji Viskositas, uji iritasi dan uji hedonik. Dilanjutkan dengan uji Kruskall-Walis didapatkan hasil Asymp.Sign 0,027, sehingga serum nanopartikel emas(Au) bioreduktor ekstrak biji bunga matahari dapat dijadikan sediaan serum yang baik sesuai standar mutu fisik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Duta Bangsa Surakartayang sudah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian ini, terimakasih kepada dosen pembimbing penulis yang senantiasa mendampingi dalam proses penyusunan penelitian ini, orangtua penulis yang selalu memberikan semangat dan do'a tiada henti terhadap penulis, serta teman-teman yang sudah mengiringi perjalanan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah Meisya Putri. (2020). PERBANDINGAN AKTIFITAS ANTIOKSIDAN TERHADAP BIJI BUNGA MATAHARI (*Halianthus Annuus L.*) DENGAN TUMBUHAN LAINNYA.
- Dewi, G. ayu, Cahyadi, K. D., & Esati, N. K. (2022). Biosintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Ekstrak Air Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium DC*).
- Ikalinus, R., Widyastuti, S., & Eka Setiasih, N. (2015). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa Oleifera*).
- Inayah, M., & Zakir, M. (2020). SINTESIS NANOPARTIKEL EMAS MENGGUNAKAN BIOREDUKTOR DARI EKSTRAK KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana L.*) SEBAGAI INDIKATOR KOLORIMETRI KEBERADAAN LOGAM Zn 2+.
- Kaul, S., Gulati, N., Verma, D., Mukherjee, S., & Nagaich, U. (2018). Role of Nanotechnology in Cosmeceuticals: A Review of Recent Advances. *Journal of Pharmaceutics*, 2018, 1–19.
- Kavitha, K. S., Baker, S., Rakshith, D., Kavitha, H. U., C, Y. R. H., Harini, B. P., & Satish, S. (2013). *Plants as Green Source towards Synthesis of Nanoparticles*. 2(6), 66–76.
- KemenKes, R. (2017). Farmakope Herbal Indonesia Edisi II. *Pills and the Public Purse*, 97–103.
- Khaira, Z., Monica, E., & Yoedistira, C. D. (2022). FORMULASI DAN UJI MUTU FISIK SEDIAAN SERUM MIKROEMULSI EKSTRAK BIJI MELINJO *Gnetum gnemon L.*
- KHANSA, M. (2019). Jagung Sebagai Masker Terhadap Kesehatan Kulit Wajah Kering Secara Alami. *Jurnal Tata Rias*, 9(2), 32–41.
- Kurniawati, A. Y., & Wijayanti, E. D. (2018). Karakteristik Sediaan Serum Wajah dengan Variasi Konsentrasi Sari Rimpang Temu Giring (*Curcuma heyneana*) Terfermentasi *Lactobacillus bulgaricus*. *Akademi Farmasi Putra Indonesia Malang*, Akad. Farm. Putra Indones. Malang.
- La Tansa, I., Permata, B. R., & Artini, K. S. (2023). Formulasi Dan Uji Mutu Fisik Sediaan Bedak Padat Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Halianthus Annuus L.*) Sebagai Antioksidan.
- Lestari, G. A. D., Cahyadi, K. D., Esati, N. K., Suprihatin, I. E., & Ankamwar, B. (2022). KARAKTERISASI GREEN SYNTHESIS NANOPARTIKEL EMAS (NPAu) MENGGUNAKAN EKSTRAK AIR BIJI CENGKEH.
- Maulina, S. N., Zebua, N. F., & Salsabila, D. (2022). UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL KULIT BUAH MANGGIS (*Garcinia mangostana L.*) DALAM SEDIAAN SERUM DENGAN METODE DPPH.
- Naiu, A. S., & Yusuf, N. (2018). Nilai sensoris dan viskositas skin cream menggunakan gelatin tulang tuna sebagai pengemulsi dan humektan [Sensory value and viscosity of skin cream using tuna bone gelatin as an emulsifier and humectant].
- Siqhny, Z. D., Azkia, M. N., & Kunarto, B. (2020). Karakteristik Nanoemulsi Ekstrak Buah Parijoto (*Medinilla speciosa Blume*).
- Sovawi, A. C., & Kimia, J. (2016). SINTESIS NANOPARTIKEL EMAS DENGAN BIOREDUKTOR EKSTRAK BUAH JAMBU BIJI. 5(3).
- Usmania, S. (2022). *Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Air Daun Pegagan*. 1–76.
- Vellayanti, S. (2020). FORMULASI DAN KARAKTERISASI SEDIAAN SERUM NANOPARTIKEL EMAS DAUN TIN (*Ficus carica L.*).
- Wahyuningsih, S., Bachri, N., Awaluddin, N., & Andriani, I. (2021). Serum wajah fraksi etil asetat daun beluntas (*Pluchea indica L.*) sebagai antibakteri.

Wildan, M. hidayat. (2019). Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Bioreduktor Ekstrak Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia L.*) dengan irradiasi microwave. (*Doctoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*).,