



Potential of the Mangosteen Peel Extract (*Garcinia mangostana L.*) as a Bioreductor in the Synthesis of Copper Nanoparticles

Gladys Javani dan Suyatno Sutoyo[□]

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya
Gedung C5-C6 Kampus Ketintang, Surabaya, Jawa Timur, 60231, Indonesia.

Info Artikel

Diterima : 03-08-2023

Disetujui : 2-11-2023

Dipublikasikan : 30-11-2023

Keywords:

bioreductor
copper nanoparticle
mangosteen peel extract
synthesis nanoparticle
UV-Vis

Abstrak

Perkembangan teknologi berbasis nanopartikel saat ini menjadi perhatian khusus oleh para ilmuwan. Hal ini dikarenakan nanopartikel memiliki banyak manfaat baik dibidang kesehatan, industri maupun dibidang pangan. Pemanfaatan nanopartikel berbasis logam emas dan perak sudah mulai banyak diteliti, namun pada logam tembaga masih jarang untuk dikembangkan. Pembuatan nanopartikel tembaga dilakukan dengan cara sintesis menggunakan bioreductor yang berasal dari tumbuhan. Ekstrak aquades kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dapat digunakan sebagai bioreductor karena mengandung senyawa metabolit sekunder yang mampu mereduksi ion Cu ketika proses sintesis berlangsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dan mengevaluasi potensinya sebagai bioreductor melalui analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Hasil uji fitokimia dari ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) menunjukkan hasil positif pada flavonoid, saponin, fenolik, triterpenoid, dan alkaloid. Senyawa alkaloid dan fenolik berperan dalam proses reduksi ion Cu sehingga dapat digunakan sebagai bioredukt. Hasil pengukuran UV-Vis menunjukkan dari perbandingan ekstrak dan prekursor 1:1 ; 1:2 ; 1:3 dan 1:4 memiliki puncak panjang gelombang 278 nm, dimana nanopartikel tembaga dapat terbentuk pada panjang gelombang 200-600 nm. Pada perbandingan 1:1 memiliki absorbansi tertinggi yaitu 0,394. Sehingga pada perbandingan 1:1 berpotensi terbentuknya CuNPs.

Abstract

The development of nanoparticle-based technology is currently of particular concern to scientists. This is because nanoparticles have many benefits in the health, industrial and food fields. The use of gold and silver metal-based nanoparticles has begun to be widely studied, but copper metal is still rarely developed. The manufacture of copper nanoparticles is carried out by synthesis using bioreductors derived from plants. Aquades extract of mangosteen rind (*Garcinia mangostana L.*) can be used as a bioreductor because it contains secondary metabolites that can reduce Cu ions during the synthesis process. This study aims to identify the secondary metabolites contained in mangosteen peel extract (*Garcinia mangostana L.*) and evaluate their potential as bioreductors through analysis using UV-Vis spectrophotometry. Phytochemical test results of mangosteen peel extract (*Garcinia mangostana L.*) showed positive results for flavonoids, saponins, phenolics, triterpenoids, and alkaloids. Alkaloid and phenolic compounds play a role in the reduction process of Cu ions so that they can be used as bioreductors. The results of the UV-Vis measurements showed a 1:1 ratio of extract and precursor; 1:2 ; 1:3 and 1:4 have a peak wavelength of 278 nm, where copper nanoparticles can form at a wavelength of 200-600 nm. At a ratio of 1:1 has the highest absorbance, namely 0.394. So that a 1:1 ratio has the potential to form CuNPs..

Pendahuluan

Nanoteknologi adalah ilmu yang fokus mempelajari proses dan karakterisasi bahan atau struktur yang memiliki ukuran lebih kecil dari 100 nanometer (Yuliasari *et al.*, 2014). Nanopartikel memiliki ukuran partikel 1-100 nm yang berasal dari beberapa logam antara lain perak, emas, tembaga, titanium, dan magnesium (Saitawadekar & Kakde, 2020). Nanopartikel dimanfaatkan di berbagai bidang, dibidang industri sebagai solar sel dan baterai untuk energi penyimpanan, digunakan dalam berbagai jenis bahan sehari-hari seperti kosmetik atau makanan (Saba, 2014), dibidang pangan sebagai penutup kemasan dan pembawa zat gizi yang berukuran nano (Yuliasari *et al.*, 2014), di bidang kesehatan sebagai penghantar obat dan peralatan medis (Martien *et al.*, 2012).

Pada saat ini nanopartikel tembaga sangat menarik untuk dikembangkan karena untuk ketersediaannya mudah, biaya yang dibutuhkan rendah selain itu nanopartikel tembaga memiliki manfaat yang dapat digunakan sebagai sensor kalorimetri, sebagai katalis dalam berbagai reaksi, dan memiliki sifat antibakteri yang dapat digunakan untuk melapisi peralatan rumah sakit (Din *et al.*, 2017).

Metode sintesis nanopartikel secara garis besar dibagi 2 yaitu *top-down* dan *bottom up*. Pemilihan metode sintesis nanopartikel didasarkan bahan baku pembuatannya dan pengaplikasian nanopartikel yang akan dibuat (Jadoun *et al.*, 2021). Pengembangan sintesis nanopartikel tembaga dengan metode *bottom up* yang ramah lingkungan dapat dilakukan dengan cara *green synthesis* yaitu dengan menggunakan ekstrak tanaman sebagai bioreduktor (Sugiyarti *et al.*, 2021). Tanaman yang dapat digunakan sebagai bioreduktor yaitu kulit buah manggis yang saat ini masyarakat belum memanfaatkan kulit buah manggis secara optimal. Kulit manggis diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, polifenol, saponin, tanin, triterpenoid (Siedel, 2013). Kandungan metabolit sekunder kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) menunjukkan berbagai aktivitas biologis sebagai anti-inflamasi (Shafy *et al.*, 2019), antioksidan (Kadek *et al.*, 2022), aktivitas antikanker (Rofida *et al.*, 2017), antimalaria (Iqbal *et al.*, 2013), antiseptik (Wathoni *et al.*, 2020), anti jamur (Nurdin *et al.*, 2016), serta antibakteri (Sujono & Nuryati, 2017).

Berdasarkan kajian latar belakang diatas, maka pada penelitian ini akan dilakukan studi awal untuk mengetahui potensi kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) sebagai sumber senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bioreduktor dalam sintesis nanopartikel tembaga. Hasil dari sintesis nanopartikel kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) diamati perubahan warnanya menggunakan menggunakan Spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu 1800).

Metode

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini digunakan peralatan seperti spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu 1800) , *hot plate* (DLAB MS7-H550-Pro), *magnetic stirrer* (DLAB MS7-H550-Pro), labu ukur 100 mL, Erlenmeyer, gelas kimia, labu ukur, gelas ukur, neraca analitik, kertas whatman, corong kaca, pisau, blender, dan batang pengaduk. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah manggis yang diperoleh dari pasar Gringging Kabupaten Kediri, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, air deionisasi, etanol 70%, kloroform, pereaksi Mayer, Wagner, Dragendrof, NaCl 1% , gelatin 10%. FeCl_3 , NaOH 10%, HCl 2N, H_2SO_4 pekat, asam asetat anhidrat, amoniak (NH_3), serbuk magnesium.

Ekstraksi Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*)

Proses ekstraksi dimulai dengan mensortir 5 kg buah manggis segar yang dibeli dari pasar yang akan diambil kulitnya. Selanjutnya, kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dicuci menggunakan aquades untuk menghilangkan pengotor, kulit buah manggis yang telah bersih dipotong menjadi ukuran kecil sekitar 1-2 cm, dan selanjutnya dikeringkan pada suhu kamar selama 7 hari. Setelah kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) benar-benar kering, dilakukan proses penghalusan hingga menjadi serbuk kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). Sebanyak 5 gram serbuk tersebut selajutnya diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut air deionisasi (200 mL) selama 30 menit. Campuran disaring menggunakan kertas Whatman No. 1 sehingga diperoleh ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*).

Uji Fitokimia Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*)

Uji Flavonoid

Pada percobaan ini, dicampurkan 2 mL ekstrak etanol kulit buah manggis dengan serbuk Mg, dan kemudian ditambahkan 2 mL HCl 2N. Jika sampel mengandung senyawa flavonoid, maka akan terjadi perubahan warna larutan menjadi jingga (Iskandar, 2020).

Uji Saponin

Pengujian saponin dilakukan dengan mengambil 2 tetes ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dan kemudian ditambahkan dengan 10 mL air panas dalam tabung reaksi. Campuran tersebut dikocok dengan kuat hingga terbentuk busa. Sampel positif yang mengandung saponin akan menunjukkan adanya busa yang stabil selama 10 menit dan ketika ditambahkan 1 tetes HCl 2N busa tidak hilang (Iskandar, 2020).

Uji Fenolik

Pengujian feolik dilakukan dengan mengambil 1 mL ekstrak etanol kulit buah manggis dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 1 mL larutan NaCl 1% dan larutan gelatin 10%. Jika dalam sampel terbentuk endapan putih, maka itu menunjukkan hasil positif untuk adanya senyawa fenolik dalam ekstrak tersebut (Tukiran *et al.*, 2021).

Uji Steroid

Untuk menguji keberadaan steroid, diambil sekitar 1 mL ekstrak etanol kulit buah manggis dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, 3 mL etanol 70% ditambahkan ke dalam tabung reaksi bersama dengan 2 mL asam sulfat pekat dan 2 mL asam asetat anhidrat. Jika dalam sampel terbentuk warna hijau, biru, atau ungu, maka itu menunjukkan hasil positif untuk adanya steroid dalam ekstrak tersebut (Iskandar, 2020).

Uji Triterpenoid

Untuk menguji keberadaan triterpenoid, diambil sekitar 1 mL ekstrak etanol kulit buah manggis dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, ditambahkan 3 mL etanol 70% ke dalam tabung reaksi bersamaan dengan penambahan 2 mL asam sulfat pekat dan 2 mL asam asetat anhidrat. Jika dalam sampel terbentuk warna merah, maka itu menunjukkan hasil positif untuk adanya triterpenoid dalam ekstrak tersebut (Iskandar, 2020).

Uji Alkaloid

Pada pengujian untuk mendeteksi keberadaan senyawa alkaloid dalam ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*), berikut langkah-langkah yang dilakukan: ekstrak etanol dicampur dengan 1 mL kloroform dan ditambahkan 5 tetes NH_3 serta 10 tetes asam sulfat. Campuran kemudian dikocok hingga homogen dan membentuk dua lapisan. Lapisan asam sulfat dibagi menjadi tiga tabung reaksi yang memiliki volume yang sama. Setelah itu, pengujian dilakukan menggunakan tiga jenis pereaksi yaitu Mayer, Wagner, dan Dragendorf. Jika terjadi endapan putih (pada pereaksi Mayer), warna merah jingga (pada pereaksi Dragendorf), dan warna coklat (pada pereaksi Wagner), maka hal tersebut menandakan adanya senyawa alkaloid dalam ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). (Nursanti *et al.*, 2018).

Pembuatan Larutan Prekursor CuSO_4

Serbuk $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 1,248 gram dan dilarutkan pada 100 mL air deionisasi menggunakan labu ukur 100 mL, sehingga didapatkan campuran homogen berwarna biru dengan konsentrasi 0,05 M.

Sintesis Nanopartikel Tembaga

Larutan ekstrak aquades kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dicampur dengan menggunakan larutan prekursor dengan perbandingan sebanyak 1:1, 1:2, 1:3, dan 1:4 pada total volume 60 mL. Selanjutnya campuran distirrer selama 30 menit dengan kecepatan 1000 rpm dengan suhu 80°C , selanjutnya didiamkan selama 24 jam. Terbentuknya nanopartikel tembaga dapat diamati secara kualitatif melalui perubahan warna. Nanopartikel tembaga yang terbentuk selanjutnya dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu 1800) pada panjang gelombang 200-600 nm (Rengga *et al.*, 2017; Varghese *et al.*, 2019)

Hasil dan Pembahasan

Pengujian fitokimia dilakukan pada ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) untuk menentukan keberadaan metabolit sekunder dalam ekstrak tersebut. Berdasarkan hasil uji fitokimia, ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) menunjukkan hasil positif untuk kandungan flavonoid, saponin, fenolik, triterpenoid, dan alkaloid, sementara hasilnya negatif untuk kandungan steroid. Detail hasil uji fitokimia disajikan pada Tabel 1.

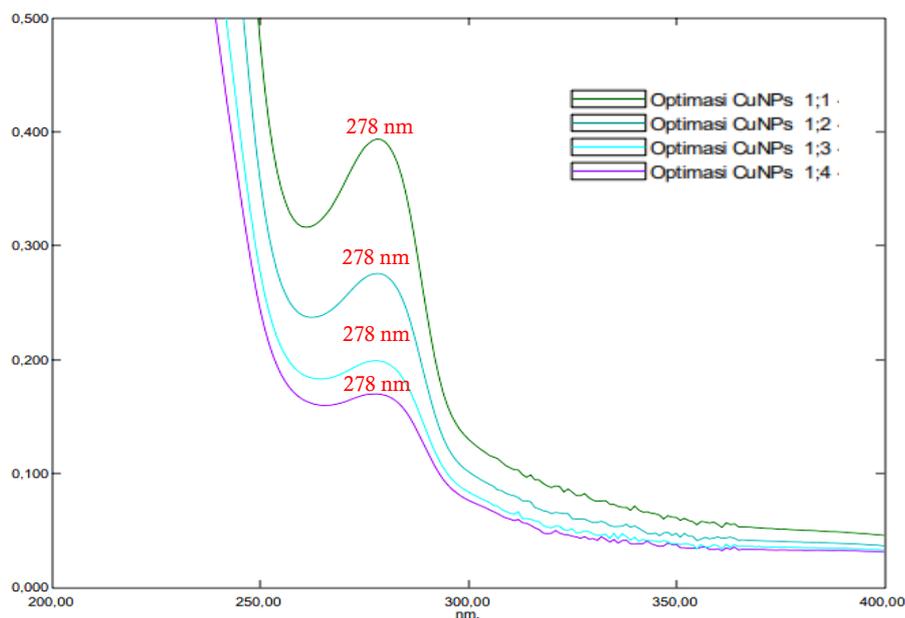
Tabel 1. Hasil uji fitokimia

No	Uji Fitokimia	Hasil Uji	Keterangan	Gambar
1	Flavonoid	Jingga	Positif	
2	Saponin	Busa stabil	Positif	
3	Fenolik	Endapan putih	Positif	
4	Steroid	Merah	Negatif	
5	Triterpenoid	Merah	Positif	
6	Alkaloid (Pereaksi Mayer)	Endapan putih	Positif	
	Alkaloid (Pereaksi Wagner)	Endapan coklat	Positif	
	Alkaloid (Pereaksi Dragendorff)	Endapan jingga	Positif	

Pada proses identifikasi senyawa metabolit sekunder dari ekstrak etanol kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*), ditemukan hasil positif untuk beberapa senyawa. Hasil positif menunjukkan adanya flavonoid, yang terlihat dari perubahan warna menjadi jingga. Selain itu, senyawa saponin juga teridentifikasi dengan munculnya busa stabil selama 10 menit setelah perlakuan. Selanjutnya, hasil positif juga menunjukkan adanya senyawa fenolik, yang ditandai dengan munculnya endapan putih dalam larutan. Namun, senyawa steroid menunjukkan hasil negatif, dengan tidak terjadi perubahan warna larutan menjadi merah. Selain itu, senyawa triterpenoid teridentifikasi dengan perubahan warna larutan menjadi merah. Terakhir, hasil positif menunjukkan adanya senyawa alkaloid, yang terbukti dari hasil uji menggunakan pereaksi mayer yang menghasilkan endapan putih, pereaksi wagner yang menghasilkan endapan coklat, dan pereaksi dragendorff yang menghasilkan endapan jingga.

Berdasarkan hasil uji fitokimia pada ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) menunjukkan keberadaan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai bioreduktor dalam proses sintesis nanopartikel tembaga. Alkaloid, flavonoid, dan fenolik merupakan metabolit sekunder yang berperan penting dalam proses reduksi ion logam Cu. Pada proses sintesis nanopartikel tembaga melibatkan pencampuran bioreduktor ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan prekursor dalam berbagai perbandingan 1:1; 1:2; 1:3; 1:4, yang selanjutnya distirer akan mengalami perubahan warna dari warna dari hijau kecoklatan menjadi coklat kehitaman. Adanya perubahan warna menandakan terbentuknya nanopartikel tembaga yaitu terjadinya proses reduksi logam Cu^{2+} menjadi Cu^0 yang berasal dari reduktor yaitu ekstrak kulit buah manggis (Rengga *et al.*, 2017).

Perubahan warna yang terjadi diamati dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, untuk memperkuat hasil pengamatan secara visual dan untuk mengetahui panjang gelombang maksimum serta absorbansinya. Pada penelitian ini, dilakukan sintesis nanopartikel tembaga dengan berbagai perbandingan 1:1; 1:2; 1:3; 1:4. Kemudian, hasil sintesis tersebut diukur pada rentang panjang gelombang 200-600 nm menggunakan spektrum UV-Vis. Hasil spektrum UV-Vis dari nanopartikel tembaga yang dihasilkan dari ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil spektrum UV-Vis CuNPs

Hasil spektroskopi UV-Vis menunjukkan puncak yang sama pada keempat perbandingan yaitu pada panjang gelombang 278 nm, namun setiap perbandingan ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan prekursor CuSO_4 memiliki absorbansi yang berbeda-beda. Puncak serapan maksimum pada panjang gelombang CuNPs 278 nm yang mengindikasikan pembentukan nanopartikel tembaga (CuNPs), hal ini sesuai pada penelitian yang telah dilaporkan oleh Monisha *et al.*, (2016) pada ekstrak *Vitex negundo.L* yaitu pada puncak panjang gelombang 254 nm, penelitian Sharma *et al.*, (2019) pada ekstrak *Tinospora cardifolia* memiliki puncak panjang gelombang CuNPs 248 nm, serta pada penelitian yang telah dilaporkan oleh Parthasarathy *et al.*, (2020) pada ekstrak daun *Plectranthus amboinicus* memiliki panjang gelombang maksimum 230 nm - 270 nm. Hasil pembacaan puncak panjang gelombang dengan Spektroskopi UV-Vis

pada beberapa perbandingan variasi ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan precursor disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji spektroskopi UV-Vis CuNPs

Perbandingan	Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi
1 : 1	278 nm	0,394
1 : 2	278 nm	0,276
1 : 3	278 nm	0,199
1 : 4	278 nm	0,170

Berdasarkan data Tabel 2, perbandingan optimum ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan prekursor CuSO_4 dicapai pada perbandingan 1 : 1, karena menunjukkan nilai absorbansi yang tertinggi. Perbedaan nilai absorbansi pada setiap perbandingan dipengaruhi oleh variasi konsentrasi ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan prekursor. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang ditambahkan, maka absorbansi yang terdeteksi pada spektrofotometri UV-Vis juga akan semakin tinggi.

Simpulan

Sintesis nanopartikel tembaga dapat dilakukan menggunakan bioreduktor ekstrak aquades dari kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*). Senyawa fenolik yang terdapat dalam kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) memiliki peran penting dalam mereduksi ion logam Cu menjadi nanopartikel tembaga. Perbandingan ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) dengan prekursor CuSO_4 1 : 1 merupakan perbandingan optimum dalam sintesis nanopartikel tembaga.

Daftar Referensi

- Din, M. I., Arshad, F., Hussain, Z., & Mukhtar, M. (2017). Green Adeptness in the Synthesis and Stabilization of Copper Nanoparticles: Catalytic, Antibacterial, Cytotoxicity, and Antioxidant Activities. *Nanoscale Research Letters*, 12.
- Iqbal, M., Effendi, Z., Aamruna, Y., & Suryawati. (2013). Uji aktivitas antimalaria in vivo dari beberapa fraksi ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana Linn*) pada mencit (*Mus musculus*) yang diinfeksi dengan Plasmodium berghei. *Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian*, 1–6.
- Irmayanti, P. Y., Arisanti, C. I. ., & Wijayanti, N. P. A. . (2012). Uji Pendahuluan Serbuk Simplisia Dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana L.*) Yang Berasal Dari Desa Luwus, Kecamatan Baturiti, Tabanan, Bali. *Jurnal Farmasi Udayana*, 47–52.
- Iskandar, D. (2020). Aplikasi Uji Skrining Fitokimia Terhadap Daun Uncaria Tomentosa Sebagai Bahan Utama Dalam Pembuatan Teh. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 12(2), 153–158.
- Jadoun, S., Arif, R., Jangid, N. K., & Meena, R. K. (2021). Green synthesis of nanoparticles using plant extracts. *Environmental Chemistry Letters*, 19(1), 355–374.
- Kadek, N., Prajayanti, D., Arlen, V., Aprilyan, G., Namba, S., Basule, V., Esmeralda, F., Wea, V., Utomo, L. S., Djunarko, I., Farmasi, P., Farmasi, F., & Dharma, U. S. (2022). Manfaat Manggis (*Garcinia mangostana*) Sebagai Antioksidan (Benefits of Mangosteen (*Garcinia mangostana*) as Antioxidant). *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*, 6(1), 540–549
- Martien, R., Adhyatmika, Irianto, I. D. K., Farida, V., & Sari, D. P. (2012). Perkembangan teknologi nanopartikel dalam sistem penghantaran obat. *Majalah Farmaseutik*, 8(1), 133–144.
- Monisha, S. I., Dayana Jeya Leela, G., Immaculate, A. A., & Vimala, J. R. (2016). GC-MS Analysis and

Green Synthesis of Copper Nano particles Using Vitex negundo.L Leaf Extract. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7(8), 154–161.

- Nurdin, M., Masria, S., & Astuti, R. (2016). Uji Efek Anti Jamur Dekokta Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L) Terhadap *Candida albicans* In Vitro. *Prosiding Pendidikan Dokter*, 2, 987–991.
- Nursanti, A., Suparto, I. H., & Kemala, T. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* x *balbisiana*), Kulit Pisang Uli (*Musa Paradisiaca Sapientum*), dan Kulit Pisang Nangka (*Musa* sp L). *Al-Kimia*, 6(2), 129–134.
- Parthasarathy, S., Jayacumar, S., Chakraborty, S., Soundararajan, P., Joshi, D., Gangwar, K., Bhattacharjee, A., & Venkatesh, M. P. D. (2020). Fabrication and Characterization of Copper Nanoparticles by Green Synthesis Approach Using *Plectranthus Amboinicus* Leaves Extract Introduction : Materials And Methods : *Research Journal*, 1–9.
- Rengga, W. D. P., Hapsari, W. P., & Ardianto, D. W. (2017). sintesis nanopartikel tembaga dari larutan CuNO_3 menggunakan ekstrak cengkeh (*Syzygium aromaticum*). *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 12(1), 15–21.
- Rofida, S., Sukardiman, S., Widyawaruyanti, A., & Arifianti, L. (2017). Anti Cancer Activity of Active Substances from Mangosteen pericarp (*Garcinia mangostana* Linn) against T47 D Cell Lines. *Advances in Health Sciences Research (AHSR)*, 2, 274–281.
- Saba, H. (2014). A Review on Nanoparticles : Their Synthesis and Types. *Research Journal of Recent Sciences Res . J. Recent . Sci . Uttar Pradesh (Lucknow Campus)*, 4(February), 1–3.
- Saitawadekar, A., & Kakde, U. B. (2020). Green synthesis of copper nanoparticles using *aspergillus flavus*. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 1083–1090.
- Shafy, G. M., Jassim, A. M. N., & Mohammed, M. T. (2019). Study of phytochemical, antioxidant and anti-inflammatory of mangosteen (*G. Mangostana*) and its abilitytowoundhealing. *Plant Archives*, 19(1), 665–673.
- Sharma, P., Pant, S., Dave, V., Tak, K., Sadhu, V., & Reddy, K. R. (2019). Green synthesis and characterization of copper nanoparticles by *Tinospora cardifolia* to produce nature-friendly copper nano-coated fabric and their antimicrobial evaluation. *Journal of Microbiological Methods*, 160(March), 107–116.
- Siedel, 2008. (2013). Identifikasi Kandungan Kimia Ekstrak Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L .). *Jurnal Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana*, 2(4), 1–6.
- Sugiyarti, R., Wisnuwardhani, H. A., & Rusdi, B. (2021). Kajian Pustaka Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Tanaman sebagai Bioreduktor dan Aplikasinya. *Prosiding Farmasi*, 7(2), 809–815.
- Sujono, S., & Nuryati, A. (2017). Uji Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Buah Manggis (*garcinia mangostana* l.) Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherechia coli*. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 6(1), 25.
- Tukiran, Suyatno, Mitarlis, Rinaningsih, & Saputri, R. D. (2021). Buku petunjuk Praktikum Kimia Organik. In T. D. K. Organik (Ed.), *Pembelajaran Fisika Dasar Dan Elektronika Dasar (Arus, Hambatan Dan Tegangan Listrik) Menggunakan Aplikasi Matlab Metode Simulink*. Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya.
- Varghese, B., Kurian, M., Krishna, S., & Athira, T. S. (2019). Biochemical synthesis of copper nanoparticles using *Zingiber officinalis* and *Curcuma longa*: Characterization and antibacterial activity study. *Materials Today: Proceedings*, 25, 302–306.

Wathoni, N., Putri, N. A., Cahyanto, A., & Muchtaridi, M. (2020). Pemanfaatan Manggis Sebagai Sediaan Antiseptik dalam Upaya Peningkatan Kesehatan Masyarakat di Desa Sayang, Jatinangor, Sumedang. *Majalah Farmasetika*, 5(2), 57–63.

Yuliasari, S., Hamdan, & Syafrial. (2014). Aplikasi Nanoteknologi Untuk Pangan Fungsional Mendukung Diversifikasi Pangan. *Food Service*, 71(9), 1475–1482.