

## KARAKTERISASI NANOPARTIKEL EKSTRAK DAUN SUKUN (*Artocarpus altilis* (park) fosberg) DENGAN MENGGUNAKAN METODE GELASI IONIK DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN

M. Henityo Agung As'adi<sup>1\*</sup>, Avisia Amelia<sup>2</sup>, Indri Meirista<sup>3</sup>  
<sup>1-3</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi  
Email: [agungasadi28@gmail.com](mailto:agungasadi28@gmail.com)

### ABSTRAK

Nanopartikel merupakan sistem penghantaran obat berukuran nanometer yang dapat meningkatkan stabilitas dan aktivitas senyawa aktif. Daun sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) mengandung flavonoid seperti artocarpin dan kuersetin yang berpotensi sebagai antioksidan. Kitosan dengan agen silang karagenan dapat digunakan dalam formulasi nanopartikel melalui metode gelasi ionik. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik dan aktivitas antioksidan nanopartikel ekstrak daun sukun. Penelitian meliputi pembuatan simplisia, ekstraksi, analisis UPLC-MS/MS, pengujian aktivitas antioksidan, formulasi nanopartikel, uji persen transmittan, Particle Size Analyzer (PSA), distribusi ukuran partikel, dan zeta potensial. Formula dibuat dengan perbandingan ekstrak daun sukun:karagenan:kitosan yaitu F1 (0,2%:0,1%:0,2%), F2 (0,2%:0,2%:0,2%), F3 (0,2%:0,1%:0,4%), dan F4 (0,2%:0,2%:0,4%). Nilai IC<sub>50</sub> ekstrak dan nanopartikel berturut-turut sebesar 19,8 µg/mL dan 12,3 µg/mL dengan kategori sangat kuat. Persen transmittan F1–F4 berturut-turut sebesar 93,616%; 94,569%; 95,853%; dan 95,910%. Ukuran partikel masing-masing formula adalah 768 nm, 565 nm, 278 nm, dan 75 nm, sedangkan nilai zeta potensial berturut-turut -12 mV, -0,2 mV, -0,2 mV, dan -19,7 mV. Variasi konsentrasi karagenan dan kitosan mempengaruhi karakteristik nanopartikel ekstrak daun sukun.

**Kata Kunci:** *Artocarpus Altilis* (Park) Fosberg, Antioksidan, Gelasi Ionik, Nanopartikel

### ABSTRACT

*Nanoparticles are drug delivery systems with nanometer-sized particles that can enhance the stability and activity of active compounds. Breadfruit leaves (Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg) contain flavonoids, including artocarpin and quercetin, which possess antioxidant activity. Chitosan with carrageenan as a crosslinking agent can be utilized in nanoparticle formulations through the ionic gelation method. This study aimed to determine the characteristics and antioxidant activity of breadfruit leaf extract nanoparticles. The study included simplicia preparation, extraction, UPLC-MS/MS analysis, antioxidant activity testing, nanoparticle formulation, percent transmittance measurement, particle size analysis using a Particle Size Analyzer (PSA), particle size distribution, and zeta potential evaluation. The formulations were prepared using different ratios of breadfruit leaf extract:carrageenan:chitosan, namely F1 (0.2%:0.1%:0.2%), F2 (0.2%:0.2%:0.2%), F3 (0.2%:0.1%:0.4%), and F4 (0.2%:0.2%:0.4%). The IC<sub>50</sub> values of the extract and nanoparticle extract were 19.8 µg/mL and 12.3 µg/mL, respectively, indicating very strong antioxidant activity. The percent transmittance values of F1–F4 were 93.616%, 94.569%, 95.853%, and 95.910%, respectively. The particle sizes were 768 nm, 565 nm, 278 nm, and 75 nm, while the zeta potential values were -12 mV, -0.2 mV, -0.2 mV, and -19.7 mV, respectively. Variations in carrageenan and chitosan concentrations affected the characteristics of breadfruit leaf extract nanoparticles.*

**Keywords:** *Artocarpus Altilis* (Park) Fosberg, Antioxidants, Ionic Gelation, Nanoparticles

## LATAR BELAKANG

Salah satu tumbuhan di Indonesia yang sering dimanfaatkan untuk pengobatan dan pencegahan penyakit yaitu sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg). Secara tradisional daun sukun telah banyak digunakan dalam mengobati penyakit sirosis hati, asma, hipertensi, hiperkolesterolemia, dan juga mengobati peradangan, seperti nyeri, radang sendi, stroke, dan juga gastritis dan diabetes. ekstrak etanol daun sukun berpotensi sebagai antidiabetes, dan antikolesterol (Yumni *et al.*, 2021).

Daun sukun mengandung senyawa flavonoid yang tinggi, Salah satu jenis flavonoid yaitu artocarpin dan kuersetin yang berfungsi sebagai antioksidan dan antidiabetik (Lengkey, 2022). Senyawa flavonoid pada daun sukun yang diberikan secara peroral memiliki bioavailabilitas yang kurang baik karena kelarutan yang rendah di dalam air dan tidak stabil terhadap faktor lingkungan sehingga manfaat flavonoid dalam pengobatan kurang memuaskan. Kuersetin adalah salah satu jenis flavonoid yang dilaporkan memiliki kelarutan yang rendah didalam air (hanya 0,01 mg/mL), bioavailabilitas rendah dan ketika diberikan secara per oral akan mudah mengalami degradasi metabolic (Kurniawati & Sutoyo, 2021).

Polimer yang digunakan untuk membentuk nanopartikel dapat berupa polimer sintetik dan alami. Karagenan merupakan polimer alami yang dapat diterima dengan baik oleh tubuh dan dapat terurai secara alami. Karagenan memberikan stabilitas mekanik dan viskositas yang baik dalam formulasi nanopartikel, memungkinkan nanopartikel untuk tetap stabil dan tidak mudah terurai atau terdispersi (Sabbagh *et al.*, 2023). Polimer kitosan digunakan dalam nanopartikel karena sifatnya yang biokompatibel, biodegradable, dan aktif secara antimikroba, membuatnya ideal untuk aplikasi dalam penghantaran obat (Jafernik *et al.*, 2023).

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Laboratorium Teknologi Farmasi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi pada bulan April 2025-Juni 2025. Determinasi sampel dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Padjajaran. Analisis uji UPLC-MS/MS di lakukan di heritage material analysis laboratory museum dan cagar budaya, Uji *Particle Size Analyzer* (PSA), zeta potensial dan distribusi ukuran partikel dilakukan di Universitas Negeri Yogyakarta.

### Alat

Rotary evaporator (Buchi Rotavapor®), waterbath (Waterbath HH-6®), sonikator (GT sonic), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu U- 1800®), Nanotracs wave II (Microtrac), magnetic stirrer, timbangan digital (Shimadzu®), kertas saring whatman, botol gelap, vial dan alat-alat gelas laboratorium (Pyrex®),

### Bahan

Bahan yang digunakan antara lain: ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg), aquadest, asam askorbat, 2,2-diphenyl-1-picryl hidrazil (DPPH), etanol 96%, karagenan, kitosan, asam asetat 1%.

## **Sampel**

Tumbuhan sukun diperoleh dari Kelurahan Pakuan Baru, Kecamatan Jambi Selatan, Provinsi Jambi, Spesifikasi daun yang diambil adalah daun yang masih segar tidak terlalu muda berwarna hijau tua dan tidak berlubang.

## **Tahapan/Jalannya Penelitian**

### **Identifikasi Tumbuhan**

Determinasi dilakukan di Laboratorium Sistematika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Padjadjaran. Untuk memastikan keakuratan tumbuhan yang digunakan. Determinasi tumbuhan sukun ditentukan dengan cara membandingkan ciri-ciri morfologi tumbuhan terhadap data kepustakaan.

### **Pengolahan serbuk simplisia**

Sebanyak 4 kg daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg) yang masih segar, lalu dibersihkan dari debu atau kotoran-kotoran yang menempel dengan air mengalir sampai bersih, tiriskan kemudian ditimbang berat basahanya. Potong-potong atau rajang daun sukun dengan ukuran yang kecil, keringkan dengan mengangin anginkan didalam suhu ruang. Sesudah dikeringkan dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk halus dan seragam kemudian ditimbang berat serbuk simplisia. Serbuk simplisia dimasukkan ke dalam wadah tertutup baik (Fiana *et al.*, 2020).

### **Pembuatan ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg)**

Prosedur pembuatan ekstrak etanol daun sukun dilakukan menggunakan metode maserasi. Sejumlah 800 g serbuk simplisia daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg) dimasukkan ke dalam botol gelap kemudian ditambah 8 L etanol 96%, ditutup dan dibiarkan selama 1 hari terlindung dari cahaya, dengan pengadukan 6 jam dalam sehari. Setelah itu didiamkan 8 jam kemudian disaring menggunakan kertas saring dan didapatkan maserat I. Ampas yang didapatkan ditambahkan dengan etanol 96% dibiarkan di dalam botol gelap yang tertutup dan terlindung dari cahaya dan disaring sampai tidak berwarna lagi. Kemudian hasil maserat I dan II dicampurkan dan diuapkan di atas rotary evaporator. Setelah didapatkan hasil ekstrak kental dari daun sukun, kemudian diuapkan lagi menggunakan cawan porselin guna mengentalkan ekstrak etanol daun sukun (Yulianti *et al.*, 2021).

### **Analisis UPLC-MS/MS**

Mengetahui senyawa metabolit sekunder, Langkah awal dilakukan dengan menyiapkan sampel kemudian sampel tersebut diinjeksikan ke dalam UPLC/MS. Sebanyak 10 mg ekstrak daun sukun dilarutkan dalam 10 ml etanol. Penelitian ini memerlukan 5 µl filtrat yang telah diperoleh sebelumnya yang akan diolah dengan cara diinjeksikan ke dalam alat UPLC/MS menggunakan bantuan microsyringe.

### **Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg)**

Pembuatan nanopartikel ekstrak daun sukun dibuat dengan empat variasi formula antara Ekstrak : Karagenan : Kitosan berdasarkan formula yang telah dirancang. Tahap pertama ekstrak daun sukun ditimbang sesuai tabel 1, kemudian dilarutkan dalam 20 ml etanol 96%. Tahap selanjutnya Karagenan ditimbang sesuai tabel 1 dilarutkan didalam aquadest 40 ml dan Kitosan ditimbang sesuai tabel 1 kemudian dilarutkan di dalam asam asetat 1%. Larutan karagenan dimasukkan ke dalam beaker glass, ditambahkan ekstrak daun sukun dan dilakukan pengadukan dengan magnetic stirrer selama 60 menit kecepatan 1200 rpm. Larutan kitosan kemudian ditambahkan kedalam beaker glass yang berisi larutan karagenan dan ekstrak etanol daun sukun. Lakukan pengadukan kembali dengan menggunakan magnetic stirrer selama 60 menit. Larutan karagenan-kitosan ekstrak daun sukun yang terbentuk disonikasi selama 60 menit. Proses pembuatan nanopartikel dilakukan sebanyak 4 formula yang bertujuan untuk

memastikan bahwa bahan pembentuk ikat silang karagenan dan kitosan dapat mengikat zat aktif pada ekstrak secara sempurna. Masing-masing sampel dibuat dengan perbandingan ekstrak daun sukun: karagenan: kitosan seperti rancangan formula berikut:

**Tabel 1. Preformulasi nanopartikel ekstrak daun sukun**

Bahan	Formula			
	1	2	3	4
Ekstrak daun sukun ( <i>Artocarpus altilis</i> (park) fosberg)	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Karagenan	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%
Kitosan	0,2%	0,2%	0,4%	0,4%

## Evaluasi Nanopartikel

### Uji Persen Transmitan

Larutan nanopartikel ekstrak daun sukun diambil sebanyak 3 mL kemudian dimasukkan ke dalam kuvet. Pengujian dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 650 nm dengan aquadest sebagai blanko. Nilai persen transmitan (%T) dicatat untuk mengetahui kejernihan larutan nanopartikel. Semakin tinggi nilai transmitan menunjukkan ukuran partikel yang semakin kecil dan sistem dispersi yang semakin baik.

### Uji Ukuran Partikel (*Particle Size Analyzer/PSA*)

Pengukuran ukuran partikel dilakukan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Sampel nanopartikel dimasukkan ke dalam kuvet sampel hingga volume yang ditentukan, kemudian dianalisis menggunakan metode *dynamic light scattering* (DLS). Hasil pengukuran menunjukkan rata-rata ukuran partikel nanopartikel dalam satuan nanometer (nm).

### Uji Zeta Potensial

Pengukuran zeta potensial dilakukan menggunakan alat zeta sizer untuk mengetahui kestabilan sistem nanopartikel. Sampel nanopartikel dimasukkan ke dalam sel elektroda kemudian dianalisis sesuai prosedur alat. Nilai zeta potensial dinyatakan dalam milivolt (mV). Semakin besar nilai absolut zeta potensial menunjukkan kestabilan dispersi nanopartikel yang semakin baik karena mampu mencegah agregasi partikel.

### Uji Distribusi Ukuran Partikel

Distribusi ukuran partikel dianalisis bersamaan dengan pengukuran ukuran partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Pengujian dilakukan untuk mengetahui homogenitas ukuran partikel nanopartikel yang terbentuk. Data distribusi ukuran partikel diamati berdasarkan nilai indeks polidispersitas (*Polydispersity Index/PDI*). Nilai PDI yang rendah menunjukkan distribusi ukuran partikel yang lebih homogen dan sistem nanopartikel yang lebih stabil.

### Uji aktivitas antioksidan

#### Pembuatan Larutan Induk Baku DPPH

Sebanyak 100 mg serbuk DPPH ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu tentukur 100 mL, kemudian dicukupkan volumenya dengan etanol p.a sampai garis tanda.

#### Pengukuran Panjang Gelombang Serapan Maksimum DPPH

Pipet sebanyak 2 mL larutan DPPH 1000 ppm ditambahkan dengan etanol p.a sebanyak 2 mL di dalam vial. Di inkubasi dalam ruangan gelap selama 30 menit. Kemudian serapan larutan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm (Chandra *et al.*, 2019).

### **Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg) Pengukuran Absorbansi DPPH pada Sampel**

Pipet sebanyak 2 ml dari konsentrasi 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 12 ppm dan 50 ppm dan ditambahkan 4 ml larutan DPPH kedalam vial lalu dikocok. Kemudian nilai absorbansinya diukur pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm (Rahmasari *et al.*, 2024).

### **Uji aktivitas pada nanopartikel ekstrak etanol daun sukun (*Artocarpus altilis* (park) fosberg) Pengukuran Absorbansi DPPH pada Sampel**

Pipet sebanyak 2 ml dari konsentrasi 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm, 12 ppm dan 50 ppm dan ditambahkan 4 ml larutan DPPH kedalam vial lalu dikocok. Kemudian nilai absorbansinya diukur pada spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm (Rahmasari *et al.*, 2024).

### **Analisa Data**

Analisis data nanopartikel menggunakan JASP (*Jeffreys's Amazing Statistics Program*) dengan metode uji T test untuk melihat perbandingan antara aktivitas antioksidan nanopartikel ekstrak daun sukun dan ekstrak daun sukun dengan berbagai konsentrasi perbandingan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi. Hasil maserasi yang didapat berupa ekstrak kental berwarna coklat tua kehijauan berbau khas dengan hasil rendemen sebesar 12% artinya menunjukkan seberapa efisien proses ekstraksi dalam menghasilkan ekstrak dari bahan baku (Fiana *et al.*, 2020).

Pemeriksaan kualitatif terhadap ekstrak dilakukan untuk mengamati beberapa hal metabolit sekunder terutama senyawa flavonoid. Analisis Uji UPLC-MS/MS ekstrak daun Sukun *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. Dapat dilihat pada tabel 2. Di dapatkan hasil senyawa flavonoid jenis Cycloaltilisin, Cyclocommunol, Quersetin, Artocarpin, Morusin, dan Cyclomorusin (Gian *et al.*, 2022).

Pembuatan nanopartikel ekstrak daun sukun dibuat dengan metode gelas ionik dengan empat variasi formula antara Ekstrak : Karagenan : Kitosan. Hasil Larutan Nanopartikel dapat dilihat pada gambar 1. yang didapat sebanyak 100 ml, berupa larutan berwarna kuning kehijauan dan berbau khas dan sedikit berbau asam. Dalam sediaan nanopartikel dibutuhkan polikation dan polianion, untuk polikation yaitu kitosan sedangkan polianion yaitu karagenan. Kitosan akan membentuk rongga atau matriks untuk membungkus atau mengenkapsulasi ekstrak sedangkan karagenan berfungsi sebagai zat pengikat silang sehingga akan memperkuat matriks nanopartikel kitosan sehingga nanopartikel yang terbentuk lebih stabil dan dapat memperkecil ukuran partikel (Dipahayu & Kusumo, 2021).

Nanopartikel dikarakterisasi berdasarkan uji % transmittan, ukuran partikel (PSA), potensial zeta dan distribusi ukuran partikel hasilnya dapat dilihat pada tabel 3. uji transmittan digunakan untuk melihat kejernihan pada larutan nanopartikel secara kuantitatif dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Ariani & Purwanto, 2021). semakin tinggi nilai persen transmittan maka ukuran partikel semakin kecil. Hasil rata-rata standar deviasi yang didapat dari uji % transmittan yang dilakukan yaitu 0,03 dan nilainya <5%. Standar deviasi uji transmittan yang kurang dari 5% biasanya menunjukkan bahwa nilai-nilai yang diperoleh dalam pengukuran memiliki variasi yang kecil (Maharani *et al.*, 2022).

Ukuran partikel merupakan karakteristik paling penting karena mempengaruhi langsung keunikan sifat nanopartikel. Pengujian dengan PSA menunjukkan bahwa nanopartikel ekstrak etanol daun sukun formula 1; 2; 3; dan 4 memiliki ukuran partikel dengan nilai berurutan

sebesar 768 nm; 565 nm; 278 nm; dan 75 nm. Ukuran dari nanopartikel ditentukan oleh konsentrasi antara karagenan : kitosan yang digunakan. Semua formula telah memenuhi persyaratan ukuran nanopartikel yaitu 10-1000 nm. Perbandingan konsentrasi komponen karagenan dan kitosan menjadi kunci keberhasilan nanopartikel yang terbentuk. Semakin tinggi konsentrasi dan masih sesuai rentang yaitu 0,1-0,8% konsentrasi kitosan dan karagenan yang digunakan maka ukuran partikelnya semakin kecil dan dapat menginduksi terjadinya aglomerasi, dikarenakan struktur folding rantai polimer yang terdispersi semakin besar dan banyak (Dipahayu & Kusumo, 2021).

nanopartikel dengan nilai zeta potensial lebih kecil dari -30 mV dan lebih besar dari +30mV dapat dikatakan memiliki stabilitas lebih tinggi. Penelitian ini menghasilkan nilai zeta potensial negatif dari sediaan nanopartikel ekstrak daun sukun yang telah dibuat seperti tabel 3. Semakin tinggi nilai zeta potensial, gaya tolak menolak antar partikel akan semakin tinggi sehingga dapat mencegah terjadinya presipitasi atau koagulasi antar partikel. Muatan positif gugus amina kitosan dapat bergabung dengan muatan negatif karagenan membentuk kompleks berukuran nanopartikel yang stabil (Nurfatihayati *et al.*, 2023).

Uji distribusi ukuran partikel yaitu untuk melihat Indeks polidispersitas parameter yang menyatakan distribusi ukuran partikel dari sistem nanopartikel yang nilainya 0,01 sampai 0,7 menyatakan sistem nanopartikel dengan distribusi ukuran partikel yang sempit, semakin kecil nilai indeks polidispersitas menunjukkan distribusi ukuran partikel semakin sempit, yang berarti semakin homogen (Rusdi, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dan karagenan, maka nilai indeks polidispersitas partikel akan semakin kecil. Karagenan dan kitosan dapat mempengaruhi hasil distribusi ukuran partikel karena sifat-sifat unik mereka yang memungkinkan interaksi dengan partikel dan membentuk struktur yang berbeda. Kitosan, yang bermuatan positif, dapat berinteraksi secara elektrostatik dengan partikel yang bermuatan negatif, menyebabkan agregasi atau pembentukan kompleks. Karagenan dapat memengaruhi stabilitas koloid, yang dapat memengaruhi pembentukan agregat dan ukuran partikel (Nurfatihayati *et al.*, 2023).

Evaluasi aktivitas antioksidan menggunakan parameter  $IC_{50}$ , yaitu konsentrasi sampel yang diperlukan untuk menangkap 50% radikal DPPH. Semakin rendah nilai  $IC_{50}$  maka semakin kuat aktivitas antioksidannya dan semakin sedikit konsentrasi antioksidan yang dibutuhkan untuk menghambat radikal bebas (Rahmasari *et al.*, 2024). Hasil panjang gelombang DPPH yang didapatkan pada penelitian ini adalah 518 nm dengan absorbansi 0,600. Hasil tersebut masuk kedalam rentang panjang gelombang DPPH yang baik. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa DPPH terjerap paling tinggi pada panjang gelombang 520 nm dan paling rendah terjerap pada panjang gelombang 510 nm (Ridwan, 2022).

Perbedaan nilai  $IC_{50}$  antara ekstrak daun sukun dan nanopartikel daun sukun disebabkan oleh kombinasi faktor-faktor seperti Nanopartikel dengan ukuran yang kecil dan luas permukaan yang besar, dapat meningkatkan interaksi dengan radikal bebas dan ketersediaan biologis senyawa antioksidan, sehingga memiliki nilai  $IC_{50}$  yang lebih rendah dan aktivitas antioksidan yang lebih kuat (Sholikha *et al.*, 2021).

Peningkatan aktivitas antioksidan pada nanopartikel ekstrak daun sukun diduga dipengaruhi oleh karakteristik sediaan nanopartikel yang memiliki ukuran partikel kecil sehingga luas permukaan meningkat dan kontak antara senyawa aktif dengan radikal bebas menjadi lebih optimal. Selain itu, penggunaan polimer karagenan dan kitosan mampu meningkatkan stabilitas senyawa flavonoid serta melindungi senyawa aktif dari degradasi lingkungan, sehingga aktivitas antioksidan nanopartikel menjadi lebih tinggi dibandingkan ekstrak tanpa formulasi nanopartikel.



**Gambar 1. Nanopartikel Ekstrak Daun Sukun dengan perbandingan ekstrak daun Sukun: karagenan: kitosan F1 (0,2:0,1:0,2); F2 (0,2:0,2:0,2); F3 (0,2:0,1:0,4); dan F4 (0,2;0,2:0,4).**

**Tabel 2. Hasil Uji Transmitan, Particle Size Analyzer (PSA), Zeta Potensial dan distribusi ukuran partikel**

Formula	Transmitan (%) $\pm$ SD	PSA (nm)	Zeta Potensial (mV)	Distribusi ukuran partikel (PDI)
F1	93,616 $\pm$ 0,05579	768	-12,5	1,767
F2	94,569 $\pm$ 0,03567	565	-0,2	0,336
F3	95,853 $\pm$ 0,02829	278	-0,2	0,591
F4	95,910 $\pm$ 0,02137	75	-19,7	0,215

**Tabel 3. Nilai IC<sub>50</sub> Vitamin C, Ekstrak Daun Sukun, dan Nanopartikel Ekstrak**

Sampel Uji	Nilai IC <sub>50</sub> (ppm)	Intensitas
Vitamin C	19,8 ppm	Sangat Kuat
Ekstrak Daun Sukun	19,7 ppm	Sangat Kuat
Nanopartikel Ekstrak Daun Sukun	12,3 ppm	Sangat Kuat

Hasil analisis menunjukkan bahwa variasi konsentrasi karagenan dan kitosan memberikan pengaruh terhadap karakteristik nanopartikel yang dihasilkan, meliputi persen transmitan, ukuran partikel, distribusi ukuran partikel, dan zeta potensial. Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh nilai signifikansi ( $p < 0,05$ ) yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar formula nanopartikel. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh interaksi ionik antara gugus sulfat pada karagenan dan gugus amina pada kitosan yang mempengaruhi pembentukan matriks nanopartikel melalui metode gelasi ionik.

Formula dengan konsentrasi kitosan yang lebih tinggi menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dan nilai transmitan yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan mampu memperkuat proses pembentukan nanopartikel sehingga menghasilkan sistem dispersi yang lebih homogen. Selain itu, nilai zeta potensial yang semakin besar secara absolut menunjukkan kestabilan sistem nanopartikel yang lebih baik karena mampu mengurangi terjadinya agregasi partikel.

Analisis statistik terhadap aktivitas antioksidan juga menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan pada nanopartikel dibandingkan ekstrak murni. Hal ini terlihat dari nilai IC<sub>50</sub> nanopartikel yang lebih kecil dibandingkan ekstrak. Peningkatan aktivitas antioksidan diduga disebabkan oleh ukuran partikel yang lebih kecil sehingga luas permukaan meningkat dan senyawa aktif lebih mudah terdispersi serta berinteraksi dengan radikal bebas DPPH. Dengan demikian, formulasi nanopartikel menggunakan kombinasi karagenan dan kitosan mampu meningkatkan karakteristik fisik serta aktivitas antioksidan ekstrak daun sukun.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Nanopartikel ekstrak etanol daun *Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg. Menghasilkan nanopartikel yang memenuhi syarat karakteristik fisik pada uji transmisi (%), PSA (*Particle Size Analyze*), zeta potensial dan distribusi ukuran partikel. Ekstrak etanol daun Sukun dan nanopartikel ekstrak daun Sukun memiliki aktivitas antioksidan dengan intensitas sangat kuat. Nilai IC<sub>50</sub> pada ekstrak daun sukun yaitu 19,7 ppm dan pada nanopartikel ekstrak daun sukun didapatkan 12,3 ppm.

### Saran

Perlu adanya optimasi formula maupun optimasi proses untuk memperoleh larutan nanopartikel ekstrak daun Sukun dengan karakteristik yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, L. W., & Purwanto, U. R. E. (2021). Formulasi Nanopartikel Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa Sinensis* L.). *Repository Stifar*, 2, 4–5.
- Chandra, B., Sari, R. P., Misfadhila, S., Azizah, Z., & Asra, R. (2019). Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kemangi (*Ocimum Tenuiflorum* L.) Dengan Metode Dpph (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Journal of Pharmaceutical And Sciences*, 2(2), 1–8. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v2i2.20>
- Dipahayu, D., & Kusumo, G. G. (2021). Formulasi dan Evaluasi Nano Partikel Ekstrak Etanol Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Varietas Antin-3. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(6), 781–785. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i6.818>
- Fiana, F. M., Kiromah, N. Z. W., & Purwanti, E. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Dan *Escherichia coli*. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*, 10–20. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v0i0.10108>
- Gian Ginting, J., Studi Farmasi, P., & Tinggi Ilmu Kesehatan Senior Medan, S. (2022). Secondary Metabolites of Breadfruit (*Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg) Ethanol Extract and Its Potential as Medicine. *Journal of Natural Sciences*, 3(3), 145–154. <https://doi.org/10.34007/jonas.v3i3.304>
- Jafarnik, K., Ładniak, A., Blicharska, E., Czarnek, K., Ekiert, H., Wiącek, A. E., & Szopa, A. (2023). Chitosan-Based Nanoparticles as Effective Drug Delivery Systems—A review. *Molecules*, 28(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/molecules28041963>
- Kurniawati, I. F., & Sutoyo, S. (2021). Review Artikel: Potensi Bunga Tanaman Sukun (*Artocarpus Altilis* [Park. I] Fosberg) Sebagai Bahan Antioksidan Alami. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.26740/ujc.v10n1.p1-11>
- Lengkey, Y. K. (2022). Uji Aktivitas Antidiabetes Infus Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Yang Diinduksi Aloksan. *Majalah INFO Sains*, 3(1), 7–14. <https://doi.org/10.55724/jis.v3i1.43>
- Maharani, P., Iksari, E., Purwanto, U., & Bagiana, I. (2022). Optimasi Na-Alginat Dan Ca-Klorida Pada Nanopartikel Ekstrak Terpurifikasi Fukoidan Dari Rumput Laut Cokelat (*Sargassum Polycystum*). *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 5(2), 38–45. <https://doi.org/10.35799/pmj.v5i2.45100>
- Nurfatihayati, Safara, A. S., Permatasari, A., Sunarno, & Fadli, A. (2023). Modifikasi Kitosan dari Limbah Udang Menggunakan Metode Gelasi Ionik. *Journal of the Bioprocess, Chemical, and Environmental Engineering Science*, 4(1), 19–29.

- Rahmasari, D., Yuwanda, A., & Rahmawati, D. (2024). Formulasi dan Nilai IC50 Sediaan Krim Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*). *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3 SE-Articles), 17136–17153.
- Ridwan, keyman and. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Batang Kemiri ( *Aleurites moluccana* L.) Dengan Metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhidrazyl). *Jurnal Sains Dan Pendidikan Biologi*, 1, 29–34.
- Rusdi, M. (2017). Karakteristik Ukuran Partikel dan Indeks Polidispersitas Formulasi Nanoemulsi Pewarna Alam Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia Sappan* Linn). *Jurnal Pertanian Terpadu*, 5(2), 114–127. <https://doi.org/10.36084/jpt..v5i2.132>
- Sabbagh, F., Khatir, N. M., & Kiarostami, K. (2023). Synthesis and Characterization of k-Carrageenan/PVA Nanocomposite Hydrogels in Combination with MgZnO Nanoparticles to Evaluate the Catechin Release. *Polymers*, 15(2). <https://doi.org/10.3390/polym15020272>
- Sholikha, M., Febriani, A., & Nirmala, S. A. (2021). Formulasi Dan Evaluasi Gel Ekstrak Daun Sukun (*Artocarpus altilis*) Sebagai Antioksidan dan Inhibitor Tirosinase. *Ejournal.Istn.Ac.Id*, 14(1), 34–39.
- Yulianti, W., Ayuningtyas, G., Martini, R., & Resmeiliana, I. (2021). Pengaruh Metode Ekstraksi Dan Polaritas Pelarut Terhadap Kadar Fenolik Total Daun Kersen (*Muntingia calabura* L). *Jurnal Sains Terapan*, 10(2), 41–49. <https://doi.org/10.29244/jstsv.10.2.41-49>
- Yumni, G. G., Widyarini, S., & Fakhrudin, N. (2021). Kajian Etnobotani, Fitokimia, Farmakologi Dan Toksikologi Sukun (*Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg). *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 14(1), 55–70. <https://doi.org/10.22435/jtoi.v14i1.3944>