

ANALISIS KARAKTERISTIK NANOPARTIKEL PADA SEDIAAN SUSPENSII EKSTRAK ETANOL BUAH BAKAU MINYAK (*RHIZOPHORA APICULATA*)

Yunita Amalia Nurul Falah¹, Dwi Bagus Pambudi², Wirasti³, Achmad Vandian Nur⁴

¹Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah
Pekajangan Pekalongan

Jl. Raya Pekajangan No.29, Pekajangan Tengah, Pekajangan, Kec. Kedungwuni,
Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah 51173.

*Email: amaliayunita1606@gmail.com

ABSTRAK

Ekstrak etanol dari buah Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) dimanfaatkan dalam penelitian ini dengan tujuan memformulasikannya sebagai nanopartikel aktif yang kemudian disajikan dalam bentuk sediaan suspensi dan dievaluasi kestabilannya. Pembuatan nanopartikel dilakukan menggunakan metode gelasi ionik, kemudian karakterisasi partikel dilakukan dengan *Particle Size Analyzer* (PSA) dan pengukuran zeta potensial; hasil karakterisasi menunjukkan ukuran partikel rentang $126,7 \pm 2,170$ nm, indeks polidispersitas $126,7 \pm 2,170$ nm, serta zeta potensial $34,38 \pm 0,2850$ mV sehingga keseluruhan hasil mengarah pada nanopartikel ekstrak buah Bakau Minyak yang stabil dan layak untuk dikembangkan sebagai sediaan suspensi.

Kata kunci: Ekstrak, Buah *Rhizophora apiculata*, Nanopartikel, Suspensi, Karakterisasi.

ABSTRACT

The ethanol extract of *Rhizophora apiculata* fruit was utilized in this study with the aim of formulating it into active nanoparticles, which were then prepared in the form of a suspension dosage and evaluated for stability. The nanoparticles were produced using the ionic gelation method, followed by particle characterization using a *Particle Size Analyzer* (PSA) and zeta potential measurement. The characterization results showed a particle size of 126.7 ± 2.170 nm, a polydispersity index of 0.601 ± 0.1005 , and a zeta potential of 34.38 ± 0.2850 mV. Overall, these findings indicate that the *Rhizophora apiculata* fruit extract nanoparticles are stable and suitable for further development as a suspension dosage form.

Keywords: *Rhizophora apiculata* Fruit, Extract, Nanoparticles, Suspension, Characterization.

A. Pendahuluan

Rhizophora apiculata merupakan salah satu spesies bakau yang tumbuh di wilayah pesisir dan memiliki beragam potensi farmakologis, termasuk aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri. Tumbuhan ini kaya akan senyawa bioaktif seperti flavonoid,

tanin, dan alkaloid, sehingga ekstraknya memiliki manfaat kesehatan yang signifikan serta berpeluang digunakan dalam terapi berbagai penyakit. Meskipun demikian, pengembangan formulasi yang tepat untuk ekstrak *Rhizophora apiculata* masih terbatas. Tantangan utamanya terletak pada teknik pengolahan dan perumusan yang mampu mempertahankan stabilitas dan efektivitas senyawa bioaktif selama penggunaan. Ekstrak dapat diperoleh dari berbagai bagian tumbuhan, salah satunya adalah buahnya (Mustofa & Anisya, 2020).

Buah *Rhizophora apiculata* dipilih dalam penelitian ini karena kandungan senyawa bioaktifnya yang tinggi dan potensi terapeutiknya yang besar. Buah ini berukuran kecil, berwarna cokelat, berbentuk memanjang menyerupai pir dengan panjang sekitar 2–3,5 cm, dan berbiji tunggal. Namun, pemanfaatannya sering terkendala oleh kelarutan yang rendah dalam air serta stabilitas kimia yang kurang optimal, yang pada akhirnya menurunkan efektivitas biologisnya jika dikonsumsi langsung. Oleh karena itu, pengembangan formulasi dalam bentuk suspensi dianggap sebagai strategi yang tepat, mengingat struktur dan komposisi kimia buah mendukung upaya peningkatan kelarutan, bioavailabilitas, dan pelepasan zat aktif. Dengan demikian, ekstrak buah bakau minyak dapat dimanfaatkan secara lebih optimal dalam aplikasi terapeutik (Wardina et al., 2023). Nanopartikel sendiri didefinisikan sebagai partikel koloid atau padatan dengan diameter antara 10–1000 nm, di mana ukuran dan morfologi menjadi faktor penting yang mempengaruhi efektivitas terapeutik obat. Secara fungsional, pengembangan nanopartikel bertujuan untuk mengatasi masalah kelarutan zat aktif yang rendah, meningkatkan bioavailabilitas, memodifikasi sistem penghantaran agar dapat diarahkan ke target tertentu, serta memperbaiki stabilitas senyawa terhadap degradasi lingkungan. Selain itu, nanopartikel dapat meningkatkan penyerapan senyawa makromolekul dan mengurangi potensi iritasi pada saluran pencernaan akibat zat aktif (Abdassah, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemungkinan pembuatan nanopartikel dari ekstrak etanol buah bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) agar didapatkan hasil yang stabil kemudian bisa dikembangkan sebagai sediaan suspensi.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan bahan utama meliputi simplisia buah *Rhizophora apiculata*, etanol 96 %, kitosan, NaTPP, asam asetat glasial, Na-CMC, Pulvis Gummi Arabic (PGA), propilen glikol, sorbitol, asam benzoat, peppermint oil, dapar fosfat, dan aquades, serta peralatan seperti oven, blender, ayakan 40 mesh, rotary evaporator, magnetic stirrer, *Particle Size Analyzer* (PSA), pH-meter, piknometer, dan viskometer Ostwald.

C. Hasil dan Pembahasan

Formulasi nanopartikel pada penelitian ini dilakukan dengan metode gelasi ionik, yaitu proses pembentukan nanopartikel melalui interaksi antara polimer kitosan yang bermuatan positif dan polianion seperti NaTPP (natrium tripolifosfat) yang bermuatan negatif. Dalam proses ini, ekstrak buah bakau minyak terlebih dahulu dilarutkan dalam larutan kitosan, kemudian ditambahkan larutan NaTPP secara perlahan pada suhu 70 °C sambil diaduk selama 3 jam. Penambahan NaTPP yang perlahan dan terkontrol berperan penting dalam mengatur proses pembentukan inti partikel, mencegah penggumpalan, serta menghasilkan dispersi nanopartikel yang homogen.

Metode gelasi ionik yang digunakan pada penelitian ini memberikan kontribusi signifikan terhadap pencapaian ukuran partikel nano. Gelasi ionik melibatkan pembentukan ikatan silang ionik antara polikation kitosan dan polianion natrium tripolifosfat (NaTPP), menghasilkan jaringan polimer berikatan silang yang membungkus zat aktif (Kurniasari et al., 2017). Keunggulan metode ini antara lain tidak memerlukan pelarut organik berbahaya, berlangsung pada suhu rendah, dan relatif sederhana secara teknis (Lertsutthiwong et al., 2009). Hal ini membuatnya sangat sesuai untuk senyawa herbal sensitif panas seperti flavonoid dalam *Rhizophora apiculata* (Hanani, 2016).

Berdasarkan hasil pengukuran menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA), diperoleh data ukuran partikel, indeks polidispersitas, dan zeta potensial dari nanopartikel ekstrak buah bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) sebagaimana ditampilkan pada tabel 1.1 - 1.3

Tabel 1.1 Hasil Pengukuran *particle Size Analyzer*

Replikasi	Ukuran Partikel (nm)	Rata - Rata
1	128.1	126,7 ± 2,17 nm
2	124.2	
3	127.8	

Ukuran partikel merupakan salah satu parameter terpenting dalam pengembangan sistem penghantaran obat berbasis nanopartikel. Pada penelitian ini, ukuran partikel nanopartikel ekstrak *Rhizophora apiculata* diperoleh sebesar 126,7 ± 2,17 nm. Rentang ini tergolong ideal untuk sistem penghantaran obat karena berada di bawah 200 nm, yang dikenal mampu meningkatkan kelarutan zat aktif yang bersifat hidrofilik maupun lipofilik rendah. Partikel dengan ukuran kecil memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi, sehingga interaksi dengan media biologis menjadi lebih optimal. Partikel dengan ukuran <200 nm dapat meningkatkan disolusi dan penyerapan zat aktif di saluran pencernaan, sehingga berpotensi meningkatkan bioavailabilitas (Danaei et al. 2018).

Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa ukuran partikel rata-rata yang dihasilkan adalah 126,7 ± 2,17 nm. Ukuran ini masuk ke dalam kategori nanopartikel (1–1000 nm) dan tergolong cukup kecil sehingga berpotensi meningkatkan luas permukaan partikel dan mempermudah penetrasi ke dalam membran sel. Ukuran partikel yang konsisten dengan standar deviasi rendah menunjukkan bahwa proses pembentukan partikel berlangsung secara stabil dan terkendali. Semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kemungkinan zat aktif di dalamnya memiliki bioavailabilitas tinggi, sehingga dapat meningkatkan efektivitas sediaan.

Selain itu, ukuran yang diperoleh juga menunjukkan keberhasilan metode gelasi ionik yang digunakan dalam penelitian ini. Gelasi ionik melibatkan interaksi elektrostatik antara polikation (kitosan) dengan polianion (NaTPP) sehingga terbentuk jaringan polimer berikatan silang yang melapisi zat aktif. Proses ini berlangsung pada suhu rendah, tanpa

pelarut organik, sehingga sangat sesuai untuk senyawa bioaktif sensitif panas seperti polifenol dalam *Rhizophora apiculata*. Keunggulan metode ini adalah menghasilkan partikel berukuran nano dengan proses sederhana dan bahan yang relatif aman (Kurniasari et al., 2017).

Tabel 1.2 Hasil Indeks Polidispersitas

Replikasi	Indeks Polidispersitas (PI)	Rata – Rata
1	0.4862	0,601 ± 0,100
2	0.6477	
3	0.6708	

Indeks Polidispersitas yang diperoleh adalah $0,601 \pm 0,100$. Nilai indeks polidispersitas menggambarkan tingkat keseragaman distribusi ukuran partikel. Semakin mendekati 0, semakin seragam ukuran partikel yang dihasilkan. Nilai indeks polidispersitas yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan distribusi ukuran partikel yang relatif lebar, yang dapat disebabkan oleh adanya variasi kondisi selama proses gelasi, seperti kecepatan penambahan NaTPP, intensitas pengadukan, atau suhu reaksi. Namun demikian, nilai indeks polidispersitas ini masih dapat diterima untuk formulasi nanopartikel, meskipun pengoptimalan proses dapat dilakukan untuk memperoleh indeks polidispersitas yang lebih rendah guna meningkatkan homogenitas partikel (Yuniarti et al., 2020).

Selain sifat fisik, kestabilan nanopartikel juga sangat penting untuk aplikasi farmasi. Partikel yang terlalu besar atau tidak stabil dapat mengalami sedimentasi, penggumpalan, atau perubahan ukuran selama penyimpanan, yang pada akhirnya memengaruhi dosis efektif. Dalam konteks formulasi cair seperti suspensi, ukuran nanopartikel yang kecil dan zeta potensial yang tinggi akan mendukung dispersi merata dalam medium, meminimalkan risiko sedimentasi cepat, dan menjaga konsistensi dosis. Hal ini menjadi relevan karena banyak sediaan herbal gagal mencapai efek terapeutik optimal akibat bioavailabilitas yang rendah (Dewanto et al, 2021)

Tabel 1.3 Hasil zeta potensial

Replikasi	Zeta Potensial (mV)	Rata - Rata
1	34.67	34,38 ± 0,29 mV
2	34.38	
3	34.1	

Sementara itu, zeta potensial yang diperoleh sebesar $34,38 \pm 0,29$ mV. Nilai zeta potensial merupakan parameter penting yang menggambarkan kestabilan elektrostatis sistem koloid. Secara umum, nilai zeta potensial di atas +30 mV atau di bawah -30 mV menunjukkan adanya gaya tolak-menolak yang cukup kuat antar partikel, sehingga mencegah terjadinya agregasi atau pengendapan (Asfari, 2017). Nilai positif pada penelitian ini berasal dari muatan positif gugus amina pada kitosan yang tidak seluruhnya berikatan dengan NaTPP. Hal ini menunjukkan bahwa nanopartikel yang dihasilkan memiliki stabilitas elektrostatis tinggi. Stabilitas ini sangat penting untuk menjamin umur simpan sediaan serta mencegah perubahan sifat fisik selama penyimpanan (Napsah & Wahyuningsih, 2014). Nanopartikel dengan zeta potensial >30 mV menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap pengendapan selama penyimpanan (Dipahayu & Kusumo, 2021).

Dari perspektif mekanisme, nanopartikel berukuran kecil juga memudahkan penetrasi membran biologis dan meningkatkan distribusi ke jaringan target. Menurut Rowe et al. (2009), sistem penghantaran berbasis nanopartikel dapat dirancang untuk pelepasan cepat atau terkendali, tergantung pada kebutuhan terapeutik. Pada kasus *Rhizophora apiculata*, ukuran kecil dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang dimilikinya, karena senyawa bioaktif dapat mencapai target dengan lebih efisien (BPOM RI, 2012).

Implikasi lain dari hasil ini adalah potensi peningkatan efektivitas farmakologis. Nanopartikel berukuran <200 nm dapat mempermudah penyerapan zat aktif di saluran pencernaan dan meningkatkan distribusi ke jaringan target (Wang et al., 2019). Hal ini sangat relevan untuk *Rhizophora apiculata*, yang diketahui memiliki kandungan polifenol dengan aktivitas antioksidan tinggi. Dengan ukuran yang kecil dan stabilitas yang baik,

formulasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi bentuk sediaan lain seperti kapsul atau gel topical (Dewanto et al., 2021)

Dengan mempertimbangkan seluruh parameter, dapat disimpulkan bahwa formulasi nanopartikel ekstrak *Rhizophora apiculata* memenuhi kriteria ukuran, distribusi, dan stabilitas yang dianjurkan untuk aplikasi farmasi (Danaei et al., 2018; Wang et al., 2019). Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada optimasi parameter proses untuk menurunkan indeks polidispersitas, uji stabilitas jangka panjang, dan evaluasi aktivitas biologis baik secara in vitro maupun in vivo (Kurniasari et al., 2017).

Metode gelas ionik yang digunakan dalam penelitian ini terbukti mampu menghasilkan karakteristik fisik nanopartikel yang sesuai standar farmasi (Lertsutthiwong et al., 2009). Ke depan, optimasi dapat diarahkan untuk memperkecil nilai PDI, meningkatkan efisiensi penyerapan zat aktif, dan mengevaluasi stabilitas kimia selama penyimpanan jangka panjang (Sari et al., 2021). Selain itu, uji aktivitas biologis in vitro maupun in vivo diperlukan untuk memastikan manfaat terapeutik yang diharapkan (Dewanto et al., 2021).

Jika ketiga parameter tersebut dianalisis secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa proses formulasi yang dilakukan sudah menghasilkan nanopartikel dengan karakteristik fisik yang cukup baik. Ukuran partikel yang relatif kecil mendukung peningkatan bioavailabilitas (Danaei et al., 2018), nilai indeks polidispersitas yang masih dalam batas dapat diterima menunjukkan distribusi ukuran partikel yang cukup seragam (Yuniarti et al., 2020), dan nilai zeta potensial yang tinggi menjamin stabilitas sediaan selama penyimpanan (Asfari, 2017). Kombinasi dari ketiga parameter ini juga mengindikasikan bahwa metode gelas ionik yang digunakan efektif untuk menghasilkan nanopartikel ekstrak buah bakau minyak yang stabil, homogen, dan berpotensi memiliki aktivitas farmakologis yang optimal (Dipahayu & Kusumo, 2021).

Selain itu, hasil ini sejalan dengan literatur yang menyebutkan bahwa ukuran partikel di bawah 200 nm dengan zeta potensial di atas ± 30 mV umumnya memiliki stabilitas yang baik dan resistensi terhadap agregasi selama penyimpanan (Napsah & Wahyuningsih, 2014). Namun, untuk meningkatkan kualitas sediaan, optimasi parameter proses seperti rasio kitosan–NaTPP, pH larutan, serta waktu dan kecepatan pengadukan dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya (Rowe et al., 2009).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pembuatan nanopartikel ekstrak etanol buah bakau minyak (*Rhizophora apiculata*) dengan metode gelasi ionik menggunakan kitosan dan NaTPP berhasil menghasilkan sediaan dengan karakteristik fisik yang baik. Ukuran partikel yang diperoleh sebesar $126,7 \pm 2,17$ nm menunjukkan bahwa partikel berada dalam rentang ukuran nanopartikel dan berpotensi meningkatkan bioavailabilitas zat aktif. Nilai indeks polidispersitas $0,601 \pm 0,100$ menunjukkan distribusi ukuran partikel yang masih dapat diterima, meskipun homogenitasnya dapat ditingkatkan melalui optimasi proses. Zeta potensial sebesar $+34,38 \pm 0,29$ mV mengindikasikan stabilitas elektrostatik yang tinggi, sehingga mampu mencegah terjadinya agregasi selama penyimpanan. Secara keseluruhan, formulasi yang dihasilkan stabil dan berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai sediaan suspensi.

E. Referensi

- Abdassah, M. (2017). Nanopartikel dengan gelasi ionik. *Farmaka*, 15(1), 45–52.
- Asfari, S. (2017). Preparasi dan karakterisasi nanopartikel zink pektinat mengandung diltiazem hidroklorida dengan metode gelasi ionik [Skripsi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta].
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2012). *Pedoman teknologi formulasi sediaan berbasis ekstrak* (Vol. 1). BPOM RI.
- Danaei, M., Dehghankhold, M., Ataei, S., Hasanzadeh Davarani, F., Javanmard, R., Dokhani, A., Khorasani, S., & Mozafari, M. R. (2018). Impact of particle size and polydispersity index on the clinical applications of nanoparticles. *Journal of Nanobiotechnology*, 16(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s12951-018-0392-4>
- Dewanto, D. K., Paendong, J. J. E., & Runtuwene, M. R. J. (2021). Profil GC-MS ekstrak daun *Rhizophora apiculata* dari pesisir Teluk Tomini dengan aktivitas antibakteri dan antioksidan. *Jurnal Kelautan*, 14(1), 1–8.
- Dipahayu, D., & Kusumo, G. G. (2021). Formulasi dan evaluasi nanopartikel ekstrak etanol daun ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) varietas Antin-3. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(6), 977–984.

- Fadlilah, A. R., & Gozali, D. (2022). Penggunaan teknologi nanosuspensi pada formulasi obat herbal. *Farmaka*, 20(1), 125–132.
- Hanani, E. (2016). *Analisis fitokimia*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kurniasari, D. S., Nugraheni, R., & Anam, K. (2017). Pembuatan dan karakterisasi nanopartikel ekstrak etanol temu kunci (*Boesenbergia pandurata*) pada berbagai variasi komposisi kitosan. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(2), 247–255.
- Lertsutthiwong, P., Rojsitthisak, P., & Nimmannit, U. (2009). Preparation of turmeric oil-loaded chitosan–alginate beads. *International Journal of Pharmaceutics*, 382(1–2), 45–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2009.08.033>
- Napsah, R., & Wahyuningsih, I. (2014). Preparasi nanopartikel kitosan-TPP/ekstrak etanol daging buah mahkota dewa dengan metode gelasi ionik. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 11(1), 20–26.
- Rowe, R. C., Sheskey, P. J., & Quinn, M. E. (2009). *Handbook of pharmaceutical excipients* (6th ed.). Pharmaceutical Press.
- Sari, M., Putri, S., & Wulandari, D. (2021). Pengaruh lama sonikasi terhadap ukuran partikel dan PDI nanopartikel kitosan-ekstrak teh hijau. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 18(2), 101–108.
- Wang, Y., Li, P., & Kong, L. (2019). Chitosan-modified PLGA nanoparticles with versatile surface for improved drug delivery. *International Journal of Nanomedicine*, 14, 1325–1347. <https://doi.org/10.2147/IJN.S191259>
- Yuniarti, E., Rakhmawati, R., & Pradana, B. T. (2020). Analisis indeks polidispersitas dalam sistem nanopartikel. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science*, 18A(2), 101–110.