



FORMULASI NANOPARTIKEL DARI LIMBAH EKSTRAK KULIT NANAS (*Ananas comosus* L.) DALAM BENTUK TEH SEDUHAN

FORMULATION OF NANOPARTICLES FROM PINEAPPLE PEEL EXTRACT WASTE (*Ananas comosus* L.) IN THE FORM OF BREWED TEA

**Sofia Rahmi^{1*}, Rika Puspita Sari¹, Nurul Dahlia Harahap¹, Jekson Martiar
Siahaan², Juli Yosa Mega³, Yosy Cinthya Eriwaty Silalahi⁴**

¹Fakultas Farmasi Institut Kesehatan Deli Husada, Jl Besar Deli Tua No. 77, Indonesia

²Departemen Fisiologi Fakultas Kedokteran, Institut Kesehatan Deli Husada

³Departemen Mikrobiologi Fakultas Kedokteran, Universitas Methodist Indonesia

⁴Departemen Kimia Fakultas Farmasi, Universitas Sari Mutiara Indonesia

Alamat Korespondensi:

Sofia Rahmi: Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Institut Kesehatan Deli Husada,
Jl Besar Deli Tua No. 77, Indonesia

*E-mail: sofiaarahmi@delihusada.ac.id

ABSTRAK

Limbah kulit nenas memiliki kandungan gizi karbohidrat, protein, gula reduksi, serat kasar dan air. Kulit nenas juga memiliki metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, saponin dan tanin. Spesifikasi dari senyawa flavonoid ekstrak kulit nenas yaitu senyawa kuersetin. Limbah kulit nenas jika dikonsumsi dalam bentuk rebusan kurang diminati karena berbau langu atau jamu. Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah kulit nenas menjadi sediaan nanopartikel dalam bentuk teh seduhan. Pembuatan nanopartikel ekstrak diawali dari pembuatan ekstrak dan kemudian dilakukan pencampuran dengan bahan kitosan serta NaTPP dengan perbandingan (1:1:1; 1:5:1 dan 1:10:1), kemudian dihomogenizer dengan kecepatan 4000 rpm selama 90 menit dan *freeze drying* selama 1x24 jam untuk mendapatkan nanopartikel kering. Dilakukan evaluasi sediaan seperti organoleptis, ukuran partikel, dan zeta potensial. Hasil yang pada organoleptis yaitu berwarna coklat, berbau khas dan berbentuk bubuk. Hasil ukuran partikel diperoleh F3 memiliki ukuran partikel terkecil ($145,267 \pm 0.06$) nm dan zeta potensial (30.27 ± 0.12) mV. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu F3 (ekstrak:kitosan:NaTPP dengan perbandingan 1:10:1) memiliki hasil terbaik dibandingkan formula lainnya.

Kata Kunci: Kulit nenas, Ekstrak, Kuersetin, Nanopartikel, Teh Seduhan

ABSTRACT

Pineapple peel waste contains nutritional components such as carbohydrates, proteins, reducing sugars, crude fiber, and water. Pineapple peel also contains secondary metabolites, including alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins. The specific flavonoid compound identified in pineapple peel extract is quercetin. Pineapple peel waste is less preferred for consumption in the form of a decoction due to its unpleasant odor or herbal taste. This study aimed to utilize pineapple peel waste by developing it into a nanoparticle preparation in the form of brewed tea. The preparation of extract nanoparticles began with extract production, followed by mixing with chitosan and NaTPP at ratios of 1:1:1, 1:5:1, and 1:10:1. The mixture was then homogenized at a speed of 4000 rpm for 90 minutes and subjected to freeze-drying for 24 hours to obtain dry nanoparticles. The preparations were evaluated for organoleptic properties, particle size, and zeta potential. The organoleptic evaluation showed that the nanoparticles were brown in color, had a characteristic odor, and were in powder form. Particle size analysis revealed that formulation F3 had the smallest particle size (145.267 ± 0.06 nm) and a zeta potential of (30.27 ± 0.12 mV). This study concluded that formulation F3 (extract:chitosan:NaTPP at a ratio of 1:10:1) exhibited the best results compared to the other formulations.

Keywords: *Pineapple peel, Extract, Quercetin, Nanoparticles, Brewed tea*

PENDAHULUAN

Buah nenas merupakan salah satu jenis buah yang diminati oleh masyarakat karena memiliki berbagai macam kandungan gizi dan mineral yang bermanfaat untuk kesehatan. Di masyarakat pengetahuan tentang tanaman nenas yang bermanfaat untuk kesehatan hanya sebatas buahnya saja. Padahal ada bagian lain dari buah tersebut yang juga memiliki banyak manfaat. Salah satu bagian dari buah nenas yang memiliki banyak manfaat adalah kulit buahnya (Reiza et al., 2019). Kulit nenas di kalangan masyarakat hanya dijadikan sebagai limbah yang mencemari lingkungan. Padahal limbah kulit nenas tersebut memiliki kandungan gizi berupa karbohidrat 17,53%, protein 4,41%, gula reduksi 13,65%, kadar air 81,72% dan serat kasar 20,87%. Selain itu limbah kulit nenas juga memiliki aktivitas antioksidan yang sangat tinggi (Fauzi et al., 2023).

(Reiza et al., 2019) menyatakan bahwa berdasarkan hasil uji skrining fitokimia kulit nenas memiliki senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Peneliti (Nomor et al., 2023) menyatakan bahwa metabolit sekunder yang terdeteksi pada fraksi etil asetat kulit nenas yaitu alkaloid, flavonoid, steroid dan tanin. Sifat antioksidan pada fraksi kulit nenas tergolong sangat kuat dengan nilai IC_{50} 40,52 ppm. Kulit nenas memiliki kandungan enzim bromelin yang paling kuat. Enzim bromelin dikenal sebagai enzim proteolitik yang berpotensi sebagai antioksidan. Enzim ini mampu menangkap radikal bebas, meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen dalam tubuh, dan dapat menurunkan stres oksidatif dengan menekan ROS (*Reactive Oxygen Species*) (Huang et al., 2021); (Saptarini et al., 2019).

Limbah kulit nenas jika dikonsumsi dalam bentuk rebusan kurang diminati karena berbau langu atau jamu, sehingga diperlukan adanya pengolahan limbah tersebut dalam bentuk sediaan yang dapat mengurangi bau langu tersebut. Salah satu alternatif untuk meminimalkan permasalahan yang terjadi dari kulit buah nenas yaitu dalam bentuk formulasi nanopartikel ekstrak yang dikemas dalam teh seduhan. Sediaan nanopartikel ekstrak memiliki beberapa keuntungan, diantaranya meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas sehingga penyerapan dalam tubuh lebih baik, meningkatkan stabilitas senyawa aktif, *targeted delivery* (pengantaran tertarget)

dimana langsung menghantarkan senyawa ke sel atau jaringan target, *controlled release* (pelepasan terkontrol) dimana melepaskan senyawa aktif secara bertahap, mengurangi toksisitas, dan memperbaiki profil farmakokinetiknya (Awlqadr et al., 2025); (Saokar, 2026).

Tujuan dari penelitian ini yaitu pemanfaatan limbah kulit nenas dalam formulasi nanopartikel ekstrak yang dikemas dalam bentuk the seduhan dan berberan sebagai antioksidan.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Institut Kesehatan Deli Husada. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-November 2025.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu *rotary evaporator*, ultrasonikasi dan *Partice Size Analyzer* (PSA), spektrofotometri UV-Vis.

Bahan

Natrium kitosan, larutan TPP 0,5%, polisorbat 80, asam asetat glasial, n-butanol, akuades, FeCl₃, NaOH, gliserin, reagen dragendorf, reagen lieberman, reagen bouchard.

Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu kulit nenas yang berasal dari petani yang ada di Desa Batu Rejo Kabupaten Deli Serdang.

Metode

Pengolahan Simplisia Limbah Kulit Nenas

Kulit nenas disortasi basah, lalu dilakukan pencucian dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel. Proses pengeringan menggunakan oven untuk mengurangi kadar air dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Setelah dikeringkan dihaluskan dengan blender sehingga diperoleh serbuk simplisia.

Pembuatan Ekstrak

Serbuk simplisia kulit nenas dimaserasi dengan pelarut etanol 95% selama 5 hari dan diremaserasi selama 2 hari sambil sesekali diaduk. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan diuapkan menggunakan evaporator lalu dipekatkan di penangas air sampai diperoleh ekstrak kental.

Skrining Fitokimia

Dilakukan skrining fitokimia untuk mengetahui metabolit apa yang terdapat pada ekstrak kulit nenas. Skrining dikhususkan kepada pengujian senyawa flavonoid menggunakan serbuk Mg dan asam klorida pekat. Hasil positif jika terbentuk warna jingga.

Rancangan Formula Nanopartikel

Basis Nanopartikel

R/ Larutan kitosan 0,5%

Larutan kitosan 0,75%

Larutan kitosan 1%

Larutan TPP 0,5%

Poisorbat 80 1 mL

(Utara, 2018)

Variasi komposisi sediaan nanopartikel dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1 Variasi Komposisi Sediaan Nanopartikel

Bahan	F1	F2	F3
Ekstrak kulit nenas	1000 mg	1000 mg	1000 mg
Larutan kitosan 0,5%	100 mL	-	-
Larutan kitosan 0,75%	-	100 mL	-
Larutan kitosan 1%	-	-	100 mL
Larutan TPP 0,5%	20 mL	30 mL	40 mL
Polisorbat 80	1 mL	1 mL	1 mL

Pembuatan Nanopartikel Limbah Ekstrak Kulit Nenas

Masing-masing larutan kitosan 0,5 %; 0,75 % dan 1 % dimasukkan ke dalam gelas kimia sebanyak 100 ml. Kemudian pada masing-masing konsentrasi larutan ditambahkan polisorbat 80 sebanyak 1 ml dan diaduk menggunakan homogenizer dengan kecepatan 1000 rpm selama 10 menit. Setelah itu, pada larutan kitosan 0,5 %, 0,75 % dan 1 % dimasukkan masing-masing 0,1 g ekstrak bawang dayak (*Eleutherine americana* (Aubl) Merr) dan diaduk menggunakan homogenizer dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Setelah itu, kedalam larutan kitosan 0,5 %, 0,75% dan 1 % masing-masing ditambahkan larutan TPP 0,5 % sebanyak 20 ml, 30 ml dan 40 ml, lalu dihomogenizer pada kecepatan 4000 rpm selama 90 menit. Campuran yang diperoleh kemudian didiamkan selama 1 x 24 jam dan kemudian diliofilisasi (*freeze drying*) untuk

mendapatkan nanopartikel kering dan diuji karakterisasinya dengan *Particle Size Analyzer* (PSA).

Evaluasi Nanopartikel

Evaluasi sediaan nanopartikel berupa organoleptis, pengujian ukuran partikel, zeta potensial. Evaluasi kantong teh seduhan berupa uji kebocoran, ketahanan fisik dan organoleptis.

Analisis Data

Hasil evaluasi pengamatan yang dilakukan secara visual dilanjutkan dengan pengamatan secara statistik menggunakan analisis metode *One Way Anova* dengan SPSS 22.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Karakteristik Simplisia

Pengujian karakteristik simplisia yang diamati yaitu pengujian kadar air, kadar sari larut etanol, kadar sari larut air, kadar abu total. Pengujian karakteristik simplisia tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2 Hasil Pengujian Karakteristik Simplisia Kulit Nenas

Karakteristik	Hasil (%)	MMI (Depkes RI, 2000)
Kadar sari larut etanol	2.1	$\leq 3,5\%$
Kadar sari larut air	2.3	$\leq 5\%$
Kadar air	8.7	$\leq 10\%$
Kadar abu total	9.2	$\leq 13\%$

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang masih terkandung pada bahan simplisia atau ekstrak. Penetapan kadar air ini penting dilakukan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme jamur dan reaksi kimia yang dapat menurunkan mutu bahan. Kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu 8,7%. Kadar air dikatakan memenuhi syarat jika menghasilkan kadar $<10\%$ (Ri et al., 2000). Jika kadar air tinggi, maka bahan akan mudah rusak, berjamur dan tidak stabil selama penyimpanan. Jika kadar air rendah, maka kestabilan bahan dan umur simpan akan lebih panjang (*Quality control methods for herbal materials*, 2026).

Kadar abu total dilakukan untuk menentukan jumlah total mineral organik yang terkandung dalam simplisia atau ekstrak setelah seluruh bahan organik dibakar habis. Kadar abu total menggambarkan adanya kemurnian bahan dan adanya kontaminasi

logam berat, pasir atau debu. Penelitian ini menghasilkan kadar abu total 9,2%. Kadar abu dikatakan memenuhi syarat jika $\leq 13\%$ (Herbal et al., 2020). Kadar abu total yang terlalu tinggi menunjukkan adanya kontaminan anorganik (tanah, pasir dan logam). Kadar abu total yang rendah menunjukkan kualitas bahan baik dan bebas dari zat anorganik asing (*Quality control methods for herbal materials*, 2026).

Kadar sari larut air dilakukan untuk mengetahui jumlah komponen kimia yang larut dalam air seperti senyawa polar (flavonoid, tanin, glikosida dan saponin. Parameter ini digunakan untuk menilai potensi kandungan bioaktif polar dalam ekstrak atau simplisia. Nilai kadar sari larut air pada penelitian ini yaitu 2,3%. Kadar sari larut air dikatakan memenuhi syarat jika menghasilkan kadar $\leq 5\%$ (Ri et al., 2000). Nilai kadar sari larut air tinggi menandakan banyaknya senyawa aktif polar yang terekstraksi, sedangkan nilai rendah menunjukkan kandungan senyawa polar rendah atau proses ekstraksi kurang efisien (Herbal et al., 2020).

Kadar sari larut etanol dilakukan untuk mengetahui jumlah komponen kimia yang larut dalam etanol seperti senyawa semi polar dan senyawa non polar (alkaloid, terpenoid, steroid dan fenol). Penentuan kadar sari larut etanol digunakan untuk menilai kandungan zat aktif yang terekstraksi oleh pelarut organik. Nilai kadar sari larut etanol pada penelitian ini yaitu 2,1%. Kadar sari larut etanol dikatakan memenuhi syarat jika menghasilkan kadar $\leq 3,5\%$ (Ri et al., 2000). Nilai kadar sari larut etanol tinggi menunjukkan banyaknya senyawa bioaktif semi polar/ non polar, sedangkan nilai rendah menunjukkan rendahnya kandungan senyawa aktif jenis tersebut (*Quality control methods for herbal materials*, 2026).

Hasil Uji Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengamati senyawa metabolit yang dihasilkan pada limbah kulit nenas. Skrining fitokimia yang diamati yaitu senyawa alkaloid, flavonoid, tanin dan glikosida. Hasil uji skrining fitokimia tersebut dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3 Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Kulit Nenas

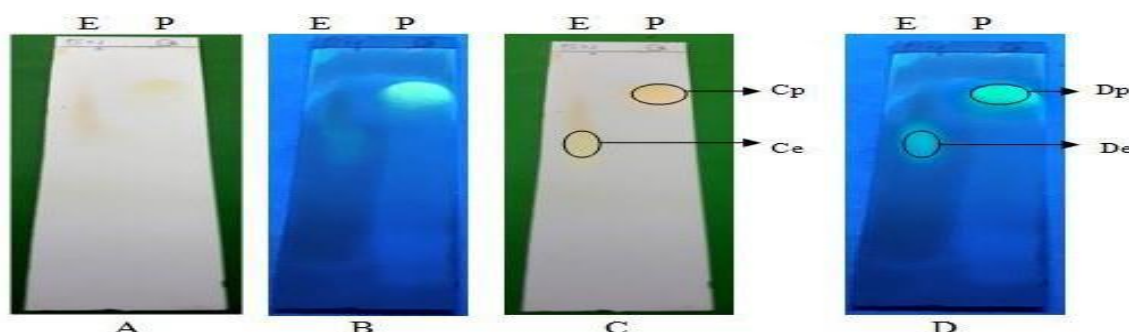
Senyawa	Hasil Skrining
Alkaloid	+
Flavonoid	+
Tanin	+
Glikosida	+

Keterangan :

- + : terdapat senyawa metabolit
- : tidak terdapat senyawa metabolit

Hasil Identifikasi Senyawa Kuersetin Menggunakan Metode KLT-Preparatif

Identifikasi senyawa kuersetin dilakukan untuk melihat spesifikasi senyawa flavonoid yang terdapat pada kulit nenas. Identifikasi senyawa tersebut menggunakan plat KLT dan kemudian diuji di bawah sinar UV dengan panjang gelombang 254 nm. Bercak noda yang diperoleh dihitung nilai Rf-nya dan senyawa kuersetin dikatakan positif jika berwarna jingga. Jika dilihat di bawah sinar UV, akan menghasilkan warna biru kehijauan. Hasil identifikasi senyawa kuersetin tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1**. Nilai Rf dapat dilihat pada **Tabel 4**.



Gambar 1 Hasil Identifikasi Senyawa Kuersetin Ekstrak Kulit Nenas

Keterangan:

- A : plat KLT sebelum amonia
B : plat KLT di bawah sinar UV 254 nm sebelum diuapi amonium
C : plat KLT sesudah diuapi amonia
D : plat KLT di bawah sinar UV 254 nm setelah diuapi amonia
E : ekstrak etanol kulit nenas
P : kuersetin
Ca : bercak ekstrak etanol kulit nenas sesudah diuapi amonia
Cp : bercak kuersetin sesudah diuapi amonia
De : bercak ekstrak etanol kulit nenas di bawah sinar UV 254 nm
Dp : bercak kuersetin di bawah sinar UV 254 nm
Fase diam : selulosa
Fase gerak : butanol:asam asetat glasial:akuades (4:1:5)

Hasil identifikasi senyawa kuersetin menggunakan metode KLT preparatif menggunakan fase diam plat silika gel 60GF_{254} dengan fase gerak kombinasi kloroform:aseton: asam format (7:3:0,5). Bercak terlihat secara visual pada ekstrak kulit dengan nilai Rf 0.6 (berwarna jingga) dan memiliki nilai Rf yang sama dengan pembanding (senyawa kuersetin).

Bercak yang tampak pada penyinaran UV 254 yang ada pada ekstrak kulit nenas memiliki nilai R_f 0.6 (berwarna biru kehijauan) dan memiliki nilai r_f yang sama dengan kuersetin. Proses isolasi kromatografi lapis tipis preparatif terjadi berdasarkan daya serap dan daya partisi serta kelarutan dari komponen-komponen kimia yang akan bergerak mengikuti kepolaran eluen, oleh karena daya serap adsorben terhadap komponen kimia tidak sama, maka komponen bergerak dengan kecepatan yang berbeda. Sehingga hal inilah yang menyebabkan pemisahan (Durio, 2016). Sebelum ditotolkan pada plat KLT, sampel dilarutkan terlebih dahulu dalam sedikit pelarut. Pelarut yang baik adalah pelarut yang mudah menguap, karena jika pelarut yang digunakan tidak mudah menguap, akan terjadi pelebaran pita. Konsentrasi sampel juga sebaiknya hanya 5-10%. Sampel yang ditotolkan harus berbentuk pita yang sesempit mungkin karena baik tidaknya pemisahan juga bergantung pada lebarnya pita (Separation et al., 2018).

Setelah plat KLT preparatif dielusi, pita yang kedudukannya telah diketahui dikerok dari plat. Selanjutnya senyawa harus diekstraksi dari adsorben dengan pelarut yang sesuai (5 mL pelarut untuk 1 gram adsorben). Diupayakan untuk menggunakan pelarut yang paling nonpolar. Harus diperhatikan bahwa makin lama senyawa kontak dengan adsorben, maka makin besar kemungkinan senyawa tersebut mengalami peruraian. Selanjutnya ekstrak yang diperoleh disaring menggunakan corong berkaca masir atau menggunakan membran (General et al., 2023).

Kromatografi lapis tipis preparatif (KLT-P) memerlukan pembiayaan paling murah dan memakai peralatan paling dasar. Walaupun KLT-P dapat memisahkan bahan dalam jumlah gram, sebagian besar pemakaian hanya dalam jumlah miligram (Hostettmann, 1995).

Tabel 4 Nilai R_f Ekstrak Kulit Nenas dengan Pembanding Kuersetin

Nilai R_f							
Visualisasi				UV 254			
Sampel		Pembanding		Sampel		Pembanding	
Warna	R_f	Warna	R_f	Warna	R_f	Warna	R_f
Jingga	0.46	jingga	0.6	biru kehijauan	0.46	biru kehijauan	0.6
Jingga	0.6			biru kehijauan	0.6		
Kuning	0.73			biru kehijauan	0.65		
Jingga	0.8			biru kehijauan	0.8		
Hijau	0.86			biru kehijauan	0.86		

Kromatografi lapis tipis preparatif (KLT-P) memerlukan pembiayaan paling murah dan memakai peralatan paling dasar. Walaupun KLT-P dapat memisahkan bahan dalam jumlah gram, sebagian besar pemakaian hanya dalam jumlah miligram (Information et al., 2026).

Uji organoleptis yaitu pengujian yang dilakukan untuk menilai karakteristik fisik yang dapat diamati secara langsung oleh indera manusia. Uji organoleptik yang dilakukan yaitu warna, bau dan bentuk. Pengujian organoleptik dilakukan selama 4 minggu. Hasil uji organoleptik tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Tabel 4**.



Gambar 2 Hasil Nanopartikel Ekstrak Kulit Nenas (a) Nanopartikel Ekstrak Kulit nenas
(b) Formulasi dalam Bentuk Teh Seduhan

Tabel 4 Hasil Uji Organoleptis Nanopartikel Ekstrak Kulit Nenas

Waktu Pengamatan (Minggu)	Hasil Uji Organoleptis								
	Warna			Bau			Bentuk		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
0	Coklat	Coklat	Coklat	BK	BK	BK	Tepung	Tepung	Tepung



1	Coklat	Coklat	Coklat	BK	BK	BK	Tepung	Tepung	Tepung
2	Coklat	Coklat	Coklat	BK	BK	BK	Tepung	Tepung	Tepung
3	Coklat	Coklat	Coklat	BK	BK	BK	Tepung	Tepung	Tepung
4	Coklat	Coklat	Coklat	BK	BK	BK	Tepung	Tepung	Tepung

DEskripsi :

- F1 = Ekstrak:chitosan:NaTPP (1:1:1)
F2 = Ekstrak:chitosan:NaTPP (1:5:1)
F3 = Ekstrak:chitosan:NaTPP (1:10:1)
CS = bau khas

Hasil organoleptis dari nanopartikel ekstrak kulit nenas yang terbagi dalam tiga konsentrasi menghasilkan warna, bau dan bentuk yang hampir sama. Warna dari nanopartikel ekstrak berwarna coklat, berbau khas dan berbentuk serbuk. Pengamatan visual yang dilakukan selama penyimpanan 4 minggu menghasilkan warna, bau dan bentuk yang sama. Tujuan dilakukan pengujian stabilitas selama 4 minggu adalah untuk mengetahui kestabilan fisik, kimia dan biologis dari suatu sediaan atau bahan aktif selama periode penyimpanan tertentu. Hal ini bertujuan untuk menilai apakah produk tetap mempertahankan mutu, keamanan dan efektivitasnya setelah disimpan dalam kondisi tertentu selama waktu yang ditentukan (Badan et al., 2018).

Hasil Pengukuran Ukuran Partikel dan Zeta Potensial

Pengukuran ukuran partikel dilakukan untuk mengetahui diameter rata-rata partikel. Sedangkan zeta potensial dilakukan untuk mengetahui muatan permukaan nanopartikel dan menunjukkan tingkat kestabilan koloid dalam medium cair. Zeta potensial berhubungan dengan gaya tolak menolak antar partikel. Nilai rata-rata ukuran partikel dan zeta potensial dari nanopartikel ekstrak kulit nenas dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut.

Tabel 5 Nilai Rata-Rata Ukuran Partikel dan Zeta Potensial Nanopartikel Ekstrak Kulit Nenas

Formula	Rata-Rata Ukuran Partikel $\pm$ SD (nm)	Rata-Rata Zeta Potensial $\pm$ SD (mV)
F1	289,223 $\pm$ 0,57	25,77 $\pm$ 0,06
F2	266,733 $\pm$ 0,05	28,33 $\pm$ 0,07
F3	145,267 $\pm$ 0,06	30,27 $\pm$ 0,12

Keterangan:

- F1 = ekstrak: kitosan:NaTPP (1:1:1)
F2 = ekstrak:kitosan:NaTPP (1:5:1)
F3 = ekstrak:kitosan:NaTPP (1:10:1)

Hasil pengukuran partikel diperoleh hasil terendah terdapat pada F3 (145.267 ± 0.06) nm dan hasil tertinggi terdapat pada F1 ($289,223 \pm 0.57$) nm. Hasil pengamatan menunjukkan semua formula berada dalam ukuran nano dan F3 ($145,267 \pm 0.06$) nm memiliki ukuran paling kecil. Pengukuran ukuran partikel dilakukan untuk menentukan ukuran vesikel yang terbentuk dan menentukan kemampuan penetrasinya. Ukuran vesikel atau diameter vesikel akan memenuhi persyaratan menjadi sebuah nano vesikel apabila berada pada rentang 10-1000 nm. Ukuran vesikel yang dihasilkan bergantung pada variasi komponen penyusun, metode pembuatan, dan teknik penggunaan alat seperti sonikasi (Ramadon & Im, 2016).

Hasil pengamatan zeta potensial menunjukkan F3 (30.27 ± 0.12) mV memiliki nilai zeta potensial tertinggi, sedangkan F1 (25.77 ± 0.06) mV memiliki nilai zeta potensial terendah. Potensial zeta merupakan parameter yang menunjukkan tingkat kestabilan nanopartikel ketika penyimpanan. Vesikel memenuhi syarat jika nilai zeta potensial lebih dari +25 mV dan atau -25 mV. Semakin positif atau semakin negatif muatan suatu vesikel, maka kecenderungan untuk teragregasi semakin kecil (Hassk, 2021).

KESIMPULAN

Limbah kulit nenas di kalangan masyarakat hanya dijadikan sebagai limbah yang mencemari lingkungan. Padahal limbah tersebut memiliki metaboli sekunder seperti senyawa kuersetin yang bermanfaat sebagai antioksidan. Pengembangan dari limbah kulit nenas yaitu dalam bentuk formulasi nanopartikel ekstrak yang dikemas dalam teh seduhan. Nanopartikel ekstrak kulit nenas stabil pada penyimpanan selama 4 minggu berdasarkan pengamatan organoleptis bentuk, bau dan warnanya. Ukuran partikel yang dihasilkan dari nanopartikel ekstrak yaitu kurang dari 1000 nm dan nilai zeta potensialnya terletak antara ± 25 mV.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para peneliti mengucapkan terima kasih kepada Institut Kesehatan Deli Husada atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Awlqadr, F. H., Rasheed, K., Altemimi, A. B., Mohammed, A., Ahmed, S., Saeed, M. N., Mahmood, A., Salih, T. H., Jabbar, A., Al-manhel, A., Najm, M. A. A.,



- Tsakali, E., Impe, J. F. M. Van, & El-maksoud, A. A. A. (2025). Nanotechnology-based herbal medicine : Preparation , synthesis , and applications in food and medicine NP. *Journal of Agriculture and Food Research*, 19(August 2024), 101661. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101661>
- Badan, K., Obat, P., & Makanan, D. A. N. (2018). *Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia*.
- Durio, D. (2016). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Identifikasi Kandungan Kimia dan Uji Aktivitas Antimikroba Kulit*. 19(3), 87–93.
- Fauzi, N. I., Herawati, I. E., & Hadisoebroto, G. (2023). *Kadar Fenolik Total , Kadar Flavonoid , dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Kulit Buah Nanas (Ananas comosus (L .) Merr .) Varietas Pemalang*. 9(2), 492–500.
- General, H., Analytical, B., Techniques, C., Chemistry, A., Techniques, B., Kromatografi, P., & Putri, A. R. (2023). *Pengantar Kromatografi Pengantar Kromatografi*. 0, 1–3.
- Hassk, P. (2021). *Preparation and Characterization of Ethosomes Loading Petai Pods Extract*. 6(1).
- Herbal, F., Edisi, I., & Tahun, I. I. (2020). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi II Tahun 2017*. 8–11.
- Huang, C. W., Lin, I. J., Liu, Y. M., & Mau, J. L. (2021). Composition , enzyme and antioxidant activities of pineapple ABSTRACT. *International Journal of Food Properties*, 24(1), 1244–1251. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1958840>
- Information, A., Marston, A., Hostettmann, M., & Book, S. (2026). *Preparative Chromatography Techniques About this book*. 1–6.
- Nomor, V., Hasan, H., Taupik, M., Mu, A., & Suryadi, A. (2023). *Uji Antioksidan Limbah Kulit Nanas (Ananas comosus L .) (DPPH)*. 5, 401–410.
- Quality control methods for herbal materials*. (2026). 2026.
- Ramadon, D., & Im, A. M. U. N. (2016). *Pemanfaatan Nanoteknologi dalam Sistem Penghantaran Obat Baru untuk Produk Bahan Alam (Utilization of Nanotechnology in Drug Delivery System for Natural Products)*. 14(2), 118–127.
- Reiza, I. A., Rijai, L., & Mahmudah, F. (2019). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 16–17.
- Ri, D. K., Jendera, D., Pengawasan, D., & Tradisional, O. (2000). 615.32 Ind p •.
- Saokar, S. (2026). *Nanoparticle in Pharmaceutical Drug Delivery System : A Review*. 9(3), 16–17. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-41129-3>
- Saptarini, N. M., Rahayu, D., & Herawati, I. E. (2019). *Antioxidant Activity of Crude Bromelain of Pineapple (Ananas comosus (L .) Merr) Crown from Subang District , Indonesia A Background : Aims and Objectives : Materials and Methods : Results : Conclusion : IMM Materials Bromelain extraction*. 1–8. <https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS>
- Separation, C., Chen, G., & Ghosh, R. (2018). *Effect of the Length-to-Width Aspect Ratio of a Cuboid Packed-Bed Device on Efficiency of*. 1, 1–13. <https://doi.org/10.3390/pr6090160>
- Utara, U. S. (2018). *Pembuatan Dan Karaterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Ekor Naga (Rhabdophora pinnata (L . f .) Schott) Menggunakan Metode Gelasi Ionik TALENTA Conference Series Pembuatan Dan Karaterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Ekor Naga (Rhabdophora pinnata (L . f .) Schott) Menggunakan Metode Gelasi Ionik*. 1(3).

