

PERBANDINGAN DAN KARATERISTIK NANOPARTIKEL EKSTRAK DAUN AFRIKA (*Vernonia amygdalina* Del.) MENGUNAKAN POLIMER KITOSAN DAN NATRIUM ALGINAT

Amelia¹, Erni Rustiani², Septia Andini³

^{1,2,3} Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pakuan, Bogor,
Jalan Pakuan PO BOX 452, Bogor 16143

*Email : ernirustiani@unpak.ac.id

Abstrak

Daun Afrika yang dikenal secara ilmiah sebagai *Vernonia amygdalina* Del. diakui mengandung beragam senyawa bioaktif, termasuk flavonoid dan seskuiterpen lakton, yang telah menunjukkan harapan yang cukup besar dalam aplikasi prospektif mereka sebagai agen untuk terapi antikanker dan antibakteri. Penelitian ini melakukan perbandingan komprehensif dari karakteristik yang disajikan oleh nanopartikel ekstrak daun Afrika, menggunakan dua polimer yang berbeda, khususnya kitosan dan natrium alginat, dengan tujuan akhir mengidentifikasi formulasi yang paling efektif untuk nanopartikel ini.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dengan cermat karakteristik kualitas nanopartikel ekstrak daun Afrika yang diformulasikan dengan polimer yang disebutkan di atas dan untuk memastikan formulasi nanopartikel mana yang menghasilkan karakteristik yang paling menguntungkan dalam hal kinerja. Sebanyak empat formulasi nanopartikel berbeda disiapkan dengan menggunakan metode spray drying, yang meliputi F1 yang terdiri dari 0,5% kitosan, F2 mengandung 0,75% kitosan, F3 diformulasikan dengan 0,25% natrium alginat, dan F4 menggunakan 0,325% natrium alginat. Evaluasi yang dilakukan sepanjang penelitian ini mencakup berbagai tes. Ekstraksi ekstrak daun Afrika dilakukan melalui proses maserasi menggunakan etanol 70%, diikuti dengan fase pengeringan, setelah itu ekstrak diformulasikan menjadi nanopartikel.

Article history

Received: September 2025

Reviewed: September 2025

Published: September 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :

10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under
a [creative commons
attribution-noncommercial
4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi F4 muncul sebagai kandidat unggul, menunjukkan pengukuran ukuran partikel $500,1 \pm 57,13$ nm, nilai PDI 0,613 indikasi homogenitas, pembacaan potensial zeta -37,16 mV menandakan stabilitas, dan efisiensi enkapsulasi yang mengesankan 91,14%. Pada akhirnya, nanopartikel ekstrak daun Afrika yang diformulasikan dengan 0,325% natrium alginat, yang ditunjuk sebagai F4, mewakili formulasi optimal ketika dinilai berdasarkan parameter kritis seperti ukuran partikel, stabilitas, dan efisiensi enkapsulasi.

Kata kunci: *Daun Afrika, Kitosan, Natrium Alginat, Spray Drying*

Abstract

African leaves, scientifically known as *Vernonia amygdalina* Del. are recognized as containing various bioactive compounds, including flavonoids and sesquiterpene lactones, which have shown considerable promise in their prospective applications as agents for anticancer and antibacterial therapies. This study conducted a comprehensive comparison of the characteristics presented by African leaf extract nanoparticles, using two different polymers, specifically chitosan and sodium alginate, with the ultimate goal of identifying the most effective formulation for these nanoparticles.

The main objective of this study was to carefully evaluate the quality characteristics of African leaf extract nanoparticles formulated with the polymers mentioned above and to determine which nanoparticle formulation produced the most beneficial characteristics in terms of performance. A total of four different nanoparticle formulations were prepared using the spray drying method, including F1 consisting of 0.5% chitosan, F2 containing 0.75% chitosan, F3 formulated with 0.25% sodium alginate, and F4 using 0.325% sodium alginate. The evaluations conducted throughout this study included various tests. Extraction of the African leaf extract was performed through a maceration process using 70% ethanol, followed by a drying phase, after which the extract was formulated into nanoparticles.

The results of the study indicate that formulation F4 emerged as the leading candidate, showing particle size measurements of 500.1 ± 57.13 nm, a PDI value of 0.613 indicating homogeneity, a zeta potential reading of -37.16 mV indicating stability, and an impressive encapsulation efficiency of 91.14%. Ultimately, the African leaf extract nanoparticles formulated with 0.325% sodium alginate, designated as F4, represent the optimal formulation when evaluated based on critical parameters such as particle size, stability, and encapsulation efficiency.

Keywords: *African Leaf, Chitosan, Sodium Alginate, Spray Drying*

1. PENDAHULUAN

Tanaman herbal telah menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian farmasi modern, seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap penggunaan bahan alam sebagai alternatif terapi penyakit. Salah satu tanaman yang memiliki potensi farmakologis tinggi adalah Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.), tanaman yang secara tradisional telah digunakan di berbagai negara tropis, khususnya di Afrika Selatan, sebagai obat untuk berbagai penyakit. Dalam praktik tradisional, daun ini digunakan untuk mengobati penyakit kanker, menjaga kestabilan kadar kolesterol, diabetes melitus, serta untuk perlindungan terhadap penyakit jantung dan stroke [1].

Penelitian fitokimia menunjukkan bahwa daun Afrika kaya akan kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, alkaloid, fenolat, steroid glikosida, triterpenoid, dan seskuiterpen lakton. Salah satu senyawa aktif yang menarik adalah seskuiterpen lakton, yang telah diketahui memiliki aktivitas sitotoksik terhadap sel kanker [2], serta bersifat antimikroba dan antiinflamasi. Penelitian terbaru menegaskan bahwa hasil isolasi senyawa seperti vernolide, vernodalin, vernodalol, vernomenin, vernomygdin, dan senyawa turunannya memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan sel kanker secara efektif [3]. Dengan kandungan bioaktif yang kompleks, daun Afrika menjadi kandidat kuat dalam pengembangan sediaan farmasi berbasis nanopartikel.

Namun demikian, kendala utama dari sediaan ekstrak tanaman secara konvensional adalah rendahnya bioavailabilitas senyawa aktif, degradasi yang mudah dalam sistem biologis, serta ketidakseimbangan pelepasan obat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan teknologi formulasi nanopartikel menjadi sangat penting. Teknologi nanopartikel menawarkan solusi dalam bentuk sistem penghantaran obat bertarget (*targeted drug delivery*) dengan ukuran partikel pada skala nanometer yang mampu meningkatkan absorpsi, mempertahankan stabilitas obat dalam sistem biologis, dan mengontrol pelepasan obat [4].

Nanopartikel sendiri adalah struktur partikel yang memiliki ukuran molekul antara 1–1000 nanometer, dan dalam bidang farmasi telah terbukti meningkatkan bioavailabilitas senyawa lipofilik serta memperbaiki profil farmakokinetika obat [5]. Formulasi nanopartikel biasanya melibatkan polimer biodegradable dan biocompatible, yang tidak menimbulkan toksisitas dan tidak memicu respon imun [6]. Dua jenis polimer yang banyak diteliti dalam pengembangan sistem nanopartikel adalah kitosan dan natrium alginat.

Kitosan, merupakan polimer alami yang bersifat kationik dan diperoleh dari deasetilasi kitin. Ia memiliki kemampuan mengikat mukosa, meningkatkan penetrasi obat, serta memiliki sifat antimikroba dan bioadhesif yang baik. Namun, karena sifat kitosan yang mudah mengalami agregasi, maka perlu dikombinasikan dengan agen silang seperti Na-TPP (Natrium Tripolifosfat) untuk meningkatkan kestabilan sistem. Sebaliknya, natrium alginat adalah polimer anionik yang berasal dari alga laut dan memiliki keunggulan dalam mempertahankan kestabilan senyawa aktif terhadap degradasi serta menjaga konsentrasi obat dalam rentang terapeutik. Penggunaan CaCl_2 sebagai agen silang untuk natrium alginat juga mampu membentuk jaringan gel stabil melalui mekanisme egg-box, yang membantu pembentukan struktur nanopartikel.

Meski telah banyak dilakukan penelitian mengenai formulasi nanopartikel menggunakan kitosan, namun penggunaan natrium alginat sebagai polimer untuk formulasi nanopartikel ekstrak daun Afrika masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi pionir dalam membandingkan dua pendekatan polimerik tersebut, sekaligus memberikan inovasi pada proses formulasi dengan menggunakan metode spray drying, yaitu metode pengeringan yang efisien dan telah banyak digunakan dalam bidang farmasi untuk menghasilkan partikel kering dengan ukuran terkendali.

Permasalahan yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik fisik nanopartikel yang dihasilkan dari formulasi ekstrak daun Afrika menggunakan kitosan dibandingkan dengan natrium alginat, serta bagaimana pengaruh konsentrasi masing-masing polimer terhadap mutu sediaan nanopartikel yang dihasilkan. Parameter mutu yang diuji meliputi ukuran partikel, indeks polidispersitas (PDI), zeta potensial, dan efisiensi penjerapan, yang merupakan indikator utama dalam menilai kestabilan dan efektivitas penghantaran obat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik mutu nanopartikel ekstrak daun Afrika menggunakan polimer kitosan dan natrium alginat. Serta menentukan formula terbaik

Dengan pendekatan eksperimental kuantitatif dan metode spray drying, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem penghantaran obat herbal berbasis nanopartikel, serta menjadi rujukan dalam eksplorasi lebih lanjut terhadap sediaan nanopartikel berbasis bahan alam. Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya bermanfaat dalam ranah farmasi galenik, tetapi juga aplikatif dalam pengembangan fitofarmaka modern yang berdaya saing tinggi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan sistem penghantaran obat berbasis bahan alam, dan menjadi model bagi penelitian selanjutnya

untuk menggunakan pendekatan komparatif-polimerik dalam formulasi nanopartikel fitofarmaka.

2. METODE PENELITIAN.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama periode Oktober 2024 hingga Maret 2025 di Laboratorium Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan, Bogor, Jawa Barat.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah, Alat Kaca (Pyrex®), *Blender* (Miyako), Botol Timbang, Cawan, *Homogonizer*, Krus Porselen, *Magnetic Stirrer*, Neraca Analitik (labPRO), Oven (Memmert), *Particle Size Analyzer* (Malvern), Spektrofotometri (Genesys 10S-UV VIS) , *Silent Crusher* (Heldolph D91126), *Spray Dryer* (LabPlant), Tabung reaksi, Tanur (Daihan Scientific), Toples Maserasi, *Ultrasonicator* (Branson) , *Vaccum Dryer*.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.), Alumunium Klorida P (Merck), Amonium Asetat (Merck), Aquadest, Asam Asetat Glasial (Merck), Asam Sulfat (Merck), CaCl₂ (Merck), Etanol 70%, HCL 2N, Kitosan, Magnesium, Na-TPP, Natrium Asetat, Natrium Alginat, NaOH, pereaksi vanillin.

Pembuatan Serbuk dan Ekstrak Daun Afrika

Daun Afrika yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu menggunakan air bersih yang mengalir hingga bersih. Daun afrika dicuci agar kotoran yang ada pada daun dapat hilang. Kemudian hasil pencucian dilakukan perajangan dan dikeringkan menggunakan oven dalam suhu 40° selama 12 jam atau hingga kering. Simplisia yang sudah kering dilakukan penghalusan menggunakan *blender* hingga diperoleh serbuk daun afrika

Serbuk kering daun afrika kemudian dilakukan proses ekstraksi, ekstraksi yang digunakan adalah maserasi. Sebanyak 500 gram serbuk daun afrika dimasukkan ke dalam toples kaca. Serbuk kemudian ditambahkan dengan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 1:10 hingga total 5L. Serbuk direndam dengan pelarut sebanyak 2L, lalu diremaserasi dan disaring kembali dengan pelarut sebanyak 2L dan 1L. Serbuk tersebut direndam selama 3x24 jam, dan dilakukan pengadukan serta pergantian pelarut setiap 1x24 jam. Ekstrak cair yang didapatkan dari hasil maserasi lalu dilakukan penyaringan dan dikeringkan menggunakan *vaccum dryer* sehingga didapati hasil ekstrak kering. Serbuk dan Esktrak dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Serbuk Daun Afrika (kiri) Ekstrak Daun Afrika (kanan)

Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika

Formula Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika dibuat menggunakan polimer kitosan dan polimer natroum alginat. Masing-masing formula dibuat sebanyak 2000 gram. Formula mengacu pada penelitian sebelumnya [7] yang telah dimodifikasi. Formula nanopartikel ekstrak daun afrika dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Formula Sediaan Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika Polimer Kitosan dan Natrium Alginat

Bahan	Fungsi	Formula (%b/b)			
		F1	F2	F3	F4
Ekstrak Daun Afrika	Zat aktif	0,25	0,25	0,25	0,25
Etanol 70%	Pelarut	10	10	10	10
Kitosan dalam dapar asetat pH 4,4	Polimer	0,5	0,75	-	-
Na-TPP	Crosslinker	0,25	0,25	-	-
Natrium Alginat	Polimer	-	-	0,25	0,325
CaCl ₂	Crosslinker	-	-	0,175	0,175
Aquadest ad	Pelarut	100	100	100	100

1. Pembuatan Larutan Polimer

- Pada polimer kitosan, kitosan ditimbang sebanyak 10 gram (F1) dan 15 gram (F2) lalu dilarutkan dalam larutan dapar asetat pH 4,4 diaduk hingga homogen
- Pada polimer natrium alginat, natrium alginat ditimbang sebanyak 5 gram (F3) dan 6,5 gram (F4) lalu dilarutkan dalam larutan NaOH 100 mL diaduk hingga homogen

2. Pembuatan Larutan *Crosslinker*

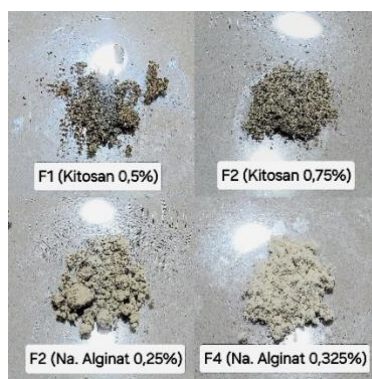
- Untuk polimer kitosan, Na-TPP ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan kedalam aquadest sebanyak 100 ml kemudian dihomogenkan.
- Untuk polimer natrium alginat, CaCl₂ ditimbang sebanyak 3,5 gram dan dilarutkan dalam Aquadest 100 ml diaduk hingga homogen

Ekstrak daun afrika ditimbang sebanyak 5 gram dan dilarutkan ke dalam 100 mL etanol 70% lalu dihomogenkan. Larutan ekstrak tersebut dicampurkan 100 mL larutan polimer. Kemudian secara bertahap ditambahkan larutan *crosslinker* yang telah dibuat. Campuran dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* kecepatan 1000 rpm selama 1 jam, sonifikasi dengan ultrasonikator selama 10 menit. Campuran yang telah homogen dilakukan pengenceran dengan menambahkan aquadest hingga tanda batas 2000 mL dalam *beaker glass* dan dilakukan pengadukan menggunakan *homogenizer* dengan kecepatan 5000 rpm. Campuran tersebut kemudian dimasukkan ke dalam alat *spray drying* dengan *nozzle* 0,5mm, tekanan 6ml/menit, suhu inlet 150°C, suhu outlet 80°, laju aliran udara atomisasi 6m³/menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Organoleptik

Hasil organoleptik yang didapat dari pengujian yaitu ke-empat formula berbentuk serbuk, bau khas dan berwarna hijau tua (F1 & F2), hijau kekuningan (F3), hijau keputihan (F4) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Serbuk Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika

Perbedaan warna pada formula polimer kitosan dengan polimer natrium alginat bisa disebabkan oleh sifat kimia dari tiap polimer tersebut. kitosan memiliki sifat kationik dan juga larut dalam asam dapat meningkatkan kestabilan pigmen sehingga tidak mudah teroksidasi [8]. Sedangkan pada formula dengan polimer natrium alginat yang larut dalam air dengan pH netral dapat mengakibatkan pigmen warna mudah teroksidasi dan membuat rentan terhadap perubahan warna

Ukuran Partikel dan Polidispersitas Indeks

Pada pengujian ukuran partikel dilakukan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Pada pengujian ukuran partikel dilakukan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Ukuran partikel merupakan salah satu parameter yang penting dalam nanopartikel karena mempengaruhi bagaimana proses distribusinya pada tubuh. Distribusi ukuran partikel ini disebut sebagai indeks polidispersitas, nanopartikel yang homogenitasnya baik atau monodisperse jika nilai PDI yang didapat yaitu sekitar 0,1-

0,7 [9]. Hasil uji ukuran partikel dan nilai PDI pada formula nanopartikel ekstrak daun afrika dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Ukuran Partikel dan Nilai PDI Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika

Formula	Rata-Rata Ukuran Partikel (nm) $\pm$ SD	Rata-Rata Nilai PDI $\pm$ SD
F1 (Kitosan 0,5%)	1069 ^c $\pm$ 74,8398	0,6668 $\pm$ 0,0342
F2 (Kitosan 0,75%)	892,7 ^b $\pm$ 98,9869	0,5612 $\pm$ 0,0929
F3 (Na. Alginat 0,25%)	612,2 ^a $\pm$ 66,1466	0,6942 $\pm$ 0,1263
F4 (Na. Alginat 0,325%)	500,1 ^a $\pm$ 57,1252	0,6134 $\pm$ 0,1137

Syarat nanopartikel yang baik ada pada rentang 1-1000 nm [10]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa formula 2, 3, dan 4 telah memenuhi syarat sedangkan formula 1 tidak memenuhi syarat. Hal ini bisa disebabkan pada konsentrasi kitosan 0,5% jumlah kitosan tidak mampu membentuk jaringan nanopartikel yang stabil dengan agen ikatan silang Na-TPP. Polimer yang lebih sedikit atau lebih kecil membuat nanopartikel akan mengalami agregasi dan membuat ukuran partikel menjadi lebih besar [11]. Penurunan partikel seiring dengan meningkatnya konsentrasi kitosan disebabkan oleh peningkatan jumlah polimer yang dapat membentuk ikatan silang yang lebih rapat sehingga struktur partikel menjadi lebih kecil dan stabil. [12]

Perbedaan polimer pada nanopartikel ekstrak daun afrika menunjukkan bahwa jenis polimer memberikan pengaruh yang berbeda terhadap. Pada natrium algiant yang termasuk polimer anionik dapat membentuk struktur partikel yang baik terlebih saat muatan polimer berinteraksi, dan dapat menghasilkan partikel yang lebih kecil dan homogen. Hal ini dapat menjelaskan bahwa F4 memiliki ukuran partikel yang baik dan stabil sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengantaran obat

Nilai indeks polidispersitas (PDI) keempat formula pada pada rentang 0,1-0,7 menandakan bahwa partikel tersidpersi secara homogen. Nilai PDI mencerminkan distribusi ukuran nanopartikel, nanopartikel akan lebih baik jika nilai indeks polidispersitasnya rendah, semakin mendekati nol maka distribusinya akan semakin baik dan semakin seragam [13]

Zeta Potensial

Zeta potensial merupakan salah satu parameter penting dalam karakterisasi nanopartikel. Tujuan utama dari pengujian zeta potensial adalah untuk memperkirakan tingkat kestabilan suatu sistem koloid. Stabilitas larutan koloid sangat dipengaruhi oleh interaksi antarpartikel di dalamnya. Semakin tinggi hasil nilai zeta potensial nanopartikel makan semakin stabil koloid nanopartikel yang terbentuk [14]. Hasil uji zeta potensial dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil Zeta Potensial Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika

Formula	Zeta Potensial $\pm$ SD	Syarat
F1 (Kitosan 0,5%)	-30.96 ^c $\pm$ 0,4703	

F2 (Kitosan 0,75%)	-31,33 ^c ± 0,5367	Lebih dari ±30
F3 (Na. Alginat 0,25%)	-35,6 ^b ± 0,8029	mV
F4 (Na. Alginat 0,325%)	-37,16 ^a ± 0,2402	

Nilai zeta potensial yang melebihi 30 menunjukkan gaya tolak menolak lebih kuat dibandingkan gaya tarik, hal ini dapat menyebabkan peningkatan dalam sistem dispersi [15]. Zeta potensial yang negatif didapatkan dari kontribusi partikel bermuatan negatif. Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik kimia polimer yang digunakan. Natrium alginat mengandung banyak gugus karboksilat (COO⁻) yang bermuatan negatif pada rantai polimernya, sehingga saat terjadi crosslinking dengan ion kalsium (Ca²⁺) melalui mekanisme *egg-box*, permukaan nanopartikel tetap didominasi oleh muatan negatif. Hal ini berbeda dengan nanopartikel berbasis kitosan, di mana kitosan pada dasarnya memiliki gugus amino yang bermuatan positif pada kondisi asam. Namun, saat terjadi crosslinking dengan NaTPP yang bermuatan negatif, sebagian besar gugus positif kitosan akan berikatan dengan polifosfat, sehingga permukaan nanopartikel dapat tertutupi oleh sisa gugus anionik TPP, menyebabkan nilai zeta potensial menjadi negatif. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa F4 memiliki zeta potensial yang paling besar dibandingkan ketiga formula lainnya hal ini menunjukkan gaya tolak-menolak yang kuat antar partikel sehingga dapat mencegah agregasi, selain itu komposisi formula yang optimal juga dapat mempengaruhi hasil yang baik.

Efisiensi Penjerapan

Efisiensi penjerapan dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak obat yang bisa masuk dan terserap kedalam nanopartikel. Semakin tinggi nilai efisiensi penjerapan maka semakin cepat juga zat aktif bisa menembus kulit. Hasil efisiensi penjerapan dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Efisiensi Penjerapan Nanopartikel Ekstrak Daun Afrika

Formula	Efisiensi Penjerapan ± SD
F1 (Kitosan 0,5%)	83,46 ^a ± 0,0094
F2 (Kitosan 0,75%)	88,86 ^b ± 0,00079
F3 (Na. Alginat 0,25%)	83,70 ^a ± 0,00127
F4 (Na. Alginat 0,325%)	91,14 ^c ± 0,00021

Hasil efisiensi penjerapan pada nanopartikel yang baik yaitu > 80%, maka dapat dinyatakan bahwa keempat formula yang ada masuk ke dalam syarat yang sudah ditentukan [16]. Pada data F1 dan F3 masing masing menggunakan konsentrasi rendah dengan polimer berbeda yang artinya memiliki nilai efisiensi penjerapan yang hampir sama dan rendah. Konsentrasi yang rendah menandakan bahwa jumlah polimer tidak cukup untuk mengikat semua bahan aktif yang ada, sehingga sebagian senyawa tidak terjerap. Sedangkan pada F2 dapat dinyatakan bahwa penambahan konsentrasi kitosan dapat meningkatkan penjerapan meskipun tidak sebaik natrium alginat. F4 dengan natrium alginat memiliki efisiensi penjerapan tertinggi dan baik. Rasio polimer,

crosslinker, dan zat aktif memainkan peran penting dalam menentukan seberapa besar efisiensi penjerapan. Selain itu, natrium alginat mempunyai banyak muatan negatif sehingga bahan aktif akan lebih mudah terjerat

3. KESIMPULAN

Nanopartikel ekstrak daun afrika formula 4 (natrium alginat 0,325%) merupakan nanopartikel terbaik dengan ukuran partikel 528,6 nm, PDI 0,6134, zeta potensial -37,16, dan efisiensi penjerapan 91,14%

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kharimah, N.Z. *et al.* 2016. *Prosiding Farmasi Identifikasi Senyawa Flavonoid pada Ekstrak dan Fraksi Daun Afrika (Vernonia amygdalina Del.) Identification Flavonoid Compound toward Extract and Fraction of Afrika Leaves (Vernonia amygdalina Del, Prosiding Farmasi, 2(2), pp. 703–709.*
- [2] Sung, H. *et al.* 2021. *Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries, CA: A Cancer Journal for Clinicians, 71(3), pp. 209–249.*
- [3] Bestari, R. 2021. *Seyawa Fitokimia dan Aktivitas Farmakologis Daun Afrika (Vernonia Amygdalina Del.) Sebagai Kandidat Obat Herbbal.S, Jurnal Kedokteran STM (Sains dan Teknologi Medik), 4(1), pp. 63–74.*
- [4] Buzea, C., Pacheco, I.I. and Robbie, K. 2007. *Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases, 2(4), pp. MR17–MR71.*
- [5] Kumari, A., Yadav, S.K. and Yadav, S.C. 2010. *Biodegradable polymeric nanoparticles based drug delivery systems, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 75(1), pp. 1–18.*
- [6] Biazar, E. *et al.* 2011. *Nanotoxicology and nanoparticle safety in biomedical designs', International Journal of Nanomedicine, p. 1117.*
- [7] Rahmatullah, S., Wahyu Permadi, Y. and Nur Agmarina, S. 2021. *Pengujian Karakter Nanopartikel Metode Gelasi Ionik Ekstrak dan Tablet Daun Afrika (Vernonia amygdalina Del.), Jurnal Wiyata, pp. 147–151.*
- [8] Kulig, D. *et al.* (2016) 'Study on alginate-chitosan complex formed with different polymers ratio', *Polymers, 8(5), pp. 1–17*
- [9] Buffo, A. and Alopaeus, V. (2016) 'Experimental determination of size distributions: Analyzing proper sample sizes', *Measurement Science and Technology, 27(4).*
- [10] Veronika, D. 2015. *Foumulasi Tablet Hisap Nanopartikel Daun Sirih Merah (Piper crocotum Ruiz dan Pav) Secara Granulasi Basah.Tesis. Fak. Farm. Univ. Sumatra Utara Medan.*
- [11] Fu, X. *et al.* (2018) 'Top-down fabrication of shape-controlled, monodisperse nanoparticles for biomedical applications', *Advanced Drug Delivery Reviews, 132, pp. 169–187*

- [12] Shapi'i, R.A. *et al.* (2019) 'Effect of initial concentration of chitosan on the particle size of chitosan nanoparticle', *International Journal of Nanotechnology*, 16(11–12), pp. 680–691.
- [13] Komoto, D., Furuike, T. and Tamura, H. (2019) 'Preparation of polyelectrolyte complex gel of sodium alginate with chitosan using basic solution of chitosan', *International Journal of Biological Macromolecules*, 126, pp. 54–59.
- [14] Triwulandari, E. *et al.* (2018) 'Effect of polyanions variation on the particle size of chitosan nanoparticle prepared by ionic gelation method', *AIP Conference Proceedings*, 2024(2018).
- [15] Fitri, D., Kiromah, N.Z.W. and Widiastuti, T.C. (2020) 'Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik', *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 5(1), p. 61.
- [16] Rohana A. Formulasi Nanopartikel Ekstrak Biji Alpukat Menggunakan Polimer Kitosan Dengan Metode Spray Drying. (Skripsi). Bogor : Universitas Pakuan; 2020