

Karakteristik nanopartikel ekstrak teh hijau dengan metode nano milling dan nano spray

The characteristics of green tea extract nanoparticles by nano milling and nanospray methods

Shabri*, Dadan Rohdiana*, Hilman Maulana*, Sugeng Harianto*,
M. Iqbal Prawira-Atmaja*, Rachmat Mauludin**, Muhammad Insanu**,
Asep W. Permana***

* Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung
Desa Mekarsari Kecamatan Pasirjambu Kabupaten Bandung 40972

** Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganeca No.10, Lb. Siliwangi, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132

*** Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen, Bogor

Jl. Tentara Pelajar No.12, RT.01/RW.11, Cibogor, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16122

Email: anas.shabri@yahoo.co.id

Diajukan: 13 Maret 2019; direvisi: 15 Maret 2019; diterima: 6 Mei 2019

Abstrak

Nanopartikel untuk bahan baku fitofarmaka merupakan teknologi yang digunakan untuk dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi fitofarmaka dalam penyerapannya sebagai terapeutik. Penelitian ini menggunakan bahan baku ekstrak polifenol teh hijau steaming dengan dua metode pengecilan partikel ekstrak polifenol. Metode pertama secara mekanis yaitu menggunakan nano milling oleh *Planetary Ball Milling* (PBM) dan yang kedua menggunakan metode enkapsulasi dengan alat *Nano Spray Dryer* (NSD). Karakteristik nanopartikel kemudian dianalisis menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) dan X-Ray Difraction (XRD) untuk mengetahui ukuran, distribusi ukuran, dan jenis kristal yang terbentuk oleh kedua metode tersebut. Hasil proses milling dari PBM belum bisa memenuhi kriteria nanopartikel karena memiliki ukuran partikel yang $>1 \mu\text{m}$, sedangkan metode NSD dihasilkan nanopartikel dengan ukuran 554,7 nm dengan intensitas 86,9%, sehingga dapat memenuhi kebutuhan

nanopartikel untuk bahan baku fitofarmaka. Hasil analisa XRD dari kedua metode pembuatan nanopartikel tersebut menyatakan partikel amorf $> 50\%$.

Kata kunci : nanopartikel, nano milling, nano spray drying, enkapsulasi, ekstrak polifenol, teh hijau steaming.

Abstract

Nanoparticles for raw materials of phytopharmaca is a technology used to be able to increase the effectiveness and efficiency of phytopharmaca in its absorption as a therapeutic agent. This study used steamed green tea polyphenol extract as raw material with two nanoparticle methods, first nano milling by Planetary Ball Milling (PBM) and the second using encapsulation method with Nano Spray Dryer (NSD). The characteristics of nanoparticles were then analyzed using Particle Size Analyzer (PSA) and X-Ray Difraction (XRD) to determine the size, size distribution, and type of crystals formed by the

two methods. The results of PBM had not been able to meet the criteria for nanoparticles because they had a particle size that is $>1 \mu\text{m}$, whereas the NSD method produced 554.7 nm nanoparticles with an intensity of 86.9%. And the results of the XRD analysis showed that the two methods of making nanoparticles resulted in amorphous particles $>50\%$

Keywords : nanoparticle, nano milling, nano spray drying, encapsulation, polyphenol extract, steamed green tea

PENDAHULUAN

Sistem skala nano biasa disebut juga submikrometer ($<1 \mu\text{m}$). Ukuran ini dapat memberikan banyak kelebihan terapeutik, seperti cara pemberian, target spesifik, dan peningkatan hasil terapeutik tersebut. Salah satu contohnya adalah bahan fitofarmaka yang berukuran nano dapat diatur waktu lepas (*release time*) senyawa obat sehingga resiko pemberian obat melalui sistem oral yang akan membuat degradasi senyawa oleh pH asam di lambung dapat dicegah (Bonifácio *et al.*, 2014).

Sebagai dasar pertimbangan kegiatan penelitian ini bahwa obat tradisional, termasuk teh didalamnya, meskipun aman tetapi selalu terkendala dengan harganya yang mahal karena rendemennya kecil serta efektivitasnya yang rendah. Untuk meningkatkan efektivitas suatu obat tradisional perlu dilakukan proses LADME (Liberasi, Absorpsi, Distribusi, Metabolisme dan Ekskresi). Bentuk dan ukuran partikel merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi efektivitas obat. Ukuran partikel sangat berpengaruh dalam kelarutan, absorpsi dan distribusi obat (Fernandez, 2011). Teknologi yang kini sudah mulai banyak dikembangkan untuk meningkatkan efektivitas obat adalah

melalui pembuatan nanopartikel berbasis bahan alam (Ankanna dan Savithramma, 2011).

Obat dalam ukuran nanopartikel dapat meningkatkan efektivitas bahan hayati untuk penanggulangan dan pencegahan penyakit dengan meningkatkan bioavailabilitasnya. Bioavailabilitas dalam bidang farmakologi adalah fraksi dosis obat yang bisa lewat dalam sistem sirkulasi sebagai contoh, jika obat yang diberikan adalah secara intravena, maka bioavailabilitasnya 100% (Griffin *et al.*, 2013).

Sediaan nanopartikel dapat dibuat dengan berbagai metode yang sering digunakan yaitu metode presipitasi, penggilingan (*milling methods*), salting out, fluida superkritis, polimerisasi monomer, polimer hidrofilik, dan dispersi pembentukan polimer (Soppimath *et al.*, 2001; Mansouri *et al.*, 2011).

Nanopartikel pada penelitian ini dibuat menggunakan dua metode yaitu *nano milling* dan enkapsulasi. Pembuatan dengan *nano milling* adalah proses yang melibatkan pengecilan ukuran secara mekanis menggunakan *Planetary Ball Milling* (PBM) bisa menghasilkan nanozeolit alam Pahae (zeolit alam Sarulla) untuk penyerap, pengemban katalis, dan pengolahan air limbah dengan ukuran 85,44 nm (Muttaqin dan Sirait, 2015), serta nanopartikel Fe_2O_3 berukuran $<100 \text{ nm}$ (Waluyo *et al.*, 2013). Metode kedua adalah dengan enkapsulasi, metode ini dapat meningkatkan kelarutan air dan bioavailabilitas minyak esensial bergamot yang memiliki aktivitas antikanker namun bersifat lipofilik menghasilkan ukuran $<200 \text{ nm}$ (Celia *et al.*, 2013). Selain minyak esensial bergamot, bahan hayati lain seperti

tanin dan golongan terpenoid yang memiliki sifat mudah larut air namun bioavailabilitasnya kecil karena tidak bisa melewati membran biologi (Bonifácio *et al.*, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesa dan mengkarakterisasi nano partikel polifenol teh hijau sebagai bahan baku fitofarmaka.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung dan Laboratorium Nanoteknologi - Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian - Bogor.

Bahan Penelitian

1) Bahan Utama

Pucuk teh yang digunakan sebagai bahan baku polifenol adalah pucuk teh klon seri GMB yang didapatkan dari Kebun Gambung, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Indonesia.

2) Bahan Kimia untuk Ekstraksi cair – cair

Metilen klorida (CAS Number 74-87-3, Sigma Aldrich) dan etil asetat (CAS Number 141-78-6, MERCK) yang diperoleh dari supplier bahan kimia di Indonesia.

3) Bahan Pengisi Nano Spray Dryer

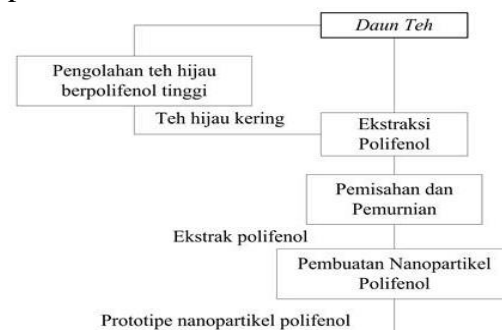
Maltodekstrin (CAS Number 9050-36-6, DE 10–15; Xingmao, Shandong, China) dan whey protein isolate (WPI–90%; SUREPROTEINTM CLEAR 895, NZMP) yang diperoleh dari supplier bahan kimia di Indonesia.

4) Bahan Kimia untuk Pengujian Total Polifenol

Asam galat (G7384 Sigmaaldrich), Reagen Folin Ciocalteu (F9252 Sigmaaldrich).

Tahapan kegiatan penelitian

Tahapan pelaksanaan kegiatan meliputi pembuatan teh hijau metode steaming, penepungan teh hijau, ekstraksi polifenol, isolasi dan purifikasi polifenol, dan pembuatan nanopartikel polifenol, serta karakterisasi nanopartikel. Tahapan kegiatan penelitian secara garis besar tertera pada Gambar 1.



GAMBAR 1.

Tahapan kegiatan penelitian pembuatan nanopartikel ekstrak polifenol teh hijau.

Preparasi Nanopartikel Polifenol Ekstrak Teh hijau

Tahapan dalam melakukan preparasi nanopartikel polifenol ekstrak teh hijau ini adalah pembuatan teh hijau steaming, pengecilan partikel teh hijau hingga 100 mesh, dan ekstraksi polifenol.

1) Pembuatan Teh Hijau Steaming.

Pucuk teh dilayukan dengan menggunakan uap panas (steaming) dari boiler suhu 90-100 °C selama 2,5 menit untuk menghentikan aktivitas enzim polyphenol oksidase. Hasil steaming tersebut kemudian digiling menggunakan mesin CTC (*Crush-Tear-Curl*) dan dikeringkan menggunakan oven blower suhu

operasi sekitar 80 °C selama sekitar 60 menit.

- 2) Pengecilan Partikel Teh Hijau Steaming. Teh hijau steaming kering dihaluskan menggunakan *Burr Mill* dengan motor 1 fasa hingga diperoleh ukuran partikel teh 100 mesh atau dengan kata lain disebut tepung teh hijau.
- 3) Ekstraksi Polifenol Teh Hijau Steaming.

Ekstraksi polifenol dari teh hijau mengacu pada metode ekstraksi dari Hara (1990), yang dimodifikasi dengan tahapan sebagai berikut: Teh hijau kering ukuran partikel 100 mesh diekstraksi secara perkolasi menggunakan pelarut air dengan rasio teh kering dan pelarut 1 : 20 selama 60 menit pada suhu yang dipertahankan 80°C. Berikutnya yakni pemisahan antara ekstrak air dengan ampas menggunakan filter press. Ekstrak air teh yang diperoleh masih bersifat kasar (*crude extract*), sehingga perlu dilakukan proses lanjutan. Dalam ekstrak air masih banyak mengandung alkaloid, klorofil dan pengotor lainnya dipisahkan melalui ekstraksi cair-cair secara perkolasi menggunakan metilen klorida dengan rasio 1 : 3 selama 60 menit. Lapisan air bebas pengotor kemudian diekstraksi cair-cair menggunakan pelarut etil asetat secara perkolasi dengan rasio 1 : 3 selama 60 menit untuk mengambil ekstrak polifenol. Ekstrak cair etil asetat ini dipekatkan menggunakan vacuum rotary evaporator hingga terbebas dari pelarut etil asetat. Ekstrak pekat dituangkan tipis-tipis pada cawan petri, lalu dikeringkan menggunakan

pengering vakum (*vacuum dryer*) suhu <50°C hingga diperoleh serbuk ekstrak polifenol.

Pembuatan Nanopartikel Polifenol

Nanopartikel polifenol pada penelitian ini menggunakan metode nano milling dan enkapsulasi.

- 1) Sintesis nanopartikel ekstrak polifenol dengan metode dry milling
- 2) Serbuk ekstrak polifenol (tanpa penambahan bahan pengisi) ditimbang sebanyak 50g dihaluskan menggunakan Planetary Ball Milling merk Retsch PM 100 GmbH, Jerman) pada kecepatan 500 rpm dengan waktu proses yang telah dioptimasi (data tidak ditampilkan) selama 10 menit.
- 3) Sintesis nanopartikel ekstrak polifenol dengan metode enkapsulasi
- 4) Nanopartikel dengan metode enkapsulasi dilakukan menggunakan alat nano spray dryer (NSD; Nano Spray Dryer B-90 HP, BÜCHI Labortechnik AG, Swiss) terhadap serbuk ekstrak polifenol adalah dengan memenuhi total padatan 2-6% terhadap basis 200 mL air. Bahan pengisi yang digunakan untuk enkapsulasi ekstrak polifenol adalah maltodekstrin (MD) dan whey protein isolate (WPI). Setelah dilakukan optimasi proses (data tidak ditampilkan) maka rasio MD:WPI yang digunakan adalah 8:2 dengan maksimal ekstrak polifenol adalah 1% terhadap basis 200 mL air.

Karakterisasi Nanopartikel ekstrak polifenol

Tepung teh hijau lolos mesh 100, ekstrak polifenol, nanopartikel ekstrak polifenol *dry nano milling*, dan

nanopartikel ekstrak polifenol enkapsulasi diuji kandungan polifenolnya menggunakan metode penentuan polifenol yang mengacu pada SNI 7707:2011 Teh Instan (Anonim, 2011). Reagen yang digunakan adalah Folin-ciocalteu dan diukur menggunakan Spectrophotometer UV-VIS merk Varian pada panjang gelombang 740 nm.

Nanopartikel ekstrak polifenol dilakukan analisis distribusi ukuran partikel menggunakan Particle Size Analyzer (PSA; Zetasizer Nano Range, Malvern Instrument), dan identifikasi fasa kristalin (struktur dan ukuran substansi nanokristal) menggunakan X-Ray Diffraction (XRD; Bruker D8 Advance).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi teh hijau

Bahan baku pucuk teh klon seri GMB yang digunakan adalah kategori mutu pucuk peko dengan 2 daun (p+2) untuk memenuhi rata-rata total polifenol >20% jika berdasarkan pada petunjuk kultur teknis teh yang dikeluarkan oleh Pusat Penelitian Teh dan Kina (Anonim, 2006).

Katekin di dalam teh merupakan senyawa kimia paling dominan yang termasuk di dalam golongan polifenol. Senyawa ini merupakan substansi oksidasi oleh enzim polyphenol oxidase. Enzim polyphenol oxidase ini memiliki 3 isoform yang mengoksidasi polifenol menjadi kuinon sebagai prekursor teafavin dan tearubigin (Crozier *et al.*, 2006). Kadar total polifenol teh hitam lebih rendah dibandingkan dengan teh hijau. Teh hitam komersial di Jerman memiliki kandungan total polifenol rata-rata 16,5 g/kg, sedangkan teh hijau di angka 17,0 g/kg

(Hilal dan Engelhardt, 2007), teh hitam komersial di Serbia sebesar 164,65 +0,42 g/kg lebih rendah berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dengan teh hijau sebesar 240,73 +1,29 g/kg (Veljković *et al.*, 2013), dan teh hitam komersial di Malaysia dengan metode ekstraksi air dalam pengukuran total polifenolnya memberikan hasil 178,67 +0,63 mg GAE/g pucuk teh (GAE: Ekvivalen Asam Galat) (Nadiyah dan Utra, 2016).

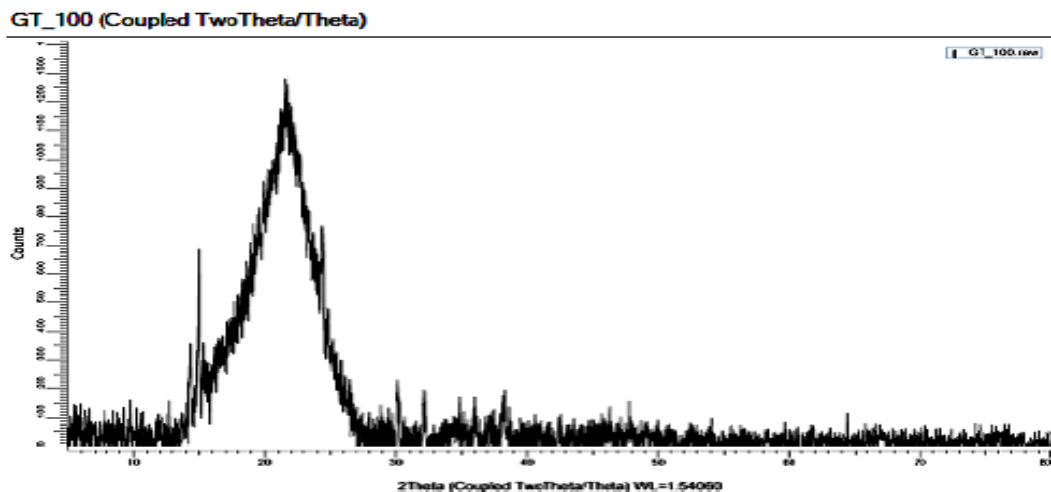
Proses pengolahan yang dibutuhkan untuk memperoleh polifenol yang lebih tinggi adalah dengan membuat teh hijau dengan mutu pucuk halus p+2. Polifenol dalam pucuk dipertahankan dengan melakukan inaktivasi enzim dengan metode steaming. Metode tersebut akan lebih bisa menghambat aktivitas enzim polyphenol oxidase dibandingkan dengan metode panning (Crozier *et al.*, 2006).

Penepungan (*milling*) teh hijau dilakukan menggunakan metode press milling. Proses *press milling* dilakukan secara kontinyu untuk mengurangi pemanasan terhadap bahan. Partikel yang lolos 100 mesh ditampung dan partikel yang tertahan 100 mesh digiling lagi untuk selanjutnya diayak pada ayakan 100 mesh. Perlakuan ini diulang hingga teh hijau tidak ada yang tertahan diayakan ukuran 100 mesh (seminimal mungkin).

Karakteristik teh hijau sebagai bahan untuk pembuatan nanopartikel polifenol dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis memperlihatkan bahwa teh hijau yang digunakan pada penelitian ini memenuhi standar yang dipersyaratkan dalam SNI 3945:2016 Teh Hijau (Anonim, 2016). Tepung teh hijau 100 mesh selanjutnya dianalisis sifat kristalinitas dengan XRD yang dapat dilihat pada Gambar 1.

TABEL 1
Karakteristik teh hijau

No	Parameter Mutu	Kadar (%)	SNI-3 3945: 2016 (%)
1	Kadar air	4,40	Maks 8
2	Kadar Ekstrak air	43,49	Min 32
3	Kadar Total Polifenol	20,30	Min 15



GAMBAR 1.
Hasil analisis XRD Tepung Teh Hijau 100 mesh

Hasil analisis XRD terhadap tepung teh hijau 100 mesh memperlihatkan bahwa teh tersebut mempunyai derajat disfraksinya sebesar 20 dengan puncak grafik yang tidak terlalu tajam. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa kedua sampel yang diuji merupakan bahan organik.

Pembuatan Nanopartikel

Prinsip dari metode sintesis nanopartikel dengan metode *dry nano milling* adalah metode *top-down*, yaitu partikel yang lebih besar dikecilkan secara mekanik untuk memperoleh partikel berukuran nano atau mendekati nanometer (Prasad *et al.*, 2012). Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis PSA terhadap

distribusi ukuran diameter nanopartikel pada Tabel 2. Sedangkan, jika metode NSD yang digunakan hasil nanopartikel akan lebih homogen.

NSD yang digunakan pada penelitian ini memiliki kemampuan menghasilkan partikel 300 nm – 5.000 nm (5 µm). Namun, titik kritis pada metode ini adalah kondisi ekstrak sampel, sifat bahan pengisi yang mampu menyerap dan melindungi komponen aktif dari suhu tinggi dan dapat menghasilkan bentuk partikel yang relatif seragam, homogenitas bahan, dan suhu proses serta kondisi kemampuan alat, terutama ukuran nozel yang menyemburkan droplet partikel (Arpagaus *et al.*, 2018).

Sampel yang dicampurkan selanjutnya dihomogenisasi dengan ultraturax selama 10 menit pada kecepatan 10.000 rpm (setiap 5 menit jeda waktu istirahat 15 menit), selanjutnya bahan di-aging selama 24 jam dalam *cold storage* suhu 10-16°C. Selanjutnya sampel disonikasi dengan ultrasonik pada amplitudo 50, selama 60 menit dan suhu maksimal 40°C.

Proses sonikasi dimaksudkan untuk memecahkan partikel bahan pengisi dan meningkatkan aktifitasnya untuk mengikat ekstrak, sehingga diharapkan enkapsulasi akan menghasilkan ukuran partikel yang kecil, seragam dan rendemen yang tinggi dengan kerusakan komponen aktif minimal. Sampel yang sudah disonikasi dilanjutkan *nano spray drying* dengan kondisi proses suhu *inlet* 120°C dan *outlet* 48°C.

Karakterisasi Nanopartikel

Kandungan Total Polifenol

Hasil analisis kadar polifenol sampel uji menggunakan reagen *folin-ciocalteu* dan asam galat sebagai standar dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini:

TABEL 2

Hasil analisis kadar polifenol sampel

No	Sampel Uji	Total Polifenol (%)
1	Tepung teh hijau lolos mesh 100	25,20
2	Ekstrak polifenol (EP)	84,50
3	Nanopartikel polifenol <i>dry nano milling</i> (EP)	82,70
4	Nanopartikel polifenol enkapsulasi (EP+ MD+WPI)	22,60

Hasil analisis kadar polifenol terhadap sampel uji memperlihatkan bahwa proses pengecilan ukuran sampai tahap menyebabkan kadar polifenol teh yang diuji

mengalami peningkatan. Tingginya kadar polifenol pada tepung teh hijau mesh 100 ini disebabkan karena pada saat proses ekstraksi dan preparasi pengukuran kadar polifenol, sampel terekstrak lebih baik dibandingkan bahan bakunya, teh hijau. Proses ekstraksi suatu bahan termasuk teh sangat dipengaruhi oleh ukuran partikelnya. Semakin kecil ukuran partikel suatu bahan, maka proses ekstraksi akan semakin baik karena kontak antara bahan dengan pelarut akan semakin baik (Rohdiana dan Shabri, 2007).

Kadar total polifenol pada sampel nanopartikel polifenol *dry nano milling* lebih rendah bila dibandingkan dengan bahan awalnya (ekstrak polifenol). Hal ini dapat terjadi karena adanya kerusakan senyawa polifenol yang disebabkan panas yang timbul saat proses *dry nano milling* dengan kecepatan putar 500 rpm.

Distribusi ukuran partikel dan sifat kristalinitas

Nanopartikel ekstrak polifenol dengan *nano milling* memiliki ukuran diameter partikel paling besar 1,5 µm dan paling kecil di 1,2 nm dengan intensitas distribusi yang merata di 33,3%, sedangkan nanopartikel ekstrak polifenol dengan metode enkapsulasi sudah memiliki ukuran diameter partikel < 1 µm, yaitu 554,7 nm dengan intensitas distribusi ukuran 86,9% (lihat Tabel 3.).

Nilai *Z-Average* nanopartikel dengan metode *nano milling* menggunakan PBM melebihi limit pengukuran alat sehingga berdasarkan grafik hasil pengukuran pada Gambar 2 memberikan pernyataan untuk merujuk pada *Quality Report*. Jenis kualitas data hasil seperti ini merupakan peringatan yang timbul karena jenis data yang terukur,

namun hal ini bukan berarti data ukuran partikel dan distribusinya tidak bisa digunakan (Malvern Instruments Limited, 2014). Nilai ini adalah hasil analisis kumulatif (κ_n) dari instrumen berdasarkan probabilitas distribusi data hasil dari *Dynamic Light scattering* (DLS) yang merupakan intensitas rata-rata harmonik (International Standard Organization, 2017).

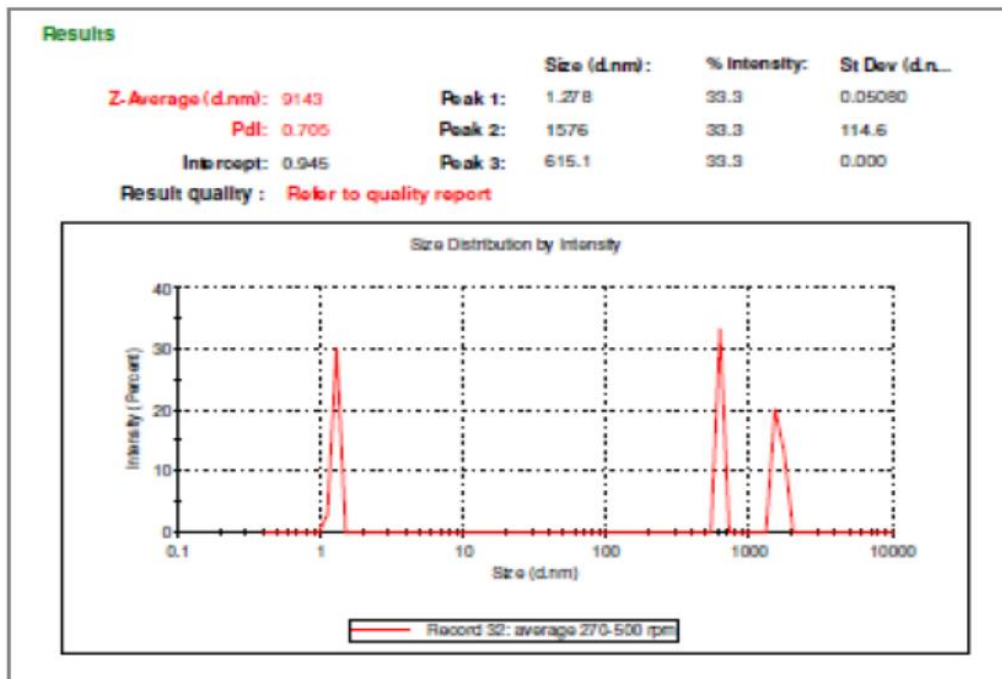
Analisis kumulatif pada *zeta sizer* pun menghitung PDI sampel, yaitu nilai (tanpa satuan) dari luasnya distribusi ukuran. Jika nilai PDI >1 maka distribusi polidispersinya terlalu luas dan tidak bisa diukur menggunakan DLS (Clayton, *et al.*, 2016). Ukuran nanopartikel ekstrak teh hijau dengan metode *nano milling* menggunakan PBM belum bisa memenuhi kebutuhan nanopartikel untuk bahan baku fitofarmaka, selain dari distribusi ukuran yang masih bervariasi sepertiga dari hasil pengecilan ukuran masih berada di ukuran μm .

Berbeda dengan nanopartikel dengan metode enkapsulasi menggunakan NSD, intensitas distribusi ukuran partikel 554,7 nm sebesar 86,9%, hampir 90% partikel yang terbentuk adalah nanopartikel.

TABEL 3
Karakterisasi nanopartikel ekstrak polifenol teh hijau

Karakteristik	Metode Pembuatan Nanopartikel	
	Nano milling	Enkapsulasi
PSA		
- Z - Average (d. nm)	9143 ^a	472,4
- PDI	0,705	0,452
- distribusi ukuran (d. nm) ^b	1,278 ($\pm 0,051$) 615,1 ($\pm 0,00$) 1576 ($\pm 114,6$)	554,7 ($\pm 217,6$) 140,2 ($\pm 31,31$) 5398 ($\pm 310,7$)
XRD	57% Amorphous	64,3% Amorphous

Keterangan : PSA: Particle Size Analyzer; PDI: Polydispersity index; XRD: X-Ray Diffraction. ^aHasil analisa menunjukkan nilai Z-Average > batas maksimum pengukuran. ^bSetiap distribusi ukuran diikuti dengan nilai standar deviasi yang diukur oleh instrumen



GAMBAR 2.

Hasil analisa PSA Nanopartikel Ekstrak Polifenol Teh Hijau Steaming metode *Nano milling*

Ukuran nanopartikel dapat mempengaruhi bio-distribusi dan efisiensi konsumsi fitofarmaka pada level sel dengan mempengaruhi daya rekat (adhesi) dan interaksi dalam sel. Nanopartikel dengan ukuran 250 nm hingga 3 µm secara invitro mampu bekerja optimal pada fagositosis, namun ukuran nanopartikel <200 nm lebih disukai karena sifat rute input yang akan lebih banyak (Biswas, et al, 2014; Rizvi dan Saleh, 2018).

Hal lain yang menjadi pertimbangan suatu produk fitofarmaka nano adalah bentuk nanopartikel tersebut (Biswas, et al., 2014). Hasil karakterisasi oleh XRD memberikan kedua jenis nanopartikel memiliki bentuk *amorphous* di atas 50%, produk *nano milling* 57% *amorphous* dan nanopartikel enkapsulasi 64,3% *amorphous*. XRD pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui sifat kristalinitas nanopartikel, jika suatu polimer memiliki sifat kristalinitas lebih tinggi dibandingkan bagian *amorphous*-nya maka sifat bahan (polimer) tersebut akan mudah hancur (Sharma et al., 2012).

Presentasi *amorph* enkapsulasi lebih tinggi dibandingkan dengan nano milling merupakan efek dari penambahan maltodekstrin pada saat menggunakan NSD. Karakteristik nanopartikel amorph ini terbentuk karena adanya gugus sakarida yang mampu mencegah pembentukan kristalin pada nanopartikel, dan bentuk amorph ini secara signifikan meningkatkan kelarutan kelarutan senyawa bahan alam nanopartikel (Watkins, et al. 2015).

KESIMPULAN

Karakteristik nanopartikel ekstrak polifenol teh hijau steaming dengan metode enkapsulasi menggunakan NSD menghasilkan intensitas distribusi ukuran partikel 554,7 nm sebesar 86,9%, sehingga dapat memenuhi kebutuhan nanopartikel untuk bahan baku fitofarmaka.

Nanopartikel ekstrak teh hijau dengan metode nano milling menggunakan PBM menghasilkan ukuran bervariasi yang sepertiga dari hasil pengecilan ukuran masih berada di ukuran µm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian, melalui program Kerjasama Kemitraan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Nasional (KKP3N). Kepala Balai Besar Pascapanen dan Laboratorium Nanoteknologi, Dekan Sekolah Farmasi ITB, Kepala Balitro dan Kepala BPTP Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ankanna, S., dan N. Savithramma (2011). Biological Syntehsis of Silver Nanoparticle by Using Stem Shorea Tumbuggaia Roxb. And Its Antimicrobial Effecacy. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. Vol 4, Suppl 2. 137-141.

- Anonim (2006). Petunjuk Kultur Teknis Tanaman Teh. Pusat Penelitian Teh dan Kina. Bandung
- Anonim (2016). Standar Nasional Indonesia 3945:2016 Teh Hijau. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Anonim (2011). Standar Nasional Indonesia 7707:2011 Teh Instan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Arpagaus, C., A. Collenberg, D. Rütli, E. Assadpour, and S.M. Jafari (2018). Nano spray drying for encapsulation of pharmaceuticals. *International Journal of Pharmaceutics*, 546(1–2), 194–214. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2018.05.037>
- Biswas, A. K., M.R. Islam, Z.S. Choudhury, A. Mostafa, and M.F. Kadir (2014). Nanotechnology based approaches in cancer therapeutics. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 5(4). <https://doi.org/10.1088/2043-6262/5/4/043001>
- Bonifácio, B. V., P. B. da Silva, M. A. dos S. Ramos, K.M.S Negri, T.M. Bauab, and M. Chorilli (2014). Nanotechnology-based drug delivery systems and herbal medicines: a review. *International Journal of Nanomedicine*, 9, 1–15.
- Celia, C., E. Trapasso, M. Locatelli, M. Navarra, C.A. Ventura, J. Wolfram, D. Paolino (2013). Anticancer activity of liposomal bergamot essential oil (BEO) on human neuroblastoma cells. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 112, 548–553. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2013.09.017>
- Clayton, K. N., J.W. Salameh, S.T. Wereley dan T.L. Kinzer-Ursem (2016). Physical characterization of nanoparticle size and surface modification using particle scattering diffusometry. *Biomicrofluidics*, 10 (5), 1–14. <https://doi.org/10.1063/1.4962992>
- Crozier, A., M.N. Clifford dan H. Ashihara, (2006). Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in human Diet. <https://doi.org/10.1002/anie.200685491>
- Rohdiana, D. dan Shabri. (2007). Separasi Katekin Menggunakan Membran Filtrasi. Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2007. Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro-Semarang. E12.1-E12.4.
- Fernandez, E., R. Perez, A. Hernandez, P. Tejada, M. Arteta, dan J.T. Ramos, (2011). Factors and Mechanisms for Pharmacokinetic Differences between Pediatric Population and Adults. *Pharmaceutics* 3, 53-72.
- Griffin, J. P., J. Posner, and G.R. Barker, (Eds.). (2013). The Textbook of Pharmaceutical Medicine, 7th Edition. Blackwell Publishing.
- Hara, Y. (1990). Praphylactic functions of tea polyphenols. Food Research Laboratories Mitsui Norin Co., LTD. hal 1-2
- Hilal, Y., and U. Engelhardt (2007). Characterisation of white tea-Comparison to green and black tea. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 2(4), 414–421. <https://doi.org/10.1007/s00003-007-0250-3>
- International Standard Organization. (2017). ISO 22412:2017: Particle size analysis — Dynamic light scattering (DLS). Geneva: ISO. Retrieved from www.iso.org
- Malvern Instruments Limited. (2014). Size quality report for the Zetasizer Nano, 1–12.

- Mansouri, M., Pouretedal, H.R., dan Vosough, V. (2011). Preparation and Characterization of Ibuprofen Nanoparticles by Using Solvent/Antisolvent Precipitation. *The Open Conference Proceeding Journal*. 2: 88-94.
- Muttaqin, J., dan M. Sirait (2015). Pembuatan nanozeolit alam paha menggunakan alat Planetary Ball Milling. *Bioilmi Edisi Agustus*, 3(2), 45–50. Retrieved from <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/einstein>
- Nadiah, N. I., dan U. Utra (2016). Determiation of Phenolic and Antioxidant Properties in Tea and Spent Tea Under Various Extraction Method and Determiation of Catechins, Caffeine and Gallic Acid by HPLC. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(3), 158. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.3.520>
- Prasad Y. T., R.M. Yadav, dan D. P. Singh (2012). Mechanical Milling: a Top Down Approach for the Synthesis of Nanomaterials and Nanocomposites. *Nanoscience and Nanotechnology*, 2(3), 22–48. <https://doi.org/10.5923/j.nn.20120203.01>
- Rizvi, S. A. A., dan A. M. Saleh (2018). Applications of nanoparticle systems in drug delivery technology. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 26(1), 64–70. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.10.012>
- Sharma *et al.*, R. (2012). X-ray diffraction : a powerful method of characterizing nanomaterials. *Recent Research in Science and Technology*, 4(8), 77–79.
- Soppimath, K.S., T.M. Aminabhavi, A.R Kulkarni, dan W.E. Rudzinski (2001). Biodegradable polymeric nanoparticles as drug delivery devices. *Journal of Controlled Release*. 20: 1-20.
- Veljković, J. N., A.N. Pavlović, S.S. Mitić, S.B. Tošić, G.S. Stojanović, B.M. Kaličanin, J.M. Breanović (2013). Evaluation of individual phenolic compounds and antioxidant properties of black, green, herbal and fruit tea infusions consumed in Serbia: Spectrophotometrical and electrochemical approaches. *Journal of Food and Nutrition Research*, 52(1), 12–24.
- Waluyo, T. B., Suryadi, and N.T. Rochman, (2013). Pembuatan Partikel Nano Fe₂O₃ dengan Kombinasi Ball-Milling dan Ultrasonic-Milling. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng dan DIY*, (1), 48–51
- Watkins, R., Wu, L., C. Zhang, R.M. Davis, and B. Xu. (2015). Natural product-based nanomedicine: Recent advances and issues. *International Journal of Nanomedicine*, 10, 6055–6074. <https://doi.org/10.2147/IJN.S92162>.