

Formulation, Evaluation and Antioxidant Activity of Used Nano Tea Bags Solid Soap

Formulasi, Evaluasi dan Aktivitas Antioksidan Sabun Padat Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Misbah Siregar ^a, Minda Sari Lubis ^{a*}, Rafita Yuniarti ^a, Zulmai Rani ^a

^a Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan, Sumatera Utara, Indonesia.

*Corresponding Authors: mindasarilubis@umma.ac.id or mindalubis37@gmail.com

Abstract

Background: Ideal soap should not only cleanse the skin but also contain substances that protect it from adverse effects, including those of free radicals, which can accelerate aging and cause other skin problems. Antioxidant compounds are needed to counteract free radicals. Used tea bags are a waste product that still contains antioxidant compounds. The use of nanotechnology is expected to enhance the stability and long-term effectiveness of cosmetic formulations, including soap. **Objective:** This study aimed to formulate a solid soap containing used nano tea bag powder, evaluate the physical characteristics of the soap, and test its antioxidant activity. **Method:** This research used a True Experimental method with a Post Test Only Control Group Design. The used tea bag powder sample was processed into nano powder using a Ball Mill. Solid soap was formulated in three variations: F0 (control without powder), F1 (containing 1.4% used tea bag powder), and F2 (containing 1.4% used nano tea bag powder). The soap preparations were then evaluated for their physical characteristics (organoleptic, pH, foam stability, hardness, cleaning power) and tested for antioxidant activity using the DPPH method. **Results:** The used tea bag powder was successfully converted into nano powder with an average particle size of 684.35 nm. Phytochemical screening results showed that both the powder and nano powder contained alkaloids, steroids, flavonoids, saponins, and tannins. Evaluation of the solid soap showed that all formulas (F0, F1, F2) met the physical quality requirements. The antioxidant activity test yielded IC₅₀ values for F0, F1, and F2 of 975.2861 µg/ml (very weak), 211.3533 µg/ml (very weak), and 168.3053 µg/ml (weak), respectively. **Conclusion:** It can be concluded that the used tea bag powder meets the characteristics of nano powder. The solid soap formulation containing used nano tea bag powder meets physical quality requirements and demonstrates antioxidant activity, albeit in the weak category. The F2 formula (nano powder) showed better antioxidant activity than F1 (coarse powder) and F0 (control).

Keywords: Formulation, Antioxidant, Solid Soap, Used Tea Bag Nano Powder.

Abstrak

Latar Belakang: Sabun yang ideal tidak hanya berfungsi sebagai pembersih, tetapi juga harus mampu melindungi kulit dari dampak buruk, termasuk efek radikal bebas yang dapat mempercepat penuaan dan menyebabkan masalah kulit lainnya. Senyawa antioksidan diperlukan untuk menangkal radikal bebas. Used tea bags merupakan limbah yang masih mengandung senyawa antioksidan. Penggunaan teknologi nano diharapkan dapat meningkatkan stabilitas dan efektivitas jangka panjang dari formulasi kosmetik, termasuk sabun. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk memformulasi sabun padat yang mengandung serbuk nano teh celup bekas, mengevaluasi karakteristik fisik sabun, serta menguji aktivitas antioksidannya. **Metode:** Penelitian ini menggunakan metode *True Experimental* dengan rancangan *Post Test Only Control Group Design*. Sampel serbuk teh celup bekas diolah menjadi serbuk nano menggunakan *Ball Mill*. Sabun padat diformulasikan dalam tiga variasi: F0 (kontrol tanpa serbuk), F1 (mengandung serbuk teh celup bekas 1,4%), dan F2 (mengandung serbuk nano teh celup bekas 1,4%). Sediaan sabun kemudian dievaluasi karakteristik fisiknya (organoleptik, pH, stabilitas busa, kekerasan, daya bersih) dan diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. **Hasil:** Serbuk teh celup bekas berhasil diubah menjadi serbuk nano dengan

ukuran partikel rata-rata 684,35 nm. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa serbuk dan serbuk nano teh celup bekas mengandung alkaloid, steroid, flavonoid, saponin, dan tanin. Evaluasi sabun padat menunjukkan bahwa semua formula (F0, F1, F2) memenuhi persyaratan mutu fisik. Uji aktivitas antioksidan menghasilkan nilai IC50 untuk F0, F1, dan F2 secara berurutan adalah 975,2861 µg/ml (sangat lemah), 211,3533 µg/ml (sangat lemah), dan 168,3053 µg/ml (lemah). **Kesimpulan:** Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa serbuk teh celup bekas memenuhi karakteristik sebagai serbuk nano. Formulasi sabun padat serbuk nano teh celup bekas memenuhi persyaratan mutu fisik dan menunjukkan adanya aktivitas antioksidan, meskipun dalam kategori lemah. Formula F2 (serbuk nano) menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan F1 (serbuk biasa) dan F0 (kontrol).

Kata Kunci: Formulasi, Antioksidan, Sabun Padat, Serbuk Nano Teh Celup Bekas.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:

Received: 03/08/2025,
Revised: 15/11/2025,
Accepted: 16/11/2025,
Available Online: 16/11/2025.

QR access this Article



<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v8i4.1055>

Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman, jumlah penduduk Indonesia terus mengalami peningkatan, sehingga kebutuhan masyarakat terhadap berbagai produk kebutuhan sehari-hari juga bertambah. Salah satu produk esensial dalam pemenuhan kebutuhan harian tersebut adalah sabun mandi, yang saat ini telah menjadi komoditas dasar bagi sebagian besar masyarakat [1]. Sabun mandi merupakan sediaan pembersih kulit yang dibuat tidak menyebabkan iritasi pada kulit melalui proses saponifikasi atau netralisasi dari lemak, minyak, wax, rosin atau asam dengan basa organik [2]. Fungsi sabun yang ideal melampaui sekadar pembersihan; ia juga harus mengandung bahan-bahan yang aman serta mampu memberikan perlindungan bagi kulit, termasuk menangkalkan efek radikal bebas.

Paparan radikal bebas terhadap kulit dapat memicu munculnya tanda-tanda penuaan dini seperti keriput, bintik hitam, kulit kusam, kekeringan, dan dalam jangka panjang berpotensi meningkatkan risiko kanker kulit. Untuk menetralkan efek tersebut, diperlukan senyawa antioksidan. Secara fundamental, antioksidan berperan dalam memperlambat atau mencegah proses oksidasi senyawa lain yang rentan, dan efektif melakukannya bahkan pada konsentrasi yang rendah [3].

Beberapa jenis tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan pengobatan dan produk lainnya seperti kosmetik dan pembersih. Salah satu diantaranya adalah daun teh. Senyawa aktif yang terkandung dalam daun teh hijau adalah *katekin*, *epicatechin* (EC), *galokatekin* (GC), *epigallocatechin* (EGC), *epigallocatechin gallate* (EGCG), *epicatechin gallate* (ECG). Senyawa tersebut digolongkan dalam senyawa polifenol. Katekin merupakan kerabat tanin terkondensasi yang disebut sebagai polifenol karena banyaknya gugus fungsi hidroksil didalamnya. Daun teh dapat digunakan untuk keperluan kosmetik. Kandungan katekin pada daun teh berfungsi sebagai antioksidan [4].

Teh menempati posisi sebagai salah satu minuman paling populer secara global. Dikonsumsi oleh masyarakat luas, minuman ini tidak hanya digemari karena kesegarannya, tetapi juga karena diyakini membawa berbagai manfaat bagi kesehatan. Salah satu teh yang biasa digunakan adalah teh celup karena pembuatannya mudah dan praktis [5]. Meningkatnya jumlah konsumsi teh celup, ketersediaan teh celup bekas yang dihasilkan juga akan bertambah, akan tetapi serbuk teh celup bekas belum memiliki pemanfaatan yang optimal. Pemanfaatan serbuk teh celup bekas bagi masyarakat digunakan sebagai pupuk, pakan ternak, dan bahan kosmetik alami karena harganya yang murah dan mudah didapat [6]. Dengan demikian,

diharapkan serbuk teh celup bekas dapat digunakan kembali untuk memanfaatkan kandungan senyawa aktifnya, yang akan meningkatkan kualitas sabun yang diproduksi serta membantu melawan radikal bebas pada permukaan kulit.

Berdasarkan penelitian [7] menyatakan bahwa serbuk teh celup bekas memiliki kandungan metabolit sekunder yaitu tanin dan fenol yang berkhasiat sebagai antioksidan. Berdasarkan penelitian Maidawati et al. 2009 menyatakan bahwa ekstrak limbah teh hitam memiliki aktivitas antioksidan yang termasuk pada kategori kuat dengan nilai IC_{50} yang dihasilkan sebesar 88,6 $\mu\text{g/mL}$ [8].

Kosmetik yang menggunakan nanopartikel memiliki keunggulan dibandingkan dengan kosmetik berbasis skala mikro. Hal ini disebabkan oleh ukuran nanopartikel yang berkisar antara 1 sampai 1000 nm [9]. Penggunaan nanopartikel bertujuan untuk mencapai efek jangka panjang dan meningkatkan stabilitas formulasi kosmetik. Tingginya luas permukaan nanopartikel juga memungkinkan transportasi bahan yang lebih efisien melalui lapisan kulit [10].

Berdasarkan uraian tersebut, pemanfaatan serbuk teh celup bekas sebagai sumber senyawa bioaktif, khususnya antioksidan, serta penerapannya dalam bentuk sediaan sabun padat berbasis nanopartikel masih terbatas dan belum banyak dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk merumuskan dan mengevaluasi sabun padat yang mengandung serbuk nano teh celup bekas serta menilai aktivitas antioksidannya, sehingga dapat memberikan alternatif inovatif dalam pengembangan produk pembersih kulit dengan nilai fungsional yang lebih tinggi.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *True Experimental* dengan rancangan *Post Test Only Control Group Design*, di mana pengukuran hasil dilakukan setelah seluruh perlakuan selesai diberikan. Sampel berupa serbuk teh celup bekas diambil menggunakan teknik *purposive sampling* dari satu sumber yang spesifik, tanpa melakukan perbandingan dengan merek teh lainnya. Secara garis besar, tahapan penelitian terdiri dari evaluasi mutu fisik sediaan sabun dan analisis aktivitas antioksidan.

Peralatan dan Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk teh celup bekas yang diperoleh dari limbah rumah makan di sekitar (jalan garu 2, Medan Amplas). NaOH 30%, VCO (*Virgin Coconut Oil*), etanol 96%, asam stearat, gliserin, aquadest, gula, *cocomide-dea*, minyak lemon, metanol dan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) (*Sigma*).

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu neraca analitik (shimadzu), mikroskop, beaker glass (*Pyrex*), erlenmeyer (*Pyrex*), pH elektroda, pipet tetes, kertas perkamen, ayakan, hotplate (*Ika C-Mag HS 7*), magnetik stirrer, tabung reaksi (*pyrex*), rak tabung reaksi, labu tentukur (*pyrex iwaki*), pipet volum (*pyrex iwaki*), Spektrofotometri UV-Vis (*Evolution 201*), scanning electron microscopy (*Hitachi*) dan particle size analyzer (*Fritsch*).

Pengumpulan dan Pengolahan Bahan Sampel

Pengumpulan bahan sampel dilakukan secara *purposive* tanpa membandingkan dengan daerah lain. Sampel yang digunakan berupa serbuk teh celup bekas yang diperoleh dari rumah makan di Jalan Garu, Kecamatan Medan Amplas, Kota Medan. Sampel yang telah dikumpulkan kemudian dicuci dengan air bersih dan ditiriskan untuk menghilangkan sisa-sisa air teh. Selanjutnya, sampel dikeringkan dan disimpan dalam wadah bersih. Setelah kering, serbuk teh celup bekas dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak dengan pengayak nomor 100 hingga diperoleh serbuk dengan tingkat kehalusan sangat halus [11].

Karakterisasi Serbuk Teh Celup Bekas

Karakterisasi serbuk teh celup bekas dilakukan melalui beberapa pengujian meliputi kadar air, kadar abu total, kadar abu tidak larut asam, kadar sari larut dalam air, dan kadar sari larut dalam etanol [12,13]. Penetapan kadar air dilakukan dengan metode azeotropi menggunakan toluen untuk menghitung persentase kandungan air dalam sampel. Kadar abu total ditentukan dengan pemijaran simplisia pada suhu 500–600°C hingga bobot tetap, sedangkan kadar abu tidak larut asam ditetapkan dengan mereaksikan abu total menggunakan asam klorida encer untuk mengetahui bagian mineral yang tidak larut. Selanjutnya, penetapan kadar sari larut dalam air dilakukan dengan maserasi serbuk dalam larutan kloroform-aquadest, sedangkan

penetapan kadar sari larut dalam etanol menggunakan etanol 95% dengan metode maserasi selama 24 jam, kemudian diuapkan dan ditimbang hingga bobot tetap. Semua hasil pengujian dihitung dalam persen terhadap bahan kering sebagai acuan standar mutu simplisia.

Pembuatan Larutan Pereaksi

Pembuatan larutan pereaksi dalam penelitian ini mengacu pada metode Depkes RI (1995), meliputi berbagai jenis pereaksi dengan komposisi tertentu. Larutan pereaksi Bouchardat dibuat dari 2 g iodium dan 4 g kalium iodida yang dilarutkan hingga 100 ml, sedangkan pereaksi Mayer diperoleh dari campuran 1,35 g raksa (II) klorida dan 5 g kalium iodida yang diencerkan hingga 100 ml. Pereaksi Dragendorff dibuat dari campuran larutan bismut nitrat 40% b/v dengan kalium iodida 54,4% b/v yang kemudian diencerkan hingga 100 ml, sementara pereaksi Molish dibuat dari 3 g alfa-naftol yang dilarutkan dalam asam nitrat 0,5 N. Larutan asam klorida 2 N disiapkan dari 19,71 ml HCl pekat yang diencerkan hingga 100 ml, dan pereaksi Liebermann-Burchard dibuat dengan mencampurkan 20 ml asam asetat anhidrida dan 1 ml asam sulfat pekat. Selanjutnya, larutan timbal (II) asetat 0,4 M dibuat dengan melarutkan 15,17 g timbal (II) asetat dalam 100 ml akuades bebas CO₂, sedangkan larutan besi (III) klorida 1% diperoleh dengan melarutkan 1 g FeCl₃ hingga 100 ml. Pereaksi asam nitrat 0,5 N dibuat dari 44,3 ml asam nitrat pekat yang diencerkan hingga 100 ml, pereaksi natrium hidroksida 2 N dari 8 g NaOH dalam 100 ml akuades, serta pereaksi asam sulfat 2 N dari 10,32 ml H₂SO₄ pekat yang diencerkan hingga 100 ml [12].

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan pada serbuk simplisia dan ekstrak etanol daun pepaya untuk mengetahui golongan alkaloid, flavonoid, tanin, steroid/terpenoid dan glikosida.

Pembuatan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Serbuk nano teh celup bekas dibuat dari serbuk simplisia yang telah dihaluskan awal menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 100 mesh. Proses penghalusan nano dilakukan dengan menggunakan *Ball Mill* tipe *planetary ball mill* (merk: Fritsch, model: Pulverisette 6). Sebanyak 10 gram serbuk teh celup bekas dimasukkan ke dalam wadah *milling* bersama dengan bola-bola penggiling dari bahan zirconium oksida (ZrO₂) dengan berbagai ukuran (5 mm dan 10 mm). Rasio bola-terhadap-serbuk yang digunakan adalah 10:1. Proses *milling* dilakukan pada kecepatan 1500 rpm selama 50 menit tanpa menggunakan pelarut (*dry milling*). Serbuk hasil *milling* kemudian dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk menentukan distribusi ukuran partikel nano yang dihasilkan [14].

Karakteristik Serbuk Nano

Uji Ukuran Partikel Serbuk Nano

Serbuk nano yang dihasilkan, diuji dengan menggunakan alat *Particle Size Analyzer* (PSA). Serbuk diambil, lalu dimasukkan kedalam kuvet yang sebelumnya sudah dibersihkan, tujuannya agar tidak mempengaruhi hasil analisis yang diperoleh. Kuvet yang telah diisi, lalu dimasukkan kedalam sampel *holder*, kemudian ukuran partikel dari serbuk teh celup bekas dapat diamati pada computer [15].

Uji Morfologi Serbuk Nano

Morfologi serbuk nano dapat diamati menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), dengan cara terlebih dahulu sampel dipreparasi dengan menempelkan serbuk pada *double carbon tape* yang telah tertempel pada *holder*. Kemudian, hembuskan udara menggunakan blower ke arah serbuk untuk memastikan serbuk menempel kokoh pada *carbon tape*. Apabila terdapat serbuk yang tidak menempel kokoh, maka dikhawatirkan serbuk tersebut terhisap saat proses pemvakuman SEM [16].

Formulasi Sediaan Sabun Padat

Formula sediaan sabun padat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Pemilihan konsentrasi serbuk teh celup bekas sebesar 1,4% pada formula F1 dan F2 didasarkan pada penelitian pendahuluan dan pertimbangan optimasi karakteristik fisik sabun. Berdasarkan uji pendahuluan terhadap variasi konsentrasi 0,5%; 1,0%; 1,4%; dan 2,0%, diperoleh bahwa konsentrasi 1,4% merupakan konsentrasi optimal yang menghasilkan sabun dengan karakteristik fisik yang baik (tekstur, kekerasan, dan stabilitas busa) tanpa mengganggu stabilitas formulasi. Selain itu, konsentrasi ini juga sejalan dengan rentang

konsentrasi ekstrak tumbuhan yang umum digunakan dalam formulasi sediaan sabun padat transparan seperti yang dilaporkan dalam literatu [17].

Tabel 1. Formula sediaan sabun padat

Bahan	Fungsi	Formula		
		F0	F1	F2
Serbuk teh celup bekas (g)	Zat aktif	0	1,4	1,4
NaOH 30% (ml)	Sumber alkali	10	10	10
VCO (ml)	Sumber asam lemak	10	10	10
Etanol 96% (ml)	Pelarut	25	25	25
Asam stearate (g)	Pengeras	7,5	7,5	7,5
Gliserin (ml)	Humektan	25	25	25
Cocomide-Dea (ml)	Pembusa	5	5	5
Gula (g)	Humektan	7,5	7,5	7,5
Oleum lemon	Parfum	qs	qs	qs
Aquadest ad (ml)	Pelarut	100	100	100

Keterangan :

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Prosedur Sediaan Sabun Padat

VCO dimasukkan ke dalam beaker glass dipanaskan pada suhu (60-70°C) diatas *hot plate*. Masukkan asam stearat, kemudian aduk hingga homogen. Kemudian ditambahkan NaOH 30%, lalu tambahkan bahan pendukung lainnya seperti etanol 96%, gliserin, larutan gula (gula+aquadest yang dicairkan terlebih dahulu), cocomide-Dea, kemudian diaduk sampai seluruh massa tercampur homogen menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 700 rpm, ditambahkan oleum lemon secukupnya kedalam massa sabun tersebut dan masukkan serbuk teh celup bekas aduk hingga homogen. Massa cair sabun ini merupakan massa yang siap cetak [18].

Evaluasi Sediaan Sabun Padat Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Pemeriksaan mutu fisik dilakukan terhadap sediaan sabun padat. Evaluasi mutu fisik meliputi: uji organoleptis, uji pH, uji stabilitas busa sabun, uji kekerasan, uji daya bersih dan uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH.

Uji Organoleptis

Uji organoleptik dilakukan dengan cara dilihat langsung terhadap sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas antara lain warna, tekstur, dan aroma [19].

Uji pH

Pengukuran derajat keasaman (pH) dilakukan dengan melarutkan 1 gram sabun dalam 10 mL air destilata untuk memperoleh larutan uji 10%. Elektroda pH meter yang telah dikalibrasi dan dibilas dengan air suling kemudian dicelupkan ke dalam larutan sampel yang dijaga pada suhu 25°C. Pembacaan nilai pH dicatat setelah angka yang ditampilkan alat mencapai kondisi stabil [20].

Uji Stabilitas Busa

Pengujian diawali dengan melarutkan 1 g sampel ke dalam 10 mL aquadest di dalam tabung reaksi, yang kemudian dikocok secara konstan selama satu menit. Evaluasi stabilitas busa dilakukan dengan membandingkan dua parameter: ketinggian awal busa sesaat setelah pengocokan dan ketinggian busa yang tersisa setelah didiamkan selama 5 menit [21]

Uji Kekerasan

Kekerasan sampel sabun diukur dengan menggunakan hardness tester, sebuah alat yang umumnya diaplikasikan untuk menguji ketahanan tablet. Sabun dipotong dengan dimensi 1×1 cm, kemudian ditempatkan secara vertikal di dalam alat. Pengukuran dilakukan dengan memutar tuas hardness tester

hingga sabun mengalami penetrasi. Nilai kekerasan yang terbaca pada skala alat kemudian dicatat sebagai data [22].

Uji Daya Bersih

Daya bersih sabun dilakukan dengan menggunakan pengukuran kekesatan sabun oleh 9 panelis yang sehat dengan usia 19-22 tahun. Setiap panelis diberikan 3 sampel sabun yang terdiri dari formula 0, formula 1, dan formula 2. Pengujian dilakukan dengan cara mengotori tangan responden menggunakan minyak kelapa dengan luas area 5x5 cm², lalu dibersihkan dengan menggunakan sabun yang diberikan. Kekesatan tangan panelis diuji dengan rentang nilai 1-5 dimana semakin tinggi nilai maka tingkat kekesatan juga semakin tinggi [23].

Uji Aktivitas Antioksidan Serbuk Nano Teh Celup Bekas dan Sediaan Sabun Padat Menggunakan Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan pada serbuk nano teh celup bekas dan sediaan sabun padat dilakukan menggunakan metode DPPH [24]. Larutan DPPH dibuat dengan melarutkan 10 mg serbuk DPPH dalam metanol hingga volume tertentu, menghasilkan konsentrasi 200 µg/mL untuk uji serbuk nano dan 100 µg/mL untuk uji sabun padat. Sebagai pembanding, larutan vitamin C disiapkan dengan konsentrasi akhir 100 µg/mL. Larutan sampel serbuk nano teh celup bekas maupun sabun padat masing-masing dibuat pada konsentrasi stok 1000 µg/mL, kemudian diencerkan hingga konsentrasi uji yang bervariasi. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan DPPH pada rentang 400–800 nm, sedangkan waktu kerja optimum (operating time) ditetapkan berdasarkan absorbansi stabil pada panjang gelombang maksimum. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan mencampurkan larutan sampel pada berbagai konsentrasi dengan larutan DPPH, kemudian absorbansinya diukur setelah didiamkan sesuai waktu stabil yang diperoleh. Data absorbansi yang terkumpul selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai IC₅₀, sehingga dapat ditentukan potensi antioksidan dari serbuk nano teh celup bekas maupun sabun padat yang dihasilkan [24].

Penentuan Persen Perendaman (% inhibisi)

Kemampuan antioksidan diperhitungkan dari angka penurunan serapan larutan DPPH (penurunan/perendaman warna ungu DPPH) akibat adanya penambahan larutan sampel sebagai bahan uji dan larutan vitamin C sebagai bahan pembanding. Perbedaan nilai serapan larutan DPPH sebelum dan sesudah penambahan larutan uji tersebut dihitung sebagai persen inhibisi.

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi DPPH (sebelum ditambah serbuk-sesudah ditambah serbuk)}}{\text{Absorbansi DPPH sebelum ditambah sampel}} \times 100\%$$

Penentuan Nilai IC₅₀

Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan nilai IC₅₀, yakni konsentrasi (µg/mL) yang diperlukan untuk meredam 50% radikal DPPH. Persen inhibisi, yang mengkuantifikasi kemampuan peredaman ini (0-100%), diplot terhadap konsentrasi untuk membentuk kurva regresi linier ($y = ax + b$). Nilai IC₅₀ ditemukan dengan menghitung nilai x saat $y=50$ dalam persamaan tersebut. Interpretasi potensi antioksidan mengikuti kategori standar: sangat kuat (IC₅₀ < 50 µg/mL), kuat (50–100 µg/mL), sedang (100–250 µg/mL), lemah (250–500 µg/mL), dan tidak aktif (>500 µg/mL) [25].

Analisis Data

Pengolahan data pada penelitian ini adalah menggunakan SPSS yaitu uji One Way Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok data dan dilanjutkan menggunakan uji Tukey HSD.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil Karakterisasi Serbuk

Berdasarkan hasil Tabel 2, karakterisasi simplisia dilakukan untuk menjamin keseragaman mutu simplisia dan menentukan jumlah cemar dan pengotor yang terkandung pada simplisia. Beberapa faktor

yang dapat mempengaruhi pemeriksaan karakterisasi simplisia diantaranya yaitu bahan baku simplisia, tempat tumbuh simplisia, umur simplisia, cara pembuatan dan penyimpanan simplisia [26].

Tabel 2. Hasil Karakterisasi Serbuk Teh Celup Bekas

No	Pemeriksaan	Perolehan Kadar(%)	FHI Edisi II (2017) (%)
1.	Kadar air	5,3	< 10
2.	Kadar sari larut dalam air	21,3	> 8,4
3.	Kadar sari larut dalam etanol	16,43	> 4,5
4.	Kadar abu total	3,59	< 5,6
5.	Kadar abu yang tidak larut dalam asam	0,46	< 0,6

Analisis kadar air pada simplisia serbuk teh celup bekas dilakukan untuk mengkuantifikasi kandungan air di dalamnya. Hasil penelitian yang tertera pada Tabel 2 menunjukkan nilai kadar air sebesar 5,3%, yang masih berada di bawah batas maksimum 10% sesuai standar Farmakope Herbal Indonesia (FHI) Edisi II tahun 2017. Pemenuhan persyaratan ini bersifat krusial, karena kadar air yang berlebih dapat memicu pertumbuhan mikroba. Kondisi tersebut terjadi karena air berperan sebagai medium pertumbuhan bagi mikroorganisme sekaligus memfasilitasi reaksi enzimatik yang berpotensi menguraikan senyawa aktif dalam simplisia [27]. Uji kadar sari larut air dan etanol bertujuan menentukan fraksi senyawa polar dan non-polar dalam serbuk teh celup bekas. Berdasarkan prinsip "like dissolves like", senyawa polar cenderung larut dalam pelarut polar seperti air, sementara senyawa non-polar akan lebih mudah larut dalam pelarut organik seperti etanol [28]. Berdasarkan data pada Tabel 2, analisis rendemen ekstrak serbuk teh celup bekas menunjukkan kadar sari larut air sebesar 21,3% dan kadar sari larut etanol sebesar 16,43%. Hasil analisis ini membuktikan bahwa kedua parameter tersebut memenuhi standar mutu yang ditetapkan dalam Farmakope Herbal Indonesia Edisi II tahun 2017. Berdasarkan Tabel 2, profil mineral serbuk teh celup bekas menunjukkan kadar abu total 3,59% dan abu tidak larut asam 0,46%. Nilai ini mengindikasikan tingkat kemurnian yang acceptable menurut standar FHI Edisi II 2017, dengan kontaminan silikat yang minimal.

Hasil Pembuatan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Hasil penggilingan menggunakan ball mill berupa serbuk halus berwarna coklat dengan kecepatan penggilingan 1500 rpm selama 50 menit dengan ukuran partikel 684,35 nm.

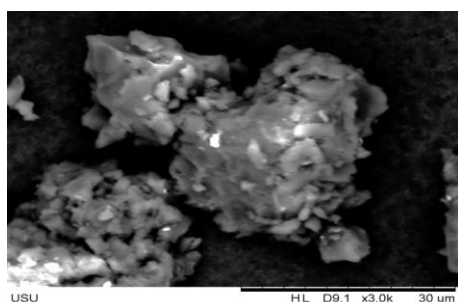
Hasil Karakteristik Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Ukuran Partikel

Metode pengukuran partikel menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) dinilai lebih akurat dalam menentukan distribusi ukuran partikel [29]. Berdasarkan hasil analisis, serbuk teh celup bekas memiliki ukuran rata-rata partikel sebesar 684,35 nm. Nilai ini menunjukkan bahwa serbuk teh celup bekas termasuk dalam kategori nanopartikel, karena berada dalam rentang ukuran 1–1000 nm [30]. Dengan demikian, proses pengolahan yang dilakukan berhasil menghasilkan serbuk berukuran nano, yang diharapkan dapat meningkatkan luas permukaan partikel serta berpotensi memperbaiki aktivitas bioaktif, termasuk aktivitas antioksidan dalam formulasi sediaan.

Morfologi Partikel

Morfologi serbuk nano dari teh celup bekas diamati menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji SEM

Berdasarkan hasil Gambar 1, menunjukkan bahwa serbuk nano teh celup bekas memiliki permukaan kasar dan terdapat pori-pori kecil. Hal ini sesuai menurut penelitian [31].

Hasil Uji Skrining Fitokimia

Hasil pemeriksaan skrining fitokimia serbuk teh celup bekas dan serbuk nano teh celup bekas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Skrining Fitokimia Serbuk Teh Celup Bekas dan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

No.	Pemeriksaan	Teh Celup Bekas	
		Serbuk	Serbuk Nano
1.	Alkaloid	+	+
2.	Flavonoid	+	+
3.	Saponin	+	+
4.	Tanin	+	+
5.	Steroid	+	+
6.	Glikosida	-	-

Keterangan:

(+) = Memberikan reaksi yang positif

(-) = Memberikan reaksi yang negatif

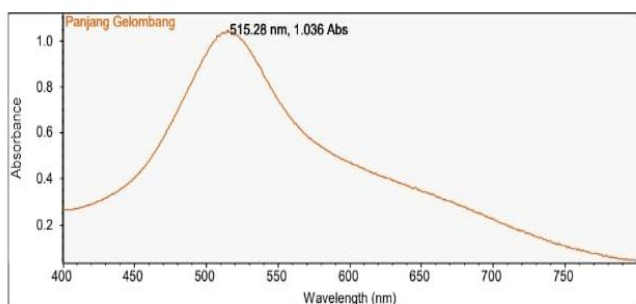
Skrining fitokimia terhadap kedua bentuk serbuk teh celup bekas (Tabel 3) menunjukkan bahwa proses nanonisasi memengaruhi profil senyawa bioaktif. Serbuk nano berhasil mendeteksi keberadaan flavonoid dan saponin yang tidak terdeteksi pada serbuk biasa. Kedua sampel sama-sama mengandung alkaloid, tanin, dan steroid/triterpenoid, serta sama-sama negatif terhadap glikosida.

Berdasarkan hasil uji fitokimia, baik serbuk teh celup bekas maupun serbuk nano teh celup bekas menunjukkan adanya senyawa bioaktif tertentu. Uji alkaloid dengan pereaksi Mayer, Bouchardat, dan Dragendoff masing-masing menghasilkan warna kuning, endapan jingga-coklat kehitaman, dan endapan jingga-coklat, yang mengonfirmasi keberadaan alkaloid. Pada uji flavonoid, terbentuk warna kuning/jingga pada lapisan amil alkohol setelah penambahan serbuk Mg dan HCl pekat, yang menunjukkan kandungan flavonoid. Uji saponin ditandai dengan pembentukan busa setinggi 1 cm yang stabil selama lebih dari 10 menit dan tidak menghilang setelah penambahan HCl, mengindikasikan adanya saponin. Sementara itu, uji tanin dengan FeCl_3 1% menghasilkan warna hijau kehitaman, yang membuktikan keberadaan senyawa tanin dalam sampel. Berdasarkan Depkes RI (1989), terbentuknya kompleks berwarna hijau kehitaman antara senyawa tanin dan besi (III) klorida mengindikasikan keberadaan gugus fenolik dalam sampel [32]. Penambahan pereaksi Liberman-bouchardat pada serbuk teh celup bekas dan serbuk nano teh celup bekas memberikan warna biru kehijauan menunjukkan adanya kandungan senyawa steroid. Pada uji glikosida serbuk teh celup bekas dan serbuk nano teh celup bekas dengan penambahan pereaksi Molish menghasilkan warna putih bening yang menunjukkan tidak adanya kandungan senyawa glikosida.

Pengujian Aktivitas Antioksidan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Hasil Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Radikal DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan menampilkan warna ungu violet dengan serapan maksimum pada rentang panjang gelombang 515-520 nm. Dalam penelitian ini, larutan DPPH 40 $\mu\text{g/ml}$ yang diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit dalam kondisi gelap menunjukkan puncak absorbansi maksimum pada 515 nm, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Panjang Gelombang

Berdasarkan Gambar 2, Panjang gelombang yang diperoleh sesuai dengan literature dengan serapan yang didapat 1,036, hal ini sesuai dimana serapan tidak boleh lebih dari pada 1,0 [33].

Penentuan Operating Time

Penentuan operating time bertujuan untuk mengetahui periode pengukuran optimal ketika sampel telah bereaksi sempurna dengan radikal DPPH. Operating time ditandai dengan tercapainya nilai absorbansi DPPH yang relatif stabil. Penentuan waktu kerja ini dilakukan dengan memantau perubahan absorbansi pada rentang waktu 0-60 menit.

Hasil analisis terhadap larutan DPPH 40 µg/mL menunjukkan bahwa absorbansi stabil pada nilai 1,044 yang tercapai pada menit ke-22 hingga menit ke-24. Berdasarkan hal tersebut, operating time yang ditetapkan untuk pengukuran seluruh sampel dengan berbagai konsentrasi adalah pada rentang menit ke-22 hingga 24.

Hasil Pengukuran Absorbansi DPPH Setelah Penambahan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

DPPH menunjukkan puncak absorbansi pada 515 nm dengan karakteristik warna violet gelap. Prinsip assays ini memanfaatkan kemampuan sampel dalam mereduksi radikal DPPH melalui transfer elektron, yang menyebabkan perubahan warna sebanding dengan kapasitas antioksidan. Data lengkap pengukuran absorbansi terhadap variasi konsentrasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil absorbansi DPPH setelah penambahan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

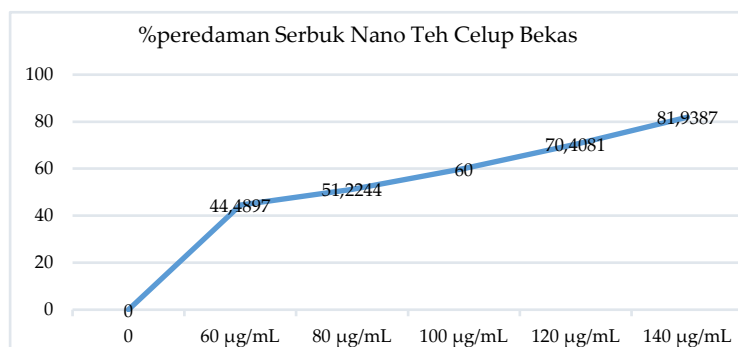
No.	Serbuk nano teh celup bekas (µg/mL)	Absorbansi			Rata-rata ± SD
		Pengulangan			
		1	2	3	
1.	60	0,544	0,544	0,544	0,54400±0,00000
2.	80	0,478	0,478	0,478	0,47800±0,00000
3.	100	0,394	0,392	0,391	0,39233±0,001528
4.	120	0,291	0,290	0,290	0,29033±0,001155
5.	140	0,179	0,177	0,177	0,37847±0,138101

Berdasarkan tabel 4, menunjukkan bahwa serbuk nano teh celup bekas mengandung senyawa antioksidan, semakin tinggi konsentrasi berarti semakin banyak senyawa yang akan menyumbangkan elektron atau atom hidrogennya kepada radikal bebas DPPH, yang turut menyebabkan pemudaran warna pada DPPH. DPPH yang awalnya berwarna ungu tua, jika direaksikan dengan senyawa antioksidan dalam jumlah besar akan berubah menjadi warna kuning. Perubahan warna DPPH ini terkait pula dengan energi yang dimiliki radikal bebas DPPH. Saat berada dalam bentuk radikal, DPPH cenderung tidak stabil (reaktif) dan memiliki energi yang besar karena selalu bereaksi mencari pasangan elektronnya, namun setelah mendapat pasangan elektronnya, DPPH menjadi lebih stabil (energinya rendah) [34].

Hasil Penentuan Persen Peredaman

Berdasarkan hasil pengamatan, penambahan serbuk nano teh celup bekas ke dalam larutan DPPH menyebabkan perubahan warna bertahap dari ungu menjadi ungu muda hingga kuning, yang diikuti oleh penurunan nilai absorbansi (peredaman). Fenomena ini terjadi karena senyawa metabolit sekunder dalam sampel berperan sebagai donor elektron atau atom hidrogen kepada radikal bebas DPPH, sehingga mengubahnya menjadi senyawa non-radikal yang stabil. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas antioksidan dalam sampel, dimana semakin tinggi konsentrasi serbuk nano teh celup bekas yang ditambahkan, semakin banyak elektron atau atom hidrogen yang didonasikan untuk menetralkan radikal DPPH. Akibatnya, kemampuan sampel dalam menangkalkan radikal bebas semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi, yang tercermin dari semakin tingginya persentase peredaman yang dihasilkan [35]. Hasil persen peredaman dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil %peredaman tertinggi yaitu pada konsentrasi 140 µg/mL, Sehingga pada konsentrasi 140 µg/mL dapat dijadikan sebagai konsentrasi terbaik untuk aktivitas antioksidan serbuk nano teh celup bekas yang digunakan pada formula sabun padat.



Gambar 3. Grafik % Peredaman Aktivitas Antioksidan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Hasil perhitungan IC_{50}

Penentuan nilai IC_{50} dapat dihitung menggunakan persamaan garis linier. Semakin kecil nilai IC_{50} yang didapatkan, maka semakin tinggi aktivitas antioksidan senyawa yang efektif melawan radikal bebas [36].

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai IC_{50}

No	Sampel	IC_{50}	Kategori Kekuatan Antioksidan
1.	Serbuk nano teh celup bekas	80,9 µg/ml	Kuat

Berdasarkan Tabel 5, serbuk nano teh celup bekas menunjukkan aktivitas antioksidan yang tergolong kuat dengan nilai IC_{50} dalam rentang 50-100 µg/mL. Sebagai pembanding, vitamin C yang diuji dalam penelitian ini mencatat nilai IC_{50} di bawah 50 µg/mL, yang dikategorikan sebagai aktivitas antioksidan sangat kuat. Tingginya aktivitas antioksidan pada serbuk nano teh celup bekas didukung oleh hasil skrining fitokimia yang mengungkapkan keberadaan senyawa bioaktif seperti tanin, saponin, alkaloid, steroid, dan flavonoid. Senyawa fenolik yang terkandung dalam tanaman secara alami berperan dalam melindungi jaringan tanaman dari kerusakan akibat radiasi matahari. Secara khusus, flavonoid memiliki kemampuan antioksidan yang potensial karena struktur kimianya yang mengandung gugus kromofor yang mampu menangkap radikal bebas [27]. Tanin tergolong sebagai senyawa fenolik yang memiliki sifat sukar dipisahkan dan dikristalkan, serta mampu mengendapkan protein dari larutannya. Sebagai senyawa polifenol, tanin memiliki berbagai aktivitas biologis antara lain sebagai antidiare, antibakteri, dan antioksidan [37]. Mekanisme antioksidan dari senyawa fenolik seperti tanin melibatkan pembentukan ion fenoksida yang dapat mendonasikan satu elektronnya kepada radikal bebas, sehingga mengubah radikal bebas tersebut menjadi senyawa non-radikal yang stabil [38].

Berdasarkan penelitian Maidawati et al., 2009, bahwa hasil uji aktivitas antioksidan limbah ekstrak teh hitam menggunakan metode DPPH didapatkan termasuk kategori kuat yaitu 88,6 µg/ml [39]. Pada penelitian ini juga membuktikan bahwa serbuk nano teh celup bekas memiliki aktivitas antioksidan termasuk kategori kuat yaitu 80,9 µg/ml.

Tabel 6. Hasil Uji *Non Parametrik* dengan *Kruskal Wallis* aktivitas Antioksidan Serbuk Nano Teh Celup Bekas

No.	Serbuk nano teh celup bekas (Konsentrasi) (µg/mL)	Rata-rata ± SD	<i>p-value</i>
1.	60	0,54400±0,00000	0,931
2.	80	0,47800±0,00000	
3.	100	0,39233±0,001528	
4.	120	0,17767±0,001155	
5.	140	0,37847±0,138101	

Keterangan:

* $p > 0,05$ = tidak ada perbedaan

* $p < 0,05$ = ada perbedaan

Hasil uji asumsi normalitas dan homogenitas menunjukkan ketidakterdistribusian normal data (sig. < 0,05), sehingga analisis dilanjutkan dengan uji Kruskal-Wallis. Nilai Asymp. Sig. 0,931 ($p > 0,05$) yang diperoleh mengindikasikan tidak adanya perbedaan signifikan secara statistik pada nilai absorbansi antar berbagai tingkat konsentrasi.

Hasil Evaluasi Sabun Padat Serbuk Teh Celup Bekas

Hasil Uji Organoleptis

Pengamatan organoleptis dilakukan secara visual dengan mengamati bentuk, warna, dan bau sabun yang telah dibuat. Hasil uji organoleptis pada sabun padat dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7. Hasil uji organoleptis pada sabun padat

No	Formulasi	Bentuk	Warna	Bau	Kekerasan	Tampilan
1.	F0	Segi empat padat homogen	Putih	Lemon	Keras	Transparan
2.	F1	Segi empat padat homogen	Hitam berbintik	Lemon	Keras	Tidak transparan
3.	F2	Segi empat padat homogen	Hitam pekat	Lemon	Keras	Tidak transparan

Keterangan :

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Hasil uji organoleptis pada Tabel 7, dapat dilihat perbedaan pada warna sabun, dimana sabun yang tidak ada penambahan sampel (blanko) menghasilkan sabun berwarna putih transparan, sedangkan sabun yang diberi sampel serbuk nano teh celup bekas menghasilkan warna hitam pekat dan sabun yang diberi sampel serbuk teh celup bekas menghasilkan warna hitam berbintik.

Berdasarkan ketransparanan sabun dapat dilihat dengan cara sabun diarahkan pada cahaya, jika cahaya tersebut tembus dari sabun, maka sabun tersebut dapat dikatakan sabun transparan. Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa jumlah konsentrasi serbuk nano serbuk teh celup bekas dan serbuk teh celup bekas yang ditambahkan dapat mempengaruhi warna sabun tersebut.

Hasil Uji pH

Nilai pH merupakan parameter kritis dalam evaluasi sediaan sabun karena mencerminkan sifat asam-basa produk. Tingkat pH yang menyimpang jauh dari rentang ideal, baik terlalu asam maupun terlalu basa, berpotensi menimbulkan iritasi pada kulit. Oleh karena itu, penetapan pH yang sesuai merupakan persyaratan fundamental untuk menjamin keamanan produk sabun selama pemakaian [40]. Berdasarkan standar mutu yang berlaku, sabun mandi harus memiliki nilai pH dalam rentang 9-11. Rentang pH basa ini diperlukan untuk efektivitas pembersihan yang optimal. Hasil pengukuran pH untuk semua formulasi sabun yang diuji memenuhi kriteria tersebut, seperti yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Uji Normalitas pH Sabun Padat

Formula	pH			Rata-rata±SD	<i>p-value</i>
	Pengulangan				
	1	2	3		
F0	9,29	9,33	9,31	9,3100±0,02000	1,000
F1	9,32	9,33	9,35	9,3333±0,01528	0,780
F2	9,33	9,35	9,38	9,3533±0,02517	0,637

Keterangan:

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

*p>0.05 : data terdistribusi normal

*p<0.05 : data tidak terdistribusi normal

Berdasarkan hasil analisis statistik, data uji pH sediaan sabun padat memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas. Hasil uji One Way ANOVA menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,106 ($p > 0,05$) yang mengindikasikan tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada nilai pH antara ketiga formulasi sabun (F0, F1, dan F2). Namun demikian, uji lanjutan Tukey HSD yang dilakukan pada data yang homogen tersebut justru menghasilkan nilai signifikansi $\geq 0,05$ yang menunjukkan adanya perbedaan nyata antar ketiga formulasi. Hasil visual dari uji pH tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 9. Hasil Uji *One Way Anova* pH Sabun Padat

Formula	Rata-rata±SD	p-value
pH	9,3100±0,02000	>0,106
	9,3333±0,01528	
	9,3533±0,02517	

Keterangan:

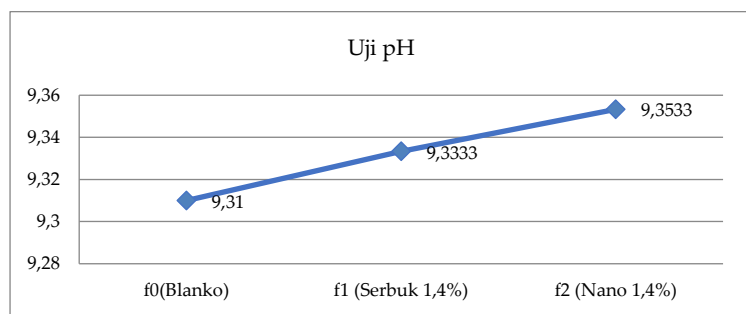
F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

*p>0.05 : tidak terdapat perbedaan nyata

*p<0.05 : terdapat perbedaan nyata

**Gambar 4.** Grafik Uji pH Sediaan

Berdasarkan hasil uji pH, diperoleh nilai pH sabun antara lain 9,31-9,35. Persyaratan pengujian pH menurut SNI yaitu 9-11 sehingga semua formula pada penelitian ini telah sesuai dengan standar SNI 06-3512-1994 [41] .

Hasil Uji Stabilitas Busa Sabun

Busa merupakan parameter kritis dalam evaluasi mutu sabun mandi [42]. Pada penelitian ini, stabilitas busa ditingkatkan dengan penambahan surfaktan coco-DEA dalam formulasi sabun padat. Hasil pengujian stabilitas busa yang diperoleh dari ketiga formula sabun disajikan secara lengkap pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji *Non Parametrik* dengan *Kruskall Wallis* Stabilitas Busa Sabun

Formula	Stabilitas Busa(%)			Rata-rata±SD	<i>p-value</i>
	Pengulangan				
	1	2	3		
F0	66	65	65	65,33±0,577	1,000
F1	67	68	66	67,00±1,000	
F2	70	69	70	69,67±0.577	

Keterangan:

*p>0.05 : tidak ada perbedaan

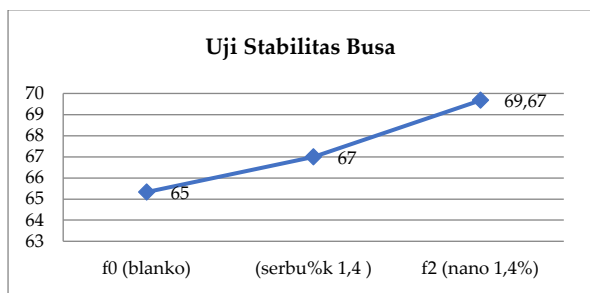
*p<0.05 : ada perbedaan

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Berdasarkan hasil analisis statistik, uji normalitas dan homogenitas menunjukkan nilai signifikansi di bawah 0,05 (sig. < 0,05), yang mengindikasikan bahwa data tidak terdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan dengan uji non-parametrik Kruskal-Wallis. Hasil uji tersebut menghasilkan nilai Asymp. Sig. sebesar 1,000. Karena nilai ini lebih besar dari tingkat signifikansi 0,05 ($p > 0,05$), dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam stabilitas busa antara ketiga formulasi sabun (F0, F1, dan F2). Hasil visual dari uji stabilitas busa tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Uji Stabilitas Busa

Berdasarkan hasil uji stabilitas busa, terlihat bahwa penambahan serbuk teh celup bekas meningkatkan stabilitas busa, dengan performa tertinggi pada formula nano (F2). Peningkatan ini tidak hanya disebabkan oleh kandungan saponin alami dalam teh, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik partikelnya. Pada formula F2, partikel berukuran nano (684,35 nm) diduga berperan sebagai partikel penguat (reinforcing particles) pada film busa. Mekanismenya, partikel nano yang teradsorpsi pada antarmuka udara-cairan dalam busa dapat meningkatkan viskoelastisitas film busa dan menghambat pengeringan (drainage) serta koalesensi gelembung busa, sehingga menghasilkan busa yang lebih stabil dibandingkan dengan partikel berukuran besar pada F1 [43]. Dengan demikian, nanosisasi tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan aktivitas biologis, tetapi juga berpotensi memperbaiki sifat fisikokimia sediaan, termasuk stabilitas sistem busa. Berdasarkan hasil yang diperoleh ketiga formulasi memenuhi syarat stabilitas busa antara 60-70% [44].

Hasil Uji Kekerasan Sabun

Pengujian kekerasan sabun padat dilakukan menggunakan tablet hardness tester. Parameter kekerasan diukur untuk menentukan besarnya gaya yang diperlukan hingga terjadi perubahan bentuk pada sabun. Nilai kekerasan diperoleh melalui pembacaan skala pada alat tersebut; semakin tinggi nilai yang ditunjukkan, maka semakin besar pula tingkat kekerasan sabun [45]. Variasi kekerasan sabun dipengaruhi oleh kandungan air di dalam formulasi, di mana kadar air yang lebih tinggi umumnya menghasilkan tekstur sabun yang lebih lunak. Hasil pengujian kekerasan sabun disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji normalitas kekerasan sabun padat

Formula	Kekerasan Sabun (kg)			Rata-rata±SD	<i>p-value</i>
	Pengulangan				
	1	2	3		
F1	6,80	6.81	6,82	6,810±0,01000	1,000
F2	6.04	6,05	6,07	6,0533±0,01528	1,000
F3	6.06	6.08	6.10	6,080±0,2000	0.637

Keterangan:

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

*p>0.05 : data terdistribusi normal

*p<0.05 : data tidak terdistribusi normal

Adapun hasil uji *One Way Anova* kekerasan sabun padat dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Uji *One Way Anova* Kekerasan Sabun Padat

Formula	Rata-rata±SD	p-value
Kekerasan	6,810±0,01000	<0,001
	6,0533±0,01528	
	6,080±0,2000	

Keterangan:

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

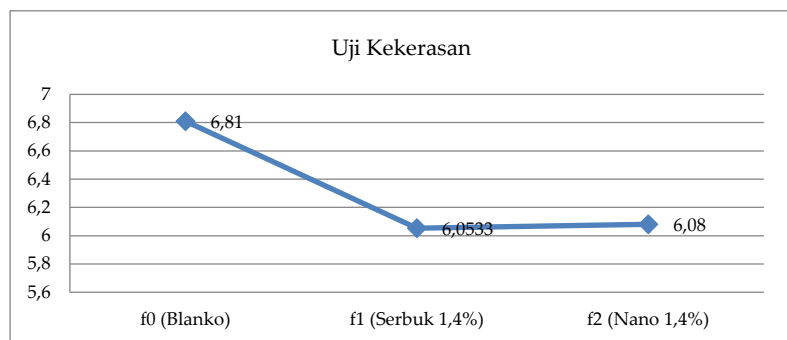
F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

*p>0.05 : tidak terdapat perbedaan nyata

*p<0.05 : terdapat perbedaan nyata

Berdasarkan hasil analisis statistika menunjukkan hasil uji pH sediaan sabun padat terdistribusi normal dan homogen. Uji *One Way ANOVA* nilai sig = 0.001<0,05. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nyata dari uji kekerasan sediaan sabun padat F1, F2 dan F3. Pada data yang diuji data homogenya maka dilanjutkan dengan Uji *Tukey HSD* dengan nilai sig $\geq 0,05$ sehingga ada perbedaan pada F1, F2 dan F3. Grafik uji kekerasan sabun dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Uji Kekerasan Sediaan

Berdasarkan hasil uji kekerasan sabun, menunjukkan bahwa formula dengan penambahan serbuk (F1 dan F2) memiliki kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan formula blanko (F0). Penurunan kekerasan ini dapat dijelaskan melalui peran serbuk teh celup bekas yang bertindak sebagai pengisi (filler) dalam matriks sabun. Partikel serbuk yang terdispersi dalam struktur sabun dapat mengganggu ikatan dan kristalisasi antar molekul surfaktan, sehingga mengurangi kepadatan dan kekompakan matriks sabun secara keseluruhan. Akibatnya, diperlukan gaya yang lebih kecil untuk merusak struktur sabun, yang terukur sebagai penurunan nilai kekerasan [46]. Pada Formula 0 (Blanko) diperoleh hasil 6,81 kg sedangkan pada Formula 1 (Serbuk 1,4%) dan Formula 2 (Nano 1,4%) masing-masing diperoleh 6,05 kg dan 6,08 kg. Hasil ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penambahan bahan pengisi partikulat cenderung menurunkan kekerasan sediaan sabun padat. Uji kekerasan sabun padat belum memiliki nilai persyaratan, sehingga hasil uji kekerasan sabun tidak dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) [23].

Hasil Uji Daya Bersih Sabun

Evaluasi daya bersih sabun digunakan untuk mengetahui seberapa efisien kemampuan sabun melarutkan dan mengangkat kotoran. Pengukuran daya bersih sabun dilakukan dengan mengujikan kepada 9 responden yang sudah dikotori tangannya menggunakan minyak kelapa, lalu dicuci menggunakan sampel sabun. Kekesatan kulit dinilai dengan kriteria angka 1–5. Hasil penilaian dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Non Parametrik dengan *Kruskall Wallis* Daya Bersih Sabun Padat

Formula	Daya Bersih			Rata-rata±SD	<i>p-value</i>
	Pengulangan				
	1	2	3		
F0	4	4,2	4,3	4,1667±0,15275	0,922
F1	4,6	4,5	4,6	4,5667±0,05774	
F1	5	5	5	5,0000±0,00000	

Keterangan:

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

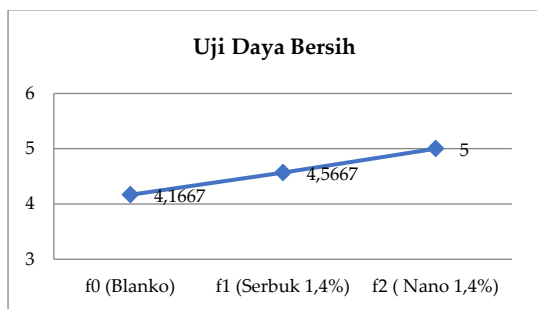
F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

* $p > 0,05$: tidak ada perbedaan

* $p < 0,05$: ada perbedaan

Berdasarkan hasil analisis statistik, pengujian normalitas dan homogenitas menunjukkan nilai signifikansi $< 0,05$, sehingga data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji non-parametrik Kruskal–Wallis. Hasil uji tersebut menghasilkan nilai Asymp. Sig sebesar 0,922, yang berarti nilai $> 0,05$ dan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil uji daya bersih antara F0, F1, dan F2. Visualisasi hasil uji daya bersih disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Uji Daya Bersih Sediaan

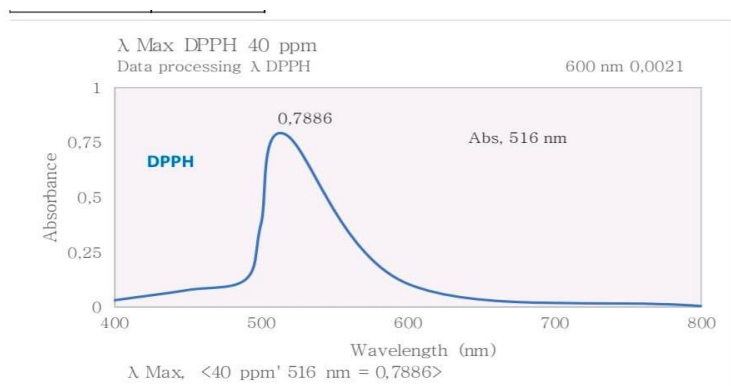
Berdasarkan hasil uji subjektif yang dilakukan terhadap 9 panelis, diperoleh nilai tertinggi untuk sensasi kekesatan setelah pencucian pada Formula 2 (Nano 1,4%), diikuti oleh Formula 1 (Serbuk 1,4%), dan terendah pada Formula 0 (Blanko). Namun, penting untuk disadari bahwa interpretasi hasil ini memiliki keterbatasan. Parameter "kekesatan" (yang berarti kulit terasa kesat setelah dibilas) merupakan indikator sensorik yang subjektif dan dapat dipengaruhi oleh persepsi individu setiap panelis. Sensasi ini lebih menggambarkan efek rince-feel atau perasaan setelah dibilas, yang dikaitkan dengan kemampuan sabun untuk menghilangkan residu minyak, tetapi tidak selalu berkorelasi linier dengan efikasi pembersihan kotoran secara keseluruhan. Sensasi kesat ini terutama dihasilkan oleh pembersihan minyak alami kulit (sebum) oleh surfaktan, yang membuat permukaan kulit memiliki koefisien gesek yang lebih tinggi [23].

Untuk penelitian mendatang, disarankan untuk mengembangkan metode uji daya bersih yang lebih objektif dan terkuantifikasi. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah dengan melakukan uji in vitro menggunakan substrat buatan (seperti gelas atau plastik) yang telah dikotori dengan standar kotoran tertentu (misalnya, campuran minyak kelapa dan pewarna sudan III). Efisiensi pembersihan kemudian dapat diukur secara objektif dengan mengukur penurunan intensitas warna atau nilai absorbansi dari larutan pencuci sebelum dan setelah proses pencucian menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Metode semacam ini akan memberikan data kuantitatif yang lebih dapat diandalkan dan dapat direproduksi untuk mengevaluasi daya bersih suatu formulasi sabun.

Hasil Pengujian Aktivitas Antioksidan Sabun Padat Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Hasil Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH

Radikal DPPH merupakan senyawa yang memiliki elektron tidak berpasangan dan menunjukkan warna ungu violet sebagai warna komplementer, dengan absorbansi maksimum pada rentang panjang gelombang 515–520 nm. Pengukuran panjang gelombang maksimum dilakukan pada larutan DPPH konsentrasi 40 µg/mL yang telah diinkubasi pada suhu 37 °C selama 30 menit dalam kondisi gelap. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum berada pada 516 nm. Ilustrasi hasil pengukuran tersebut ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Panjang Gelombang Maximum DPPH

Berdasarkan gambar 4. menunjukkan bahwa panjang gelombang yang diperoleh sesuai dengan literature dengan serapan yang didapat 0,7886, hal ini sesuai dimana serapan tidak boleh lebih dari pada 1,0 [33].

Hasil penentuan *operating time*

Penentuan *operating time* dilakukan untuk memastikan rentang waktu pengukuran yang paling stabil, yaitu ketika sampel telah bereaksi sempurna dengan radikal DPPH. Waktu kerja ini ditandai oleh nilai absorbansi yang relatif konstan. Pengukuran dilakukan dalam interval 0–60 menit untuk mengamati kestabilan absorbansi. Pada larutan DPPH dengan konsentrasi 40 µg/mL, diperoleh nilai absorbansi sebesar 0,7886 yang stabil pada menit ke-10 hingga menit ke-11. Dengan demikian, interval waktu tersebut ditetapkan sebagai *operating time* yang optimal untuk pengukuran sampel pada berbagai konsentrasi.

Hasil Pengukuran Absorbansi DPPH Setelah Penambahan Sabun Padat Serbuk Nano Teh Celup Bekas

Aktivitas antioksidan diukur pada sampel serbuk nano dari teh celup bekas dengan variasi konsentrasi 50, 75, 100, 125, dan 150 µg/mL. Pengujian dilakukan menggunakan metode DPPH melalui spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 516 nm, dengan waktu kestabilan reaksi sesuai hasil penentuan sebelumnya. Larutan DPPH menampilkan serapan kuat pada panjang gelombang tersebut dengan karakteristik warna ungu violet. Nilai absorbansi DPPH setelah penambahan masing-masing sampel disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil absorbansi DPPH setelah penambahan Sabun Padat

No	Sampel	Konsentrasi (µg/mL)	Absorbansi
1.	F0	50	0,7703
		75	0,7471
		100	0,7398
		125	0,7361
		150	0,7324
2.	F1	50	0,6522
		75	0,5938
		100	0,5637
		125	0,5468
		150	0,5304
3.	F2	50	0,6392
		75	0,5344
		100	0,5073
		125	0,4921
		150	0,4773

Keterangan :

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Tabel 14 menunjukkan hasil pengukuran terjadinya penurunan absorbansi DPPH setelah penambahan sampel uji. Penurunan nilai absorbansi DPPH ini ditandai bahwa telah terjadi peredaman radikal bebas oleh larutan uji. Semakin tinggi konsentrasi bahan sampel yang ditambahkan maka nilai absorbansinya yang didapat semakin rendah, sehingga aktivitas antioksidan semakin tinggi.

Hasil Penentuan Persen Peredaman

Tabel 15. Hasil persen peredaman

Formula	% Peredaman				
	50 µg/mL	75 µg/mL	100 g/mL	125 g/mL	150µg/mL
F0	2,3191	5,2626	6,1849	6,6539	7,1207
F2	17,2936	24,7003	28,5231	30,6674	32,7474
F1	18,948	32,2328	35,6708	37,6007	39,4727

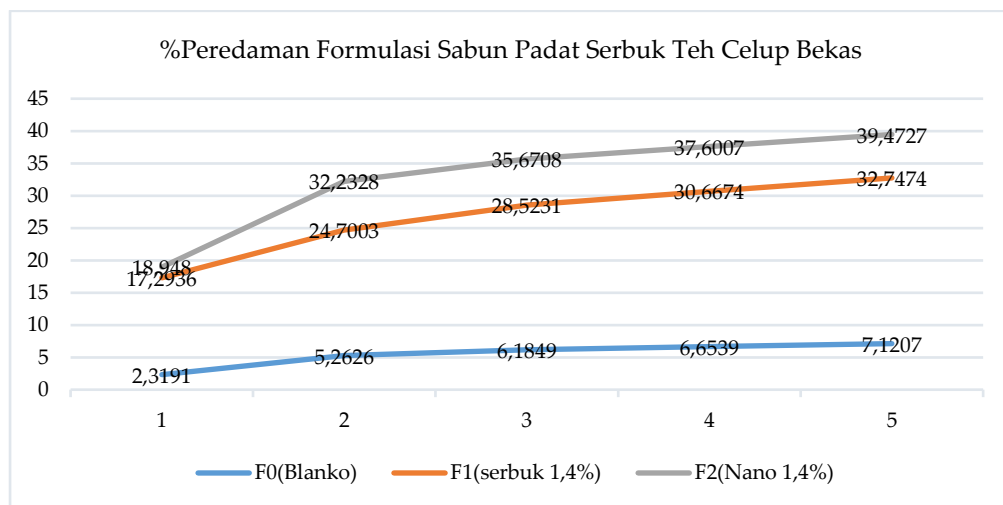
Keterangan :

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Larutan DPPH yang ditambahkan serbuk nano teh celup bekas mengalami perubahan warna dari ungu menjadi lebih pucat hingga kuning, menunjukkan penurunan absorbansi. Penurunan ini terjadi karena senyawa metabolit sekunder dalam sampel mendonorkan atom hidrogen kepada radikal DPPH sehingga mengubahnya menjadi bentuk non-radikal [35]. Semakin tinggi konsentrasi sampel, semakin besar kemampuan peredaman radikal bebas. Persentase peredaman disajikan pada Tabel 15.



Gambar 9. Grafik % Peredaman Uji Aktivitas Antioksidan sabun padat

Berdasarkan hasil grafik, setiap pengujian sampel sabun padat mendapatkan % peredaman yang dimana semakin kecil ukuran partikel serbuk teh celup bekas maka semakin tinggi hasil % peredaman yang dihasilkan.

Penentuan nilai IC_{50}

Nilai IC_{50} dihitung menggunakan persamaan regresi linier. Semakin rendah nilai IC_{50} yang diperoleh, semakin kuat aktivitas antioksidan suatu senyawa dalam menetralkan radikal bebas [36]. Hasil Penentuan nilai IC_{50} sabun padat dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil perhitungan nilai IC_{50}

No	Sampel	IC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	Kategori Kekuatan Antioksidan
1	F0	975,2836	Sangat lemah
2	F1	211,3533	Sangat lemah
3	F2	168,3053	Lemah

Keterangan :

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

Berdasarkan Tabel 16, terlihat penurunan aktivitas antioksidan yang signifikan pada sediaan sabun padat dibandingkan dengan serbuk nano teh celup bekas itu sendiri (IC_{50} 80,9 $\mu\text{g/mL}$ "kuat" menjadi 168,3 $\mu\text{g/mL}$ "lemah" pada F2). Penurunan ini dapat diakibatkan oleh beberapa faktor. Pertama, proses saponifikasi yang melibatkan suhu tinggi (60-70°C) dan kondisi basa dari NaOH dapat menyebabkan degradasi senyawa antioksidan, terutama senyawa fenolik seperti flavonoid dan tanin yang rentan terhadap panas [38], dan pH alkali [35]. Kedua, terjadi interaksi antara senyawa antioksidan dengan komponen matriks sabun. Gugus hidroksil fenolik pada flavonoid dan tanin dapat berikatan dengan ion Na^+ dari sabun atau berinteraksi dengan molekul surfaktan, sehingga mengurangi kemampuan senyawa tersebut untuk mendonasikan atom hidrogen kepada radikal DPPH. Ketiga, sifat hidrofilik relatif dari senyawa antioksidan dapat membuatnya kurang terdispersi dengan baik dalam matriks sabun yang sebagian bersifat nonpolar, sehingga mengurangi ketersediaannya untuk bereaksi dengan DPPH dalam medium uji. Meskipun demikian, formula F2 (nano) masih menunjukkan aktivitas yang lebih baik dibandingkan F1 (serbuk biasa) dan F0 (blanko), mengindikasikan bahwa nanosisasi partikel berhasil meningkatkan luas permukaan dan potensi pelepasan senyawa aktif, meskipun tidak dapat sepenuhnya mengatasi faktor-faktor penghambat lainnya.

Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengeksplorasi metode formulasi yang lebih "ramah" terhadap senyawa antioksidan guna mempertahankan potensinya. Beberapa alternatif yang dapat diuji antara lain: (1) metode *cold process* yang tidak melibatkan pemanasan tinggi, (2) penambahan serbuk nano pada tahap akhir proses pembuatan sabun setelah suhu campuran turun di bawah 40°C, atau (3) penggunaan sistem pembawa (carrier) seperti mikrokapsul atau liposom untuk melindungi senyawa antioksidan dari kondisi lingkungan yang merusak selama proses produksi dan penyimpanan sabun.

Tabel 17. Hasil Uji *Non Parametrik* dengan *Kruskal Wallis* Aktivitas Antioksidan Sediaan Padat

Formula	Rerata $\pm$ SD	<i>p-value</i>
F0	0,74514 $\pm$ 0,01396	0,008
F1	0,57738 $\pm$ 0,044393	
F2	0,53006 $\pm$ 0,059772	

Keterangan:

F0 (Blanko) : Sediaan sabun padat tanpa serbuk teh celup bekas

F1 (Serbuk 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk teh celup bekas 1,4%

F2 (nano 1,4%) : Sediaan sabun padat serbuk nano teh celup bekas 1,4%

**p*>0.05 : tidak ada perbedaan

**p*<0.05 : ada perbedaan

Berdasarkan hasil analisis statistika diuji normalitas dan homogenitas diperoleh nilai sig <0,05 yang berarti data tidak terdistribusi normal. Sehingga dilanjutkan uji *Non Parametric* yaitu *Kruskal Wallis* diperoleh nilai Asymp. Sig = 0,008 yang berarti data < 0,05 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada F0, F1 dan F2.

Serbuk teh celup bekas dapat menghambat radikal bebas karena memiliki senyawa antioksidan seperti tanin, alkaloid, steroid, flavonoid dan saponin. Senyawa tanin bekerja sebagai antioksidan sekunder dengan menghentikan pembentukan radikal bebas dengan cara mengeklat logam besi. Tanin dapat menekan proses peroksidasi lipid sehingga mencegah terjadinya hiperkolestroleemia. Senyawa alkaloid juga berguna sebagai antioksidan dengan cara menghentikan proses oksidasi. Senyawa flavonoid sebagai antioksidan primer bekerja dengan memberikan atom hidrogen pada radikal bebas. Selain itu, flavonoid dapat mengurangi kerusakan akibat peroksidasi lipid dengan cara berikatan pada logam Cu dan Fe, dimana logam tersebut merupakan katalis dari proses pembentukan radikal hidroksil (OH). Flavonoid dapat meningkatkan pembentukan antioksidan endogen, seperti SOD, GPx, serta CAT [47]. Steroid berperan sebagai antioksidan primer dengan menghambat pembentukan radikal bebas baru melalui pemutusan reaksi berantai dan mengonversinya menjadi produk yang lebih stabil [48]. Sedangkan mekanisme aktivitas antioksidan saponin berlangsung melalui kemampuan senyawa ini meredam radikal superoksida dengan membentuk intermediates hiperoksida. Proses tersebut berperan dalam mencegah kerusakan biomolekuler yang diakibatkan oleh radikal bebas [49].

Pada penelitian ini aktivitas sabun padat tergolong lemah pada penambahan serbuk nano teh celup bekas, karena flavonoid yang terkandung dalam sediaan sabun dengan tambahan serbuk nano teh celup bekas yang telah tercampur oleh berbagai senyawa yang bersifat nonpolar pada saat pembuatannya, terutama VCO. Kondisi ini menunjukkan bahwa flavonoid dalam serbuk nano teh celup bekas masih berikatan dengan gugus glikosida, sehingga menghambat interaksi dengan radikal DPPH dan menurunkan kemampuan antioksidatifnya. Ikatan tersebut menyebabkan flavonoid tidak dapat mendonasikan atom hidrogen akibat adanya halangan sterik. Selain itu, keberadaan gugus lain dalam matriks sampel dapat berkontribusi pada berkurangnya jumlah flavonoid aktif, sehingga aktivitas antioksidan yang dihasilkan menjadi rendah [35].

Tingkat aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sensitivitas senyawa terhadap paparan oksigen, cahaya, suhu tinggi, dan proses pengeringan (Melanie et al., 2023). Pada penelitian ini, kategori kekuatan antioksidan sabun padat tergolong sangat lemah. Kondisi ini diduga terkait dengan proses pembuatan sabun transparan yang menggunakan hot plate pada suhu sekitar 70 °C dalam durasi yang relatif lama. Paparan panas tersebut dapat menyebabkan ketidakstabilan komponen bioaktif yang terkandung dalam serbuk teh celup bekas, terutama flavonoid. Senyawa flavonoid, saponin, tannin, steroid, dan alkaloid berperan penting dalam aktivitas antioksidan karena kemampuannya mendonorkan atom hidrogen atau elektron untuk menetralkan radikal bebas. Namun, senyawa-senyawa tersebut bersifat labil terhadap panas, sehingga dapat mengalami degradasi selama proses pemanasan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa pengeringan pada suhu 70 °C menghasilkan aktivitas antioksidan paling rendah pada teh daun sambiloto, menunjukkan bahwa paparan suhu tinggi dapat menurunkan stabilitas senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat antioksidan [51].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, serbuk teh celup bekas berhasil diproses menjadi serbuk nano dengan ukuran partikel rata-rata 684,35 nm. Formulasi sabun padat yang mengandung serbuk nano tersebut menunjukkan mutu fisik yang memenuhi persyaratan, meliputi uji organoleptik, pH (F0: 9,31; F1: 9,33; F2: 9,35), stabilitas busa (F0: 65,33; F1: 67; F2: 69,67), kekerasan (F0: 6,81; F1: 6,05; F2: 6,08), serta daya bersih (F0: 4,1; F1: 4,5; F2: 5).

Selain itu, formulasi sabun yang mengandung serbuk nano teh celup bekas menunjukkan adanya aktivitas antioksidan, meskipun intensitasnya masih tergolong rendah pada berbagai konsentrasi yang diuji. Nilai IC₅₀ pada F0 sebesar 975,2861 µg/mL tergolong sangat lemah, pada F1 sebesar 211,3533 µg/mL masih dalam kategori sangat lemah, sementara F2 dengan nilai IC₅₀ sebesar 168,3053 µg/mL berada dalam kategori aktivitas antioksidan lema.

Conflict of Interest

Penelitian ini dilaksanakan secara independen dan objektif, tanpa adanya konflik kepentingan maupun pengaruh dari pihak eksternal.

Acknowledgment

Penulis menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih kepada Universitas Muslim Nusantara atas dukungan berupa fasilitas dan bantuan penelitian yang telah diberikan.

Supplementary Materials

Referensi

- [1] F HaikalM, L NabilaA, Nurrizkika, M ZarkasyiN, U Tri. Pelatihan dan Pendampingan Produksi Sabun di Jalan Kliwonan Kelurahan Tambakaji. Semarang: CV. Anagraf Indonesia; 2022.
- [2] SNI. Standar mutu sabun padat. 2016.
- [3] Tungadi R, Madania M, Aini BH. Formulasi dan Evaluasi Sabun Padat Transparan dari Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). Indonesian Journal of Pharmaceutical Education 2022;2:117–24. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i2.14060>.
- [4] Pine, D.T.A, Basir, H. D. Formulasi dan Uji Mutu Sabun Padat dari Ekstrak Etanol Daun Teh (*Camellia sinensis*) asal Malino. Jurnal Katalisator 2022;7:131–9.
- [5] Santi I, Amirah S, Andriani I. Sosialisasi Pembuatan Teh Herbal Dalam Kemasan Teh Celup Pada Kelompok Pkk Kalabbirang, Kabupaten Takalar. Dharmakarya 2022;11:22. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v11i1.32667>.
- [6] Maulana I, Iryani A, Nashrianto H. Pemaatan Ampas Teh Sebagai Adsorben Ion Kalsium(Ca 2 +) Dan Ion Magnesium (Mg 2 +) Dalam Air Sadah. Universitas Pakuan Bogor 2017:1–7.
- [7] Nurjanah N, Aprilia BE, Fransiskayana A, Rahmawati M, Nurhayati T. Senyawa Bioaktif Rumput Laut Dan Ampas Teh Sebagai Antibakteri. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 2018;21:305.
- [8] MaidawatI N, Christin. A R, Maria G, Tommi HS, Yohanes M. Pemanfaatan Limbah Teh Dalam Praformulasi Tabir Surya. Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains UKSW 2009:99–105.
- [9] Mursal ILP, Fajriyani A, Nurfirzatullah I, Insani M, Shafira RA. Jenis-Jenis dan Ukuran Nanopartikel Dalam Sistem Penghantaran Obat yang Baik : Literature Review Articel. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan 2023;9:1–5.

- [10] Yesti Y. Study of the Development of Nanoparticle Formulation From *hylocereus Polyrhizus* (*Hylocereus polyrhizus*) Skin Extract As a Moisturizer in Lip Balm. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology* 2023;1. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v0i0.45975>.
- [11] Nurjanah N, Aprilia BE, Fransiskayana A, Rahmawati M, Nurhayati T. Senyawa Bioaktif Rumput Laut Dan Ampas Teh Sebagai Antibakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 2018;21:305.
- [12] Depkes R. Indonesia. 1995.
- [13] DepKes R. *Materia medika Indonesia Edisi Keempat* 1989:538–41, 550.
- [14] Syahrial S, Handayani M. Pengaruh waktu milling dengan ukuran nano serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) dan hubungannya dengan bioavailabilitas secara in-vitro dan in-vivo. *Action: Aceh Nutrition Journal* 2020;5:121. <https://doi.org/10.30867/action.v5i2.213>.
- [15] Destiyana OY, Hajrah, Rijai L. Formulasi Nanoemulsi Kombinasi Ekstrak Bunga Mawar (*Rosa damascena* Mill.) dan Ekstrak Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) Menggunakan Minyak Pembawa Virgin Coconut Oil (VCO). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* 2018;8:254–9. <https://doi.org/10.25026/mpc.v8i1.331>.
- [16] Hoten H Van. Analisis Karakterisasi Serbuk Biokeramik Dari Cangkang Telur Ayam Broiler. *Rotor* 2020;13:1. <https://doi.org/10.19184/rotor.v13i1.18874>.
- [17] Rosi DH, Mulyani D, Deni R. Formulasi Sediaan Sabun Padat Transparan Minyak Atsiri Kulit Jeruk (*Citrus Sinensis*) (L.) Osbeck. *Jurnal Farmasi Higea* 2021;13:124. <https://doi.org/10.52689/higea.v13i2.373>.
- [18] Widyasanti A, Farddani CL, Rohdiana D. Making Of Transparent Solid Soap Using Palm Oil Based With Addition White Tea Extracts (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol 2016;5:125–36.
- [19] Jamil SA, Rahayu YP, Lubis MS, Nasution HM. Uji aktivitas antibakteri formulasi sediaan sabun padat transparan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) terhadap bakteri *Cutibacterium acnes*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 2023;6:1568–77. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.234>.
- [20] Novita Apriyani. Utama Skripsi. Zainal Fanani*, Almunady T Panagan, Novita Apriyani 2020;22:108–18.
- [21] Fauziah F, Zakaria N, Adriani A, Nazirah N, Kurniasih KI. Formulasi Dan Uji Stabilitas Sabun Padat Transparan Ekstrak Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 2023;6:951–7. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.172>.
- [22] Tomi, Indawati I. Formulasi Sediaan Sabun Padat Transparan Dari Ekstrak Etanol Daun Kemangi Dengan Konsentrasi 1, 5%, 3%, Dan 6%. *Medimuh: Jurnal Kesehatan* 2020;1:55–60.
- [23] Kisno Saputri R, Albari A, Nisak SC. Pengaruh Basis Minyak Terhadap Karakteristik Dan Daya Bersih Sabun Transparan Ekstrak Kulit Salak (*Salacca zalacca*). *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian* 2022;7:91–100. <https://doi.org/10.37874/ms.v7i2.311>.
- [24] Ananda TP, Febriani Y, Sudewi S. Formulasi sediaan body lotion dari ekstrak etanol buah bit (*Beta vulgaris* L.) sebagai pelembab kulit dan antioksidan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 2023;6:980–8. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i3.51>.
- [25] Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958;181:1199–200.
- [26] Diana Febriani, Dina Mulyati, Endah Rismawati. Karakterisasi Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn). *Prosiding Penelitian SPeSIA Unisba* 2015:475–80.
- [27] Syamsul ES, Supomo, Jubaidah S. Karakterisasi Simplisia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Pidada Merah (*Sonneratia caseolaris* L). *Kovalen: Jurnal Riset Kimia* 2020;6:184–90. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15319>.
- [28] Vonna A, Desiyana LS, Hafsyari R, Illian DN. Analisis Fitokimia dan Karakterisasi dari Ekstrak Etanol Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.). *Indonesia Jurnal Bioleuser* 2311;5:8–12.
- [29] Taba P, Parmitha NY, Kasim S. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum*) Sebagai Bioreduktor dan Uji Aktivitasnya Sebagai Antioksidan. *Indo J Chem Res* 2019;7:51–60. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2019.7-ptb>.
- [30] Mursal ILP, Fajriyani A, Nurfirzatullah I, Insani M, Shafira RA. Jenis-Jenis dan Ukuran Nanopartikel Dalam Sistem Penghantaran Obat yang Baik: Literature Review Article. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 2023;9:1–5.
- [31] Setyarini HD, Apriani M, Cahyono L. Karakterisasi Adsorben dari Ampas Teh Tanpa Aktivasi dan Teraktivasi. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology* 2020;3:156–9.

- [32] Depkes R. *Materia Medika (Indonesia Medical Materials)*. 1989.
- [33] Molyneux P. Penggunaan radikal bebas stabil difenilpikril- hidrazil (DPPH) untuk memperkirakan aktivitas antioksidan 2004;26(2): 211:1–9.
- [34] Martiningsih NW, Widana GAB, Kristiyanti PLP, Bandyopadhyay S, Mukerji J, Yenerel NM, et al. Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Matoa (*Pometia pinnata*) dengan Metode DPPH. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics* 2016;3:332–8.
- [35] Purwanto Moch, Yulianti ES, Nurfauzi IN, Winarni W. Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Sabun Padat Dengan Penambahan Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *Indonesian Chemistry and Application Journal* 2019;3:14. <https://doi.org/10.26740/ica.v3n1.p14-23>.
- [36] febrianti dwi rizki, ariani novia, Niah R, Jannah R. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Jeruk Siam Banjar (*Citrus reticulata*). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia* 2019;2:1–6. <https://doi.org/10.36387/jifi.v2i1.298>.
- [37] Safitri L, Nofita N, Tutik T. Hubungan Kadar Tanin Dengan Aktivitas Antioksidan Pada Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Yang Tumbuh Di Dataran Rendah Dan Dataran Tinggi. *Jurnal Farmasi Malahayati* 2023;6:52–62. <https://doi.org/10.33024/jfm.v6i1.8238>.
- [38] Aryantini D. Aktivitas Antioksidan dan kandungan tanin total ekstrak etanol daun KUPU-KUPU (*Bauhinia purpurea* L.). *Jurnal Farmagazine* 2021;8:54. <https://doi.org/10.47653/farm.v8i1.537>.
- [39] MaidawatI N, Christin. A R, Maria G, Tommi HS, Yohanes M. Pemanfaatan Limbah Teh Dalam Praformulasi Tabir Surya. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains UKSW* 2009:99–105.
- [40] Sukmaya RS, Indra I, Yulianti R, ... Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Sabun Transparan Astaxanthin. *Prosiding Seminar ...* 2021;IX:10–9.
- [41] Pramushinta IAK, Ajiningrum PS. Formulasi Sediaan Sabun Padat Transparan Dengan Penambahan Ekstrak Biji Bunga Matahari (*Helianthus annuus* L.). *STIGMA: Jurnal Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa* 2018;11:77–84. <https://doi.org/10.36456/stigma.vol11.no01.a1511>.
- [42] Tungadi R, Madania M, Aini BH. Formulasi dan Evaluasi Sabun Padat Transparan dari Ekstrak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education* 2022;2:117–24. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i2.14060>.
- [43] Sugiharta S. Formulasi Dan Evaluasi Sabun Transparan Berbahan Baku Minyak Jelantah. *Jurnal Buana Farma* 2021;1:41–6. <https://doi.org/10.36805/jbf.v1i3.165>.
- [44] Yusan LY, Nailufa Y, Suryadih. *Pembuatan Handwash: Peningkatan Kualitas Sabun UMKM*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka; 2022.
- [45] Anita sukrawati, Nur-ainee laha, Suprpto. Efek Gliserin sebagai Humectan Terhadap Sifat Fisik dan Stabilitas Vitamin C dalam Sabun Padat. *Jurnal Farmasi Indonesia* 2017;14:40–7.
- [46] Agustini W, Winarni AH. Karakteristik Dan Aktivitas Antioksidan Sabun Padat Transparan Yang Diperkaya Dengan Ekstrak Kasar Karotenoid *Chlorella pyrenoidosa*. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan* 2017;12:1–12. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.379>.
- [47] Oktaviani, Yuniastuti, Christijanti. Aktivitas Antioksidan dari Pati Umbi Gembili (*Dioscorea esculenta* L.) Pada Tikus Hiperkolestrolemia. *Jurnal FMIPA* 2021;9:172–7.
- [48] Silvani MA, Riga R, Agustini DM. Aktivitas Antioksidan Jamur Endofitik BS-1 yang Diisolasi dari Bunga Sambiloto Menggunakan Beras Putih sebagai Media Pertumbuhan. *Jurnal Sains Dan Kesehatan* 2023;5:149–56. <https://doi.org/10.25026/jsk.v5i2.1734>.
- [49] Hasan H, Ain Thomas N, Hiola F, Nuzul Ramadhani F, Ibrahim AS. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2 picrylhydrazyl (DPPH). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education* 2022;2:67–73. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i1.10995>.
- [50] Melanie M, Salenus MW, Lestario LN. Aktivitas Antioksidan Dan Kandungan Kuersetin Ekstrak Daun Dan Batang Melati Kosta. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 2023;11:100–6. <https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2023.011.02.6>.
- [51] Dewi TO, Dewi YSK, Sholahuddin. Kajian Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Organoleptik pada Teh Herbal Kulit Buah Nanas (*Ananas comous* (L.) Merr.). *Jurnal Sains Pertanian Equator* 2021;10:1–10.