

FORMULASI DAN UJI KARAKTERISTIK GRANUL INSTAN POLIHERBAL BANGJALE (BANGLE, JAHE, DAN LEMON) SEBAGAI ANTIOKSIDAN

Nur Aji*, Shandra Isasi Sutiswa

Jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Tasikmalaya, Indonesia

*Email: nuraji090689@gmail.com

Received: 01/01/2025 , Revised: 30/01/2025 , Accepted: 07/02/2025, Published: 24/02/2025

ABSTRAK

Pada penelitian sebelumnya, serbuk instan kombinasi rimpang bangle, rimpang jahe dan sari buah lemon telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan. Formulasi dalam serbuk instan dengan maltodekstrin DE 18-20 sebagai bahan pengisi dan PEG-40 HCO sebagai peningkat kelarutan menghasilkan serbuk instan yang baik dalam hal kelarutan, akan tetapi daya alirnya kurang baik. Salah satu upaya memperbaiki kekurangan tersebut peneliti melakukan pengembangan produk dalam bentuk granul dan penambahan anti aderen. Penelitian tentang pengembangan produk kombinasi bangle, jahe dan lemon untuk memperoleh sediaan dengan karakteristik yang baik dalam bentuk sediaan granul instan. Penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium yang terbagi menjadi empat tahap pengerjaan. Pertama adalah penyiapan bahan uji dan pengujian parameter bahan. Tahap kedua, optimasi basis granul instan. Tahap ketiga, formulasi granul instan bangle jahe dan lemon. Tahap keempat, uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*) dari sediaan granul instan dan uji karakteristik sediaan granul instan. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak rimpang jahe, ekstrak rimpang bangle, dan sari buah lemon memiliki aktivitas anti oksidan dengan kategori kuat. Optimasi penggunaan PVP 2% sebagai pengikat pada menghasilkan granul dengan presentase paling banyak sebesar 52,1%. Formulasi granul bangjale (Bangle, jahe dan lemon) dengan penambahan aerosil menghasilkan granul dengan karakteristik sifat alir, faktor Hausner, kecepatan alir, dan sudut istirahat yang baik. Granul instan yang dihasilkan memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori kuat. Formulasi Bangjale (bangle, jahe, dan lemon) dalam sediaan granul instan dengan penambahan aerosil dapat memperbaiki karakteristik granul terutama sifat alirnya.

Kata kunci : Bangle, Granul, Jahe, Lemon, Karakteristik Fisik

ABSTRACT

In previous studies, instant powders of a combination of bangle rhizome, ginger rhizome, and lemon juice have been shown to have antioxidant activity. Formulation in instant powder with maltodextrin DE 18-20 as filler and PEG-40 HCO as solubility enhancer produced good instant solubility but poor flowability. One of the efforts to improve these shortcomings is the development of products in the form of granules and adding anti-adherents. Research the development of bangle, ginger, and lemon combination products to obtain preparations with good characteristics in instant granule preparations. The research was conducted in a laboratory experimental manner and was divided into four stages. The first was the preparation of test materials and testing of material parameters. The second stage is instant granule-based optimization. The third stage is the instant granule formulation of ginger and lemon bangle. The

fourth stage is the antioxidant activity test using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method of instant granule preparation and the characteristics test of instant granule preparation. Antioxidant activity test results of ginger rhizome extract, bangle rhizome extract, and lemon juice have potent antioxidant activity—optimization of using 2% PVP as a binder produced granules with the highest percentage of 52.1%. Bangjale granule formulation (Bangle, ginger, and lemon) with the addition of aerosil produces granules with good characteristics of flow properties, Hausner factor, flow speed, and angle of repose. The instant granule produced has antioxidant activity and is in a strong category. Bangjale (bangle, ginger, and lemon) formulation in instant granule preparation with aerosil can improve granule characteristics, especially its flow properties.

Keywords: *Bangle, Granule, Ginger, Lemon, Physical Features*

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik merupakan salah satu faktor risiko dari obesitas, resistensi insulin, dislipidemia, dan peningkatan tekanan darah dengan angka kesakitan dan kematiannya tinggi (Nurzakiah, 2021). Sindrom metabolik disebabkan karena kelebihan gizi, kurang aktivitas fisik, dan kelebihan timbunan lemak pada tubuh (Chakrabarti et al., 2024). Sindrom metabolik bukanlah penyakit tetapi merupakan entitas kompleks umum yang muncul sebagai epidemi di seluruh dunia dan masalah kesehatan masyarakat utama dengan tingkat prevalensi berkisar antara 20-25% pada populasi orang dewasa dan 0 - 19,2% pada anak-anak; tetapi dapat mencapai hampir 80% pada pasien diabetes tipe 2 (Belete, Ataro, Abdu, & Sheleme, 2021). Selain itu, prevalensi sindrom metabolik semakin meningkat secara drastis di beberapa negara seperti Amerika Serikat dan Eropa, tetapi juga di negara-negara Asia seperti Cina, India, dan Korea Selatan

(Wang, Lee, Liu, Portincasa, & Wang, 2020). Prevalensi di Indonesia sekitar 23,34% termasuk laki-laki (26,2%) dan perempuan (21,4%) (Rustika, Driyah, Oemiati, & Hartati, 2019).

Sindrom metabolik sering ditandai dengan stres oksidatif, suatu kondisi di mana hasil ketidakseimbangan antara produksi dan inaktivasi spesies oksigen reaktif. Spesies oksigen reaktif memiliki peran menguntungkan dan merugikan bagi tubuh: pertama spesies oksigen reaktif berperan penting dalam berbagai sistem fisiologis, dalam kondisi stres oksidatif, spesies oksigen reaktif berkontribusi terhadap disfungsi seluler (Chakrabarti et al., 2024). Mekanisme ketahanan tubuh terhadap stres oksidatif adalah melalui antioksidan endogen (Adwas, Elsayed, Azab, & Quwaydir, 2019). Jika jumlah radikal bebas dan spesies reaktif di dalam tubuh melebihi kemampuan antioksidan endogen, maka tubuh memerlukan asupan antioksidan dari makanan, tumbuhan atau

obat-obatan (Werdhasari, 2014). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aji & Sutiswa (2023), kombinasi bangle, jahe dan lemon memiliki aktivitas antioksidan dengan IC_{50} sebesar 122 $\mu\text{g/mL}$ (kategori sedang). Aktivitas antioksidan dari kombinasi ketiga bahan tanaman tersebut disebabkan kandungan polifenol (ketiga tanaman) dan flavonoid (jahe dan bangle) serta kurkuminoid (bangle). Selain itu, jahe memiliki komponen utama gingerol dan shogaol yang merupakan agen antioksidan yang kuat dan memiliki efek dalam pengobatan kelainan sindrom metabolik (Salaramoli, Mehri, Yarmohammadi, Hashemy, & Hosseinzadeh, 2022). Kurkumin pada bangle juga diketahui menurunkan serum LDL-C (*Low Density Lipoprotein- Cholesterol*), kolesterol total dan kadar trigliserida pada pasien penyakit kardiovaskular (Azhdari, Karandish, & Mansoori, 2019). Lemon selain memiliki aktivitas antioksidan juga memiliki peran penting dalam formula, senyawa asam organik pada lemon dapat menstabilkan kurkumin (Miao et al., 2021).

Formulasi kombinasi bangle, jahe dan lemon dalam bentuk serbuk instan dengan maltodekstrin DE 18-20 sebagai pengisi dan PEG-40 HCO sebagai peningkat kelarutan menghasilkan serbuk instan yang baik dalam segi kelarutan. Serbuk instan

memiliki kekurangan yaitu daya alir yang kurang baik dan higroskopisitas yang tinggi (Aji & Sutiswa, 2023). Salah satu upaya memperbaiki kekurangan tersebut peneliti melakukan pengembangan produk dalam bentuk granul dan penambahan anti aderen. Salah satu faktor higroskopisitas adalah luas permukaan, semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas permukaan serbuk yang akan kontak dengan lembab dari udara (Lowell & Shields, 1991). Dengan ditingkatkan ukuran partikel diharapkan luas permukaan kontak dengan sumber lembab dapat dikurangi (Nurjanah, Sriwidodo, & Nurhadi, 2021).

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan maka dilakukan penelitian tentang formulasi granul instan bangle, jahe dan lemon untuk memperoleh sediaan dengan karakteristik yang baik dan memiliki aktivitas antioksidan.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : *vacuum freeze dryer* (BioBase), spektrofotometer UV-Vis cary 60 (*Agilent*), inkubator IN 30 (*Memmert*), timbangan mikro analitik (*Sartorius*), dehidrator (*Athome*), mesh (Lokal), mikropipet (*Joanlab*), pH meter, (*Dixon Tech*),

mikronmeter slide (*Srate*) dan alat gelas penunjang lainnya (*Pyrex*).

Bahan yang digunakan untuk formula yaitu: maltodekstrin DE 18-20 (*Ambrosia*), sukralosa (*Anhui Jinhe*), aerosil (*Cabot Corp.*), polietilen glikol 40 *hydrogenated castor oil*/PEG 40 HCO (*Evonik*), polivinil pirolidon/PVP (*Himedia*), dan aquadestilata (*Brataco*). Bahan reagen yang digunakan adalah: etanol 96% (*DPH*), metanol pro analisis (*Merck*), aluminium (III) klorida/ AlCl_3 (*Merck*), natrium karbonat trihidrat (*Merck*), reagen folin ciocalteu/reagen F-C (*Merck*), natrium asetat/ Na_2CO_3 (*Merck*), dan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil/DPPH (*Sigma*). Bahan pembanding baku yang digunakan adalah: asam galat (*Sigma*), kurkumin (*Merck*), kuersetin (*Merck*), dan asam askorbat/vitamin C (*Merck*).

Jalannya Penelitian

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pengembangan formulasi granul instan bangle, jahe dan lemon yang merupakan program jangka panjang dengan tujuan akhir yaitu produk yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat yang memenuhi kriteria : aman, berkhasiat, berkualitas dan legal. Bagian penelitian dilakukan secara eksperimental laboratorium yang terbagi menjadi empat tahap pengerjaan. Pertama penyiapan bahan

seperti pembuatan serbuk sari buah lemon dan penyiapan ekstrak rimpang jahe dan bangle. Tahap kedua, optimasi kombinasi ekstrak dan basis granul instan. Tahap ketiga, formulasi granul instan bangle jahe dan lemon. Tahap keempat, uji aktivitas antioksidan dari sediaan granul instan.

1. Penyiapan Sampel

Ekstrak rimpang jahe dan ekstrak rimpang bangle yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari penelitian sebelumnya oleh Aji & Sutiswa (2023). Ekstrak-ekstrak tersebut dibuat dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 96%. Serbuk sari buah lemon dibuat dengan memeras buah, sari buah ditampung dan ditambahkan maltodekstrin 10% sebagai pengisi kemudian dekeringkan dengan alat *vacuum freeze dryer* pada suhu $-76\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 10^{-4} pa. Sebagai salah satu parameter mutu ekstrak, dan serbuk sari buah dilakukan pengujian pengujian kadar fenol total, flavonoid, kurkuminoid total (untuk bangle), vitamin C (untuk lemon), dan aktivitas antioksidan.

2. Pengukuran Fenolat Total

Larutan stok pembanding asam galat dibuat dengan konsentrasi 100 $\mu\text{g/mL}$. Larutan pembanding diencerkan dalam pengenceran serial dengan konsentrasi berturut-turut 1, 2, 3, 4, dan 5 $\mu\text{g/mL}$, pengenceran dilakukan dengan mengambil

larutan pembanding dan direaksikan dengan reagen F-C campuran didiamkan selama 8 menit. Kemudian larutan ditambah 0,5 mL Na₂CO₃ jenuh dan diinkubasi selama 1 jam pada suhu kamar, setelah itu ditambahkan 10 mL air, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Setelah di reaksi larutan pembanding diukur serapan pada panjang gelombang 740 nm dan dihitung persamaan regresi linier $y=ax+b$.

Sebanyak 1 mL larutan uji diambil, dan setiap rangkaian larutan reagent

dimasukkan ke dalam wadah yang sesuai. Larutan uji ditambahkan 0,5 mL larutan F-C, campuran didiamkan selama 8 menit. Kemudian pada larutan ditambahkan 0,5 mL Na₂CO₃ jenuh dan diinkubasi selama 1 jam pada suhu kamar, setelah itu ditambahkan 10 mL air. Pembacaan serapan diperlakukan sama seperti larutan pembanding. Konsentrasi dihitung menggunakan persamaan regresi linier sebagai kesetaraan asam galat (GAE) (Aji, Kumala, Mumpuni, & Rahmat, 2023; Kemenkes RI, 2017).

Tabel 1. Seri pengenceran larutan pembanding pada pengukuran fenolat total

No.	Asam Galat (mL)	F-C (mL)	Na ₂ CO ₃ (mL)	Air (mL)	Volume (mL)	Konsentrasi asam galat (µg/mL)
1	0,00	0,50	0,50	9,00	10,00	0,00
2	0,10	0,50	0,50	8,90	10,00	1,00
3	0,20	0,50	0,50	8,80	10,00	2,00
4	0,30	0,50	0,50	8,70	10,00	3,00
5	0,40	0,50	0,50	8,60	10,00	4,00
6	0,50	0,50	0,50	8,50	10,00	5,00

3. Pengukuran Flavonoid Total

Sampel ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 10 mL etanol P yang disonikasi hingga ekstrak larut. Saring ke dalam labu ukur 10 mL, bilas kertas saring dengan etanol P, dan tambahkan hingga tanda batas. Larutan pembanding dibuat dengan menimbang 10 mg kuersetin secara hati-hati, dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, dilarutkan, dan ditambahkan etanol P hingga tanda batas. Buat pengenceran serial larutan 20, 30, 40, 50,

dan 60 µg/mL. Pengujian dimulai dengan memipet 0,5 mL larutan uji secara terpisah dan setiap rangkaian larutan pembanding ke dalam wadah yang sesuai, menambahkan 1,5 mL etanol P; 0,1 mL aluminium klorida 10%; 0,1 mL natrium asetat 1 M, dan 2,8 air (Tabel 2). Larutan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar. Ukur absorbansi pada $\lambda_{max} = 435$ nm. Buat kurva kalibrasi dan hitung kadarnya dengan adanya flavonoid ekuivalen kuersetin (QE) (Islam dkk, 2022; Kemenkes RI, 2017).

Tabel 2. Seri pengenceran larutan pembanding pada pengukuran flavonoid total

Kuersetin (µg/mL)	Kuersetin (mL)	AlCl ₃ (mL)	Na-Acetat (mL)	Etanol (mL)	Water (mL)	Konsentrasi Akhir Kuersetin (µg/mL)
20,00	0,50	0,10	0,10	1,50	2,80	2,00
30,00	0,50	0,10	0,10	1,50	2,80	3,00
40,00	0,50	0,10	0,10	1,50	2,80	4,00
50,00	0,50	0,10	0,10	1,50	2,80	5,00
60,00	0,50	0,10	0,10	1,50	2,80	6,00

4. Pengukuran Kurkuminoid Total

Uji total kurkuminoid menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis (Kemenkes RI, 2017). Ekstrak rimpang bangle sebanyak 100 mg ditimbang dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL, kemudian ditambahkan 10 mL etanol P dan disonikasi hingga ekstrak larut. Ekstrak disaring, filtrat dimasukan kedalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan etanol P hingga tanda batas. Larutan sampel diencerkan 10 kali dengan cara memasukkan 0,1 mL sampel ke dalam labu ukur 10 mL dan menambahkan etanol P hingga tanda batas.

Larutan pembanding dibuat dengan menimbang kurang lebih 10 mg kurkumin secara teliti menggunakan timbangan mikro analitik (Sartorius). Kurkumin dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, lalu menambahkan etanol P hingga tanda batas. Lakukan pengenceran larutan pembanding dengan kadar 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 µg/mL secara berurutan. Larutan blanko menggunakan Etanol P.

Pengukuran dilakukan dengan memipet 3 mL larutan uji secara terpisah, masing-masing rangkaian larutan pembanding dan larutan blanko ke dalam wadah yang sesuai, mengukur absorbansi pada panjang gelombang serapan maksimum pada panjang gelombang 420 nm. Buat kurva kalibrasi untuk menentukan persamaan regresi. Konsentrasi sampel dihitung dalam persen berat (% b/b) dengan persamaan 1 di mana "k" adalah konsentrasi kurkuminoid dalam g/mL, "f" adalah faktor pengenceran, "v" adalah volume sampel sebelum pengenceran (mL), dan "w" adalah berat sampel (gram).

$$\text{Kurkuminoid total (\%)} = \frac{k \times v \times f}{w} \times 100\% \dots [1]$$

5. Pengukuran Vitamin C Sebuk Sari Buah Lemon

Baku pembanding Vitamin C (Sigma) ditimbang sebanyak 10 mg kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL dan dilarutkan dengan akuades sampai tanda batas dan dihomogenkan sehingga di dapatkan konsentrasi 1000 µg/mL. Dari vitamin C 1000 ppm diambil 1 mL dan di

masuk ke dalam labu ukur 10 mL tambahkan air hingga tanda batas. Dipipet larutan vitamin C 100 µg/mL kedalam labu ukur 10 masing-masing sebesar 1 mL, 3 mL, 5 mL, 7 mL, 9 mL, dan 11 mL. Lalu ditambahkan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan sehingga di dapatkan konsentrasi 1, 3, 5, 7 , 9, dan 11 µg/mL. Serapan diukur pada panjang gelombang 265 nm. Setelah itu, dibuat kurva kalibrasi dan dihitung persamaan regresi linear dari data yang diperoleh (Dewi, 2018).

Serbuk sari buah lemon ditimbang sebanyak 100 mg kemudian larutkan dalam labu ukur 10 mL, tambahkan air hingga tanda batas. Setiap 1 gram serbuk sari lemon mengandung sari lemon sebanyak 14%. Sehingga larutan yang dibuat setara dengan larutan stok 1400 µg/mL sari lemon. Larutan stok diambil 1 mL dan dimasukkan dalam labu ukur 10 mL kemudian tambahkan air hingga tanda batas. Ukur

serapan dan hitung kadar Vitamin C dalam persen bobot (% , b/b)

6. Optimasi Penggunaan PVP (Polivinil Pirolidon)

Optimasi penggunaan PVP digunakan untuk pembentukan masa granul. Formula yang dibuat untuk formula tanpa zat aktif dengan penambahan PVP. Penambahan PVP mengacu pada penelitian (Husni et al., (2020) konsentrasi yang pernah digunakan sebagai pengikat granul adalah 1-5%. Tabel formula optimasi dapat dilihat pada Tabel 2. Parameter keberterimaan formula dengan menggunakan persen perolehan granul dapat dihitung dengan persamaan 2 Formula dengan persen perolehan granul terbanyak yang akan dilanjutkan pada proses selanjutnya. Persen perolehan granul menunjukkan efisiensi proses granulasi yang dipengaruhi oleh penggunaan bahan pengikat yaitu PVP.

$$\% \text{ Granul} = \frac{\text{Granul Dihilangkan}}{\text{Total Bahan Awal}} \times 100\% \dots\dots [2]$$

Tabel 2. Optimasi formula blanko

No.	Bahan	FA (% b/b)	FB (% b/b)	FC (% b/b)
1	PEG 40 HCO	2,7	2,7	2,7
2	PVP	1	2	3
3	Sukralosa	0,24	0,24	0,24
4	Maltodekstrin DE 18-20	96,06	95,06	94,06

Keterangan : F = Formula

Jumlah granul yang dibuat untuk setiap formula adalah 50 gram menggunakan metode granulasi basah. PVP yang telah ditimbang dilarutkan dalam 10

mL etanol 70%. PEG 40 HCO, sukralosa, dan maltodekstrin DE 18-20 dicampurkan dan diaduk hingga homogen. Larutan PVP disemprotkan pada adonan hingga terbentuk

masa yang dapat dikepal. Ayak masa campuran menggunakan mesh 10 kemudian keringkan menggunakan dehidrator pada suhu 40°C selama 1 jam. Granul yang telah kering di ayak kembali menggunakan mesh nomor 10. Lakukan pengujian distribusi ukuran partikel menggunakan mesh nomor : 10 (∅ pori = 2 mm), 18 (∅ pori = 1 mm), dan 40 (∅ pori = 0,43 mm). Granul memiliki ukuran 1-2 mm yang akan tertahan pada ayakan mesh nomor 10 dan 18. Sedangkan, masa yang lolos dari ayakan nomor 18 memiliki ukuran kurang dari 1 mm dan dikategorikan sebagai serbuk kasar. Persentase granul dihitung terhadap masa yang tertahan pada mesh nomor 10 dan 18 dan dihitung dalam persen masa granul (Puspita, Ebtavanny, & Fortunata, 2022).

7. Formulasi dan Uji Karakteristik Granul

Formulasi granul instan Bangjale (Bangle, Jahe dan Lemon) berdasarkan pada

penelitian sebelumnya oleh Aji & Sutiswa (2023) dengan kombinasi perbandingan ekstrak bangle, jahe dan sari buah lemon adalah 1:4:1. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, formulasi granul menggunakan serbuk sari buah lemon setiap 1 gram serbuk ekstrak kering mengandung 14 % ekstrak lemon. Sehingga penggunaan ekstrak kering lemon harus dikonversi dimana 1 gram ekstrak lemon setara dengan 7,14 g \approx 7 gram serbuk sari lemon. Kemudian pengikat granul hasil optimasi yaitu menggunakan PVP 2%. Pada formulasi granul instan variasi konsentrasi aerosil digunakan untuk melihat pengaruhnya terhadap karakteristik masing-masing formula, formula lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Formula granul instan bangjale (bangle, jahe dan lemon)

No.	Bahan	FB1 (% b/b)	FB2 (% b/b)	FB3 (% b/b)
1	Serbuk sari buah lemon	7,00	7,00	7,00
2	Ekstrak bangle	1,00	1,00	1,00
3	Ekstrak jahe	4,00	4,00	4,00
4	PEG 40 HCO	2,70	2,70	2,70
5	PVP	2,00	2,00	2,00
6	Aerosil	0,50	1,00	1,50
7	Sukralosa	0,24	0,24	0,24
8	Maltodekstrin DE 18-20	90,56	90,06	89,56

Keterangan : F= Formula

Pembuatan granul instan bangjale (bangle, jahe, dan lemon) dengan ditimbang semua bahan yang akan digunakan. Masukkan maltodekstrin, ekstrak kering lemon, dan Sukralosa pada wadah kemudian sisihkan. Ekstrak bangle dan jahe dilarutkan dalam 10 mL etanol 96% kemudian tambahkan PEG 40 HCO. Masukkan larutan ekstrak dalam penyemprot. Semprotkan larutan ekstrak pada wadah berisi serbuk aduk hingga ekstrak tercampur homogen. Keringkan serbuk bangjale menggunakan dehidrator pada suhu 40°C selama 30 menit. Siapkan larutan PVP 2%, semprotkan larutan PVP pada masa adonan dan aduk rata hingga terbentuk masa yang dapat dikepal. Ayak granul menggunakan mesh 10 kemudian keringkan granul pada suhu 40°C selama 1 jam. Uji karakteristik granul instan yang dilakukan meliputi: organoleptik, distribusi ukuran partikel, kelarutan, nilai pH, kecepatan alir, sudut istirahat, dan kerapatan granul.

Uji organoleptik granul instan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi bentuk aroma, warna, dan rasa. Pengamatan mikroskopis bentuk partikel serbuk. Pengamatan mikroskopis menggunakan mikroskop binokuler dengan mikrometer slide. Granul instan diletakan

pada slide mikrometer, diteteskan parafin cair, dan ditutup menggunakan *cover glass*.

Uji distribusi ukuran granul dilakukan dengan menggunakan metode pengayakan. Metode ini berfungsi untuk mengukur distribusi ukuran partikel dengan cara menggunakan tiga mesh ayakan yang disusun secara berturut yaitu 10, 18 dan 40, dimana mesh ayakan yang paling kasar diletakkan pada bagian paling atas. Berdasarkan tiga nomor mesh maka distribusi ukuran partikel dibagi menjadi 4 kategori seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Nomor mesh dan ukuran diameter (\emptyset) pori

No.	Kriteria	Rentang ukuran \emptyset pori (mm)
1	Tertahan mesh 10	> 2
2	Lolos mesh 10 dan tertahan mesh 18	1-2
3	Lolos mesh 18 dan tertahan mesh 40	0,43-1
4	Lolos mesh 40	< 0,43

Uji kelarutan granul dilakukan dengan melarutkan serbuk instan dalam air dengan perbandingan 1:10; sampai dengan 1:100 dengan interval volume 10 mL. Larutan diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 2400 rpm selama 5 menit. Persen transmitansi (%T) digunakan untuk mengukur kejernihan larutan atau sistem dispersi secara kuantitatif. Nilai %T yang tinggi berarti ukuran partikel semakin mengecil dan tingkat transparansi

meningkat. Kekeruhan larutan diukur menggunakan spektroskopi fotometer UV-Vis pada panjang gelombang 800 nm, dan dihitung nilai %T-nya (Abdassah, 2017).

Sudut diam adalah sudut tetap antara tumpukan partikel berbentuk kerucut dengan bidang horizontal saat sejumlah serbuk dituangkan ke dalam alat ukur. Sudut diam yang baik antara 25-40°. Sudut diam ditentukan oleh persamaan $\tan \alpha = h/r$ di mana α adalah sudut diam, h adalah tinggi kerucut, dan r adalah jari-jari kerucut (Husni, Fadhiilah, & Hasanah, 2020).

Waktu alir ditentukan dengan cara menuangkan serbuk sebanyak 25 gram ke dalam corong ukur. Tutup corong dibuka perlahan-lahan, butiran-butiran dibiarkan mengalir keluar. Waktu alir dicatat dengan stopwatch hingga semua butiran mengalir keluar. Waktu alir yang baik adalah ≤ 10 gram/detik atau $100 \text{ gram} \leq 10 \text{ detik}$ (Hudha & Widyaningsih, 2015).

Nilai pH ditentukan dengan menimbang 1 gram bubuk instan yang dilarutkan dalam 100 mL air suling. Lakukan pengukuran menggunakan pH meter yang dikalibrasi dalam rentang uji menggunakan buffer standar.

Uji kerapatan (ρ) massa granul dilakukan dengan cara menimbang serbuk (W_0) sebanyak 30 gram, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 mL

dan diamati volumenya (V_0). Persamaan 3 digunakan untuk menghitung nilai kerapatan granul.

$$\rho = W_0/V_0 \dots \dots \dots [3]$$

Uji ρ padat dilakukan dengan cara menimbang serbuk (W_0) sebanyak 30 gram yang dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 mL dan diukur volumenya (V_t). Kemudian diletakkan pada alat uji kerapatan ketuk dengan cara mengetuk sebanyak 1.250 kali dan dicatat volumenya (V_{t1}). Apabila selisih antara V_t dan V_{t1} tidak lebih dari 2 mL, maka digunakan V_t . Rumus W_0/V_t menghitung nilai ρ padat. Nilai ρ tak padat dipengaruhi oleh ukuran partikel (Abdullah & Imtihani, 2022). Faktor Hausner merupakan salah satu metode untuk menentukan sifat alir serbuk dengan cara mengukur ρ massa dan ρ padat. Rasio kurang dari 1,25 menunjukkan karakteristik baik, dan lebih dari 1,50 berarti karakteristik buruk (Kusumo & Mita, 2018). Selain rasio Hausner, nilai persen (%) kompresibilitas juga ditentukan. Faktor Hausner dihitung menggunakan persamaan 4, dan % kompresibilitas menggunakan persamaan 5.

$$\text{Faktor Hausner} = \frac{\rho_{\text{Compress}}}{\rho_{\text{Bulk}}} \dots \dots \dots [4]$$

$$\% \text{ Kompresibilitas} = \frac{\rho_{\text{Compress}} - \rho_{\text{Bulk}}}{\rho_{\text{Compress}}} \dots \dots [5]$$

8. Uji Aktivitas Antioksidan

Larutan stok sampel dan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) dibuat pada konsentrasi 100 µg/mL, kemudian sampel dan DPPH direaksikan seperti pada Tabel 3, dengan volume total 5 mL untuk memperoleh konsentrasi sampel sebesar 5, 10, 20, 40, dan 80 µg/mL (Tabel 5). Seri konsentrasi larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, terlindung dari cahaya. Setelah itu, absorbansi pada panjang gelombang 515 nm dihitung menggunakan spektrofotometer UV-Vis, dan persen inhibisi (Pi) menggunakan persamaan 6 (Tristantini, Ismawati, Pradana, & Jonathan, 2016). Nilai “Ab” adalah nilai serapan

kontrol, sedangkan “As” adalah nilai serapan sampel. Setelah persentase hambatan diketahui, konsentrasi inhibisi 50% (IC₅₀) ditentukan menggunakan persamaan regresi linier. Kategori IC₅₀ dapat dilihat pada Tabel 6.

$$Pi = \frac{Ab-As}{Ab} \times 100\% \dots\dots\dots[6]$$

Tabel 6. Kategori IC₅₀ pada pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Zamzani & Triadisti, 2021)

Kategori Antioksidan	Nilai IC ₅₀ (µg/mL)
Sangat kuat	<50
Kuat	50-100
Sedang	100-250
Lemah	250-500

Tabel 5. Dilution series and addition of DPPH test reagents

Seri pengenceran	Metanol (mL)	Sampel (mL)	DPPH (mL)	Konsentrasi sampel (µg/mL)
Kontrol	4,00	0,00	1,00	0,00
A1	3,75	0,25	1,00	5,00
A2	3,50	0,50	1,00	10,00
A3	3,00	1,00	1,00	20,00
A4	2,00	2,00	1,00	40,00
A5	0,00	4,00	1,00	80,00

Analisis Data

Analisis deskriptif dilakukan terhadap data parameter karakteristik granul, hasil analisis data deskriptif. Pengolahan dan penyajian data analisis deskriptif dalam penelitian dilakukan melalui tahapan sistematis untuk memberikan gambaran rinci tentang karakteristik data yang

dikumpulkan. Data kuantitatif dianalisis menggunakan ukuran pemusatan (mean) dan penyebaran (standar deviasi) untuk menggambarkan pola distribusi, homogenitas, atau heterogenitas data. Penyajian data dilakukan melalui tabel, grafik, atau diagram, tabel frekuensi, untuk mempermudah interpretasi dan komunikasi

hasil penelitian. Selain itu, persamaan regresi linier digunakan untuk menentukan kadar total kurkuminoid, total polifenol, total flavonoid, vitamin C dan aktivitas antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pembuatan serbuk sari buah lemon dan pengukuran kadar vitamin C

Dari 1000 gram lemon diperoleh saribuah lemon sebanyak 800 mL ditambahkan maltodekstrin (fase 1) sebanyak 80 gram. Hasil pengeringan sari lemon diperoleh bobot sebanyak 106,5 gram. Sehingga jumlah sari lemon hasil *freeze dry* sebanyak 26,5 gram. Rendemen sari lemon per 1000 gram buah lemon adalah $(26,5/1000)*100\% = 2,65\%$. Penambahan maltodekstrin (fase 2) sebanyak 80 gram setelah *freeze dry* untuk menyerap lembab sehingga mudah dihaluskan. Bobot total serbuk sari lemon diperoleh 186,5 gram, sehingga tiap gram serbuk mengandung 0,14 gram sari lemon, penampilan serbuk sari buah lemon hasil *freeze dry* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampilan serbuk sari lemon hasil *freeze dry*

Secara organoleptis serbuk sari buah lemon memiliki pemerian serbuk berwarna putih dengan rasa asam dan aroma khas sari lemon. Setelah dilakukan pengeringan kemudian dilakukan uji kadar vitamin C sebagai salah satu parameter mutu dari serbuk sari buah lemon. Hasil pembuatan kurva kalibrasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 265 nm menggunakan standar baku asam askorbat (vitamin C) diperoleh persamaan regresi $y = 0,0806x + 0,0686$ dan koefisien korelasi 0,9982. Dalam konteks regresi, koefisien korelasi memberikan informasi tentang seberapa baik model regresi linier cocok dengan data. Jika koefisien korelasi mendekati 1, model regresi linier dapat dianggap sebagai deskripsi yang baik dari hubungan antara variabel (Widhiarso, 2010). Nilai koefisien korelasi dari hasil pengujian mendekati angka 1 yang artinya menunjukkan adanya hubungan linier yang kuat antara dua variabel konsentrasi vitamin C dan

absorbansi. Akurasi penetapan kadar berhubungan erat dengan linieritas karena metode yang akurat harus mampu mempertahankan hubungan linier antara konsentrasi dan hasil pengukuran (Leo & Daulay, 2022).

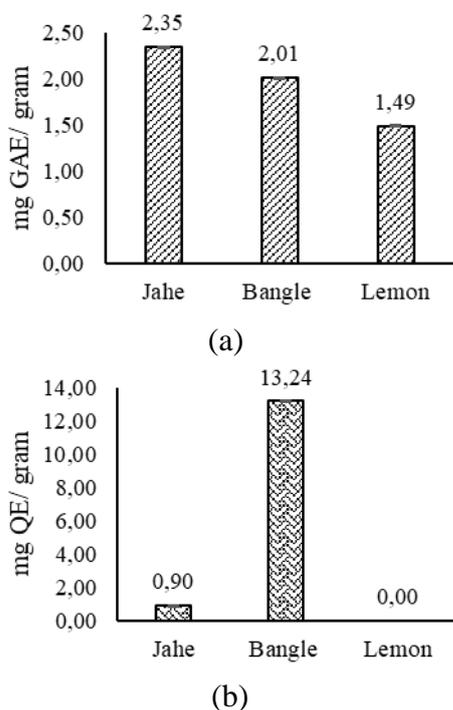
Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis diketahui kadar vitamin C yaitu $0,03 \pm 0,0001\%$ atau setara dengan 30 mg/gram serbuk sari lemon. Senyawa vitamin C dalam sari buah lemon diketahui memiliki stabilitas rendah terhadap pemanasan tinggi salah satu upaya untuk meminimalisir penguraian dalam proses pembuatan granul instan adalah dengan memekatkan sari buah lemon menggunakan metode *freeze dry*.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aji, N dan Sutiswa, SI (2023) penggunaan sari buah lemon digunakan dalam bentuk cairan sehingga kurang efektif dalam pencampuran ke dalam serbuk yang mengakibatkan waktu pengeringan yang lebih lama. Sari lemon yang dibuat dalam serbuk sebagai bahan granul instan diharapkan dapat mempersingkat waktu pemanasan dalam proses pembuatan granul instan Bangjale sehingga penguraian zat aktif oleh lama pemanasan dapat di minimalisir.

2. Hasil Pengukuran Kadar Fenol dan Flavonoid Total dari Ekstrak Jahe, Bangle dan Serbuk Sari Buah Lemon

Ekstrak jahe, bangle dan serbuk sari lemon diketahui memiliki kandungan senyawa fenolat, hasil pengujian kadar total senyawa fenolat dapat dilihat pada Gambar 2 (a) dimana kadar paling tinggi pada jahe dan yang terendah pada serbuk sari buah lemon. Namun demikian sari lemon yang dipekatkan dengan metode *freeze dry* memiliki kandungan yang lebih dinggi dibandingkan sari cair berdasarkan penelitin sebelumnya oleh Aji, N & Sutiswa, SI (2023) sebesar 1,49 mgGAE/gram.

Kadar flavonoid total berdasarkan hasil pengukuran diperoleh kadar teringgi pada ekstrak bangle sebesar 13,24 mg QE/gram. Sari buah lemon secara kualitatif tidak mengandung flavonoid sehingga pada pengujian kadar bernilai nol.



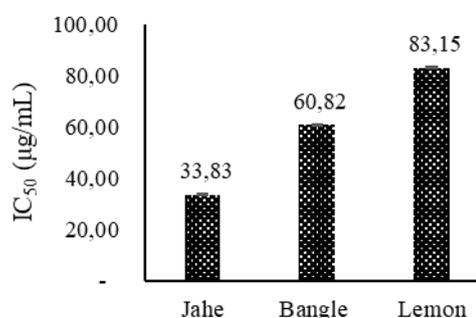
Gambar 2. (a) Hasil uji kadar fenolat total dan (b) kadar flavonoid total

3. Hasil Pengukuran Kadar Kurkuminoid Total dari Ekstrak Bangle

Salah satu parameter mutu dari ekstrak bangle adalah kadar kurkuminoid total. Tanaman bangle diketahui memiliki kandungan kurkumin kompleks yaitu kasumunin A, B dan C. Kadar kurkumin total ekstrak etanol 96% bangle berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 3 kadar kurkumin pada ekstrak adalah $1,41 \pm 0,0029$ %. Berdasarkan hasil pengukuran kadar kurkumin lebih kecil dari yang dipersyaratkan dalam farmakope herbal edisi 2 (Kemenkes, 2017). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar kurkumin yaitu kondisi tanah, cara

pengolahan dan stabilitas (Aji & Sutiswa, 2023). Kurkumin diketahui stabil pada pH asam, ketika kondisi pH netral atau alkali kurkumin lebih mudah teroksidasi (Larasati & Jusnita, 2020).

4. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Rimpang Jahe, Rimpang Bangle dan Serbuk Sari Buah Lemon

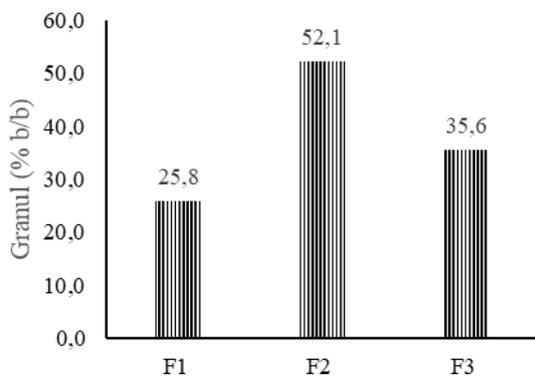


Gambar 3. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak jahe, bangle dan serbuk sari buah lemon

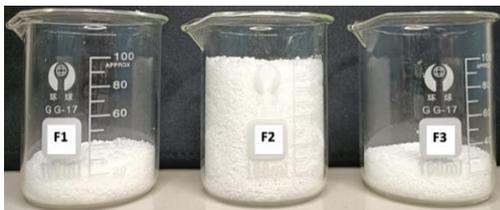
Hasil uji aktivitas antioksidan sari dan ekstrak dapat dilihat pada Gambar 3, ekstrak rimpang jahe dan ekstrak rimpang bangle masih memiliki aktivitas dengan kategori yang sama pada penelitian sebelumnya (Aji & Sutiswa, 2023) yaitu kategori kuat. Sedangkan sari lemon mengalami peningkatan potensi aktivitas anti oksidan. Pada penelitian sebelumnya, sari lemon memiliki kategori lemah sedangkan pada sari lemon yang dipekatan menggunakan metode *freeze dry* menjadi kategori kuat. Peningkatan aktivitas anti oksidan disebabkan hilangnya air pada sari sehingga

terjadi pemekatan konsentrasi zat aktif. Selain itu penguapan sari menggunakan metode *freeze dry* melibatkan suhu beku sehingga kemungkinan terurainya zat aktif pada sari lemon karena pemanasan dapat dihindari.

5. Hasil Optimasi Penggunaan PVP pada Formulasi Granul



(a)



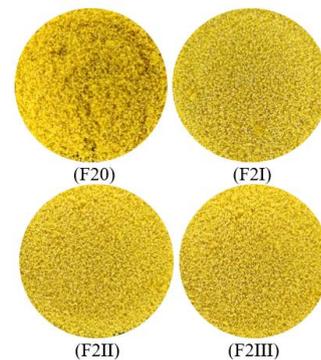
(b)

Gambar 4. (a) persentase masa granul yang terbentuk dengan variasi penambahan PVP, (b) penampilan masa granul yang memenuhi kriteria ukuran granul

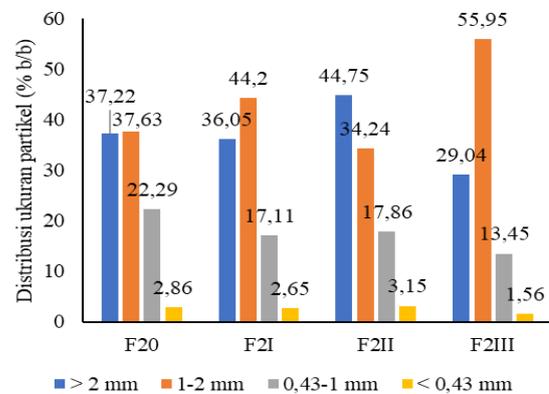
Hasil optimasi penggunaan PVP sebagai pengikat granul pada formula 2 (Gambar 4) sudah dapat membentuk granul dengan ukuran pada rentang 1-2 mm. Hasil optimasi menunjukkan jumlah granul yang

dihasilkan dengan penambahan PVP 2% sudah menghasilkan ukuran granul lebih banyak yaitu sebanyak 52,1%.

6. Hasil Formulasi dan Uji Karakteristik Granul Instan Bangjale (Bangle, Jahe dan Lemon)



Gambar 5. Hasil formulasi sediaan granul Bangjale dengan variasi konsentrasi aerosil



Gambar 6. Diagram distribusi ukuran granul bangjale

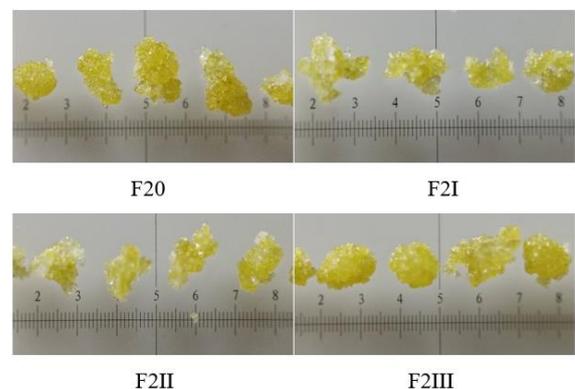
Berdasarkan optimasi penggunaan PVP maka digunakan formula 2 dengan konsentrasi PVP 2% sebagai pengikat. Hasil formulasi granul instan dengan penambahan aerosil menghasilkan penampilan seperti pada Gambar 5. Sediaan memiliki bentuk

granul, berwarna kuning, aroma khas bangle rasa pedas dan asam.

Distribusi ukuran partikel yang diukur menggunakan metode pengayakan bertingkat memperoleh hasil yang dapat dilihat pada Gambar 6, terdapat variasi ukuran partikel salah satu faktornya karena penambahan aerosil pada formula F2I-F2III yang memberikan kontribusi persentase ukuran serbuk halus pada granul. Selain itu partikel dengan ukuran serbuk dan serbuk halus dapat terbentuk karena faktor gesekan antar partikel pada saat formulasi. Serbuk halus yang terkadang masih ditemukan dalam granul, meski terlihat seperti "sisa" dari proses, sebenarnya memiliki peran yang cukup berpengaruh dalam beberapa aspek. Serbuk halus dalam granul berperan penting dalam meningkatkan aliran granul. Partikel halus dapat mengisi celah di antara partikel yang lebih besar, sehingga mengurangi gesekan antar partikel. Hal ini memungkinkan granul mengalir lebih lancar dan lebih seragam, di mana aliran yang baik sangat diperlukan untuk memastikan distribusi bahan yang konsisten. Namun, jika jumlah serbuk halus terlalu banyak, hal itu bisa menyebabkan granul menjadi terlalu padat atau cenderung menempel, yang justru bisa menghambat aliran (Puspita et al., 2022). Persentase serbuk dalam kisaran 10-20% pada granul merupakan kondisi yang

cukup umum ditemui dalam proses pembuatan sediaan farmasi. Jumlah serbuk halus yang berada dalam rentang ini dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat fisik granul, dan pada akhirnya, kualitas produk akhir (Mackaplow, Rosen, & Michaels, 2000).

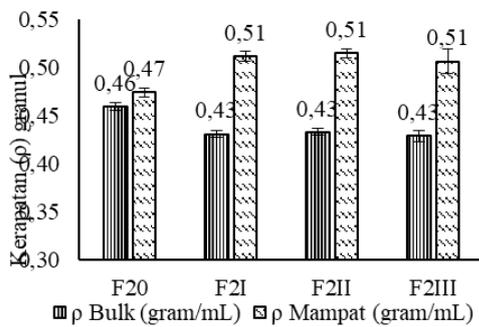
Hasil uji mikroskopik menggunakan mikroskop binokuler pada pembesaran 50 kali menghasilkan tampilan granul yang dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil pengamatan granul memiliki bentuk kristal teraglomerasi menjadi bongkahan granul dengan ukuran pada kisaran 1-2 mm. Proses aglomerasi partikel disebabkan penggunaan PVP sebagai pengikat.



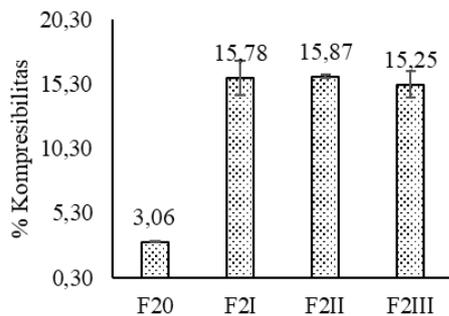
Gambar 7. Hasil pengamatan bentuk partikel dengan pembesaran optik 50 kali. Keterangan : 1 Divisus = 0,1 mm

Hasil uji kerapatan granul dapat dilihat pada Gambar 8(a), terdapat perbedaan yang nyata antara kerapatan bulk dan kerapatan mampat, karakteristik granul menyebabkan tingginya porositas/ rongga antar partikel

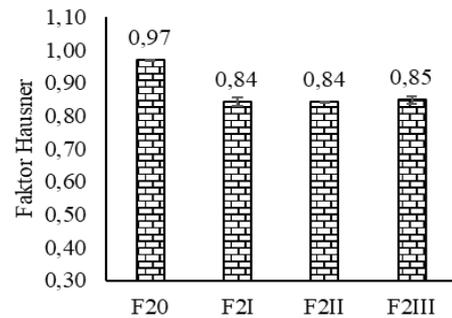
yang ketika dimampatkan serbuk halus akan mengisi ruang antar partikel. Bobot jenis (B_j) bulk adalah perbandingan antara massa serbuk yang belum dimampatkan terhadap volume termasuk kontribusi volume pori antarpartikel. Oleh karena itu, kerapatan nyata tergantung pada kepadatan partikel dan susunan partikel. Bobot jenis (B_j) mampat merupakan berat sampel dibagi dengan volume sampel. Adanya perbedaan B_j mampat pada semua granul kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan ukuran partikel granul, sehingga menyebabkan adanya perbedaan ruang kosong antar partikel (Lobubun & Chabib, 2022).



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. Hasil pengukuran kerapatan granul (a), Nilai kompresibilitas granul (b), Faktor Hausner Granul (c)

Nilai persen indeks kompresibilitas dapat dilihat pada Gambar 8 (a). Kompresibilitas juga biasanya disebut dengan index Carr's yang dapat digunakan untuk menentukan sifat alir. Semakin besar nilai kompresibilitas menunjukkan granul memiliki sifat alir yang kurang baik. Serbuk memiliki sifat alir yang baik jika memiliki nilai indeks kompresibilitas $< 20\%$ (Putri, Parfati, & Rani, 2019). Secara khusus indeks kompresibilitas dibagi dalam tiga kategori yaitu: indeks kompresibilitas rendah ($\leq 15\%$): mengindikasikan aliran granul yang baik. Indeks kompresibilitas sedang (15-20%), mengindikasikan aliran yang dapat diterima. Dan, indeks kompresibilitas tinggi ($> 20\%$), menunjukkan aliran granul yang buruk. Granul dengan kompresibilitas tinggi biasanya memiliki partikel yang lebih tidak seragam, lebih banyak ruang antarpartikel,

atau jumlah serbuk halus yang tinggi. Hal ini menyebabkan peningkatan gesekan dan kohesi, membuat granul lebih sulit mengalir dan lebih cenderung menggumpal atau terjebak (Durga, Sowjanya, Pavani, & Duppala, 2020). Formula F20 memiliki indeks kompresibilitas dengan karakteristik yang baik sedangkan formula F2I-F2III memiliki indeks kompresibilitas yang dapat diterima.

Faktor Hausner, juga dikenal sebagai Rasio Hausner, adalah salah satu parameter yang digunakan untuk menilai sifat aliran dan kemudahan kompresibilitas granul atau serbuk. Faktor ini dihitung dengan membandingkan bobot jenis dari serbuk yang telah dimampatkan dengan bobot jenis dari serbuk yang belum dimampatkan (*bulk density*) (Solikhati, Rahmawati, & Kurnia, 2022). Semua formula menunjukkan nilai faktor Hausner kurang dari 1 yang artinya granul memiliki sifat aliran yang sangat baik (Spalding, 1820). Granul dengan faktor Hausner rendah memiliki perbedaan yang kecil antara B_j mampat dan B_j bulk, menunjukkan bahwa serbuk tidak terlalu kompresibel dan memiliki aliran yang baik. Nilai faktor Hausner yang baik dapat disebabkan adanya partikel yang lebih kecil atau tidak seragam biasanya meningkatkan faktor Hausner, karena partikel-partikel ini lebih cenderung mengisi celah antarpartikel

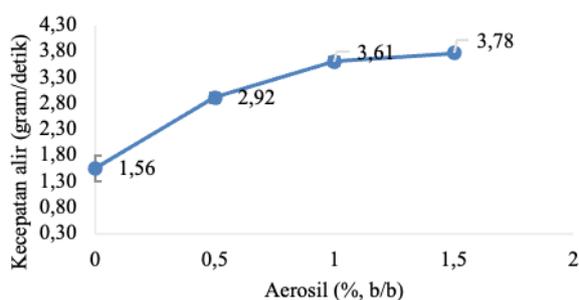
dan menjadi lebih kompresibel (Ulusoy, 2023).

Aliran granul yang baik adalah kondisi di mana granul atau serbuk dapat bergerak dengan lancar dan seragam tanpa menggumpal, menggantung, atau mengalami penyumbatan selama proses manufaktur. Granul dengan aliran yang baik akan memastikan konsistensi dalam pengisian dan pengemasan, yang sangat penting bagi produk yang di buat dalam skala industri. Waktu alir yang baik adalah ≤ 10 gram/detik atau $100 \text{ gram} \leq 10$ detik (Rahayu & Anisah, 2021).

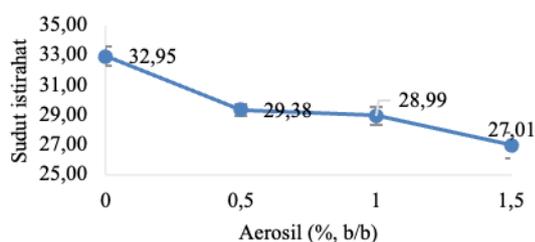
Berdasarkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Gambar 9 (a) semua granul memiliki kecepatan aliran kurang dari 10 gram per detik yang artinya semua formula memiliki kecepatan aliran yang baik. Kecepatan aliran granul meningkat seiring dengan penambahan jumlah aerosil yang diberikan, artinya aerosil memiliki peran sebagai glidan. Aerosil, yang merupakan silika koloid dapat meningkatkan aliran granul melalui mekanisme mengurangi kohesi partikel.

Aerosil terdiri dari partikel yang sangat halus dan memiliki permukaan spesifik yang tinggi, yang membantu mengurangi gaya tarik antar partikel granul. Dengan mengurangi kohesi ini, granul tidak mudah menempel satu sama lain dan lebih

mudah mengalir. Partikel halus aerosil dapat memisahkan partikel granul yang lebih besar, mencegah mereka saling menempel dan membentuk aglomerat, yang berpotensi memperlambat aliran (Pratiwi, Citrariana, & Gemantari, 2023).



(a)



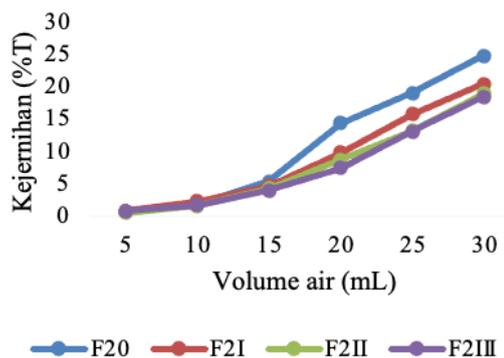
(b)

Gambar 9. (a) Diagram kecepatan aliran granul, dan (b)

Sudut istirahat (*angle of repose*) adalah parameter penting yang digunakan untuk menilai sifat aliran granul. Sudut istirahat mengukur seberapa curam tumpukan serbuk dapat berdiri sebelum mulai bergeser, sudut istirahat yang baik antara 25- 40° (Azzahra et al., 2023). Semua formula granul memenuhi kriteria sudut istirahat. Sudut istirahat rendah menunjukkan bahwa granul dapat mengalir

dengan lancar, tidak mudah menggumpal, dan memiliki kohesi yang minimal.

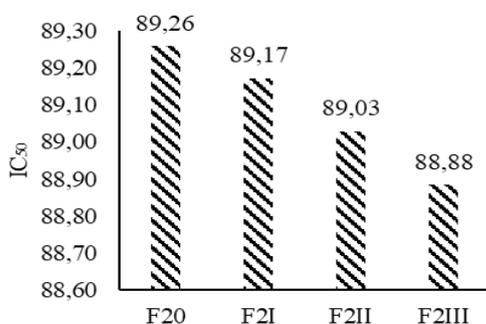
Hasil uji kelarutan granul menunjukkan bahwa semua formula dapat melarut dengan perbandingan 1:5 (gram/mL). Semua granul yang dilarutkan memiliki karakteristik sama yaitu keruh yang ditandai dengan persen transmittan (%T) yang rendah. Namun, terdapat perbedaan diantara 4 formula semakin tinggi jumlah aerosil yang ditambahkan maka semakin keruh larutan yang terbentuk hal tersebut dikarenakan aerosil tidak larut dalam air.



Gambar 10. Hasil uji kelarutan

Penambahan aerosil hanya mempernaiki sifat alirnya saja dan tidak meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan. Peningkatan jumlah aerosil memang menurunkan nilai IC₅₀ artinya dapat meningkatkan aktivitas antioksidan. Secara teoritis peningkatan aktivitas dapat disebabkan kemampuan aerosil selain sebagai glidan juga berperan sebagai pengering granul. Penambahan Aerosil, atau silika koloid, dalam formulasi granul

memiliki peran signifikan dalam mengontrol kelembaban dan meningkatkan sifat alir. Aerosil, dengan luas permukaan yang tinggi dan sifat higroskopiknya, mampu menyerap kelembapan. Penyerapan kelembapan ini mengurangi risiko degradasi bahan aktif yang sensitif terhadap air dan membantu mempertahankan stabilitas fisik granul (Santoso, 2017). Terkait teori tersebut memerlukan penelitian lebih lanjut.



Gambar 11. Aktivitas antioksidan granul instan Bangjale

Hasil formulasi serbuk instan Bangjale dengan berbagai variasi aerosil memiliki aktivitas antioksidan pada kategori kuat, hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yang memiliki aktivitas sedang. Peningkatan aktivitas mungkin terjadi karena perlakuan pengeringan terhadap sari lemon dari cair menjadi serbuk dengan metode *freeze dry*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perubahan formulasi Bangjale (bangle, jahe dan lemon) dalam bentuk granul instan dapat memperbaiki karakteristik terutama

sifat alirnya. Selain peran ukuran partikel aerosil sebagai glidan memiliki peran penting untuk meningkatkan sifat alir granul. Granul yang telah dibuat memiliki aktivitas anti oksidan dengan kategori kuat hal tersebut berkaitan dengan proses pengeringan sari buah lemon menggunakan metode *freeze dry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdassah, M. (2017). Nanoparticles with Ionic Gelation. *Farmaka*, 15(1), 45–52. Diambil dari doi: <https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12138>
- Abdullah, H. S., & Imtihani, H. N. (2022). Formulation and Evaluation of Solid Dispersion Granules of Mangrove Crab (*Scylla serrata*) Shell Chitosan Extracts With Chitosan: PVPK-30 1:2. *Jurnal Kefarmasian Akfarindo*, 45–51. Diambil dari doi: [10.37089/jofar.vi0.119](https://doi.org/10.37089/jofar.vi0.119)
- Adwas, A. A., Elsayed, A., Azab, A. E., & Quwaydir, F. A. (2019). Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J. Appl. Biotechnol. Bioeng*, 6(1), 43–47.
- Aji, N., Kumala, S., Mumpuni, E., & Rahmat, D. (2023). Comparison of Sunscreen and Antioxidant Activities: 70% And 96% Ethanol Extract From

- Bangle (Zingiber montanum (J. Koenig) Link ex A.) Rhizome. *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(2), 605–614. Diambil dari doi: <https://doi.org/10.37874/ms.v8i2.557>
- Aji, N., & Sutiswa, S. I. (2023). Formulation and Characterization of Instant Powder Combination of Ginger, Bangle, and Lemon Extract as an Antioxidant. *Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia Vol*, 10(3), 331–346.
- Azhdari, M., Karandish, M., & Mansoori, A. (2019). Metabolic benefits of curcumin supplementation in patients with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytotherapy research*, 33(5), 1289–1301.
- Azzahra, A. J., Mahfud, S. S., Kamilah, S., Maria, A. D., Nurfauziah, S. S., Ainun, F., ... Yunniarsih, N. (2023). Perbandingan Efektivitas Zat Eksiipien Terhadap Granul Dalam Pembuatan Tablet Paracetamol dengan Metode Granulasi Basah: Review Artikel. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 9813–9830.
- Belete, R., Ataro, Z., Abdu, A., & Sheleme, M. (2021). Global prevalence of metabolic syndrome among patients with type I diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 13(1), 25. <https://doi.org/10.1186/s13098-021-00641-8>
- Chakrabarti, S. S., Saso, L., Bala, S., Saha, S., Profumo, E., Buttari, B., & Chakrabarti, S. (2024). Role of oxidative stress in the pathogenesis of metabolic syndrome. In *Metabolic Syndrome* (hal. 143–156). Elsevier.
- Dewi, A. P. (2018). Penetapan kadar vitamin C dengan spektrofotometri UV-Vis pada berbagai variasi buah tomat. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*, 2(1), 9–13.
- Durga, D. H. N., Sowjanya, T. L., Pavani, T., & Duppala, L. (2020). Formulation development and in-vitro evaluation of Molsidomine matrix tablets for colon specific release. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 10(2), 59–68.
- Hudha, M., & Widyaningsih, T. D. (2015). Effervescent Powder Based on Beluntas Leaf Extract (Pluchea indica Less) As a Natural Antioxidant Source. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1412–1422. Diambil dari doi:

- <https://doi.org/10.21776/jpa.v3i4.264>
Husni, P., Fadhiilah, M. L., & Hasanah, U. (2020). Formulation and Physical Stability Test of Instant Granules of Genjer (*Limnocharis flava* (L.) Buchenau.) Dry Powder as a Fiber Adding Supplement. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 3(1), 1–8. Diambil dari doi: <https://doi.org/10.29313/jiff.v3i1.5163>
- Islam, A., Acıkalın, R., Ozturk, B., Aglar, E., & ... (2022). Combined Effects of Aloe Vera Gel and Modified Atmosphere Packaging Treatments on Fruit Quality Traits and Bioactive Compounds of Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit *Postharvest Biology and ...*. Diambil dari doi: [10.1016/j.postharvbio.2022.111855](https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.111855)
- Kemenkes, R. I. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi 2* (2 ed.). Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kemenkes RI. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi 2*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Kusumo, N. N., & Mita, S. R. (2018). Review: Effect of Natural Binder on Paracetamol Granulation Results. *Farmaka*, 14, 228–235. Diambil dari doi: <https://doi.org/10.24198/jf.v14i1.10777>
- Larasati, S. P., & Jusnita, N. (2020). Nanoemulsion Formulation Of Turmeric Extract (*Curcuma longa* L.) As an Antioxidant. *Journal Of Pharmaceutical and sciences (JPS)*, 3(1), 33–41.
- Leo, R., & Daulay, A. S. (2022). Penentuan Kadar Vitamin C Pada Minuman Bervitamin Yang Disimpan Pada Berbagai Waktu Dengan Metode Spektrofotometri UV. *Journal of Health and Medical Science*, 105–115.
- Lobubun, N. A., & Chabib, L. (2022). Formulasi Granul Effervescent Ekstrak Aseton Rimpang Kencur (*Kaempferia Galanga* L.) dengan Variasi Konsentrasi Polivinilpirolidon. *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 3(3), 139–149.
- Lowell, S., & Shields, J. E. (1991). *Powder surface area and porosity* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Mackaplow, M. B., Rosen, L. A., & Michaels, J. N. (2000). Effect of primary particle size on granule growth and endpoint determination in high-shear wet granulation. *Powder Technology*, 108(1), 32–45.
- Miao, J., Xu, N., Cheng, C., Zou, L., Chen, J., Wang, Y., ... Liu, W. (2021).

- Fabrication of polysaccharide-based high internal phase emulsion gels: Enhancement of curcumin stability and bioaccessibility. *Food Hydrocolloids*, 117, 106679.
- Nurjanah, F., Sriwidodo, S., & Nurhadi, B. (2021). Stabilisasi Tablet yang Mengandung Zat Aktif Bersifat Higroskopis. *Majalah Farmasetika*, 6(1), 10–22.
- Nurzakiah, N. (2021). Literature Review: Pengaruh Pola Makan Terhadap Sindrom Metabolik. *AN-Nur: Jurnal Kajian dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 215–224.
- Pratiwi, P. D., Citrariana, S., & Gemantari, B. M. (2023). Bahan Tambahan dalam Sediaan Tablet. *Sinteza*, 3(2), 41–48.
- Puspita, O. E., Ebtavanny, T. G., & Fortunata, F. A. (2022). Studi Pengaruh Jenis Bahan Pengikat Sediaan Tablet Dispersi Solid Kunyit Terhadap Profil Disolusi Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica*). *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 8(1).
- Putri, J. W., Parfati, N., & Rani, K. C. (2019). Pengaruh Konsentrasi Sodium Starch Glycolate Sebagai Superdisintegran (0% dan 20%) Terhadap Karakteristik Fisik Orally Disintegrating Tablet Atenolol. *CALYPTRA*, 7(2), 1555–1570.
- Rahayu, S., & Anisah, N. (2021). Pengaruh Variasi Konsentrasi Amprotab Sebagai Desintegrant Terhadap Sifat Fisik Tablet Ekstrak Buah Pare (*Momordica Charantia L.*). *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 6(1), 39–48.
- Rustika, R., Driyah, S., Oemiati, R., & Hartati, N. S. (2019). Prediktor sindrom metabolik: Studi kohor prospektif selama enam tahun di Bogor, Indonesia. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 29(3), 215–224.
- Salaramoli, S., Mehri, S., Yarmohammadi, F., Hashemy, S. I., & Hosseinzadeh, H. (2022). The effects of ginger and its constituents in the prevention of metabolic syndrome: A review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 25(6), 664.
- Santoso, L. (2017). Formulasi Granul Effervescent Sari Buah Jambu Mete (*Anacardium occidentale l.*). *Pharmacon*, 6(3).
- Solikhati, A., Rahmawati, R. P., & Kurnia, S. D. (2022). Analisis Mutu Fisik Granul Ekstrak Kulit Manggis dengan Metode Granulasi Basah. *IJF (Indonesia Jurnal Farmasi)*, 7(1), 1–9.
- Spalding, L. (1820). *The Pharmacopoeia of the United States of America*.

Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Jonathan, J. G. (2016). Antioxidant Activity Test Using the DPPH Method on Tanjung leaves (*Mimusops elengi* L). In *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan* (hal. 1).

Ulusoy, U. (2023). A review of particle shape effects on material properties for various engineering applications: from macro to nanoscale. *Minerals*, 13(1), 91.

Wang, H. H., Lee, D. K., Liu, M., Portincasa, P., & Wang, D. Q. H. (2020). Novel insights into the pathogenesis and management of the metabolic syndrome.

Werdhasari, A. (2014). The Role of Antioxidants for Health. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 3(2), 59–68.

Widhiarso, W. (2010). Catatan pada uji linieritas hubungan. *Yogyakarta:*

Fakultas Psikologi Universitas Gadjah Mada.

Zamzani, I., & Triadisti, N. (2021). Limpasu Pericarpium: An Alternative Source of Antioxidant From Borneo With Sequential Maceration Method. *Jurnal Profesi Medika : Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 15(1). Diambil dari doi: 10.33533/jpm.v15i1.2820