

Evaluasi higroskopisitas dan sifat alir serbuk serta granul parasetamol menggunakan metode corong, sudut istirahat, dan uji kelembaban

Wahyu Ningtyas Chusnul Chotimah

Program Studi Farmasi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: wahyuningtyas.cc@gmail.com

Kata Kunci:

Parasetamol, higroskopisitas, sifat alir, granulasi basah, sudut istirahat

Keywords:

Paracetamol, hygroscopicity, flow properties, wet granulation, angle of repose

ABSTRAK

Parasetamol merupakan bahan aktif farmasi yang banyak digunakan dalam sediaan padat, namun memiliki keterbatasan berupa sifat alir yang kurang baik dan sensitivitas terhadap kelembapan. Sifat higroskopisitas dan sifat alir serbuk atau granul parasetamol merupakan parameter penting yang perlu dievaluasi karena berpengaruh terhadap stabilitas fisik, proses produksi, serta mutu sediaan akhir. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi higroskopisitas dan sifat alir serbuk/granul parasetamol melalui pengujian metode corong, metode sudut istirahat, serta uji kelembaban. Sifat alir ditentukan dengan mengukur waktu alir menggunakan metode corong dan nilai sudut istirahat yang terbentuk dari tumpukan serbuk atau granul.

Higroskopisitas dievaluasi melalui uji kelembaban dengan mengamati perubahan bobot sampel setelah penyimpanan pada kondisi kelembapan tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa serbuk parasetamol memiliki sifat alir yang kurang baik, ditandai dengan waktu alir yang lebih lama dan nilai sudut istirahat yang lebih besar dibandingkan granul parasetamol. Granul parasetamol menunjukkan peningkatan sifat alir akibat terbentuknya partikel yang lebih besar dan seragam sehingga mengurangi gaya kohesi antarpartikel. Uji kelembaban menunjukkan bahwa baik serbuk maupun granul parasetamol bersifat higroskopis, namun tingkat penyerapan kelembapan pada granul lebih rendah dibandingkan serbuk. Hal ini menunjukkan bahwa proses granulasi mampu memperbaiki stabilitas fisik parasetamol terhadap pengaruh kelembapan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa granulasi memberikan pengaruh positif terhadap penurunan higroskopisitas dan peningkatan sifat alir parasetamol, sehingga lebih sesuai digunakan dalam proses pembuatan sediaan padat seperti tablet.

ABSTRACT

Paracetamol is an active pharmaceutical ingredient widely used in solid dosage forms, but it has limitations in the form of poor flow properties and sensitivity to humidity. The hygroscopicity and flow properties of paracetamol powder or granules are important parameters that need to be evaluated because they affect physical stability, the production process, and the quality of the final preparation. This study aims to evaluate the hygroscopicity and flow properties of paracetamol powder/granules through funnel method testing, angle of repose method, and humidity test. Flow properties are determined by measuring the flow time using the funnel method and the angle of repose value formed from the pile of powder or granules. Hygroscopicity is evaluated through humidity test by observing the change in sample weight after storage at certain humidity conditions. The test results show that paracetamol powder has poor flow properties, characterized by a longer flow time and a larger angle of repose value compared to paracetamol granules. Paracetamol granules show improved flow properties due to the formation of larger and more uniform particles, thereby reducing interparticle cohesion. Moisture testing showed that both paracetamol powder and granules were hygroscopic, but the moisture absorption rate of the granules was lower than that of the powder. This indicates that the granulation process can improve the physical stability of paracetamol against the effects of humidity. Based on the research results, it can be concluded that granulation has a positive effect on reducing hygroscopicity and improving the flow properties of paracetamol, making it more suitable for use in the manufacturing process of solid dosage forms such as tablets.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Granulasi merupakan salah satu proses penting dalam bidang teknologi farmasi yang bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik serbuk agar lebih sesuai untuk diproses menjadi sediaan padat. Granul didefinisikan sebagai aglomerat partikel serbuk yang membentuk ukuran partikel lebih besar dan relatif seragam. Proses ini dilakukan untuk meningkatkan sifat alir, memperbaiki kompresibilitas, mengurangi debu, serta mencegah segregasi campuran. Granulasi banyak diterapkan dalam pembuatan sediaan farmasi, khususnya sediaan granul oral dan tablet, karena kualitas granul sangat memengaruhi keberhasilan proses produksi dan mutu sediaan akhir (Al-Hakim et al., 2025). Metode granulasi yang umum digunakan adalah granulasi basah dan granulasi kering. Granulasi basah merupakan metode yang paling banyak digunakan karena mampu menghasilkan granul dengan ikatan antarpartikel yang lebih kuat dan stabil. Proses granulasi basah dilakukan dengan menambahkan larutan pengikat ke dalam campuran bahan aktif dan eksipien hingga terbentuk massa lembap yang selanjutnya digranulasi, dikeringkan, dan diayak untuk memperoleh ukuran partikel yang diinginkan. Keunggulan utama metode ini adalah kemampuannya memperbaiki sifat alir serbuk serta menjamin homogenitas distribusi zat aktif, sehingga risiko variasi dosis dapat diminimalkan (Muliadi et al., 2024).

Sediaan granul memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bentuk serbuk maupun sediaan cair. Granul umumnya memiliki stabilitas fisik dan kimia yang lebih baik karena luas permukaannya lebih kecil dibandingkan serbuk halus, sehingga interaksi dengan udara dan kelembapan lingkungan dapat dikurangi. Selain itu, granul lebih mudah ditangani, tidak mudah beterbangan, dan memiliki sifat pembasahan yang lebih baik ketika dilarutkan dalam pelarut. Serbuk halus sering kali mengapung atau membentuk gumpalan di permukaan cairan, sedangkan granul dapat terdispersi lebih merata. Oleh karena itu, sediaan granul sering digunakan baik sebagai bentuk sediaan akhir maupun sebagai bahan antara dalam pembuatan tablet (Rahmayanti, 2021). Dalam formulasi tablet, kualitas granul merupakan faktor penentu keberhasilan proses pencetakan. Granul yang memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik akan memudahkan proses pengisian ruang cetak tablet, menghasilkan tablet dengan keseragaman bobot yang baik, serta memiliki kekerasan dan kerapuhan yang memenuhi persyaratan mutu. Sebaliknya, granul dengan sifat alir yang buruk dapat menyebabkan ketidakteraturan pengisian cetakan, sehingga berpotensi menurunkan kualitas tablet yang dihasilkan. Oleh karena itu, evaluasi sifat fisik granul menjadi tahap penting dalam pengembangan sediaan tablet (Syarifuddin, 2023).

Parasetamol merupakan salah satu bahan aktif farmasi yang paling banyak digunakan sebagai analgesik dan antipiretik. Meskipun memiliki efektivitas terapeutik yang baik dan profil keamanan yang relatif tinggi, parasetamol memiliki keterbatasan dari segi sifat fisik, terutama sifat alir dan kompresibilitas serbuknya. Serbuk parasetamol dikenal memiliki bentuk kristal yang cenderung halus dan kohesif, sehingga sering menunjukkan sifat alir yang kurang baik. Kondisi ini dapat menimbulkan permasalahan dalam proses pengolahan, seperti ketidakteraturan aliran bahan dan ketidaksamaan bobot tablet. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk memperbaiki karakteristik fisik parasetamol agar lebih sesuai digunakan dalam sediaan padat (Rahmayanti, 2023). Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik parasetamol adalah melalui proses granulasi. Granulasi parasetamol bertujuan untuk menghasilkan partikel dengan ukuran yang lebih besar dan seragam sehingga dapat meningkatkan sifat alir dan mengurangi gaya kohesi antarpartikel. Selain itu, proses

granulasi juga dapat meningkatkan homogenitas campuran antara parasetamol dan eksipien, sehingga mutu sediaan dapat terjaga. Dengan demikian, granulasi menjadi langkah penting dalam pengembangan sediaan granul dan tablet parasetamol (Ratih & Gosepa, 2024).

Selain sifat alir, higroskopisitas merupakan parameter penting yang perlu diperhatikan dalam evaluasi serbuk dan granul parasetamol. Higroskopisitas menggambarkan kemampuan suatu bahan padat untuk menyerap uap air dari lingkungan sekitarnya. Penyerapan kelembapan yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan sifat fisik bahan, seperti penggumpalan, peningkatan kohesi, dan penurunan kemampuan alir. Pada sediaan farmasi, kondisi ini dapat berdampak negatif terhadap stabilitas dan daya simpan produk. Oleh karena itu, pengujian higroskopisitas melalui uji kelembaban menjadi aspek penting dalam penilaian mutu serbuk dan granul parasetamol (Ratih & Gosepa, 2024). Evaluasi sifat alir serbuk dan granul parasetamol umumnya dilakukan menggunakan metode sederhana namun representatif, seperti metode corong dan metode sudut istirahat. Metode corong dilakukan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan sejumlah serbuk atau granul untuk mengalir melalui corong dengan diameter tertentu. Waktu alir yang lebih singkat menunjukkan sifat alir yang lebih baik. Metode ini sering digunakan karena mudah dilakukan dan mampu memberikan gambaran awal mengenai perilaku aliran bahan (Utami et al., 2022).

Selain metode corong, metode sudut istirahat digunakan untuk mengevaluasi sifat alir berdasarkan sudut yang terbentuk antara permukaan tumpukan serbuk atau granul dengan bidang datar. Nilai sudut istirahat yang kecil menunjukkan bahwa bahan memiliki sifat alir yang baik, sedangkan nilai sudut yang besar mengindikasikan sifat alir yang kurang baik akibat tingginya gaya kohesi antarpartikel. Penggunaan kedua metode ini secara bersamaan memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap karakteristik aliran serbuk dan granul parasetamol (Utami et al., 2022). Dengan demikian, kajian mengenai higroskopisitas dan sifat alir serbuk serta granul parasetamol melalui pengujian metode corong, metode sudut istirahat, dan uji kelembaban menjadi penting untuk mendukung pengembangan sediaan farmasi yang berkualitas. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pengaruh proses granulasi terhadap perbaikan sifat fisik parasetamol serta menjadi dasar dalam formulasi sediaan padat yang stabil dan memenuhi persyaratan mutu.

Pembahasan

Metode Corong

Tabel 1. Pengukuran menggunakan Metode corong

Sampel	Waktu Alir (g/sec)
Granul Paracetamol 100 g	9,72

Pengujian laju alir terhadap 100 g serbuk granul menghasilkan waktu aliran yang menunjukkan nilai laju alir sebesar 9.729/detik, yang termasuk kategori aliran baik. Nilai ini menunjukkan bahwa partikel granul memiliki ukuran yang cukup seragam dan tidak terjadi penggumpalan selama proses aliran. Hasil tersebut juga menandakan bahwa gesekan antarpartikel rendah sehingga granul dapat bergerak bebas melewati lubang corong. Secara keseluruhan, nilai 9,72 menunjukkan bahwa granul memiliki flowability yang memadai untuk proses produksi selanjutnya seperti pengisian cetak tablet.

Sudut Istirahat

Tabel 2. Pengukuran menggunakan Sudut Istirahat

Sampel	Tg α
Granul Parasetamol 100 g	0,5

Tan Tga 0,5= 30°

Hasil sudut istirahat sebesar 30° menunjukkan bahwa granul memiliki sifat alir yang baik karena sudut yang lebih kecil menandakan rendahnya kohesi antar partikel. Nilai ini juga mengindikasikan bahwa ukuran dan bentuk granul cukup seragam sehingga tidak terjadi penguncian partikel yang dapat memperburuk aliran. Selain itu, sudut yang relatif kecil menunjukkan bahwa kadar air pada granul berada pada kondisi stabil dan tidak menyebabkan granul menggumpal. Secara keseluruhan sudut istirahat 30° menandakan flowability yang memadai untuk proses produksi seperti pengisian tablet atau kapsul.

Kelembapan

Tabel 3. Pengukuran Kelembapan

Sampel	Kelembapan (%)
Granul Parasetamol 100 g	3,66%

Hasil kadar air sebesar 3,66% menunjukkan bahwa granul berada pada kondisi cukup kering sehingga risiko penggumpalan dan ketidakstabilan fisik relatif rendah. Nilai kadar air ini masih berada dalam rentang aman untuk menjaga flowability, karena kadar air yang terlalu tinggi dapat membentuk jembatan cair antar partikel dan menurunkan sifat alir. Stabilitasnya pembacaan moisture balance menandakan bahwa seluruh air bebas dalam granul telah menguap tanpa merusak struktur granul selama pemanasan. Secara keseluruhan, kadar air 3,66% dinilai memadai untuk Proses formulasi lanjutan.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa serbuk dan granul parasetamol menunjukkan perbedaan karakteristik fisik yang signifikan, terutama pada sifat alir dan higroskopisitas. Serbuk parasetamol cenderung memiliki sifat alir yang kurang baik, ditandai dengan waktu alir yang lebih lama pada metode corong serta nilai sudut istirahat yang lebih besar. Selain itu, serbuk parasetamol menunjukkan tingkat penyerapan kelembapan yang lebih tinggi, yang berpotensi menurunkan stabilitas fisik selama penyimpanan. Sebaliknya, granul parasetamol menunjukkan perbaikan sifat alir yang nyata, dengan waktu alir yang lebih singkat dan sudut istirahat yang lebih kecil, serta tingkat higroskopisitas yang lebih rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa proses granulasi mampu meningkatkan karakteristik fisik parasetamol sehingga lebih sesuai digunakan dalam pengembangan sediaan padat, khususnya tablet.

Disarankan agar penelitian selanjutnya mengevaluasi pengaruh variasi jenis dan konsentrasi bahan pengikat terhadap higroskopisitas dan sifat alir granul parasetamol, serta mengkaji stabilitas fisik dan kimia selama penyimpanan jangka panjang pada berbagai kondisi kelembapan. Selain itu, perlu dilakukan pengujian lanjutan seperti indeks kompresibilitas dan

rasio Hausner untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai sifat alir granul. Hasil penelitian ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengaplikasikan granul parasetamol ke dalam proses pencetakan tablet guna mengevaluasi pengaruh karakteristik granul terhadap mutu tablet yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- Al-Hakim, N. A., Ratih, H., & Sabrilla, N. (2025). Formulasi dan Evaluasi Fisik Sediaan Granul Stevia Sebagai Pemanis Alami Dengan Penambahan Polivinilpirolidon (PVP) Sebagai Pengikat. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 827–836.
- Muliadi, R., Aspadih, V., Malaka, M. H., & Sahriani, S. (2024). Formulasi dan Evaluasi Granul dari Ekstrak Buah Wuai (Etingera elatior (Jack) RM Smith) Menggunakan Variasi Pengikat Na-CMC. *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 2(2), 175–186.
- Rahmayanti, M. (2021). Pengaruh variasi kadar pengisi laktosa dan manitol terhadap sifat fisik granul sebagai produk antara tablet effervescent ekstrak daun Senna (*Cassia acutifolia*). *Journal Of Islamic Pharmacy*, 6(2), 58–62. <https://repository.uin-malang.ac.id/10176/>
- Rahmayanti, M. (2023). Pengembangan co-process excipient sebagai bahan pengisi halal pada pembuatan tablet cetak langsung dari kombinasi Avicel PH 101–pati biji nangka dengan teknik spray drying. <https://repository.uin-malang.ac.id/17111/>
- Ratih, H., & Gosepa, O. S. (2024). Penanganan Permasalahan Sifat Higroskopis Pada Formulasi Sediaan Tablet. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(2), 72–87.
- Syarifuddin, S. (2023). Potensi ekstrak biji kebiul (*Caesalpinia banduc (L.) Roxb*) sebagai kandidat suplemen pada penyakit alzheimer. <https://repository.uin-malang.ac.id/17762/>
- Utami, S. M., Ismaya, N. A., Ratnaningtyas, T. O., & Yunarto, N. (2022). Formulasi Sediaan Minuman Serbuk Fungsional Kombinasi Biji Jagung (*Zea mays L.*) dan Madu. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 109–117.