

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Monografi Daun Katuk (*Sauropus androgynous* (L.) Merr.,)

2.1.1 Klasifikasi

Tanaman katuk memiliki taksonomi sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
 Subkingdom : *Tracheobionta*
 Superdivisi : *Spermatophyta*
 Divisi : *Magnoliophyta*
 Kelas : *Magnoliopsida*
 Subkelas : *Rosidae*
 Ordo : *Euphorbiales*
 Famili : *Euphorbiaceae*
 Genus : *Sauropus*
 Spesies : *Sauropus androgynus* (L.) Merr (Plantamor, 2019).



Gambar 2.1 Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr.)

(Sumber : Zhang 2020)

2.1.2 Deskripsi Tanaman

Daun katuk merupakan salah satu tanaman yang termasuk kedalam keluarga *Euphorbiaceae*. Daun katuk memiliki kandungan korofil yang tinggi ditandakan dengan daunnya yang berwarna hijau gelap (Tiara dan Muchtaridi, 2018). Katuk banyak tersebar luas di Negara Asia Selatan dan Asia Tenggara yaitu seperti Negara Indonesia, Malaysia, Vietnam, Laos, Kamboja, Filipina dan China. Tanaman ini lebih menyukai lokasi yang hangat dan lembab dengan suhu yang merata dan curah hujan yang tinggi. Akar tanaman ini tumbuh di tanah dengan pH berkisar antara 5,5 dan 8,0; jika tidak, mereka memiliki kualitas yang buruk dan pertumbuhan yang lambat ketika berada di tanah yang kering dan tandus.(Zhang dkk., 2020). Katuk (*Sauvopus androgynus* L. Merr) dapat tumbuh diketinggian 5-1300 mdpl dan tinggi tanamannya sekitar 3,5 m dengan batang pohon tegak berkayu. Di Indonesia sendiri katuk sering digunakan masyarakat sebagai obat tradisional, memperlancar ASI pada ibu menyusui, dan juga sering dikonsumsi sebagai sayuran (Hayati dkk, 2016).

2.1.3 Nama Daerah

Daun katuk memiliki istilah nama yang berebeda-beda di setiap negara, di Indonesia sendiri sering disebut katuk, simani (minang), memata (melayu). Sedangkan sebutan di negara Malaysia yaitu cekur manis, Thailand disebut phuk waan ban, China disebut so kun mu, Inggris disebut sweet leaf bush, star gooseberry.

2.1.4 Kandungan Kimia

Berdasarkan uji skrining fitokimia yang telah dilakukan, ekstrak daun katuk memiliki beberapa kandungan senyawa kimia yaitu flavonoid, saponin, mineral, vitamin, lemak, protein, alkaloid papaverin dan tannin. Dari senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam daun katuk tersebut diketahui berkhasiat sebagai obat (Susanti et al., 2015).

2.1.5 Aktivitas Farmakologi

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengetahui khasiat daun katuk (*Sauvopus androgynus* (L.) Merr.). Ekstrak daun katuk telah terbukti mempunyai berbagai efek farmakologis seperti antianemia, antiinflamasi, antibakteri, antioksidan dan juga dapat meningkatkan dan memperlancar produksi ASI pada ibu menyusui. Selain itu berdasarkan penelitian sebelumnya untuk pengujian aktivitas antioksidan daun katuk dengan menggunakan metode DPPH secara spektrofotometri pada penelitian tersebut diperoleh nilai IC50 pada ekstrak daun katuk sebesar 32,04 ppm, hal tersebut membuktikan bahwa flavonoid dari ekstrak daun katuk (*Sauvopus androgynus* (L) Merr) memiliki kemampuan sebagai antioksidan yang kuat untuk dapat melawan radikal bebas. (Nurdianti, 2017)

2.2 Monografi Kunyit (*Curcuma longa* L.)

2.2.1 Klasifikasi

Kunyit memiliki Taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Subkingdom : *Tracheobionta*

Superdivisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Liliopsida*

Subkelas : *Commelinidae*

Ordo : *Zingiberales*

Famili : *Zingiberaceae*

Genus : *Curcuma*

Spesies : *Curcuma longa* L.



Gambar 2.2 Kunyit (*Curcuma longa*.L)

Sumber : (Plantamor, 2021)

2.2.2 Deskripsi Tanaman

Kunyit termasuk dalam genus *Curcuma* dan famili *Zingiberaceae*. Kunyit tumbuh di daerah tropis dan banyak tersebar Asia seperti negara Indonesia, Malaysia, Vietnam, Thailand, dan juga China yang secara ekstensif dipakai sebagai zat pewarna dan pengharum pada makanan. Kunyit merupakan tanaman yang digunakan sebagai herba yang memberikan warna kuning cerah. Kunyit dianggap sebagai salah satu tanaman paling berharga bagi manusia. (Zhang et al., 2020) Kunyit memiliki batang lembab dengan batang berwarna hijau atau keunguan, tinggi

batang mencapai 0,75 m, berdaun 4 sampai 8 dan berbentuk lonjong, tersusun atas bunga berwarna merah atau merah muda. Tanaman kunyit dapat tumbuh di dataran rendah dan daerah dengan ketinggian minimal 240 meter di atas permukaan laut hingga pegunungan dengan ketinggian maksimal 2000 meter di atas permukaan lau, pertumbuhan terbaik yang dapat dicapai di daerah dengan suhu maksimal 20- 30°C dan 2000- 4000 mm/tahun. Selain itu juga, pada saat penanaman jarak tanam yang teratur dan tidak terlalu berdekatan dengan tanaman lain dapat menghasilkan rimpang kunyit yang besar, kuantitas yang banyak dan dengan kualitas yang baik. (Prasad Yadav dkk., 2017)

2.2.3 Kandungan Kimia

Rimpang kunyit memiliki kandungan senyawa kimia diantaranya: kurkumin, resin, damar, gom, minyak atsiri, protein, besi, kalsium. Rimpang kunyit memiliki berbagai macam jenis minyak atsiri diantaranya: artumeron, β -kariofilen, α dan β -tumeron, linalool, tumerol dan α atlanton. Minyak atsiri dari rimpang kunyit dapat dihasilkan dengan cara destilasi uap. Kurkumin adalah senyawa utama dari rimpang kunyit yang biasa dimanfaatkan sebagai bahan pewarna Rimpang dari tanaman kunyit yang berasal dari dataran rendah akan memiliki kandungan senyawa yang lebih tinggi dibandingkan rimpang yang terdapat di dataran tinggi. (Yuan Shan dan Iskandar, 2018)

2.2.4 Efek Farmakologi

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menetukan efektivitas dari Rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) dan terbukti kunyit memiliki beberapa aktivitas farmakologi. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Yuan Shan dan Iskandar (2018) dilakukan beberapa pengujian aktivitas farmakologi dari rimpang kunyit. Yang pertama yaitu melakukan pengujian aktivitas antiinflamasi dengan melakukan pengujian secara in-vitro pada hewan tikus. Pada percobaan tersebut senyawa kurkumin terbukti dapat mengurangi peradangan sehingga dapat menghambat molekul peradangan seperti fosfolipase, COX-2, tromboksan, prostaglandin dan oksida nitrat. Dalam emulsi asam linolenat, senyawa kurkumin dapat menunjukkan efek antioksidan. Senyawa kurkumin memiliki efek antioksidan yang lebih baik daripada vitamin C dan E. Emulsi asam linoleat tanpa kurkumin memastikan peningkatan peroksid yang cepat. Kurkumin merupakan antioksidan yang memiliki kelarutan yang sangat larut dalam lemak, sehingga kurkumin dapat bereaksi terhadap lemak yang terdapat pada membran sel. Pada pengujian aktivitas antibakteri dengan menggunakan ekstrak heksan serta campuran etanol dengan senyawa kurkumin terhadap 24 jenis bakteri menunjukkan bahwa ekstrak etanol rimpang kunyit mampu menghambat bakteri pada kisaran KHM 3,91 – 125 ppt. Senyawa kurkumin

memiliki aktivitas antimalaria yang signifikan, kurkumin yang diberikan secara oral pada tikus yang terinfeksi *P. berghei* mampu mengurangi parasitemia hingga 80-90%, sehingga kurkumin dapat menunda kematian pada tikus selama 10 hari dan dengan demikian menjamin kelangsungan hidup tikus. (Yuan Shan and Iskandar, 2018).

2.3 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom atau molekul yang sangat reaktif dan tidak stabil karena mempunyai satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di orbital terluarnya, untuk mencapai stabilitas atom atau molekul, dan juga untuk memperoleh pasangan electron radikal bebas akan bereaksi dengan molekul disekitarnya. Secara kimiawi radikal bebas menjadi sangat reaktif karena adanya electron yang tidak berpasangan. Radikal bebas sangat diperlukan bagi kesehatan namun dalam jumlah tertentu, dan apabila jumlah radikal bebas didalam tubuh lebih dari jumlah tertentu maka dapat bersifat merusak dan sangat berbahaya. Dalam tubuh radikal bebas berfungsi untuk melawan radang, mengatur tonus otot polos dan membunuh bakteri didalam organ maupun pembuluh darah. Jika reaksi tersebut berlangsung terus menerus dan tidak berhenti dalam tubuh manusia maka akan menimbulkan penyakit seperti jantung, kanker, menurunnya sistem imun dalam tubuh dan menyebabkan penuaan dini. (Irianti et al., 2017)

2.4 Antioksidan

2.4.1 Definisi Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu zat yang dapat mencegah dan menghambat proses terbentuknya radikal bebas yang sangat berbahaya di dalam tubuh(Purwanti, 2019). Antioksidan adalah senyawa pendonor electron yang dapat menghentikan proses reaksi oksidasi, sehingga tubuh dapat terjaga dari bahayanya radikal bebas yang disebabkan oleh terbentuknya stress oksidatif yaitu dapat menimbulkan beberapa penyakit degenerative seperti stroke, atreskrelosis bahkan kanker (Aryanti dkk., 2021). Antioksidan juga dapat berupa senyawa eksogen yang berasal dari makanan, minuman dan sinar matahari, serta dapat juga berupa senyawa endogen yang berasal dari jalur enzimatik dan non enzimatik.

2.4.2 Sumber Antioksidan

Berdasarkan sumbernya antioksidan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia dikelompokan menjadi 3 yaitu :

1. Antioksidan Endogen

Antioksidan yang sudah diproduksi didalam tubuh manusia yang dikenal dengan antioksidan endogen atau enzim antioksidan yaitu seperti enzim *Superoksid Dismutase* (SOD), *Gluthation Peroxidase* (GPx), dan *Katalase* (CAT).

2. Antioksidan Alami

Secara alami tumbuhan merupakan sumber penghasil antioksidan. Senyawa antioksidan diperoleh dari bagian-bagian tanaman seperti akar, daun, buah, bunga dan serbuk sari seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E dan senyawa fenolik (flavonoid) (Cut Fatimah Zuhra, Juliati Br.Tarigan, 2008). Semua antioksidan alami dapat diserap oleh usus dan didistribusikan ke seluruh tubuh.

3. Antioksidan Sintetis

Antioksidan sintetis banyak digunakan pada produk pangan yaitu seperti *Butil Hidroksi Anisol* (BHA), *Butil Hidroksi Toluen* (BHT), *Propil galat dan Tert-Butil Hidroksi Quinon* (TBHQ). Namun menurut beberapa penelitian menyebutkan bahwa antioksidan sintetik ini bersifat karsinogenik sehingga apabila penggunaan dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit kanker.

2.4.3 Pengujian Aktivitas Antioksidan

Pengujian antioksidan dilakukan untuk mengetahui aktivitas antioksidan dalam sampel, dengan menggunakan berbagai metode pengujian aktivitas antioksidan. Sehingga dapat menentukan karakteristik antioksidan pada suatu sampel (Maryam dkk., 2016). Salah satu pengujian untuk menentukan aktivitas antioksidan yaitu dengan Metode DPPH.

Metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*)

Metode DPPH adalah metode untuk pengujian aktivitas antioksidan yang mempunyai keuntungan yaitu analisisnya bersifat sederhana, lebih mudah dibandingkan dengan metode lainnya, murah, cepat, dapat digunakan untuk sampel dengan jumlah kecil, sensitif untuk sampel yang konsentrasi kecil dan bersifat lebih stabil. Namun, metode DPPH ini mempunyai beberapa kekurangan yaitu mudah dipengaruhi dengan berbagai faktor, dan juga pelarut DPPH harus selalu dibuat baru.(Rahmawati dkk., 2016) Prinsip dari metode ini adalah adanya atom hidrogen (H⁺) dari senyawa antioksidan yang berikatan dengan eletron bebas pada senyawa radikal hingga mengakibatkan perubahan dari (*diphenylpicrylhydrazyl*) menjadi (*diphenylpicrylhydrazine*). Hal tersebut ditandai dengan perubahan warna dari ungu (senyawa

radikal) hingga menjadi kuning (senyawa radikal bebas yang tereduksi oleh antioksidan). Perubahan warna yang terjadi akan menyebabkan nilai absorbansi cahaya tampak menurun pada spektrofotometer, sehingga semakin kecil nilai absorbansi yang didapat maka aktivitas antioksidannya akan semakin besar. (Purwanti, 2019)

Parameter yang digunakan dalam metode DPPH ini yaitu nilai IC_{50} (Inhibition Concentration) dimana untuk menentukan konsentrasi senyawa antioksidan yang dapat menghambat 50% aktivitas radikal bebas DPPH. Semakin kecil nilai IC_{50} maka nilai aktivitas antioksidannya semakin besar. Penentuan nilai IC_{50} dengan membuat kurva hubungan antara konsentrasi ekstrak dan persentase inhibisi, yang akan menghasilkan persamaan regresi linier. (Lung dan Destiani, 2018). Tingkat kekuatan pada antioksidan senyawa yang di uji menggunakan metode DPPH yang digolongkan menurut IC_{50} . Dapat diamati pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Tingkat kekuatan antioksidan

Intensitas	Nilai IC_{50}
Sangat kuat	<50 $\mu\text{g/mL}$
Kuat	50-100 $\mu\text{g/mL}$
Sedang	101-150 $\mu\text{g/mL}$
Lemah	>150 $\mu\text{g/mL}$

2.5 Granul

2.5.1 Definisi Granul

Granul merupakan suatu gumpalan dari partikel yang lebih kecil, umumnya berbentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar dari sebelumnya. Granul termasuk kedalam sediaan padat multi unit berbentuk aglomerat yang dihasilkan melalui proses granulasi. Proses granulasi mempunyai tujuan yaitu untuk meningkatkan aliran serbuk dengan cara membentuk bulatan-bulatan atau agregat-agregat yang beraturan. Selain itu proses granulasi juga bertujuan untuk memperbaiki laju alir, memperbaiki kompresibilitas, membuat campuran lebih homogen, dan dapat mengendalikan pelepasan zat aktif serta dapat mengurangi debu. (Ansel, 2014) Secara umum granul dapat dibuat dengan cara melembabkan serbuk yang akan digunakan dengan melewatkannya adonan yang sudah lembab pada celah ayakan dengan ukuran lubang ayakan yang sesuai dengan ukuran granul yang diinginkan. Ukuran ayakan biasanya berkisar antara 4-12, walaupun demikian pembuatan sediaan granul dapat tergantung pada tujuan pemakaianya. (Murtini dan Eisa, 2018)

Persyaratan untuk granulat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bentuk dan warna yang sedap mungkin harus homogen.
2. Sedap mungkin memiliki distribusi butira yang sempit dan tidak >10% mengandung komponen berbentuk serbuk.
3. Memiliki daya luncur yang baik.
4. Menunjukkan kekompakan mekanis yang memuaskan.
5. Mudah hancur dalam air.
6. Tidak terlampau kering (sisa lembab 3-5%). (Voight, 1995)

Granul tidak hanya produk antara dari proses pembuatan tabletasi, melainkan juga merupakan suatu sediaan obat tesendiri. Granulat sebagai sediaan obat yang berdiri sendiri pada umumnya menunjukkan bentuk ukuran yang lebih besar dari pada granul yang akan digunakan untuk pencetakan tablet. Granul instan merupakan suatu sediaan yang berbentuk agregat atau bulatan-bulatan yang bentuknya beraturan dan dapat tedispersi homogen dalam air. (Mulyadi dkk., 2011).

Sediaan granul instan memiliki beberapa keunggulan sebagai berikut (Djarot dan Badar, 2017; Kartikasari dkk., 2009; Setiana dan Kusuma, 2018)

1. Penggunaannya lebih mudah dan praktis
2. Luas permukaan granul lebih kecil dari pada serbuknya
3. Tahan terhadap udara
4. Peluang terbentuknya cake lebih rendah dari pada serbuk
5. Secara fisik dan kimia lebih stabil dari pada serbuk
6. Memiliki sifat alir yang lebih baik dari pada serbuknya
7. Memiliki cita rasa yang acceptable
8. Dapat diberikan untuk orang yang kesulitan menelan tablet atau kapsul

2.5.2 Metode Granulasi

Metode granulasi dilakukan untuk menghasilkan granul yang dapat mengalir bebas pada saat proses pembuatan tablet. Granulasi bertujuan untuk memperbaiki laju alir, memperbaiki kompresibilitas, serta menjadikan campuran lebih homogen. Selain itu granulasi dapat mengendalikan pelepasan zat aktif serta dapat mengurangi debu. Granulasi basah ialah suatu

metode dalam pembuatan granul dengan proses penambahan cairan kedalam serbuk atau campuran serbuk pada wadah dengan dilakukannya pengadukan hingga menjadi masa kepala dan kemudian dilakukan penyaringan yang akan memperoleh granul atau aglomerasi (Siregar, 2010). Pada metode granulasi basah bahan dilembabkan menggunakan larutan pengikat yang sesuai, sehingga terikat bersama dan terbentuk massa yang lembab. Pelarut yang digunakan umumnya bersifat volatile sehingga mudah dihilangkan pada saat dikeringkan (Sa'adah dkk., 2016).

Tahapan proses pembuatan sediaan granul dengan metode granulasi basah meliputi : (Agoes, 2008)

1. Bahan awal di deaglomerasi dengan pengayakan atau penggilingan
2. Pencampuran kering
3. pembentukan masa basah atau lembab dengan penambahan cairan.
4. Pengayakan masa basah untuk membentuk sediaan granul menjadi butiran.
5. Pengeringan menggunakan oven.
6. Pengayakan granul kering untuk mencapai ukuran granul yang sesuai.

2.5.3 Eksipien

Pada umumnya sediaan granul mengandung zat aktif dan zat tambahan. Bahan tambahan meliputi pengikat, pengisi, pemanis, dan pengaroma. Eksipien merupakan suatu zat inert secara fisik, kimia, dan farmakologi yang dapat ditambahkan ke formulasi untuk memenuhi persyaratan proses teknologi (Siregar, 2010).

Berikut merupakan bahan tambahan yang digunakan pada sediaan granul :

1. Polivinil Pirolidon (PVP)

Dalam sediaan granul biasanya diperlukan bahan pengikat untuk menentukan keseragaman ukuran dan kekerasan pada sediaan granul. Pengikat merupakan komponen komponen polimer yang bekerja dalam memproduksi tablet dengan menggunakan metode granulasi basah. Pengikat memiliki fungsi yang sangat penting dalam formulasi tablet yaitu membentuk aglomerat dari bahan aktif, pengisi dan eksipien lain dengan pengecualian lubrikan glidan dan lain sebagainya. Polivinil Pirolidone (PVP) biasanya sering digunakan sebagai pengikat pada sediaan granul karena memiliki sifat alir yang baik, sudut diam yang minimum, daya kompaktibilitasnya lebih baik dan menghasilkan fines lebih sedikit. (Putra, 2019) PVP memiliki warna putih atau putih agak kekuningan, 19 memiliki bau yang lemah hingga tidak

berbau, serta kelarutannya mudah larut dalam etanol (95%), air dan dan tidak larut dalam eter (Kemenkes RI, 2020).

2. Avicel 102

Avicel PH 102 atau selulosa mikrokristalin termasuk kedalam golongan selulosa, merupakan bahan tambahan yang biasa digunakan sebagai bahan pengikat, pelicin, penghancur, dan pengisi dalam pembuatan sediaan tablet. Selain itu, Avicel PH 102 memiliki daya disolusi yang baik, dapat meningkatkan kompabilitas tablet dan memiliki sifat alir yang baik karena mempunyai ukuran granul yang optimum sehingga dapat memperbaiki sifat alir granul. Avicel PH 102 biasanya digunakan untuk metode kempa langsung ataupun menggunakan metode granulasi basah. Penggunaan avicel lebih baik jika digunakan untuk zat aktif yang peka atau lembab, ataupun untuk bahan bahan yang bersifat higroskopis. (Riyanti dan Rohmani, 2018).

3. Sukralosa

Pemanis merupakan senyawa kimia yang sering digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan rasa dan aroma pada sediaan yang dibuat. Selain itu juga pemanis dapat memperbaiki sifat-sifat kimia dan fisik serta sebagai pengawet bagi makanan dan minuman. Sukralosa merupakan eksipien/ bahan tambahan yang digunakan sebagai pemanis. Dalam sediaan granul Sukralosa sering digunakan yaitu sebagai Pemanis. Sukralosa mempunyai bentuk kristal berwarna putih, tidak berbau, mudah larut dalam air, methanol dan alkohol, sedikit larut dalam etil asetat, serta berasa manis tanpa memiliki rasa yang tidak diinginkan. Sukralosa memiliki tingkat kemanisan 600 kali lebih manis dari pada sukrosa. Sukralosa tidak memiliki after taste pahit seperti pemanis buatan lainnya, memiliki kalori yang rendah apabila dikonsumsi, tidak menyebabkan kerusakan pada gigi, dan stabil pada temperature panas dan pH yang rendah. (Rianto dkk., 2018)

2.5.4 Evaluasi Sediaan Granul

Evaluasi granul instan yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Uji Organoleptic

Uji organoleptic dilakukan untuk mengetahui tampilan fisik dari sediaan. Uji organoleptic dilakukan secara visual, untuk melihat bentuk granul, ukuran, warna, rasa dan bau dari granul yang didapatkan. Warna dan juga bentuk sediaan granul yang dihasilkan sedapat mungkin harus sama antara satu dengan yang lainnya.

2. Uji LOD (*Loss Of Drying*)

Uji LOD dilakukan untuk menentukan jumlah kadar air yang terkandung dalam sediaan granul, dikhkususkan untuk sediaan granul yang dibuat menggunakan metode granulasi basah. Penentuan kadar air dalam sediaan granul ini sangat diperlukan karena untuk mengetahui kualitas granul, dimana persyaratan kadar air dari suatu sediaan granul adalah $< 2\%$. Pengukuran kadar air dilakukan dengan menggunakan alat *moisture balance*. Adapun untuk cara kerja dari alat *moisture balance* yaitu mengukur kadar air secara otomatis, kemudian memasukan sampel sebanyak 2 gram kedalam cawan aluminium, selanjutnya tutup dan tunggu hingga muncul angka pada alat. (Kemenkes RI, 2020)

3. Uji Laju Alir

Uji laju alir dilakukan untuk mengetahui homogenitas serbuk dan keseragaman pengisian granul. Untuk tipe aliran granul yang cukup baik yaitu berada dikisaran 4-10 g/detik. Kecepatan aliran granul dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel, distribusi ukuran partikel, bobot jenis partikel, bentuk partikel dan faktor kelembapan. Alat yang digunakan untuk menentukan uji waktu alir yaitu dengan menggunakan *Flow Tester Granul*. Prinsip kerja dari alat *Flow Tester Granul* yaitu Gaya tegangan permukaan, disebabkan oleh partikel yang saling mengunci dan berbentuk tidak teratur. Syarat tipe aliran yang baik berdasarkan daya alir dapat dilihat pada tabel berikut (Kailaku and Sumangat, 2012)

Tabel 2.2 Syarat Waktu alir

Nilai (g/detik)	Gambaran Alir
>10	Mengalir Bebas
4–10	Mudah Mengalir
1,6–4	Kohesif
$< 1,6$	Sangat Kohesif

Sumber : Aulton, M.E 1998 dalam Murtini & Elisa, 2018

4. Uji Sudut Istirahat

Sudut istirahat digunakan untuk mengkarakterisasi sifat alir dari suatu padatan. Sudut istirahat berkaitan dengan gesekan atau resistensi antar partikulat terhadap pergerakan antarpartikel. Granul yang terjatuh dari hopper diukur tinggi kerucut dan jari-jarinya (USP, 2006). Sudut diam merupakan salah satu parameter untuk mengukur sifat aliran dan juga dapat digunakan sebagai pembanding sifat fisik serbuk atau granul. Uji sudut diam yaitu menggunakan metode kerucut yang berdiri bebas, dimana granul yang dialirkan melalui corong dan ditampung pada bidang

datar sehingga membentuk kerucut. Ketinggian pada bentuk kerucut tersebut adalah nilai h , dan jari-jari pada kerucut tersebut adalah nilai r . untuk(Candra and Fadlil, 2018)

$$\tan \alpha = \frac{h}{r}$$

Keterangan :

h = Tinggi kerucut (cm)

r = Jari-jari kerucut (cm)

α = Sudut diam

Tabel 2.3 Rentang Nilai sudut istirahat

Flow Property	Angel of Rose (°)
Excellent	< 25 – 30
Good	31 – 35
Fair-aid not needed	36 – 40
Passable-may hangup	41 – 45
Poor-must agitate vibrate	46 – 55
Very poor	56 – 65
Very, very poor	>66

5. Uji Kerapatan Ruahan, Mampat dan Indeks % Kompresibilitas (%K)

Pengujian Indeks Kompresibilitas ini dilakukan untuk mengetahui sifat alir dari suatu granul. Kerapatan ruahan merupakan perbandingan massa granul yang belum dimampatkan. Kerapatan mampat adalah kerapatan granul mampat yang diperoleh dengan cara mengetuk secara mekanis gelas ukur yang berisi granul. Prosedur pengujian dari Indeks Kompresibilitas ini yaitu dengan memasukan granul kedalam gelas ukur 100 ml kemudian catat sebagai volume nyata. Selanjutnya ukur volume mampat dengan cara diketuk-ketukan gelas ukur tersebut dengan menggunakan alat *Tap density tester* sampai didapat volume yang konstan. Kemudian hitung kerapatan ruahan, kerapatan mapat dan indeks kompresibilitas.

$$\text{Kerapatan Nyata} = \frac{\text{Bobot granul (gram)}}{\text{Volume granul (mL)}}$$

$$\text{Kerapatan Mampat} = \frac{\text{Bobot granul (gram)}}{\text{Volume mampat granul (mL)}}$$

$$\text{Indeks Kompresibilitas} = \frac{\text{Kerapatan mampat} - \text{Kerapatan Curah}}{\text{Kerapatan Mampat}} \times 100\%$$

Tabel 2.4 Rentang Nilai Kompresibilitas

Compressibility index	Flow character
≤ 10	Excellent
11-15	Good
16-20	Fair
21-25	Passable
26-31	Poor
32-37	Very poor
> 38	Very, very poor

USP 2009

6. Uji Waktu Melerut

Kelarutan merupakan kemampuan suatu bahan kimia untuk larut dalam suatu pelarut/solvent. Uji waktu larut bertujuan untuk mengetahui kecepatan suatu granul untuk larut dalam air. Prosedur pengujian ini yaitu dengan cara memasukan 10 gram granul kedalam 250 ml air kemudian hitung kecepatan waktu melerut yang diperlukan sediaan granul dengan menggunakan stopwatch. Istilah kelarutan menurut FI edisi III seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2.5 Istilah kelarutan

Istilah	Bagian Pelarut yang dibutuhkan untuk 1 bagian zat terlarut
Sangat Mudah	< 1 bagian
Mudah Larut	1-10 bagian
Larut	10-30 bagian
Agak Sukar Larut	30-100 bagian
Sukar Larut	100-1.000 bagian
Sangat Sukar Larut	1.000-10.000 bagian
Praktis Tidak Larut	>10.000 bagian

Dilakukan nya uji kelarutan yaitu bertujuan untuk menentukan waktu yang dibutuhkan granul untuk terdispersi dalam air. Sediaan granul yang sudah memenuhi persyaratan atau bisa dikatakan baik jika sediaan granul terlarut dalam waktu < 5 menit. Sediaan Granul yang cepat dan mudah larut dalam air akan memudahkan dalam mengonsumsinya (Najihudin dkk., 2019)

7. Uji pH

Uji pH adalah pengujian terhadap derajat keasaman pada suatu zat. Tujuan dilakukan uji pH terhadap sediaan yaitu untuk menentukan kualitas dari sediaan tersebut. Mekanisme kerja pH meter yaitu mengukur aktifitas dari ion hidrogen dengan cara potensiometri/elektrometer. Tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, menyatakan logaritma negative konsentrasi ion H dengan bilangan pokok 10. Nilai pH dihasilkan dalam bentuk angka, dimana 7 adalah pH netral, > 7 larutan basa, dan < 7 adalah larutan asam. (Melati, 2019).

9. Uji Volume Sedimentasi

Uji volume sedimentasi dilakukan untuk melihat kestabilan dari suatu sediaan, serta melihat terjadinya pengendapan partikel-partikel padat yang semula tersebar merata dalam cairan (Prawesty dkk., 2017).

10. Uji Hedonik (Kesukaan)

Uji hedonic merupakan pengujian yang melakukan penilaian berdasarkan kesukaan terhadap responden. Dalam pengujian ini responden mengemukakan respon nyaberupa suka atau tidaknya terhadap produk/ sediaan yang diujikan. Pengujian ini dilakukan kepada panelis untuk melihat secara langsung sediaan granul yang diuji meliputi bentuk, tekstur, aroma, rasa, dan warna dengan cara membagikan sampel beserta kuisionernya kepada beberapa responden untuk menilai sediaan granul instan yang dibuat. (Septianingrum dkk., 2019)