

Modifikasi pati ubi jalar merah (*ipomoea batatas l.*) secara pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air (1:1,25) dan (1:1)

Barmi Hartesi^{1*}, Indri Meirista¹, Amelia Soyata¹, Novia Dita Mesra¹, Cindy Dwi Saputri¹

¹ Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi, Indonesia

*Email korespondensi: barmi.hartesi@gmail

Accepted: 30 Desember 2021; revision: 27 Mei 2022; published: 30 Juni 2022

Abstrak

Latar Belakang: Ubi jalar merah berpotensi dapat dijadikan bahan eksipien di industri farmasi untuk pembuatan tablet kempa langsung karena kandungan karbohidrat utama dalam ubi jalar adalah pati. Akan tetapi, pati alami tidak bisa digunakan sebagai bahan pengisi pada pembuatan tablet kempa langsung karena mempengaruhi sifat fisik granul yaitu sifat alir dan kompresibilitas yang kurang baik, sehingga pati alami perlu dimodifikasi untuk memperbaiki sifat tersebut yaitu dapat menggunakan metode pregelatinasi. Tujuan penelitian yaitu mendapatkan karakteristik modifikasi pati ubi jalar merah yang memenuhi persyaratan menggunakan metode pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air 1:1,25 dan 1:1.

Metode: Metode yang digunakan adalah experimental di laboratorium dengan cara mengisolasi pati ubi jalar merah dan membuat 9 formula pati pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air (1:1,25 dan 1:1) serta variasi suhu (40,45 dan 50°C) dan rpm (200,250 dan 300). Selanjutnya dilakukan evaluasi pati alami dan pregelatinasi. Pati alami dan pregelatinasi menunjukkan bahwa pati yang telah dimodifikasi dapat memperbaiki sifat dan karakteristik dari pati alami yaitu memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik

Hasil: Hasil standarisasi pati alami ubi jalar merah didapatkan hasil yang telah memenuhi persyaratan. Hasil evaluasi pati alami dan pregelatinasi menunjukkan bahwa pati yang dimodifikasi mampu memperbaiki sifat karakteristik dari pati alami yaitu memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik.

Kesimpulan : Modifikasi pati ubi jalar merah yang memenuhi persyaratan menggunakan metode pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air 1:1,25 dan 1:1 adalah formula 9 yang memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik.

Kata kunci: Pati, pregelatinasi, rpm, suhu, ubi

Abstract

Background: Red sweet potato has the potential to be used as an excipient in the pharmaceutical industry for the manufacture of direct compression tablets because the main carbohydrate content in sweet potatoes is starch. However, natural starch cannot be used as a filler in the manufacture of direct compressed tablets because it affects the physical properties of the granules, namely poor flowability and compressibility, so that natural starch needs to be modified to improve these properties with a pregelatination method. The purpose of the study was to obtain the modified characteristics of red sweet potato starch that the requirements using the pregelatination method with a ratio of starch and water 1:1,25 and 1:1.

Method: The method used was experimental in the laboratory by isolating red sweet potato starch and making 9 pregelatinized starch formulas with a ratio of starch and water (1:1,25 and 1:1) and variations in temperature (40,45 and 50) and rpm (200,250 and 300). Furthermore, natural starch and pregelatinization do evaluation.

Results: The results of standardization of natural red sweet potato starch obtained results that meet the requirements. The results of natural starch and pregelatinized showed that the modified

starch was able to improve the characteristics of natural starch is having good flow properties and compressibility.

Conclusion: *In this study, it can be concluded that the modified red sweet potato starch that meets the requirements using the pregelatination method with a ratio of starch and air 1:1,25 and 1:1 is formula 9 which has good flow and compressibility properties.*

Key words: *Starch, pregelatinization, rpm, temperature, sweet potato*

PENDAHULUAN

Produksi ubi jalar di Provinsi Jambi mengalami peningkatan setiap tahunnya dimana pada tahun 2018 sebesar 29.242,46 ton meningkat pesat di tahun 2019 yaitu sebesar 56.523 ton. Penghasil ubi jalar terbesar di Provinsi Jambi pada tahun 2019 berada di Kabupaten Kerinci dengan produksi sebesar 38.996 ton, Ubi jalar sebagai tanaman lokal di Indonesia berpotensi dapat dijadikan bahan ekspien di industri farmasi untuk pembuatan tablet karena kandungan karbohidrat utama dalam ubi jalar merah yaitu pati. Pati merupakan karbohidrat alami yang disimpan di dalam tumbuhan. Pati banyak ditemukan pada organ tumbuhan, seperti pada biji-bijian, umbi-umbian, buah dan akar yang berfungsi sebagai sumber energi (1). Pati merupakan salah satu polimer tersusun dari struktur yang bercabang disebut amilopektin dan struktur lurus disebut amilosa (2). Pati dapat diperoleh dengan cara mengekstraksi tanaman yang memiliki banyak karbohidrat seperti sagu, singkong, jagung, gandum, dan ubi jalar. Pati juga dapat diperoleh dari hasil ekstraksi biji buah-buahan seperti pada biji nangka, biji alpukat, dan biji durian (3).

Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati. Selain ukuran granula karakteristik lain adalah keseragaman granula, lokasi hilum serta permukaan granulanya. Pati tersedia secara luas dan berguna dalam industri farmasi sebagai bahan ekspien meliputi bahan pengisi, pengikat, penghancur dan pelubrikan untuk pembuatan tablet. Pati ini banyak digunakan karena sifatnya yang inert, murah dan mudah didapat (1). Jika digunakan sebagai bahan ekspien pati ubi jalar ini memiliki karakteristik yang kurang baik karena mempengaruhi sifat

fisik granul yaitu sifat alir yang buruk dan kompresibilitas yang kurang baik sehingga perlu dimodifikasi untuk memperbaiki karakteristik tersebut (4). Pati modifikasi yaitu pati yang telah mengalami perubahan sifat baik secara fisik maupun kimia tergantung dari sifat yang ingin dirubah. Sifat-sifat yang diperlukan adalah pati memiliki daya alir dan kompresibilitas yang baik, viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah(5).

Modifikasi sifat fisik pati dapat dilakukan dengan cara pregelatinasi. Teknik modifikasi secara fisik dapat membuat pati yang terkandung dalam tepung tergelatinisasi sempurna atau sebagian tergantung dari lama pemanasan. Apabila air dalam jumlah yang cukup banyak dan dipanaskan, maka pati akan mengalami gelatinisasi sempurna. Pati pregelatin dilakukan dengan cara pemanasan suspensi pati dalam air dengan suhu yang sesuai di bawah suhu gelatinisasinya yang kemudian dilakukan pengeringan(6).

Pemanasan dengan suhu yang sesuai ini untuk menghasilkan pati yang memiliki ukuran partikel lebih besar dan kepadatan partikel tinggi sehingga dapat memperbaiki sifat alir dan kompresibilitas pati sehingga bisa digunakan sebagai bahan ekspien dalam pembuatan tablet kempa langsung(4). Oleh sebab itu pada penelitian ini dilakukan modifikasi pati ubi jalar merah secara fisika yaitu dengan menggunakan metode pregelatinasi menggunakan perbandingan pati dan air yaitu 1:1,25 dan 1:1 dengan berbagai variasi suhu dan rpm yang berbeda suhu 40, 45 dan 50°C serta rpm 200, 250 dan 300 untuk memperbaiki karakteristik pati ubi jalar merah sehingga dapat digunakan sebagai bahan ekspien dalam industri farmasi.

METODE

Pengambilan bahan di Kabupaten Kerinci.

Isolasi Pati

Ubi Jalar dicuci dan dikupas, lalu direndam dalam aquades. Selanjutnya ubi jalar merah dipotong kecil dan digiling (blender) hasilnya berupa bubur umbi. Bubur ubi yang diperoleh diekstraksi dengan perbandingan ubi dengan air 1:2,5 Kemudian bubur ubi disaring menggunakan kain flanel. Hasil saringan pati dibiarkan mengendap dan dilakukan enap tuang hingga air berwarna bening. Endapan pati diambil dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50°C hingga memenuhi persyaratan kadar air <15%. Setelah proses pengeringan selesai pati kasar dihaluskan dan diayak dengan ayakan mesh 80 (7).

Pemeriksaan Standardisasi Pati Alami

a. Rendemen Pati Alami (8).

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat endapan pati (gram)}}{\text{berat ubi jalar (gram)}}$$

b. Kadar Air

Pati ubi jalar ditimbang sebanyak 10 gram lalu keringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 5 jam dan ditimbang kembali. Syarat kadar air menurut SNI (2011) adalah maksimal 14%. Kadar air dapat dihitung dengan rumus : (9)

$$\text{kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100$$

c. Kadar Abu

Prinsip Kerjanya adalah dilakukan pembakaran di dalam tanur selama 4-6 jam dengan menggunakan suhu 550°C sampai terbentuk abu berwarna putih. Lalu bobot abu dihitung berdasarkan rumus dibawah ini. Syarat kadar abu pati ubi jalar menurut SNI adalah maksimal 0,5% (10).

$$\text{Abu(\%)} = \frac{W1 - W2}{W1 - W0}$$

d. Cemar Logam (Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Timah (Sn), Merkuri (Hg) dan Arsen (As).

Dilakukan dengan cara cemar logam yang terlarut dihitung dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Syarat cemar logam Cd, Pb, Sn, Hg dan As pati ubi jalar menurut SNI adalah

maksimal 0,2 mg/kg , 0,25 mg/kg, 40 mg/kg , 0,05 mg/kg dan 0,5 mg/kg (10).

e. Cemar Mikroba

1) Angka Lempeng Total

Dilakukan dengan cara menghitung jumlah koloni bakteri yang ada pada media agar. Berdasarkan persyaratan SNI kadar cemar angka lempeng total pati ubi jalar yaitu maksimal 1.10^6 koloni/gram (10).

2) Uji *Escherichia Coli*

Pertumbuhan bakteri *Escherichia Coli* dilihat dengan adanya gas pada tabung durham. Menurut SNI kadar cemar mikroba *E-coli* pati ubi jalar yaitu maksimal 10 APM/gram(10).

3) Uji Kapang

Prinsip kerja pada uji kapang yaitu dengan melihat pertumbuhan pada kapang di dalam media yang sesuai diinkubasi pada suhu (25 +1)°C selama 5 hari. Menurut SNI kadar cemar mikroba kapang pati ubi jalar yaitu maksimal 1×10^4 koloni/gram (10).

Pembuatan Modifikasi Pati Ubi Jalar Merah secara Pregelatinasi

Pati pregelatinasi dibuat 9 formula dengan perbandingan rasio pati dan air sebesar 1:1,25 dan 1:1 dan suhu pemanasan 40°C, 45°C dan 50°C serta pengadukan masing-masing 200, 250 dan 300 rpm. Formula 1 (F1) dibuat dengan cara timbang pati 110 gram, siapkan air sebanyak 137,5 mL (untuk rasio pati dan air 1:1,25) dan 110 mL (untuk rasio pati dan air 1:1). Lalu air dimasukkan kedalam gelas baker dan panaskan air dengan suhu 40°C pada *waterbath*. Setelah itu masukkan pati ubi jalar merah sebanyak 110 gram ke dalam gelas baker dan suhu 40°C dijaga selama 10 menit dengan pengadukan 200 rpm menggunakan *homogenizer* hingga terbentuk massa kental.

Massa kental tersebut dikeringkan didalam oven pada suhu 40°C selama 48 jam. Setelah proses pengeringan pati selesai, pati diayak dengan mesh 20, untuk Formula 2 sampai formula 9 dilakukan dengan cara yang sama hanya berbeda pada suhu dan rpm

sesuai dengan tabel 1 seperti dibawah ini (11). Adapun perbandingan pati dan air 1:1,25 dan 1:1 dengan variasi suhu pemanasan dan pengadukan (rpm) terdapat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Rasio Jumlah Pati dan Air, Suhu Pemanasan dan Pengadukan yang digunakan

Formula	Pati: Air	Suhu (°C)	Pengadukan (rpm)
F1			200
F2		40	250
F3			300
F4	1:1,25		200
F5	dan	45	250
F6	1:1		300
F7			200
F8		50	250
F9			300

Evaluasi Pati Alami dan Pregelatinasi

- Rendemen Pati Pregelatinasi**
Rendemen pati yang diperoleh dapat dihitung dengan rumus (8).
- Uji Organoleptis**
Uji organoleptis meliputi bau, rasa, warna dan bentuk (8).
- Mikroskopik**
Pati ubi jalar ditimbang 100 mg dan letakkan pada gelas objek lalu tambahkan 1-2 tetes paraffin liquid dan amati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400x(12).
- Susut Pengeringan**
1 gram pati ditimbang lalu masukkan pati kedalam alat *moisture balance*. Alat *moisture balance* diatur pada suhu 105°C dan waktu 1 jam, kemudian ditunggu selesai dan lihat hasil yang ada pada layar. Syarat susut pengeringan pati alami tidak boleh lebih dari 15%(13), sedangkan pregelatinasi adalah < 20% (14).
- Uji pH**
Ditimbang 1 gram pati dan didispersikan 10 mL aquadest, ditentukan pH nya dengan alat pH meter yang telah dikalibrasi dengan dua macam buffer, yaitu buffer pH 4 dan buffer pH > 7 (15). Persyaratan standar pH pati yaitu 4,5-7,0 (16).

- Pengujian Laju Alir dan Sudut istirahat**
Pengujian laju alir dilakukan dengan cara ditimbang 25 gram pati dimasukkan ke dalam corong, lalu penutup bawah corong dibuka dan secara serentak stopwatch dihidupkan biarkan granul mengalir sampai habis. Stopwatch dimatikan jika granul telah habis melewati corong dan dicatat waktu alirnya. Uji laju alir dikatakan baik bila memenuhi syarat apabila > 10 gram/detik (17).

Rumus penetapan laju alir :

$$\text{Laju alir} = \frac{\text{berat serbuk (g)}}{\text{waktu (detik)}}$$

Selanjutnya untuk menguji sudut istirahat dapat dilakukan dengan mengukur tinggi tumpukan pati dan diameter (17).

Rumus penetapan sudut diam :

$$Tg\phi = \frac{2h}{D}$$

ket : h: tinggi tumpukan (cm)
D: Diameter tumpukan (cm)
φ: sudut tumpukan (°)

Tabel 2. Jenis Aliran Sudut Istirahat

Sudut Istirahat	Jenis Aliran
25-30	Sangat baik
31-35	Baik
36-40	Cukup baik
41-45	Agak baik
46-55	Buruk
56-65	Sangat buruk
>66	Sangat sangat buruk

- Distribusi Ukuran Partikel**
Dilakukan dengan cara pati ditimbang sebanyak 50 gram lalu dilakukan proses pengayakan bertingkat mulai dari mesh paling atas dengan nomor mesh 10, 40, 44 dan 60 dengan kecepatan 60 rpm selama 10 menit. Hasil pengayakan dari masing-masing mesh ditimbang (17).
- Pengujian bobot jenis**
 - Kerapatan nyata/bulk *density untapped*

Pati sebanyak 25 gram ditimbang lalu masukkan pati ubi jalar merah kedalam gelas ukur 100 mL tanpa dimampatkan. Volume serbuk pati kemudian dicatat sebagai volume nyata. Densitas bulk kemudian dihitung menggunakan rumus berikut (17).

$$\rho_b = \frac{M (g)}{V (ml)}$$

Keterangan:

ρ_b = densitas bulk nyata,
M = berat sampel,
V = volume nyata serbuk.

- b) Kerapatan Mampat/*bulk density tapped*
Setelah melakukan prosedur pada densitas *bulk*, maka gelas ukur yang berisikan pati ubi jalar merah dimampatkan sebanyak 1250 kali dan kemudian catat volume akhir setelah dimampatkan. Densitas mampat kemudian dihitung dengan menggunakan rumus berikut (17).

$$\rho_{tap} = \frac{M (g)}{V_f (ml)}$$

Keterangan:

ρ_{tap} = densitas mampat,
M = berat sampel,
 V_f = volume mampat serbuk.

- i. Pengujian kompresibilitas

$$= \frac{\rho \text{ mampat} - \rho \text{ nyata}}{\rho \text{ mampat}} \times 100\%$$

Nilai kompresibilitas yang baik yaitu < 20% (18).

- j. Faktor Hausner
Faktor hausner yaitu perbandingan antara kerapatan mampat dengan kerapatan nyata. Nilai faktor hausner yang ideal yaitu 1-1,25 (17).

$$FH = \frac{\rho \text{ mampat}}{\rho \text{ nyata}}$$

HASIL

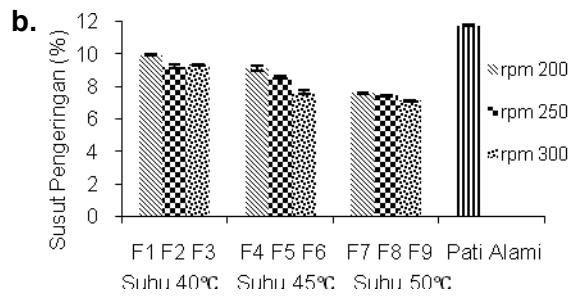
- a. Standarisasi pati alami ubi jalar merah telah memenuhi persyaratan pada SNI/HOPE/FI) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Standarisasi Pati Alami

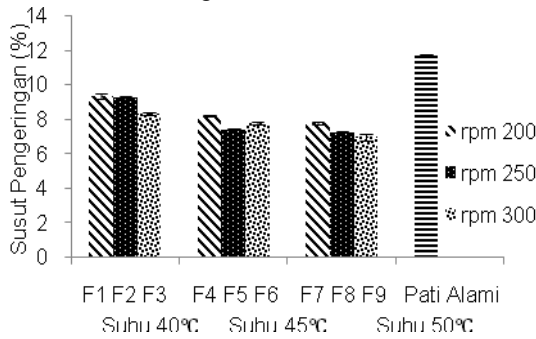
No	Pengujian	Hasil	Syarat (SNI/HOPE/FI)	Ket
1	Rendemen	7,85%	-	✓
	Organoleptis			✓
2	Warna	Putih	putih	✓
	Bentuk	Serbuk	Serbuk	✓
	Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	
	Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	✓
3	Kadar air	1,38%	<14%	✓
4	Susut pengeringan	11,71 %	<15%	✓
5	pH	5,66	4,5 – 7	✓
6	Kadar abu	0,05%	Maks. 0,5%	-
	Cemaran logam berat (mg/Kg)	(mg/K g)	(mg/Kg)	-
	Cd	< 0,5	Maks. 0,2	✓
	Pb	< 1	Maks. 0,25	✓
	Sn	< 2	Maks. 40	-
	Hg	< 0,013	Maks. 0,05	
	As	< 1	Maks. 0,5	✓
7	Cemaran mikroba ALT	1,8 × 10 ³	Maks. 1 × 10 ⁶ koloni/g	✓
	E.Coli	0	Maks. 10 APM/g	✓
8	Kapang	1,1 × 10 ³	Maks. 1 × 10 ⁴ koloni/g	✓

Keterangan:

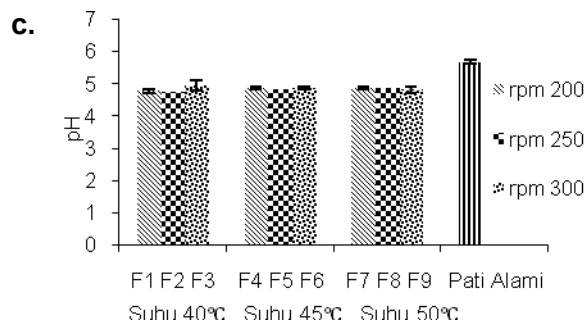
- ✓ : memenuhi persyaratan
× : tidak memenuhi persyaratan
- : belum diketahui



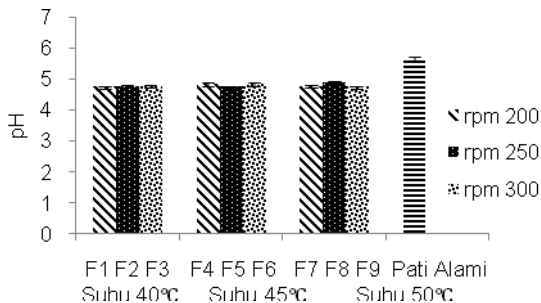
Gambar 1. Hasil Susut Pengerangan Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



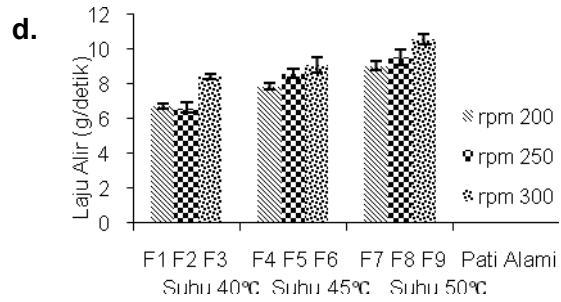
Gambar 2. Hasil Susut Pengerangan Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



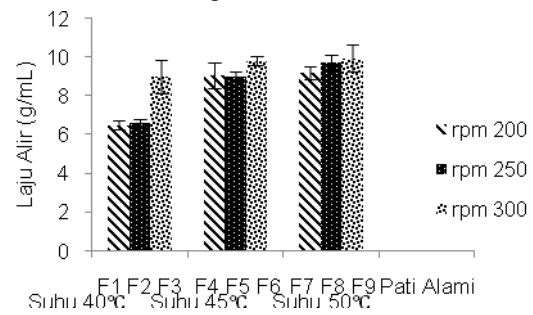
Gambar 3. Hasil pH Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



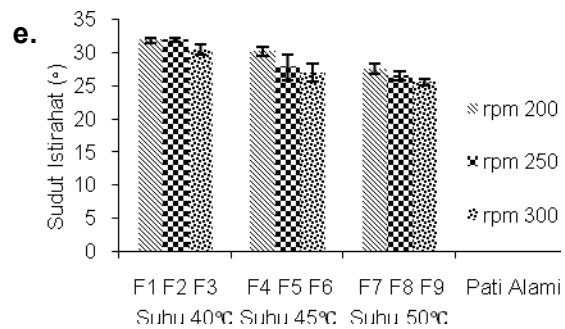
Gambar 4. Hasil pH Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



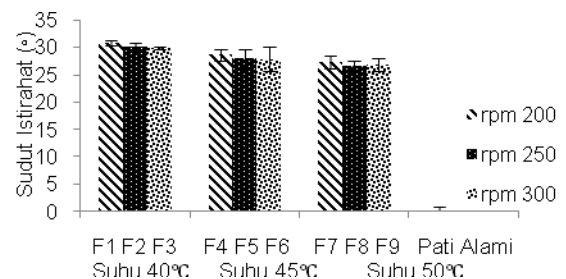
Gambar 5. Hasil laju alir Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



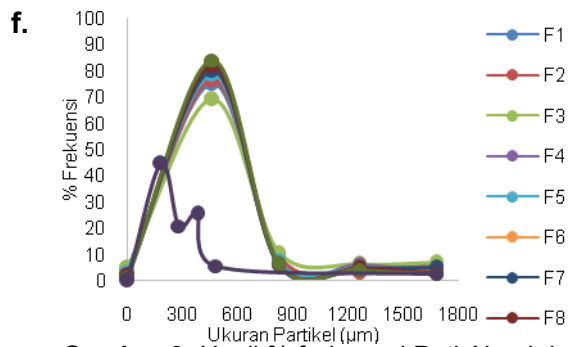
Gambar 6. Hasil laju alir Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



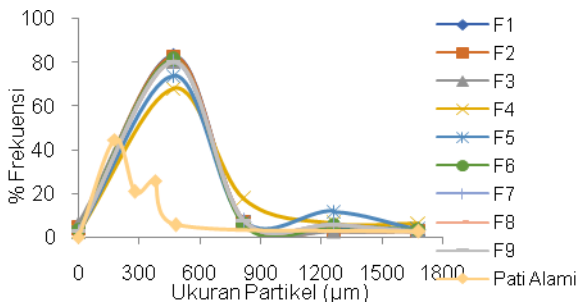
Gambar 7. Hasil sudut istirahat Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



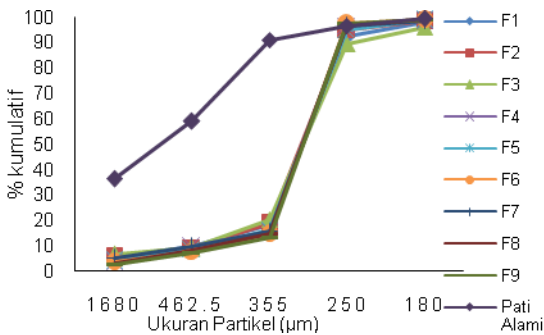
Gambar 8. Hasil sudut istirahat Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



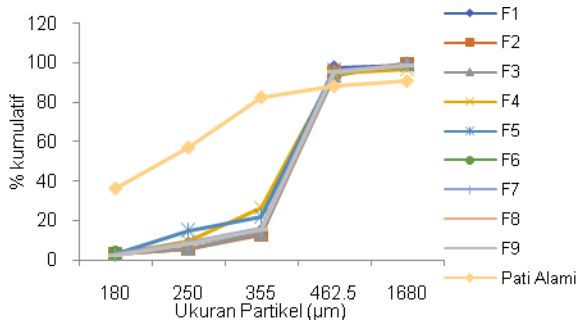
Gambar 9. Hasil % frekuensi Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



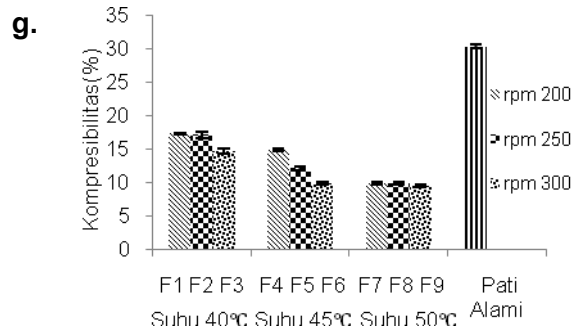
Gambar 10. Hasil % frekuensi Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



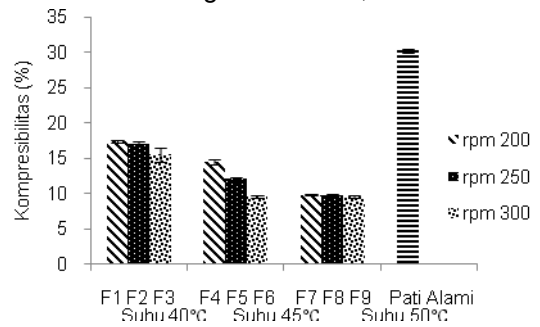
Gambar 11. Hasil % kumulatif Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



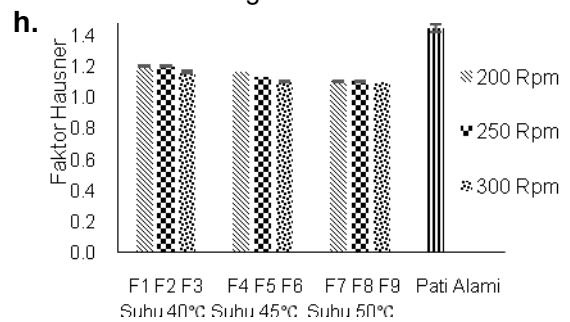
Gambar 12. Hasil % kumulatif Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



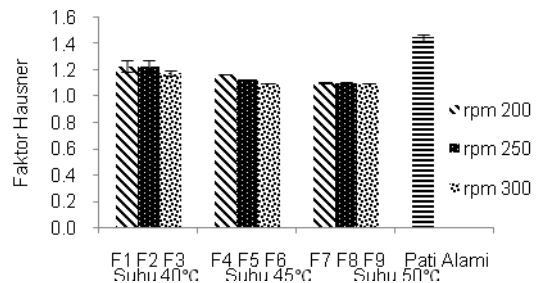
Gambar 13. Hasil Kompresibilitas (%) Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



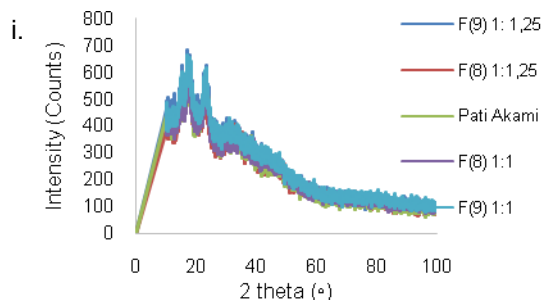
Gambar 14. Hasil Kompresibilitas (%) Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



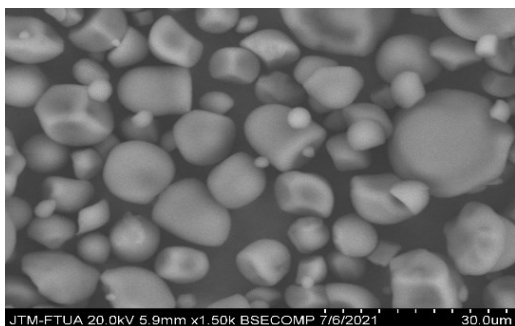
Gambar 15. Hasil Faktor Hausner Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25



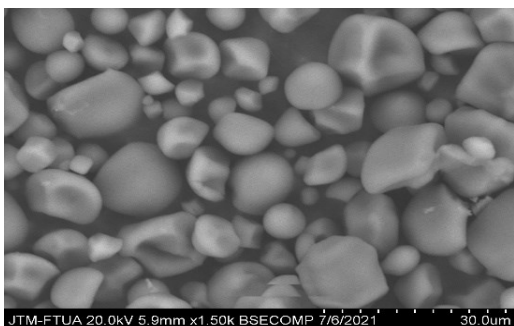
Gambar 16. Hasil Faktor Hausner Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1



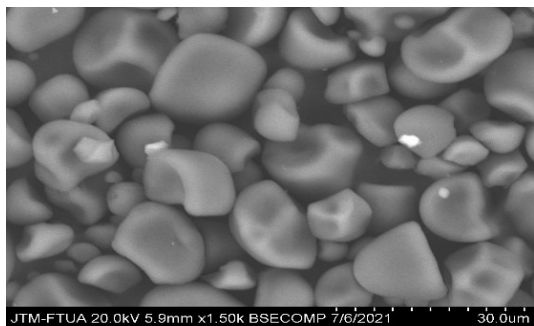
Gambar 17. Hasil XRD Pati Alami dan Pregelatinasi 1:1,25 dan 1:1



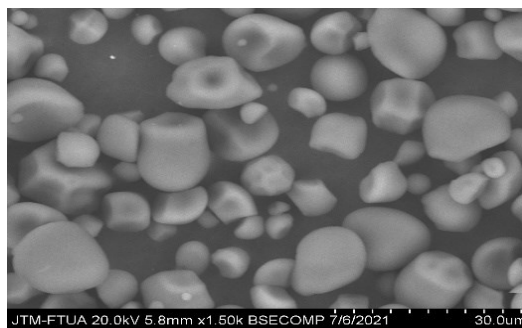
Gambar 18. Hasil SEM Pati Alami Ubi Jalar Merah Perbesaran 1500×



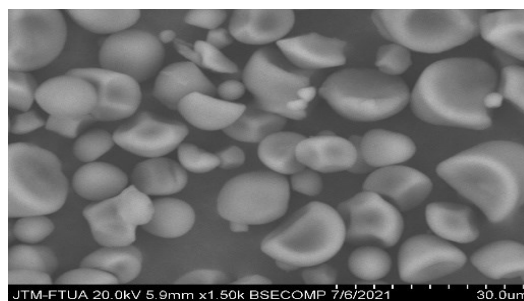
Gambar 19. Hasil SEM Pati Pregelatinasi F(8) 1:1,25 Ubi Jalar Merah Perbesaran 1500×



Gambar 20. Hasil SEM Pati Pregelatinasi F(9) 1:1 Ubi Jalar Merah Perbesaran 1500×



Gambar 21. Hasil SEM Pati Pregelatinasi F(9) 1:1,25 Ubi Jalar Merah Perbesaran 1500×



Gambar 22. Hasil SEM Pati Pregelatinasi F(9) 1:1 Ubi Jalar Merah Perbesaran 1500×

PEMBAHASAN

Hasil rendemen pati alami dan pregelatinasi dapat dilihat pada tabel 3. Pengolahan isolasi pati alami ubi jalar merah didapatkan hasil rendemen sebesar 7,85% dengan berat ubi jalar merah 32.000 gram dan berat pati akhir yang dihasilkan sebesar 2.514 gram. Hasil rendemen yang semakin tinggi menandakan proses isolasi pati dari ubi jalar merah yang dilakukan optimal. Tinggi atau rendahnya rendemen pada suatu produk juga ditentukan oleh bahan baku yang digunakan selain itu faktor pengolahan juga sangat berpengaruh pada rendemen yang dihasilkan, misalnya pada saat penggilingan dan pemerasan yang dilakukan optimal sehingga sel pati terekstraksi dengan sempurna(19).

Hasil pengujian organoleptis pati alami dan pati pregelatinasi yang diperoleh yaitu pati alami maupun pati pregelatinasi ubi jalar merah tidak memiliki bau dan rasa. Bentuk dan warna pati alami yaitu serbuk halus berwarna putih sedangkan pati pregelatinasi memiliki bentuk granul berwarna putih. Hasil ini telah memenuhi

persyaratan dan sesuai dengan yang ada pada *Handbook of pharmaceutical excipient*.

Pati alami ubi jalar merah selanjutnya akan dilakukan standarisasi agar didapatkan pati alami ubi jalar merah yang memiliki standar *Pharmaceutical grade*. Hasil pengujian kadar air pati alami ubi jalar merah adalah sebesar 1,38%. Hal ini sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh SNI 2011 dimana kandungan air maksimum 14%. Kandungan kadar air yang rendah pada pati ubi jalar merah dapat membuat pati disimpan dalam jangka waktu yang relatif lama. Selain itu, jika kadar air melebihi batas maksimumnya dapat memicu pertumbuhan mikroba sehingga pati cepat membusuk (20).

Kadar abu ubi jalar merah menunjukkan adanya kandungan mineral yang terdapat dalam pati. Hasil pengujian kadar abu pati ubi jalar merah didapatkan hasil sebesar 0,05% dapat dilihat pada tabel 3. Hal ini sesuai dengan persyaratan pada standar SNI 2011 yaitu kadar abu maksimum 0,5%. Kadar abu yang rendah dapat mempengaruhi kualitas mutu pati ubi jalar yang dihasilkan. Kandungan kadar abu yang tinggi dapat menghasilkan warna pati yang kurang baik. Oleh sebab itu kadar abu dalam pati ubi jalar merah sangat dibatasi karena dapat mempengaruhi warna dan tekstur dari pati (21).

Pengujian kadar cemaran logam berat dilakukan agar mendapatkan bahan yang aman digunakan dan memenuhi mutu kualitas sebagai bahan baku obat untuk pembuatan tablet kempa langsung sehingga dapat memenuhi standar *pharmaceutical grade*. Kadar cemaran logam berat lainnya telah memenuhi syarat sesuai dengan standar SNI dan dapat dilihat pada tabel 3. Hasil cemaran logam yang diperoleh tidak memiliki angka yang pasti. Hal ini disebabkan oleh alat yang digunakan memiliki batas maksimum deteksi terhadap logam dan sampel yang digunakan. Kandungan logam berat yang tidak memenuhi persyaratan pada berbagai produk pangan dapat menjadi masalah yang cukup serius, karena logam berat tidak dapat dimetabolisme dan akan terakumulasi dalam tubuh sehingga

dapat membahayakan kesehatan manusia jika melebihi batas dan akan berpotensi menjadi racun(22).

Berdasarkan hasil Pengujian yang dilakukan terhadap cemaran mikroba didapatkan hasil yang baik dan semuanya telah memenuhi persyaratan SNI dan dapat dilihat pada tabel 3. Jika dalam cemaran mikroba melebihi batas yang telah ditetapkan akan berdampak buruk dalam hal mutu kualitas dan keamanan penggunaan bahan baku obat untuk manusia sehingga dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya (23).

Pengujian susut pengeringan dilakukan untuk menentukan jumlah semua jenis bahan yang mudah menguap dan hilang pada kondisi tertentu (13). Hasil pengujian susut pengeringan pati ubi jalar merah pati alami yaitu 11,71% dan pati pregelatinasi 1:1,25 rata-rata 8,43% sedangkan pati pregelatinasi 1:1 8,01% dapat dilihat pada gambar 1 dan 2. Hasil ini telah memenuhi persyaratan yang telah tertera pada Farmakope Indonesia edisi V dan *Handbook of pharmaceutical excipient*. Hasil susut pengeringan pati pregelatinasi 1:1,25 dan 1:1 tidak terlalu berbeda yang signifikan hal ini berarti rasio pati dan air tidak terlalu mempengaruhi hasil susut pengeringan. Susut pengeringan merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan salah satunya pati yang dapat mempengaruhi bentuk dan daya awet pati tersebut (20).

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh pH pati ubi jalar merah alami adalah 5,67. Sedangkan pH pada pati pregelatinasi 1:1,25 hampir sama di semua formula dengan rata-rata 4,84 sedangkan rasio 1:1 adalah 4,78 dapat dilihat pada gambar 3 dan 4. Hal ini sesuai dengan persyaratan pada *Handbook of pharmaceutical excipient*. Jika pH pati terlalu asam dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba dimana penurunan nilai pH sebagai akibat keasaman yang ditimbulkan oleh kerja mikroorganisme yang terdiri dari bakteri dan khamir sehingga dapat berpengaruh dalam kualitas mutu pati dalam penyimpanan (24).

Hasil laju alir pati pregelatinasi ubi jalar merah dapat dilihat pada gambar 5 dan 6

bahwa laju alir diantara semua formula, F9 adalah yang paling terbaik laju alirnya dimana granul mengalir sebanyak 10,52 g/detik untuk rasio 1:1,25 sedangkan rasio 1:1 mengalir sebanyak 9,93 gram/detik. Laju alir yang baik pada F9 dapat disebabkan oleh banyaknya air yang digunakan yaitu 1:1,25 dan peningkatan suhu dan rpm juga mempengaruhi sifat alir yang dihasilkan(12). Sifat alir serbuk sangat penting untuk memastikan pencampuran dalam pembuatan tablet kempa langsung (25). Sifat alir yang buruk dapat mengakibatkan hasil tablet yang dikempa menunjukkan hasil yang tidak seragam bahkan tablet tidak dapat di kempa. Pati ubi jalar merah alami pada pengujian ini tidak dapat mengalir pada corong. Hal ini menunjukkan bahwa pati alami tidak dapat digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan tablet kempa langsung, sedangkan pati pregelatinasi ubi jalar merah memiliki sifat alir yang baik.

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 5 dan 6 pembuatan pati pregelatinasi ubi jalar merah bahwa semakin tinggi suhu dan semakin besar rpm pengadukan akan mempengaruhi sifat alir pati pregelatinasi ubi jalar merah yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian mengenai pati singkong dengan variasi rasio pati dan air (1:0,5, 1:0,75 dan 1:1) hasil penelitian tersebut bahwa peningkatan suhu dan rpm memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pati yang dihasilkan (12).

Berdasarkan hasil pengujian sudut istirahat bahwa semakin tinggi nilai sudut istirahat yang terbentuk maka waktu yang dibutuhkan serbuk atau granul untuk mengalir semakin lama sehingga sifat alir yang dihasilkan buruk. Pada massa kempa yang mudah mengalir, sudut istirahat yang terbentuk semakin kecil atau landai. Sudut istirahat dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel, dimana semakin besar ukuran partikel maka sifat alir yang dihasilkan semakin baik (26).

Hasil pengujian pati alami ubi jalar merah tidak terbentuk sudut istirahat karena tidak dapat mengalir pada corong. Sedangkan pada pregelatinasi pati ubi jalar merah memiliki sudut istirahat yang baik yaitu 25-30° dapat dilihat

pada gambar 7 dan 8. Hasil pengujian sudut istirahat diantara semua formula, F9 memiliki nilai sudut istirahat paling kecil yaitu rasio 1:1,25 memiliki nilai sudut istirahat sebesar 25,49° sedangkan rasio 1:1 26,92°. Hal ini sesuai dengan persyaratan bahwa sudut istirahat dalam kategori baik yaitu 20-30°(18).

Pengujian distribusi ukuran partikel akan menunjukkan pengaruhnya terhadap laju alir pati yang dihasilkan dimana semakin halus ukuran partikel maka laju alir yang dihasilkan semakin berkurang disebabkan oleh gaya kohesif antar partikel semakin besar. Begitupun sebaliknya jika distribusi ukuran partikel berdistribusi normal ini menunjukkan sifat alir massa kempa tersebut baik (26). Hasil pengujian pati pregelatinasi ubi jalar merah pada formula 1 hingga formula 9 terbentuk 1 puncak hal ini berarti granul terdistribusi normal dapat dilihat pada gambar 9 dan 10. Pati ubi jalar merah pregelatin termasuk dalam serbuk kasar karena sudah mengalami perlakuan tambahan berupa proses pregelatinasi. Pati alami ubi jalar merah tergolong serbuk halus karena belum mengalami perubahan ukuran partikel, sehingga masih dalam bentuk serbuk halus. Hal ini menunjukkan bahwa pati alami memiliki sifat alir yang buruk (12).

Uji Indeks kompresibilitas berfungsi untuk memprediksi sifat alir dari suatu granul. Pada pengujian ini nilai kompresibilitas yang terbaik pada formula 9 yaitu rasio 1:1,25 memiliki nilai sebesar 9,50% sedangkan rasio 1:1 9,60% dapat dilihat pada gambar 13 dan 14. Hasil ini menunjukkan sifat alir dari pati pregelatinasi masuk dalam kategori sangat baik (18). Uji Kompresibilitas bertujuan untuk mengetahui karakteristik serbuk selama diberi tekanan, kompresibilitas yang tinggi akan menghasilkan tablet dengan waktu hancur yang lama. Nilai kompresibilitas yang baik adalah 5-20%(27).

Nilai faktor hausner yang mendekati 1 maka sifat alir suatu serbuk semakin baik. Faktor hausner adalah perbandingan antara bobot jenis mampat dengan bobot jenis nyata. Nilai faktor hausner yang ideal yaitu 1-1,25 (27). Hasil faktor hausner dapat dilihat pada gambar 13 dan 14 bahwa nilai faktor hausner setiap

formula termasuk ideal berkisar 1,11-1,20 dibandingkan nilai faktor hausner pati alami 1,45. Hal ini menunjukkan bahwa pati pregelatinasi memiliki sifat alir dalam kategori baik sedangkan pati alami ubi jalar merah memiliki sifat alir dalam kategori buruk (18).

Pengujian analisa *X-Ray Power Diffractometry* (XRD) digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material yaitu pati. Berdasarkan pola difraksi yang dibentuk pada pati alami dan pregelatinasi ubi jalar merah tidak terlalu tajam dapat dilihat pada gambar 17. Hal ini menunjukkan bahwa secara fisik pati alami dan pregelatinasi tidak memiliki kecenderungan berbentuk kristal. Pati pregelatinasi pada F9 ubi jalar merah memiliki pola difraksi yang berbeda yaitu memiliki puncak difraksi paling tinggi dibandingkan pati alami dan F8 walaupun puncak grafik yang dihasilkan tidak begitu tajam dapat dilihat pada lampiran 15. Hal ini menunjukkan bahwa pati pregelatinasi pada formula 9 yang dibuat berbentuk semi kristalin yaitu butiran yang mengandung daerah kristal dan amorf (27).

Berdasarkan hasil pengujian SEM pati alami ubi jalar merah memiliki bentuk permukaan bervariasi dari bulat, oval dan polygonal dapat dilihat pada gambar 18. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Nurdjanah & Yuliana, (2019) bahwa pati ubi jalar berbentuk bulat hingga polygonal. Morfologi permukaan pati pada formulasi 8 dan 9 memiliki persamaan pada perbesaran 1500x dapat dilihat pada gambar 19,20,21 dan 22. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan pada pembuatan pati pregelatinasi dimana formula yang dibuat menggunakan suhu yang sama yaitu 50 °C (6). Sedangkan pada pati alami terlihat ukuran partikelnya lebih kecil dibandingkan dengan pati pregelatinasi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan pada pembuatan pati pregelatinasi dimana formula yang dibuat menggunakan suhu yang sama yaitu 50. Sedangkan pada pati alami terlihat ukuran partikelnya lebih kecil dibandingkan dengan pati pregelatinasi (6).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa karakteristik modifikasi pati ubi jalar merah yang memenuhi persyaratan menggunakan metode pregelatinasi dengan perbandingan pati dan air 1:1,25 dan 1:1 adalah formula 9 (suhu 50°C 300 rpm) yang memiliki sifat alir dan kompresibilitas yang baik dimana semakin tinggi rasio pati dan air, suhu dan rpm pengadukan maka sifat alir dan kompresibilitas pati yang dihasilkan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hartesi B, Sriwidodo, Abdassah M, Chaerunisaa AY. Starch as pharmaceutical excipient. *Int J Pharm Sci Rev Res.* 2016;41(2):59–64.
2. Cornelia M, Syarief R, Effendi H, Nurtama B. Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus Murr.*) dan Pati Sagu (*Metroxylon sp.*) Dalam Pembuatan Bioplastik. *J Kim dan Kemasan.* 2013;35(1):20.
3. Sakinah AR&, Kurniawansyah IS. Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik. *Farmaka.* 2018;4(2):430–42.
4. Mahalia LD, Supriyanto S, Syukri Y. Development of sweet potato (*ipomoea batatas lamk.*) as excipient in tablet formulation. *J Public health Res.* 2020;9(2):161–4.
5. Koswara S. teknologi modifikasi pati. yogyakarta: ebookpangan.com; 2009.
6. Nurdjanah S&, Yuliana N. Ubi Jalar Teknologi Produksi dan Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi. Bandar Lampung: AURA; 2019.
7. Anwar C, Irhami, Kemalawaty M. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Dengan Mengkaji Jenis Varietas dan Lama Pengeringan. *J Teknotan.* 2018;12(2):1–8.
8. Rendowaty A, Munarsih E&, Fizmawati. Isolasi Pati Dari Tepung Ubi Jalar Ungu. *J Ilm Bakti Farm.* 2018;III(2):1–6.
9. Departemen Kesehatan Republik

- Indonesia. Parameter Standar Umum Ekstrak Tumbuhan Obat. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan Direktorat Pengawasan Obat Tradisional. Jakarta: Depkes RI; 2000.
10. Badan Standardisasi Nasional. Standar Nasional Indonesia Tepung Tapioka Nomor 3451. Jakarta: Jakarta: Badan Standar Nasional; 2011.
 11. Hartesi B. Modifikasi Pati Jagung Dengan Metode Pregelatinasi Sebagai Bahan Pengisi Untuk Sediaan Tablet Kempa Langsung. Universitas Padjadjaran; 2016.
 12. Sari KLK, Prasetya Ign JA&, Arisanti CIS. Pengaruh Rasio Amilum:Air Dan Suhu Pemanasan Terhadap Sifat Fisik Amilum Singkong Pregelatin Yang Ditujukan Sebagai Eksipien Tablet. 2012;50–67.
 13. Departmen Kesehatan Republik Indonesia. Farmakope Indonesia Edisi V. Jakarta: Depkes RI; 2014.
 14. Lachman L., Lieberman H.A. KJ. Teori dan Praktek Farmasi Industri Edisi III. Jakarta: UI Press; 2008.
 15. Yenrina IR, Si M, Permata DA, Si S, Si M, Sampul I. Metode Analisis Bahan Pangan dan Komponen Bioaktif Reviewer : 2015.
 16. Rowe, Raymond C, Sheskey, Paul J, Quinn ME. Handbook of Pharmaceutical Excipients Sixth Edition. American: The Pharmaceutical Press.; 2009.
 17. Ben SE. Teknologi Tablet. Padang: Padang: Universitas Andalas; 2008.
 18. R.Voight. Buku Pelajaran Teknologi Farmasi. Yogyakarta: Yogyakarta: Gajah Mada University Press; 1995.
 19. Mustafa A. Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. Agrotek. 2016;9(2):118.
 20. Permatasari, Jelly. Lestari, Uce. & Widyastuti R. Isolasi dan Uji Sifat Fisikokimia Pati Dari Biji Karet. Farm Sains. 2018;5(1):9–14.
 21. Martunis. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola. Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Kuantitas dan Kualitas Pati Kentang Var Granola. 2012;4(3):26–30.
 22. Priyani, Dewi Anggi, Moody Sumanti Debby, Yuliana T. Karakteristik Fisik, Kandungan Mineral Dan Cemaran Logam Tepung Komposit (Tepung Bonggol Pisang, Ubi Jalar, Dan Kecambah Kedelai Hitam). J Triton, Vol 10, No 2, 2085–3823 2085–3823. 2019;10(2):21–37.
 23. Noviawati DAS, Bintari NWD, Sudiari M. Cemaran Angka Lempeng Total (Alt) Dan Angka Kapang Khamir (Akk) Pada Bolu Kukus Dengan Lama Penyimpanan 3 Hari. Bali Med J. 2018;5(2):257–64.
 24. Fadilah, Umi W, Mahaputra IM, Antara NS. Studi Pengaruh Ph Awal Media Dan Lama Fermentasi Pada Proses Produksi Etanol Dari Hidrolisat Tepung Biji Nangka Dengan Menggunakan Saccharomyces Cerevisiae. J ReKayasa Dan Manaj Agroindustri. 2018;6(2):92–102.
 25. Khairunnisa R, Nisa M, Riski R, Fatmawaty A. Evaluasi Sifat Alir Dari Pati Talas Safira (Colocasia esculenta var Antiquorum) Sebagai Eksipien Dalam Formulasi Tablet. J Pharm Med Sci. 2016;1(1):22–6.
 26. Hartesi B, Sutrisno D, Chairani S&, Ariska P. Formulasi Tablet Asetosal Menggunakan Metode Kempa Langsung Dengan Bahan Pengisi Pati Kentang Pregelatinasi Asetosal Tablet Formulation Using Direct Pressing Method with Pregelatinasi Potato Starch Filler. 2020;6(1):149–62.
 27. Khairunnisa R, Nisa M, Riski R, Fatmawaty A, Tinggi S, Makassar IF, et al. Evaluasi Sifat Alir Dari Pati Talas Safira (Colocasia esculenta var Antiquorum) Sebagai Eksipien Dalam Formulasi Tablet. J Pharm Med Sci. 2016;1(1):22–6.